

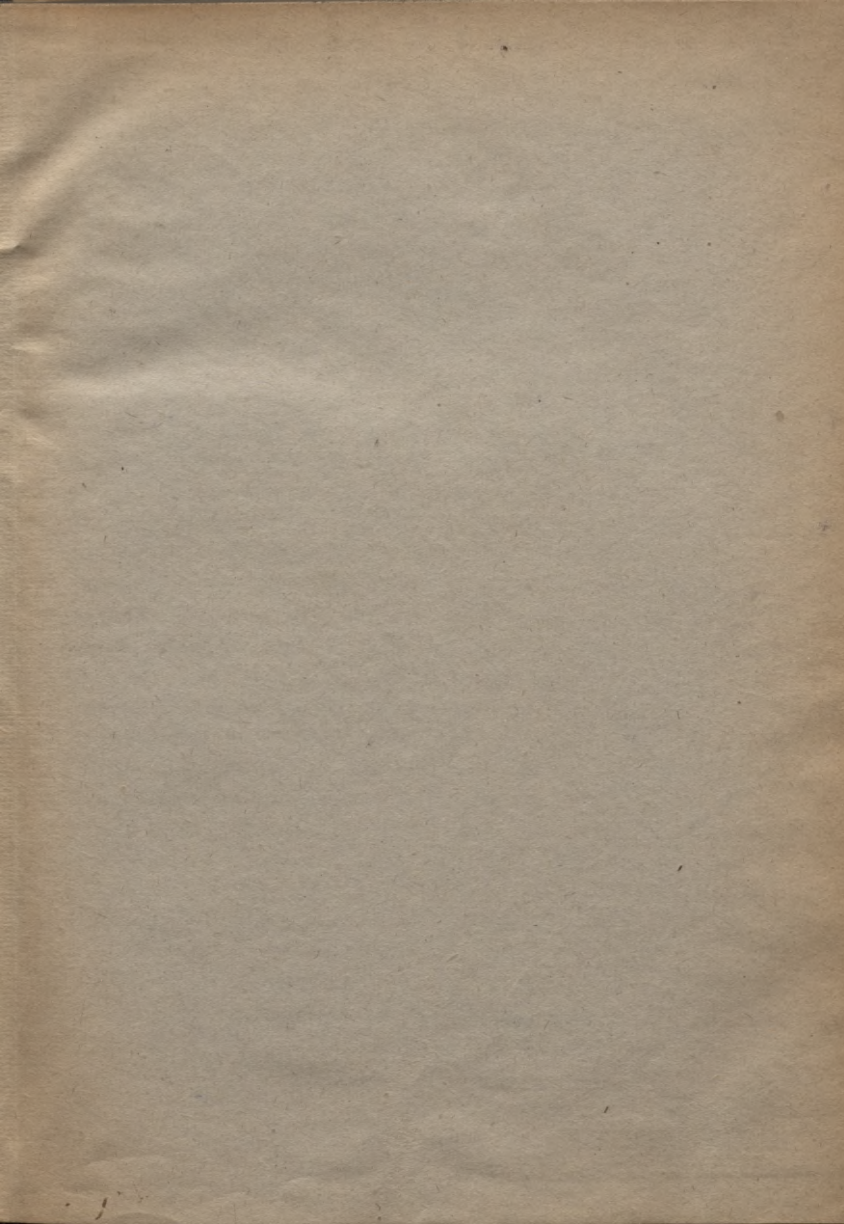
63
257

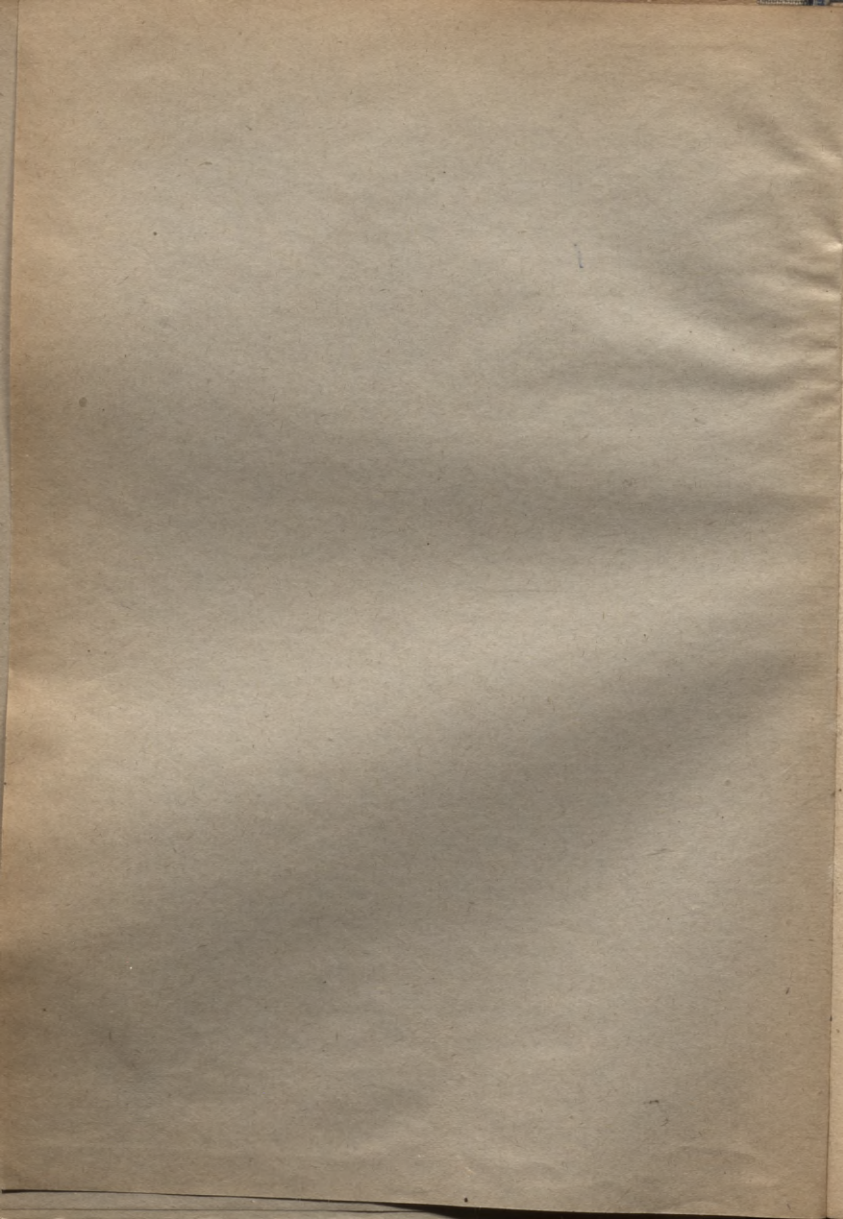
P. SARMA

**MEŽA
TAKSACIJA**

LATVIJAS
VALSTS IZDEVNIECĪBA

JUL 1949 LR





T

LATVIJAS LAUKSAIMNIECĪBASĀKADEMIJA

634.928.5

~~$$\begin{array}{r} 2863 \\ \hline 257 \end{array}$$~~

P. SARMA

MEŽA TAKSACIJA

LATVIJAS VALSTS IZDEVNIECĪBA
RĪGĀ 1948

III

153

П. Сарма
ЛЕСНАЯ ТАКСАЦИЯ

На латышском языке

0311019479

Latv. P. Valsts Bibliotēka
Inv. ~~622.364~~

1 lp



PRIEKŠVārds

Ar katru gadu arvien vairāk pieaug koksnes nozīme. No mazvērtīga produkta koksne kļuvusi par vienu no visdaudzpusīgākām izejvielām pasaulē. Mežs, ko kādreiz uzskatīja par šķērslī kultūras attīstībai, tagad skaitās liela tautas bagātība, ko kopj un sargā un par kuras atjaunošanu un uzturēšanu nemitīgi rūpējas mežsaimniecība. Tas arī noteic mežsaimniecības nozīmi tautsaimniecībā.

Mežs ir sevišķi plašs un vērtīgs saimniecības objekts un reizē dažādu apstākļu ietekmei pakļauts dabas faktors, kas savā attīstībā ir mainīgs un daudzpusīgs. Tādēļ tas prasa pastāvīgu resursu kvantitatīvu un kvalitatīvu uzskaiti. Šo uzdevumu veic meža taksācija, kas uzskatāma par vienu no tautsaimniecības uzskaites veidiem. Tā dod līdzekļus un paņēmienus koksnes krājas un pieauguma mērīšanai un vērtēšanai, apskatot visas ar meža kvantitatīvo un kvalitatīvo attīstību saistītās parādības stingrā kop-sakarībā un pieejot atsevišķam objektam kā daļai no veselā. Tādēļ meža taksācijai mežsaimniecības augstāko mācības iestāžu programās ir ierādīta ievērojama vieta, un tā pieskaitāma pamatdisciplinām.

Sakarā ar lielajām pārmaiņām, kādas radušās Latvijas PSR meža fondā kara darbības un vācu fašistisko okupantu saimniekošanas rezultātā, taksācijas uzdevumi pēckara piecgadē ir sevišķi akuti un svarīgi.

Šis grāmatas uzdevums ir palīdzēt aizpildīt to lielo robu, kāds ir latviešu mežzinātniskajā literatūrā vispār un sevišķi mežzinātņu disciplīnu mācību grāmatās. Latviešu valodā līdz šim nav nopietnāku darbu meža taksācijas jautājumos, tāpēc, sarakstot šo grāmatu, bija jāpārvar lielas grūtības tiklab terminoloģijas, tā vielas apdares ziņā.

Grāmatā izmantotas Padomju Savienības citu republiku un vietējās mežsaimniecības atziņas un pētnieciskie sasniegumi. Grāmata domāta mežsaimniecības fakultātes studentiem lekcijās lasītā kursa padziļināšanai un vieglākai apgūšanai. Ar daudzajiem atrisinātiem

piemēriem un attēliem tā noderēs arī neklātienēs studentu pašmācības darbam. Katra grāmatas nodaļa uz visciešāko saistīta ar tiešo ražošanas darbu, tādēļ tā varēs būt palīgs arī praktiskajiem mežsaimniecības darbiniekiem zināšanu atsvaidzināšanai un padziļināšanai. Ceru, ka grāmata novērsīs arī to trūkumu, kāds ir meža skolās un teknikumos un noderēs tanīs par rokas grāmatu.

Ievērojot visu vajadzības, kam grāmata varētu noderēt, pielikumā ir pievienotas vairākas tabulas, kas nepieciešamas grāmatas vielas labākai saprašanai un daudzu jautājumu atrisināšanai. Dažādu tabulu trūkums ļoti asi jūtams studējošiem praktiskās nodarbībās, tāpat arī zinātniskās pētniecības un meža taksācijas praktiskiem darbiniekiem. Ar minēto pielikumu šis trūkums lielā mērā būs novērsts.

Daudzām svarīgām metodēm, pamatojoties uz kļūdu teoriju, dots novērtējums par to noteiktību. Tas mēģināts ieturēt samērā elementārā formā, neapgrūtinot lasītājus ar liekām formulām un atvasinājumiem.

Lai nepalielinātu grāmatas apjomu, tā ieturēta konkrētā formā, vienmēr paturot vērā galveno un neielaižoties mazāk svarīgos sīkumos.

Grāmatas lasītājus un lietotājus lūdzu neliegt man savus norādījumus par tani novērotiem trūkumiem.

Docents P. S a r m a.

IEVADS

1. §. Meža taksācijas jēdziens, uzdevums un saturs

Vārds „taksācija“ cēlies no latīņu taxatio un nozīmē novērtēšanu, cenošanu, cenas noteikšanu. Tātad burtiski meža taksācija nozīmē meža nocenošanu, meža vērtības noteikšanu. Šādā šaurā nozīmē šis apzīmējums nebūtu jāsaprot. Mežkopja apziņā tas tēlojas kā koku tilpuma, mežaudžu krājas, koku un mežaudžu vecuma un pieauguma noteikšana. Šādā izpratnē šis jēdziens, ilgādi lietojot, ir dziļi ieviesies. Angļi lieto apzīmējumu Forest Mensuration, franči — Dendrometrie. Vācu vecākajā literatūrā sastopams apzīmējums — meža taksācija, jaunākajā — Holz-messkunde vai Holzmassenermittlung. Krievu literatūrā, sākot ar vecāko un beidzot ar visjaunāko, visu laiku turas pie apzīmējuma — лесная таксація.

Latviešu mežzinātniskā literatūrā dažkārt lietotais apzīmējums — koku mērišanas mācība — savā saturā ir par šauru, jo apzīmē tikai vienu jēdzienu — koku mērišanu. Meža taksācija pēc sava satura ir daudz plašāks jēdziens, kas aptver vispusīgu meža novērtēšanu tiklab daudzuma, tā arī vērtības ziņā. Taksācija nodarbojas ar koku un mežaudžu masas, vecuma un pieauguma noteikšanu. Koksnes masa sastāv no atsevišķu koku masas, bet pieaugums uzskatāms par šīs masas pārmaiņām augšanas laikā. Meklējot un pētījot metodes koksnes masas noteikšanai, meža taksācijai sīki jāizpēti arī visi tie elementi, kas nosaka koksnes masas vairumu. Šie elementi ir: caurmērs, augstums un stumbra forma, tāpat arī tās attieksmes, kādas pastāv šo mainīgo elementu starpā. Pētījot šo elementu attīstību un attieksmes dažāda vecuma atsevišķos kokos un audzēs, meža taksācijai jānoskaidro un jāizteic arī pieauguma un augšanas gaitas likumības.

Mūsdienu meža taksācijas uzdevumus var formulēt šādi: meža taksācija ir viena no mežzinātnes disciplīnām, kas pēti un noskaidro metodes, ar kurām noteikt augošu, nocirstu un pārstrādātu koku

dimensijas un tilpumu, tāpat arī noteikt koku un mežaudžu vecumu, pieaugumu, krāju un arī augšanas gaitu un mežaudžu struktūras likumības.

Tās parādības, ko pēti un noskaidro meža taksacija, nav cita no citas izolētas, bet gan atrodas sarežģītās un mainīgās dinamiskās attieksmēs. Tāpēc to noskaidrošana no meža taksācijas viedokļa var būt sekmīga un panākumiem bagāta tikai tad, ja lieto dialektiskā materialisma metodi.

Tagad meža taksacija ir izveidojusies par pilnīgi patstāvīgu disciplīnu, kas vienlīdz kalpo dažādām mežzinātņu nozarēm. Daudzie pētījumi un ilggadējie novērojumi devuši meža taksacijai pēdējos gadu desmitos daudz jaunu atziņu, pārbaudījuši un nostabilizējuši lietotās, atklājuši jaunas metodes, tāpat arī noskaidrojuši vispārējās koku un mežaudžu attīstības un augšanas gaitas likumības.

Meža taksaciju pieskaita galvenajām pamatdisciplīnām, un tā vistuvāk saskaras ar mežierīcību. Mežierīcībai un saimniecības plānu sastādīšanai nepieciešami noteikti dati par koksnes kvantitatīvo un kvalitatīvo stāvokli mežā, ko var iegūt tikai pēc tam, kad pilnīgi veikts taksācijas darbs.

Meža taksacija kalpo tiklab praktiskām, tā zinātniskām vajadzībām. Praktiskām vajadzībām nepieciešamas vienkāršas, ērtas un lētas metodes, kas necenšas pēc sevišķas precizitātes, bet kas tomēr nepārkāpj zināmu kļūdu robežas. Turpretim zinātniskiem nolūkiem tā rod precīzākas un komplicētākas metodes, kas dod iespēju uztvert arī grūtāk saskatāmās parādības un likumības koku un audžu augšanas gaitā.

Ja visas mežzinātņu disciplīnas iedala trīs lielās grupās: bioloģiskā, tehniskā un ekonomiskā, tad meža taksacija pēc sava rakstura pieskaitāma pēdējai.

Diezgan bieži mēdz izdalīt meža ieneses un pieauguma mācību kā atsevišķu disciplīnu, kurā māca par koku un mežaudžu pieaugumu likumībām un augšanas gaitu un to atkarību no dažādiem dabiskiem faktoriem un mežsaimniecības paņēmieniem. Tomēr šī viela tik cieši saistīta ar meža taksaciju, ka pat jaunākās mācības grāmatas, kas norobežojas ar šauru virsrakstu — koku mērīšanas mācība, ievieto šaurākas vai plašākas nodaļas par koku un mežaudžu pieauguma likumībām, augšanas gaitu, augšanas gaitas tabulām utt. Tas arī loģiski, jo, apskatot pieauguma jēdzienu un pieauguma apmērus dažādos vecumos, nevar apiet pieauguma un augšanas gaitas likumsakarības. Tāpat daudzi praktiskas dabas mežaudžu taksācijas jautājumi saistīti ar augšanas gaitas tabulām.

Meža taksacija iedalāma šādās galvenajās daļās:

- I. Atsevišķu koku un to daļu taksacija.
- II. Mežaudžu taksacija.
- III. Meža masīvu taksacija.
- IV. Cirsu taksacija.

2. §. Meža taksācijas attīstības un izveidošanās galvenie etapi

Kamēr koksnes vēl bija papildnam un mežu netrūka, nebija arī nekādas vajadzības pēc koku mērīšanas un novērtēšanas. Kokus cirta vai nu pēc platības, vai arī pēc gabaliem. Malku taksēja vezumiem.

Iedzīvotāju pieaugums un rūpniecības attīstība palielināja koksnes patēriņu, tāpēc strauji samazinājās mežu platības. Bieži apdzīvotās vietās mežs jau bija izsaimniekots, un koksnes sāka trūkt. Tā radās vajadzība iegūt ziņas par meža platību, koksnes krāju un pieaugumu. Meža taksācijas sākumi meklējami 18. gs. pirmajā pusē.

1721. g. pazīstamais franču fiziķis Reomirs jau ierīkoja parauglaukumus koksnes krājas un pieauguma noteikšanai un viens no pirmajiem izstrādāja augšanas gaitas tabulas.

Ap 1723. g. sāka koku stumbru šķirošana pēc garuma un tievgaļa caurmēra. Turpmākos gados uzlabotas pastāvošās okulārās taksācijas metodes.

Ap 18. gs. vidu koku augstuma noteikšanai sāka lietot vienādsānu taisnleņķa trīsstūri un tuvinātā veidā sāka noteikt caurmēru stumbru vidū.

Gadsimtā otrajā pusē stumbru tilpuma noteikšanai sāka lietot kona tilpuma formulu, tāpat arī izlīdzināto caurmēru un viduslaukuma metodi. Pēdējo jau lietoja tilpumu tabulu sastādīšanai. Šai laikā rodas arī pirmās idejas tilpuma noteikšanai ksilometriskā ceļā.

Ar gadsimtu maiņu meža taksācijas attīstība iet strauji uz priekšu. Primitīvo metožu vietā stājas arvien labākas un precīzākas. Parādās specialī konstruēti rīki un instrumenti koku augstuma un caurmēra mērīšanai, no kuriem daudzi pat mūsu dienās piekaitāmi koku mērīšanas instrumentu „dzelzs inventāram“.

Šai laikā darbojās vairāki ievērojami mežkopji, kas nodevās zinātniskās pētniecības darbam, izstrādāja dažādas palīgtabulas un citādi sekmēja meža taksācijas tālāko attīstību.

Sākumā meža taksacijai bija stipra matemātiska nokrāsa; to uzskatīja par matemātikas nozari un arī nosauca par meža mate-

matiku vai lietojamo stereometriju. Lietojot tīri deduktīvās metodes, meža taksācija nevarēja sekmīgi attīstīties. Ar matemātiskā ceļā iepriekš atvasinātām formulām nevarēja atrisināt problēmas, kas saistījās ar koku un mežaudžu taksācijas elementu attīstību un savstarpējām attieksmēm. Tās matemātiskām formulām nepakļāvās. Tikai daudz gadu vēlāk, nodibinoties meža pētīšanas iestādēm un iekārtojot ilgstošus izmēģinājumus un novērojumus, radās plašs novērojumu materials. To analizējot un klasificējot, varēja iegūt drošus un pamatotus secinājumus.

Cariskajā Krievijā 19. gs. lielāko tiesu izmantoja vācu mežkopju atzinumus un lietoja tulkotās mācību grāmatas. Redzamākais oriģinālpētījums šai laikā ir Vargas de Bedemara (1846.—1850. g.) darbs par audžu krāju un pieaugumu. Ievērojama nozīme ir bijusi tā laika autoritatīvajam mežkopim Rudskim, kas 1880. g. stingri nostājās pret vācu skolu un tā ietekmēja meža taksācijas tālāko attīstību Krievijā. Straujāks uzplaukums iesākās ar 20. gs., kad parādās vairāki oriģināli pētījumi, kas saistās ar Turkska, Orlova, Kriđenera u. c. vārdiem.

Padomju Savienībā pēdējos gadu desmitos izdarīti daudzi svarīgi pētījumi un publicēts daudz interesantu darbu meža taksācijas jautājumos. Padomju Savienībā sevišķi izkopta un attīstīta meža taksācijas nozare — sortimentu taksācija augošā mežā.

Ievērojamākie pētnieki šai nozarē: N. P. Anučins, V. K. Zacharovs, B. A. Šustovs, D. J. Tovstoļess, A. V. Tjurins, N. V. Tretjakovs u. c. Oriģināli un interesanti ir Tjurina un Tretjakova pētījumi par audžu uzbūves likumsakarībām.

Liela apjoma darbi veikti neizpētītu un mazizpētītu meža platību apgūšanā, izveidojot un lietojot modernās meža uzskaites metodes.

Arī latviešu mežkopji ieguldījuši vērtīgas atziņas meža taksācijā. Atzīmējamās masas un raukuma tabulas priedei un eglei, masas un augšanas gaitas tabulas baltalksnim, pētījumi par stumbru formu, par nosusināšanas ietekmi pieaugumā u. c.

Meža taksācija, tāpat kā citas zinātnes disciplīnas, vēl arvien turpina augt un attīstīties un kļūst bagātāka ar jaunām atziņām, jaunām metodēm un paņēmieniem.

ATSEVIŠKA KOKA UN TĀ DAĻU TAKSACIJA

1. KOKA TAKSACIJAS ELEMENTI UN TO NOTEIKŠANA

A. KOKA TAKSACIJAS ELEMENTI

3. §. Koka daļas

Koks dabiski sastāv no stumbra, zariem un saknēm. Zari izveido vainagu. Nocirstam kokam pie saknēm paliek vēl daļa no stumbra resgaļa — celms, kas kopā ar saknēm ir 5—30% no koka tilpuma. Vērtīgākā koka daļa ir s t u m b r s. Atkarībā



1. att. Savrup un slēgtā audzē audzis koks

no augšanas apstākļiem un sugas, tas var būt gan garš, slaidis ar maz zariem, gan arī īss, raukts un zarains. Biezā citu koku sabiedrībā stumbrs izveidojas slaidis, ar nelielu vainagu un formas ziņā ir tuvs paraboloidam, bet atklātās vietās tas ir īss, ar lielu, zemu vainagu un konveidīgs (1. attēls). Biezā mežā stumbrs sastāda 60—85%, zari 5—25% no visa koka tilpuma, turpretim atklātā vietā zaru procents ir ievērojami lielāks.

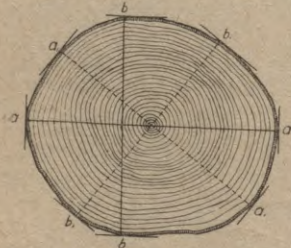
Saimnieciskā ziņā koku var sadalīt arī pēc tā izmantošanas iespējām. Parasti izšķir lietkoksnī, malkas koksnī un žagarus, ko dod zari. Šāds vai citāds iedalījums sortimentos ir atkarīgs no koka dimensijām, kvalitātes un laikmeta ekonomiskām prasībām.

Meža taksacijā galvenā uzmanība pievērsta koka svarīgākās un vērtīgākās daļas — stumbra — mērīšanai un vērtēšanai.

Nocirsts, zemē gulošs koks ir cilvēkam pieejams izmērīšanai jebkurā vietā, jo tās visas vienlīdz labi sasniedzamas bez sevišķiem palīgīdzekļiem. Tāpēc koku var izmērīt precīzi tiešā ceļā un tilpuma noteikšanai izlietot metodes, kas balstās uz mērījumiem vairākās vietās. Citādi tas ir ar augošu koku, kam caurmēru var izmērīt tikai tik augstu, cik no zemes ir sasniedzams. Caurmēra mērījumi augstākās vietās, tāpat augstuma mērījumi, izdarāmi lielāko tiesu netiešā ceļā. Tādēļ augoša koka tilpuma noteikšanai jālieto vienkāršākas metodes, kas neprasa daudz un komplicētu mērījumu.

4. §. Stumbra taksācijas elementi

Koka stumbrs, tāpat arī pareizi izveidotie zari un saknes uzskatāmi par stereometriskiem ķermeņiem, kuru tilpuma noteikšanai nepieciešami trīs dimensiju, t. i., augstuma resp. garuma, platuma, biezuma kā arī formas izmēri. Praktiski koka stumbru pieņem par apaļu ķermeni, kura resnumu izteic ar caurmēru (diametru). Stingri ņemot, izmēritais lielums ne katru reizi ir caurmērs, bet tas var būt arī atstatums starp divām paralelām šķērsriezuma tangētēm (2. attēls).



2. att. Stumbra resnuma mērīšanas schema; a_1a_1 , b_1b_1 — caurmēri, aa , bb — faktiski izmēritie lielumi, mērījot išāko un garāko atstatumu

Stumbra forma atkarīga no slaiduma un raukuma. Par raukumu apzīmē caurmēra kritumu (samazināšanos) uz vienas garuma vienības, piem., 1 m.

Stumbra tilpuma noteikšanai vispirms jāatrod tā taksācijas elementi, izmēri un raksturotāji, kas izteic stumbra taksācijas pazīmes. Tie ir: garums vai augošam kokam augstums, caurmērs vai tam atbilstošais šķērslaukums un kāds formas izteicējs.

5. §. Taksācijas elementu apzīmējumi un mērīšanas vienības

Meža taksacijā dažādām formulām un pierādījumiem lieto algebriskas izteiksmes. Tanīs parasti lieto latīņu vai grieķu burtus, ar ko apzīmē noteiktus taksācijas elementus un citus jēdzienus. Mežsaimniecības literatūrā šie apzīmējumi ir standartizēti un kļuvuši stabili.

Parastāko taksācijas elementu apzīmējumi ir šādi:

- L — stumbra garums;
- l — stumbra daļas garums;
- H — stumbra augstums;
- h — stumbra vai stumbra daļas augstums;
- D — caurmērs stumbra resgalī, tā daļas resgalī vai arī lielākais no diviem caurmēriem;
- d — caurmērs krūšaugstumā (1,3 m virs zemes) vai citā vietā;
- $d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ — caurmēri dažādos atstatumos no resgaļa;
- u — apkārtmērs;
- G — šķērslaukums stumbra resgalī, tā daļas resgalī vai arī lielākais no vairākiem šķērslaukumiem vai audzes šķērslaukums;
- g — šķērslaukums krūšaugstumā vai citā vietā;
- $g_0, g_1, g_2, \dots, g_n$ — šķērslaukumi dažādos atstatumos no resgaļa griezumā;
- γ — šķērslaukums stumbra vidū;
- M — stumbra vai audzes masa vai arī lielākā no divām masām;
- m — stumbra daļas masa vai mazākā no vairākām masām;
- V — stumbra vai rotācijas ķermeņa tilpums, arī audzes masa;
- v — stumbra vai tā daļas tilpums;
- f — veidskaitlis;
- q — formas koeficients.

Atskaitot Angliju, ASV un dažas citas valstis, gandrīz visur mežsaimniecībā lieto metrisko mēru sistemu.

Stumbra garumu resp. augstumu izteic metros m; caurmēru — centimetros cm; šķērslaukumu — parasti kvadratmetros m^2 un tilpumu — kubikmetros m^3 . Koksnes svaru parasti izteic tonnās t. Meža taksacijā izšķir divus tilpuma kubikmetrus: blīvo jeb cietmetru un krāvummetru jeb steru, ko lieto grēdās krauto materiālu tilpuma izteikšanai.

Meža materialus, ko sagatavo eksportam, mēri tādās vienībās, kādas attiecīgā zemē ir parastas. Visbiežāk tos sagatavo pēdu mēros, izteicot garumu pēdās ', platumu un biezumu collās ", bet tilpumu kubikpēdās. Zāģētiem un tēstiem materiāliem dažkārt lieto ipatnējas mēru vienības.

Dažās agrāko laiku krievu (Kridenera u. c.) tabulās sastopami garuma mērījumi aršinās, caurmēra — veršokos, bet tilpums izteikts kubikpēdās.

B. STUMBRA GARUMA MĒRĪŠANA

6. §. Stumbra garuma mērīšanas rīki

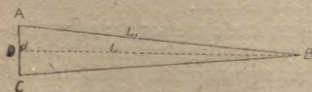
Stumbra garuma mērīšanai visbiežāk lieto mērsloksni. Tā mēdz būt no audekla, impregnēta, eļļota, aplāta ar linoleja masu vai arī tērauda. Mērsloksne parasti ir 2—3 cm platumā, 10—20 m garumā, ar cm un m iedaļām, dažreiz otrā pusē ar collu un pēdu iedaļām. Tā uztīta uz grozāmās ass un ievietota ādas kārbā. Šādā veidā to mēdz saukt arī par ruleti. Ruletis ērti lietojamas un pārnēsājamas.

Ērtākas ir audekla ruletis, bet tās ātri nolietojas un mitrā laikā samirkst. Izplatītākas ir tērauda mērsloksnes, bet ar tām uzmanīgi jārikojas, jo, sametoties cilpā vai saliecoties asā leņķī, tās diezgan ātri lūst. Tērauda mērsloksnēm ar laiku izdzīest iedaļas, un uzraksti kļūst vāji saredzami. Lai izvairītos no rūsas, mērsloksnes mitrā laikā pēc katras lietošanas sausi noslaukamas un ieeļļojamas.

Stumbra garumu mērīšanai retāk lieto īsos, parasti 2 m garos spirāliskos rulometrus vai saliecamos metru mērus. Tos izdevīgāk lietot isāku stumbra nogriežņu mērīšanai, jo, mērijot garākus stubrus un mēru vairākkārt atliekot, var sakrāties mērīšanas kļūdas.

Agrāk garuma mērīšanai lietoja arī mērķēdes. Retāk sastopami arī mērķoki. Tiem ir metala uzgaļi, lai gali nenodruptu, un tos parasti lietoja pa diviem, liekot vienu otram galā.

7. §. Stumbra garuma mērīšanas noteikumi un tehnika



3. att. Stumbra garuma mērīšanas schema

Stingri matemātiski ņemot, stumbra garums būtu jāmēri pa tā asi DB (3. attēls). Tā kā tas praktiski nav iespējams, tad garumu mēri pa stubbru veiduli AB. Diference starp abiem mērījumiem ir ļoti niecīga.

Vienkāršības dēļ pieņemsim stumbra formu līdzīgu konam. Apzīmējot ar L stumbra asi, bet ar L_1 stumbra veidules garumu un ar d caurmēru, no taisnleņķa trīsstūra ADB atrodam, ka

$$AD^2 = AB^2 - BD^2.$$

Tā kā $AD = \frac{d}{2}$, tad

$$\frac{d^2}{4} = (AB - BD)(AB + BD).$$

Apzīmējot kļūdu $AB - BD = L_1 - L = \Delta L$,

$$\frac{d^2}{4} = \Delta L (L + L_1).$$

Izslēdzot L kā praktiski neizmērojamu lielumu $L = L_1 - \Delta L$

$$\Delta L = \frac{d^2}{4(L_1 + L_1 - \Delta L)} = \frac{d^2}{8L_1 - 4\Delta L}.$$

Atmetot $4\Delta L$, kas, salīdzinot ar $8L_1$, ir niecīgs lielums, dabū

$$\Delta L = \frac{d^2}{8L_1}.$$

Piemērs: $d = 20$ cm, $L_1 = 20$ m,

$$\text{kļūda } \Delta L = \frac{20^2}{8 \cdot 2000} = 0,025 \text{ cm}.$$

Īstais garums $L = 20,0 \text{ m} - 0,00025 \text{ m} = 19,99975 \text{ m}$.

Ja stumbrs ir taisns, tad pēc zaru nociršanas to izmēri ar izstieptu mērsloksni, reizē atzīmējot arī vietas, kur stumbrs pārzāģējams. Ja stumbrs līks, tad mērīšana izdarāma vairākos paņēmienos no likuma līdz likumam. Mērijot ar isāku mēru, pēc tā atlikšanas uz stumbra, mēra galā mizā ieraujama svītra, no kuras mērs atliekams no jauna, pie tam iegaumējams, cik reizes mērs pavisam atlikts.

Parastī stumbra garumu mēri veselos metros, atmetot daļas mazākas par pusi, bet daļas lielākas par pusi noapaļojot uz augšu. Tikai vērtīgākiem stumbra nogriežņiem un zinātniskām vajadzībām garumu mēri līdz 0,1 m. Nav nozīmes censties pēc pārāk precīziem garuma mērījumiem, ja tilpuma noteikšanas metodes uz tik lielu precizitāti nepretendē.

C. NETIEŠĀ KOKU AUGSTUMA MĒRĪŠANA

8. §. Netiešās augstuma mērīšanas teorija

Augošiem kokiem taksācijas elementu noteikšana mērīšanas ceļā ir daudz grūtāka nekā gulošiem kokiem. Pēdējiem iespējams garumu izmērit tieši un caurmēru katrā atstatumā no resgaļa,

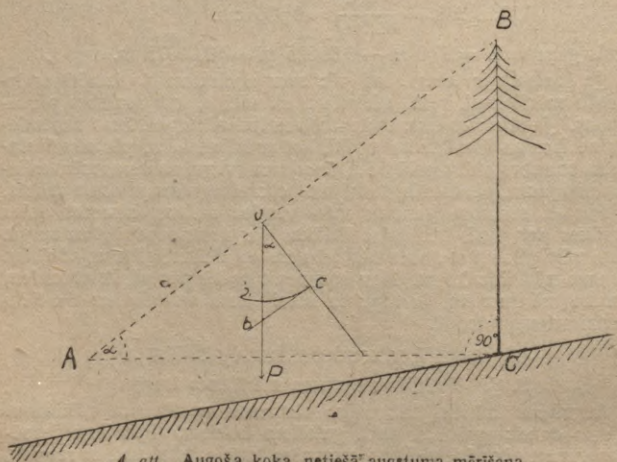
augošiem kokiem to var izdarīt, tikai lietojot sevišķas kāpnes un citas ierīces. Tāds papēmiens ir ļoti dārgs, prasa daudz laika un tāpēc to lieto tikai atsevišķos gadījumos, visvairāk pētišanas iestādēs pastāvīgo parauglaukumu uzņemšanai.

Praktiskām vajadzībām jāapmierinās ar netiešu augstuma mērīšanu, ko veic ar vienkāršiem palīgīdzekļiem vai speciāliem instrumentiem.

Augstummēru konstrukcijas balstās uz līdzīgo trīsstūru ģeometriskiem likumiem, vai arī leņķu un malu trigonometriskām sakarībām. Augstuma mērīšana notiek, vizējot caur instrumentu uz koka galotni un pamatu, pie kam vai nu pats instruments, vai kāda tā daļa parasti ieņem vertikālu stāvokli. Izšķir divas augstummēru grupas. Ar vienas grupas augstummēriem noteic pacēluma un noliekuma leņķus (virs un zem horizontālās atstatuma līnijas), vai šo leņķu tangentes, bet ar otras — līdzīgo trīsstūru lineāros lielumus.

Atkarībā no vietas reljefa var sastapties ar dažādiem gadījumiem augstuma mērīšanā ar pirmās grupas instrumentiem.

1. Pieņemsim, ka koks aug nedaudz slīpā nogāzē, tā ka vizura no novērotāja acs uz koka pamatu ir horizontāla (4. attēls).



4. att. Augoša koka netiešā augstuma mērīšana

AB — vizura uz koka galotni, kas pacelta virs horizonta par α leņķi;

AC = L — horizontāla vizura no acs uz koka pamatu;

BC = H — koka augstums;

op — vertikāle (instrumentā);

oc = l — statenis pret AB;

bc — līnija paralela vizurai AB;

b'c — daļa no gradu loka ar radiju oc;

$\angle poc = \alpha$.

Ja zināms horizontālais atstatums līdz kokam AC = L, tad koka augstumu var noteikt pēc izmērītā leņķa α

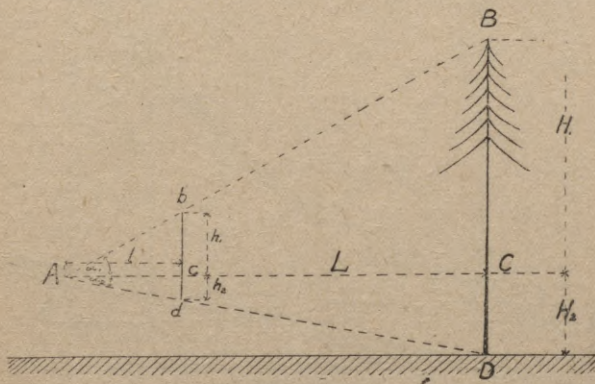
$$H = AC \operatorname{tg} \alpha.$$

No trīsstūru ACB un bco līdzības varam uzrakstīt šādu attiecību:

$H : bc = AC : oc$, no kurienes $H = AC \frac{bc}{oc} = L \frac{h}{l}$; h un l doti vai nolasāmi instrumentā.

Uz gradu loka parasti ērtības labad atzīmēti ne paši leņķi, bet šo leņķu tangenšu reizinājumi ar kādu pastāvīgu atstatumu, piem., 10 m. Koka augstumu tad nolasa tieši instrumentā.

2. Stāvoklis, kad mērītāja acs un koka pamats atradīsies vienādā augstumā, būs reti sastopams. Visbiežāk mērītāja acs atradīsies augstāk par koka pamatu un horizontālā vizura krustos



5. att. Augoša koka augstuma mērīšana līdzienā vietā

koka stumbru. Tad $H = H_1 + H_2$. Iedomāsimies trīsstūri ocp ievietotu līdzīgajā trīsstūrī ACB tā, ka oc sakrīt ar AC un virsotne o ar A. Vizura uz koka pamatu veido ar horizontāli leņķi α_2 , bet vizura uz koka galotni AB leņķi α_1 (5. attēls).

$$H_1 = AC \operatorname{tg}\alpha_1; \quad H_2 = AC \operatorname{tg}\alpha_2$$

$$H = H_1 + H_2 = AC (\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2) = L (\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha_2).$$

No trīsstūru ABC un Abc, tāpat ACD un Acd līdzības

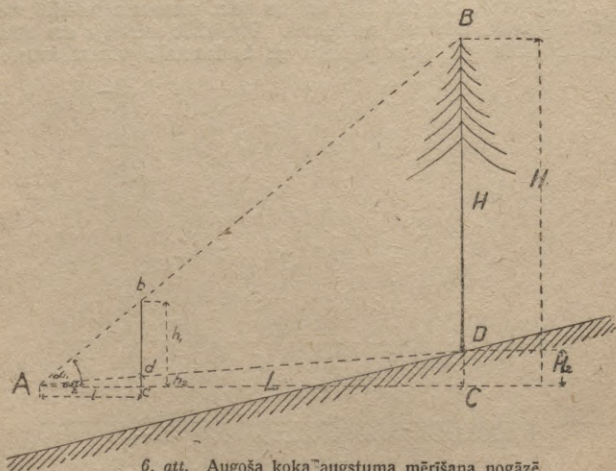
$$BC : bc = AC : Ac \quad \text{un} \quad CD : cd = AC : Ac$$

$$BC = H_1 = AC \frac{bc}{Ac} \quad \text{un} \quad CD = H_2 = AC \frac{cd}{Ac}$$

$$H = H_1 + H_2 = AC \frac{bc}{Ac} + AC \frac{cd}{Ac} = \frac{AC}{Ac} (bc + cd) = \frac{L}{l} (h_1 + h_2).$$

Ja instruments jau nostādīts uz noteikta atstatuma līdz kokam, tad koka augstumu atrod, sasumējot nolāsītos daļējos augstumus.

Jo, ja Ac ir $\frac{1}{n}$ no AC , tad arī bc ir tāda pati daļa no $BC = H_1$ un cd no $CD = H_2$.



6. att. Augoša koka augstuma mērīšana nogāzē

Apskatītā schema atbilst lielākai daļai praktisko gadījumu, kad koks aug samērā līdzenā vietā. Bez šiem iespējami vēl divi gadījumi, bet lai neciestu mērījumu precizitāte, tad no tādiem stāvokļiem jācenšas izvairīties, atrodot iespēju pieiet kokam no citas puses.

3. Koks atrodas kalnā, un horizontālā vizura iet zem koka celma (6. attēls).

$$H = H_1 - H_2 = L \operatorname{tg}\alpha_1 - L \operatorname{tg}\alpha_2 = L (\operatorname{tg}\alpha_1 - \operatorname{tg}\alpha_2),$$

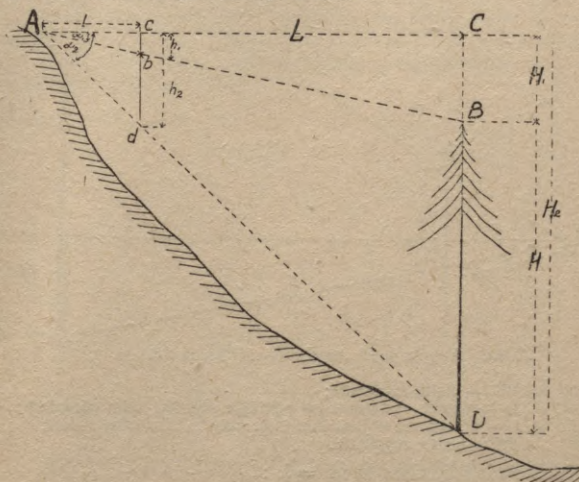
vai no trīsstūru ABC un Abc, tāpat ADC un Adc līdzības

$$BC : bc = AC : Ac \quad \text{un} \quad DC : dc = AC : Ac$$

$$BC = AC \frac{bc}{Ac} \quad \text{un} \quad DC = AC \frac{dc}{Ac}$$

$$H = H_1 - H_2 = BC - DC = \frac{AC}{Ac} (bc - dc) = \frac{L}{l} (h_1 - h_2).$$

4. Koks atrodas ielejā, bet novērotājs kalnā, tā ka horizontālā vizura iet virs koka galotnes (7. attēls).



7. att. Augoša koka augstuma mērīšana nogāzē, mērītājam atrodoties kalnpus kokam



$$H = H_2 - H_1 = L \operatorname{tg} \alpha_2 - L \operatorname{tg} \alpha_1 = L (\operatorname{tg} \alpha_2 - \operatorname{tg} \alpha_1).$$

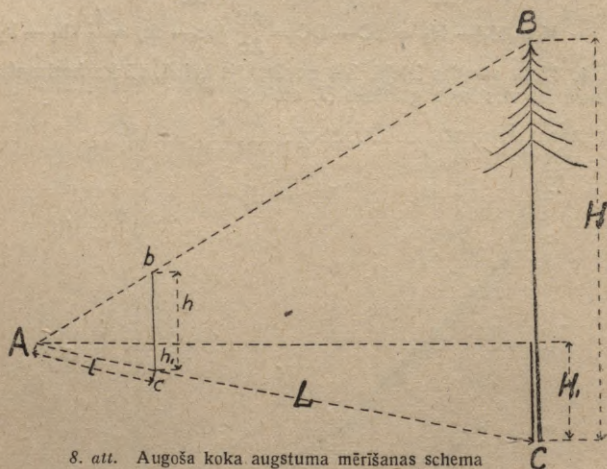
No trīsstūra ACD un Acd, tāpat ACB un Acb līdzības

$$CD : cd = AC : Ac \quad \text{un} \quad BC : bc = AC : Ac$$

$$H_2 = CD = AC \frac{cd}{Ac} \quad \text{un} \quad H_1 = BC = AC \frac{bc}{Ac}$$

$$H = H_2 - H_1 = \frac{AC}{Ac} (cd - bc) = \frac{L}{l} (h_2 - h_1).$$

Otra instrumentu grupa balstās uz ģeometriskā likuma, ka leņķa malu nogriežumi starp divām paralelēm ir proporcionāli. Leņķi veido vizura uz koka galotni un pamatu. Stumbra ass ir viena, bet instruments vertikālā stāvoklī — otra paralele (8. attēls).



8. att. Augoša koka augstuma mērīšanas schema

$H = BC$ — koka augstums;
 $AC = L$ — slīpais atstatums no mērītāja acs līdz koka pamatam;
 $Ac = l$ — atstatums no acs līdz instrumenta vertikālajai skalai;
 h — instrumenta augstums.

No trīsstūru līdzības $H : h = L : l$

$$H = \frac{L}{l} h.$$

Atstatumu L var izmērīt tieši ar mērsloksni, l un h mērogu izvēlas parasti vienādu. Uzrādot l pēc izmēritā L , koka augstumu nolasa uz h .

Šo pašu principu izmanto arī netiešai atstatumu noteikšanai. Šai nolūkā instrumenta dioptrā ir mērs, ko pabīda vizuras AC virzienā, kamēr tā paralelie pavedieni ietver pie koka pieslieto mērlatu.

$$H_1 : h_1 = L : l$$

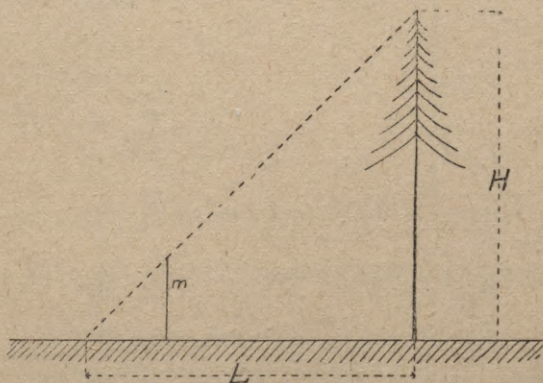
$$L = \frac{H_1}{h_1} \cdot l.$$

Ieliekot L nozīmi iepriekšējā formulā — $H = \frac{L}{l} h$

$$H = \frac{H_1 l}{h_1} = \frac{H_1}{h_1} \cdot h.$$

9. §. Vienkāršie augstuma mērīšanas paņēmieni

Augošu koku augstuma mērīšanai var lietot kuru katru ģeodezijas instrumentu, kam vien ir ierīce vertikālo leņķu mērīšanai. Bet tāpat var lietot visvienkāršākos palīglīdzekļus un speciāli konstruētus augstummērus.



9. att. Augoša koka augstuma noteikšana ar mietiņu

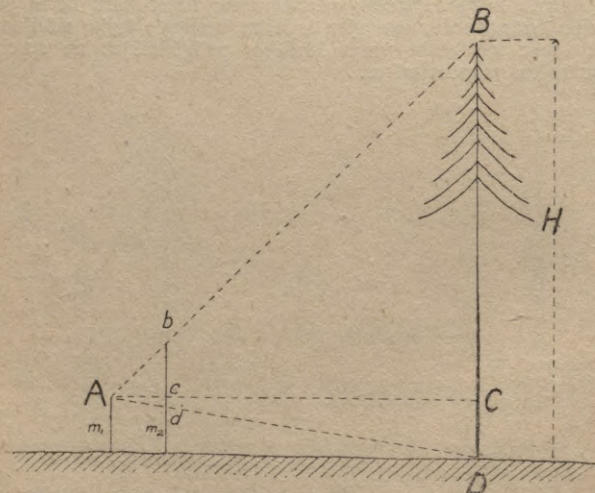
1. Augstuma noteikšana ar mietiņu.

Mietiņu cilvēka garumā iesprauž zemē tādā atstatumā no koka, kas, pēc acumēra spriežot, ir apmēram līdzīgs koka augstumam. Mērītājs nogulstās aiz mietiņa ar kājām pret to un vizē gar mietiņa galu uz koka galotni. Ja vizura neiet uz galotni, tad mietiņš jāpārsprauž un mēģinājums jāatkārto, kamēr vizura no acs iet uz koka galotni (9. attēls). Koka augstums H ir līdzīgs atstatumam no koka L . Ja nav citu mērīšanas palīglīdzekļu, šo paņēmieni var lietot sausā, līdzenā un pietiekami klajā vietā.

2. Augstuma noteikšana ar divi mietiņiem.

Vienu mietiņu m_1 izvēlas apm. 1 m, otru — m_2 ap 2 m garu. Mietiņus iesprauž 1 m atstatumā vienu no otra, garāko pēc iespējas vertikāli (10. attēls). Vizējot no punkta A uz koka galotni un pamatu, atzīmē uz garākā mietiņa vizuras krustošanās punktus. No trīsstūri ABD un Abd līdzības

$$BD : bd = AC : Ac \quad \text{un} \quad BD = H = \frac{AC}{Ac} \cdot bd.$$

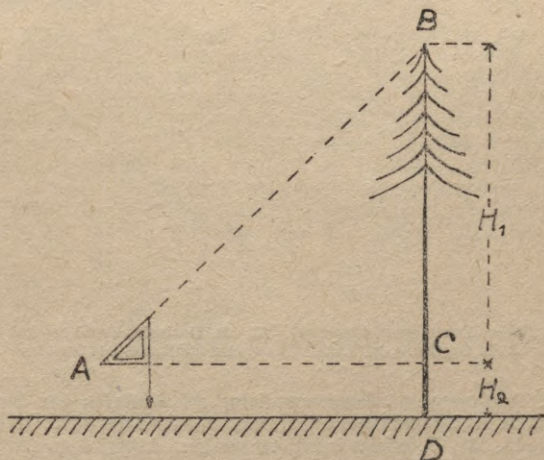


10. att. Augoša koka augstuma noteikšana ar diviem mietiņiem

Izmērijot atstatumu līdz kokam AC un uz mietiņa m_2 atstatumu starp vizuras krustošanās punktiem bd, viegli aprēķināt koka augstumu.

3. Augstuma noteikšana ar taisnleņķa vienādsānu trīsstūri.

Vienādsānu (apm. 15 cm garuma) taisnleņķa trīsstūri ar vienā asleņķa virsotnē piestiprinātu svērtēni var uzskatīt par primitīvāko instrumentu (11. attēls). Turot trīsstūri ar vienu kateti vertikāli un vizējot gar hipotenuzu, mērītājam no koka jāatkāpjas vai tam jātuvojas, kamēr vizura skar koka galotni. Tad $BC = AC$. Lai atrastu koka augstumu, pie BC jāpieskaita augstums no zemes līdz mērītāja acij. Paņēmiens lietojams samērā lidzenā vietā.

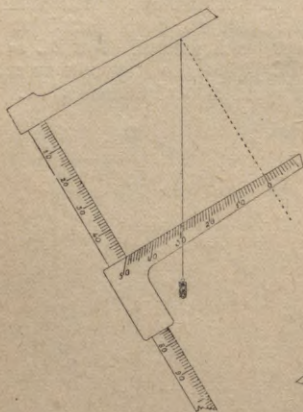


11. att. Augoša koka augstuma noteikšana ar vienādsānu taisnleņķa trīsstūri

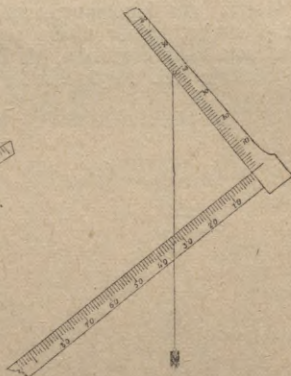
10. §. Dastmēra pielāgošana augstuma mērīšanai

1. Dastmēru itin viegli var pielāgot augstuma mērīšanai. Pie nekustamā tvera iekšmalas apm. 40 cm attālumā no mērlīnēala piestiprināts pavediens ar svērtēni (12. attēls). Uz kustamā

tvera tādā pašā attālumā no mērlīneala atzīmēts 0 punkts, un no tā uz abām pusēm tāda paša lieluma iedaļas kā uz mērlīneala. Kustamo tveri atbīda pa mērlīnealu tik tālu, kāds ir atstatums līdz kokam, un vizē gar nekustamā tvera iekšējo malu uz koka galotni un pamatu. Nolasījumi uz kustamā tvera pie svērteņa pavediena rāda koka augstumu. Paņēmiens ir vienkāršs un, drusku ievingrinoties, ar to var sasniegt labus rezultātus.



12. att. Dastmēra pielāgošana koka augstuma mērīšanai



13. att. Dastmēra lietošana koka augstuma mērīšanai bez kustamā tvera

2. Augstuma mērīšanai var lietot arī dastmēru bez kustamā tvera. Uz nekustamā tvera atliek tādas pašas iedaļas kā uz mērlīneala un pie 15., 20., 25. iedaļas izurbj caurumiņus. Atkarībā no atstatuma līdz kokam attiecīgā caurumiņā iestiprina tapiņu, pie kuras piesiets pavediens ar svērtēni (13. attēls). Vizē gar mērlīneala iekšējo malu tikai uz koka galotni, un augstumu no mērītāja acs līdz galotnei nolasa uz mērlīneala pie svērteņa pavediena. Pieskaitot pie tā acs augstumu, atrod koka augstumu. Paņēmiens lietojams tikai lidzenā vietā. Nelidzenā vietā, apgriežot dastmēru otrādi un turot to pie nekustamā tvera, vizē gar mērlīnealu arī uz koka pamatu. Nolasījumus saskaitot vai atņemot, atrod koka augstumu.

11. §. Augstummēri

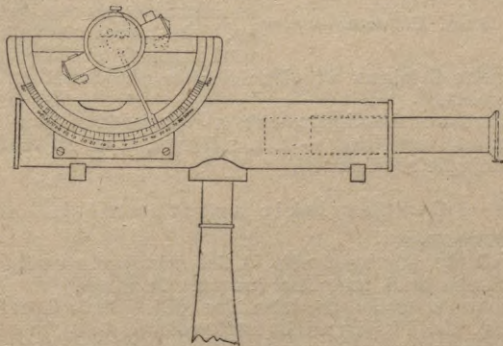
Prasība, lai augstuma mērīšanas rīki būtu parocīgi, viegli transportējami, ērti lietojami un veiklā darbā pietiekami precīzi, un lai tie arī noderētu citām mežkopja vajadzībām, devusi iemeslu specialu augstummēru konstruēšanai. Tie ir pietiekami izturīgi, nav pārāk dārgi un tāpēc praksē plaši ieviesušies.

Nav viegli konstruēt augstummēru, kas atbilstu visām minētām prasībām. Zināma loma arī lietotāja gaumei un pierāšanai pie kāda augstummēra. Ir ļoti daudz dažādu augstummēru, bet plašākā lietošanā ieviesušies tikai nedaudzi. Šeit apskatīsim tikai izplatītākos.

Trigonometriskie augstummēri

1. Spoguļdioptrs.

Tas sastāv no izvelkamās okularās un objektīva caurules. Pēdējai piestiprināts rokturis turēšanai. Objektīva caurules sānos nekustami piestiprināts loks ar 4 cm radiju. Loka centrā grozāma ass. Virs tās atrodas līmeņrādis ar izgriezumu čaulas apakšpusē. Līmeņrādis grozāms līdz ar asi. Pretim līmeņrādim objektīva caurulē arī izgriezums, pret kuru caurules iekšpusē atrodas spogulītis 45° leņķī pret caurules asi. Pie loka ass pievienots arī rādītājs, kas slīd pa loku. Grozot loka asi, kamēr līmeņrādis atrodas horizontālā stāvoklī, vizējot caur cauruli, spogulītī redzams līmeņrāža burbulītis, un rādītājs atradīsies pret 0. Vizējot caur okulāra



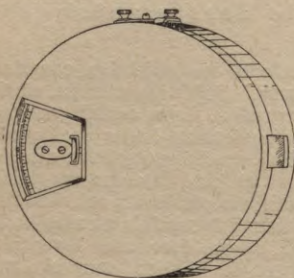
14. att. Spoguļdioptrs

caurumiņu un objektīva pavedienu krustu uz koka galotni, jāgroza loka ass, kamēr spogulītī parādās līmeņrāža burbulītis līdzās pavedienu krustam. Pēc rādītāja stāvokļa uz loka nolasa leņķa tangenti (14. attēls).

Instrumentis ir ērts, neliela formata, bet apmākušās dienās biežā mežā līmeņrāža burbulītis grūti saskatāms.

2. Eklimetrs.

Šā tipa augstummēri savos pamatos ir līdzīgi. Svērtēni eklimetros aizstāj metala ripa, apm. 7 cm caurmērā, ar smagumu vienos sānos. Tā grozās ap savu centralo asi un ieslēgta metala kārbā. Ar savu vienpusīgo smagumu ripa pastāvīgi ieņem noteiktu stāvokli. Uz ripas periferijas atrodas gradu vai procentu iedaļa. Pie kārbas pierīkota caurulīte vizēšanai. Blakus okulāra spraugai novietota lēca labākai gradu nolasišanai (15. attēls). Dažiem tiem vizējamās caurules nav, bet pašā kārbā ir nelieli lodziņi vizēšanai. Pie horizontālās vizuras, blakus pavedienu krustam atrodas ripas O iedaļa, vizējot uz koka galotni un celmu, nolasa pacēluma un krituma leņķus resp. to tangentes. Virs kārbas pierīkota aretējamā podziņa ripas nostiprināšanai.



15. att. Eklimetrs

Eklimetrs lietojams arī vienkāršākiem nivelēšanas un citiem meža darbiem.

Pie trigonometrisko instrumentu grupas pieder arī viens no visvecākiem augstummēriem — t. s. mērkalps, tāpat arī vairāki citi retāk lietojami augstummēri.

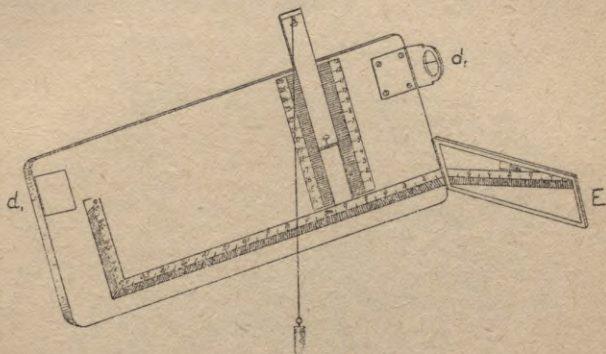
Geometriskie augstummēri

1. Spoguļhipsometrs.

Spoguļhipsometrs konstruēts tā, lai nolasiņumus varētu izdarīt tieši mērīšanas brīdī, neatņemot instrumentu no acs.

Instrumentis sastāv no taisnstūru dēlīša $19,0 \times 8,0 \times 1,2$ cm (16. attēls). Uz tā īsajām malām atrodas dioptri d_1 , d_2 , caur kuriem vizura iet paraleli garajām malām. Paraleli īsajām malām, apm. $\frac{1}{3}$ no objektīva gala, dēlītī atrodas grope ar izbidni. Gropes abās

pusēs attālumu skala, vienā pusē no 2—13 m, otrā no 14—26 m. Uz pirmās skales atstatumu nostāda ar izbīdņa II galu, bet uz otras skales ar I galu. Ar izbīdņa pārstādīšanu mainās svērteņa stāvoklis, kas piestiprināts pavediena II galā. Uz dēliša apakšējās malas atrodas augstuma skala ar 0 punktu pret izbīdņa vidu. Skala turpinās uz abām pusēm no 0 un uzliecas vēl uz dēliša okularā gala. Vizē caur dioptriem uz koka galotni un pamatu, un augstumu nolasa vizēšanas momentā spogulītī E, ko var nostādīt vēlamā leņķī pret dēlīti.



16. att. Spoguļhipsometrs

Materiala un konstrukcijas ziņā sastopamas nelielas dažādības. Instruments ērti lietojams un dod labus rezultātus, tāpēc tas praksē guvis lielu atzinību. Pārbaudījumi rāda, ka vidējā kļūda nepārsniedz 2%.

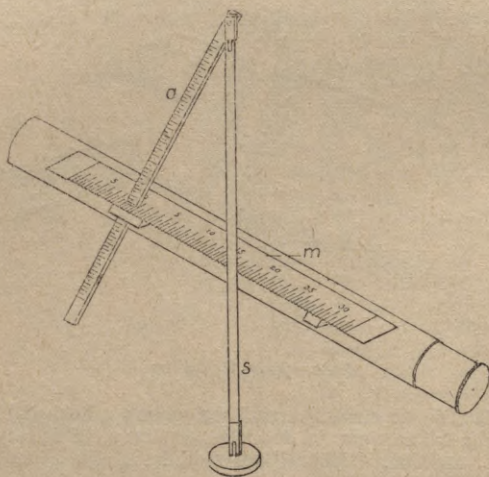
2. Veizes augstummērs.

Šā instrumenta pamatā tas pats princips, kas spoguļhipsometram, tikai citādi realizēts.

Veizes augstummērs sastāv no 20 cm garas vizējamās caurules, ko ar izvelkamo okularo daļu var pagarināt līdz 30 cm. Vizēšanai kalpo mazs caurumiņš okulara galā un pavedienu krusts objektīva galā. Caurules virspusē kreisā virzienā piestiprināta plātnīte ar augstuma skalu m, kur iedaļas iet uz abām pusēm no 0 punkta. Plātnītes ārmalā pretim iedaļām zāgveida zobīņi. Pretim 0 state-

niski caurules asij nostādāms bīdāms stienītis a, uz kura atrodas attālumu skala tādā pašā mērogā kā augstuma skala, parasti 1:200. Stieniņa augšgalā ap divkāršu viru grozās trīsšķautņains metala svērtenis s, kas ar savu aso šķautni var aizķerties augstuma skalas zobīņos (17. attēls).

Noteicot koka augstumu, stienīti a izbīda uz attiecīgā atstatuma līdz kokam un vizē uz koka galotni un pamatu, instrumentu sagriežot mazliet uz kreiso pusi, lai svērtenis varētu brīvi svārstīties. Kad svērtenis aprimis, ļauj tā stienītim iekrist attiecīgajā robiņā.



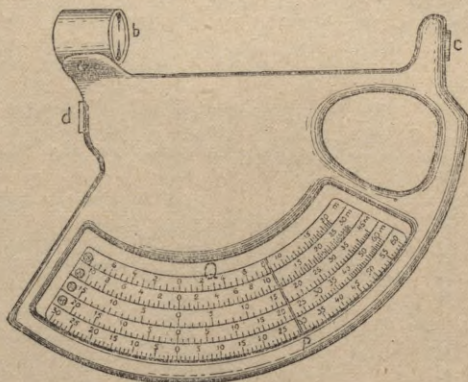
17. att. Veizes augstummērs

Ar roku pietur, lai tas neizslidētu un, izdarot nolasiņumus no to sumas vai starpības, atrod koka augstumu. Izbīdot stienīti uz divkāršu atstatumu, mērogu var divas reizes palielināt, un parasto 0,5 m vietā var nolasīt līdz 0,25 m. Visumā instrumenta precizitāte mazāka nekā spoguļhipsometram. Vidējā kļūda ap $\pm 4\%$.

Jaunākā laikā lietošanā parādījies Veizes augstummērs ar palīģierīci netiešai atstatuma mērišanai. Uz izvelkamās okularās caurules ir attālumu skala, bet okularā galā caurumiņa dioptrs.

Arī uz objektīva caurules atrodas uzliecams dioptrs ar paraleliem pavedieniem. Pakāpeniski izvelkot okularo cauruli, vizē uz koku, kamēr paralelie pavedieni ietver mērlatas, vai pie koka piekārtā mērsablona 1 m. Attālumu nolasa uz caurules skalas.

Veizes augstummērs visai iecienīts un diezgan plaši izplatīts. Arī Latvijas PSR mežkopju aprindās to visvairāk lieto. Ar to var dienā izmērīt ap 400 koku augstumu. Pie instrumenta trūkumiem jāpieskaita svērteņa šūpošanās, jo jāgaida, kamēr tas aprimst. Turklāt tas var ieslidēt arī nepareizā robiņā. Tādēļ drošības dēļ vizēšana un nolasišana atkārtojama.



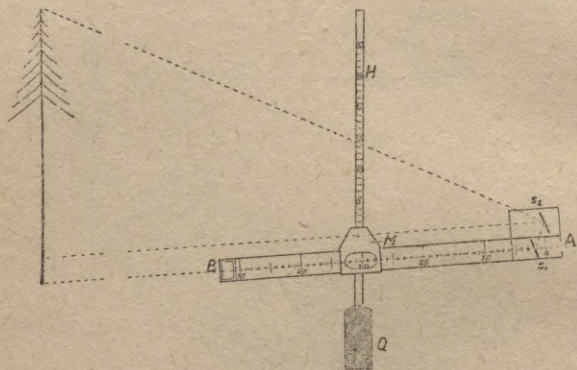
18. att. Slēgtais augstummērs

3. Slēgtais augstummērs.

Šis ir viens no visjaunākās konstrukcijas augstummēriem plakanas, ērti plaukstā saņemamas metala kārbas veidā (18. attēls). Instrumenta taisnajā malā divi dioptri c un b vizēšanai. Kārbas vienā galā izgriezums ikšķa novietošanai, bet otrā galā, pretim rādītāja pirkstam podziņa d; to nospiežot, var momentāli nostiprināt svērteni jebkurā stāvoklī. Svērtenis šauras adatas veidā atrodas kārbas iekšpusē. Tā smagums atrodas netālu no piestiprināšanas vietas, bet smailais gals p slid pa augstuma skalām Q. Tām pretim kārbas vākā skalām atbilstošs izgriezums, kas segts ar neplīstošo stiklu.

Augstummērs lietojams 4 pastāvīgiem atstatumiem — 15, 20, 30 un 40 metriem. Katram no šiem atstatumiem atbilst sava augstuma skala. Nostājoties uz viena no minētiem atstatumiem un nospiežot ar rādītāja pirkstu kārbas mugurpusē esošo podziņu, atbrīvo svērtēni. Vizējot uz koka galotni, svērtēja stāvokli fiksē, nospiežot nostiprinātāju podziņu. Izdarot nolasiījumu, svērtēni atkal atbrīvo, vizē uz koka pamatu un, svērtēni nostiprinot, nolasa tā otru stāvokli. Koka augstumu atrod pēc nolasiījumu summas vai starpības.

Bez augstuma skalām instrumentiem ir vēl gradu skala, pacēluma un krituma leņķu mērišanai.



19. att. Atspoga augstummērs

Aprakstītais augstummērs jāatzīst par visērtāko. Tas ir neliela formata, viegls, ērti transportējams un lietojams, to neietekmē arī vējš un mitrums. Plašāku novērojumu un datu par instrumenta precizitāti vēl nav, bet līdzšinējā pieredze rāda, ka ar to var sasniegt ļoti labus rezultātus.

Minētā augstummēra lietošanu var saistīt ar netiešu atstatuma noteikšanu. Šim nolūkam noder atsevišķa optiska palīgierīce, kas kopā ar augstummēru ērti novietojama vienā somiņā.

4. Atspoga augstummērs.

Šis un pārējie turpmāk apskatāmie augstummēri pieder pie otras grupas, un to princips ir balstīšanās uz visu redzes leņķi.

Augstummērs sastāv no 40 cm gara mērlīneala AB, ar attāluma skalu 1:100 mērogā. Pa mērlīnealu slid metala aptvere M ar svērtēni Q. Aptverē vertikāli nostiprināta augstuma skala H, ko svērtēnis vienmēr notur vertikālā stāvoklī. Mērlīneala objektīva galā izbidāms pavedienu dioptrs, bet okularā galā — vizējamā sprauga, kas ierīkota sevišķā metala kārbīnā. Tāni divi spoguļi s_1 un s_2 . Pirmais no tiem nekustams, nostādīts slīpi pret mērlīnealu. Otrs — s_2 grozāms ap savu centralo asi (19. attēls).

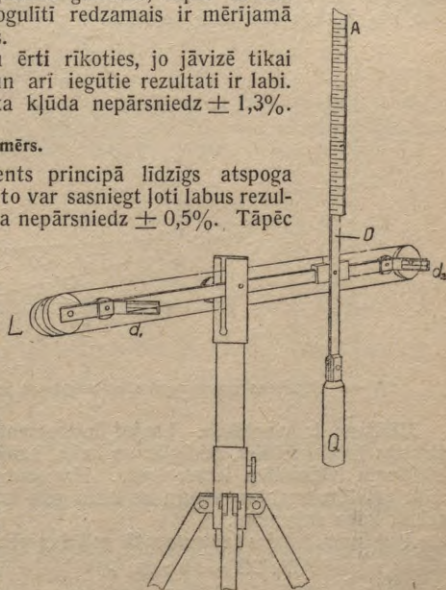
Noteicot augstumu, izbīda aptveri līdz attiecīgajam slīpajam atstatumam līdz kokam un, vizējot uz koka pamatu, groza spogulīti s_2 , kamēr otrā spogulīti s_1 parādās tā paša koka galotnes attēls līdz ar augstuma skalu. Koka augstumu nolasa uz augstuma skalas attēla pretim koka galotnes attēlam. Strādājot ar šo instrumentu jāuzmanās, lai nesajauktu galotnes, tāpēc arvien jāpārbauda, vai spogulīti redzamais ir mērijamā koka galotnes attēls.

Ar augstummēru ērti rīkoties, jo jāvizē tikai uz koka pamatu, un arī iegūtie rezultāti ir labi. Novērojumi rāda, ka kļūda nepārsniedz $\pm 1,3\%$.

5. Statīva augstummērs.

Statīva instruments principā līdzīgs atspoga augstummēram. Ar to var sasniegt ļoti labus rezultātus, jo vidējā kļūda nepārsniedz $\pm 0,5\%$. Tāpēc šo augstummēru lieto pētīšanas darbos. Mazliet neērtības rodas ar statīva uzstādīšanu, bet toties atkrit tiešā atstatuma mērīšana.

Augstummērs sastāv no 50 cm gara metala stieņa L ar attāluma skalu. Stienis katrā stāvoklī nostiprināms statīvā K. Tā galos pavedienu dioptri d_1 un d_2 vizēšanai. Pa to pārbīdāma aptvere ar augstuma

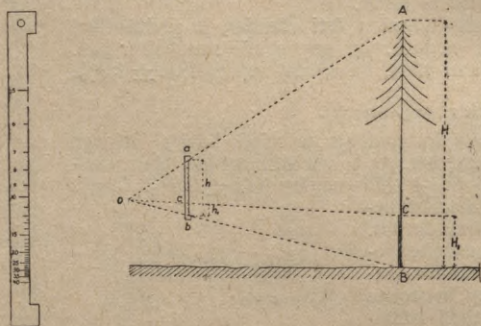


20. att. Statīva augstummērs

mērlīnealu A un svērtēni Q, kas to vienmēr notur vertikālā stāvoklī (20. attēls). Netiešai atstatuma noteikšanai noder adata D, kas pierīkota pie vertikālā mērlīneala 4 cm virs tā nullpunkta un ass. Pie koka nostāda 4 m garu latu un novizē instrumentu uz koka pamatu. Tad pārbīda aptveri ar augstuma mērlīnealu tik tālu, kamēr vizura uz adatu ietver latu. Vizējot uz koka galotni, vizuras krustošanās punktā nolasa uz augstuma skalas koka augstumu. Ja vajadzīgs, atstatumu līdz kokam var nolasiņt uz attāluma skalas.

6. Christena augstummērs.

Christena augstummērs ir 30 cm garš, 2,5 cm plats metala mērlīneals ar nelieliem izlaidumiem a un b abos galos un caurumiņu augšgalā turēšanai (21. attēls). Par palīglīdzekli lieto 4 m garu latu, ko piesien vertikāli pie koka.



21. att. Christena augstummērs un augstuma mērīšanas schema

Mērīšana ir vienkārša. Laujot instrumentam izstieptas rokas pirkstos brīvi karāties, atkāpjas no koka, kamēr vizura gar lineala izlaidumu iekšmalām ietver koku. Negrozot galvas stāvokli, ar acīm meklē vietu, kur vizura uz latas gala krusto linealu, un tur nolasa koka augstumu.

Augstuma iedaļas instrumentā uzliktas pēc šāda aprēķina.

$$AB : CB = ab : cb,$$

$$cb = h_1 = \frac{CB}{AB} \cdot ab = \frac{H_1}{H} \cdot h.$$

Piemērs: $H_1 = 4$ m, $h = 30$ cm, dažādiem augstumiem var aprēķināt atbilstošās h_1 vērtības. Ja $H = 20$ m, tad

$$h_1 = \frac{4 \cdot 0,3}{20} = 0,06 \text{ m, t. i. } 6 \text{ cm atstatumā no līnēla apakšējā izlaiduma atradīsies iedaļa atbilstoša } 20 \text{ m.}$$

Aprēķinot citām H vērtībām atbilstošās h_1 vērtības, atrodam

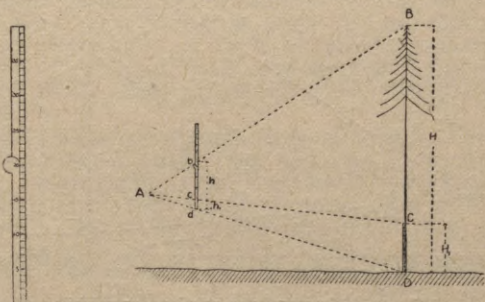
H/m	4	8	16	20	24	28	32	36	40
h_1/cm	30,0	15,0	7,5	6,0	5,0	4,28	3,75	3,33	3,00

No šejienes redzam, ka visvairāk sastopamie augstumi sablīvēti skalas apakšējā daļā, tāpēc augstumu skaitļi jānolasa uzmanīgi.

Ar Christena augstummēru var sasniegt diezgan labus rezultātus, ja vien mērītājam ir pietiekami droša roka un vizējot negroza galvas stāvokli. Novērojumi rāda, ka vidējā kļūda svārstās ap $\pm 6\%$.

7. Saliecamais augstummērs.

Tas ir vienkāršs 30 cm garš, 1,5 cm plats, vidū pārliecams metala līnēls ar iegriezumiem malā ik pa 1 cm. Mērīšanai nepieciešams palīglīdzeklis — lata, kuras garumu izvēlas veselos metros.



22. att. Saliecamais augstummērs un augstuma mērīšanas schema

Turot mērlīnēlu izstieptā rokā un ļaujot tam starp pirkstiem brīvi karāties, to tuvina vai attālina no acs, kamēr vizura gar apakšgalu iet uz koka pamatu, bet vizura caur lates garumam atbilstošo iegriezumu — uz lates galu (22. attēls). Nemainot galvas stāvokli,

koka augstumu nolasa tur, kur vizura uz koka galotni krusto mērlīnē. No attēla redzams, ka

$$BD : CD = bd : cd$$

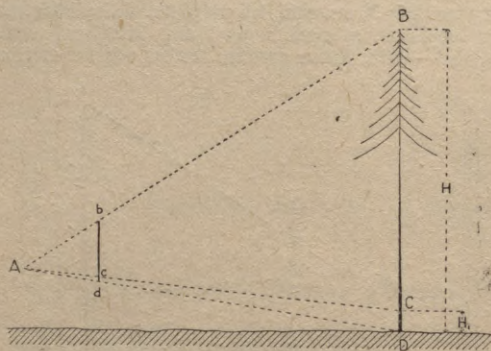
$$BD = \frac{CD}{cd} \cdot bd = \frac{H_1}{h_1} \cdot h.$$

Piemēram, ja $H_1 = 4$ m un $h_1 = 4$ cm, tad $H = \frac{4 \cdot h}{0,04} = 100 h$.

Ar šo instrumentu sasniedzama lielāka precizitāte nekā ar Christena augstummēru, jo augstuma skala šeit daudz garāka.

8. Spieķis augstummērs.

Ja cita instrumenta nav, tad augstuma mērīšanai var izlietot 80 cm garu vienkāršu koka spieķi. To iedala 10 vienādās daļās, apakšējo desmitdaļu atdalot ar dziļāku robu. Atkāpjoties no koka mērīšanas attālumā, spieķi pie tā augšgala tur pirkstos un ļauj



23. att. Koka augstuma mērīšana ar spieķi

tam brīvi karāties. Roku ar spieķi tuvina acij vai attālina no tās, kamēr vizuras gar spieķiša galiem ietver koku. Negrozot galvas stāvokli, iegaumē vietu, kur vizura gar iegriezto robiņu krusto koka stumbru. Pēc mizas plankuma, ķērpjiem vai zara, paturot minēto vietu acīs, pieiet pie koka un ar spieķi izmēri šīs vietas

augstumu virs sakņu kakla. Reizinot atrasto skaitli ar 10, dabū koka augstumu (23. attēls).

$$BD : CD = bd : cd,$$

$$BD = H = \frac{CD}{cd} \cdot bd = \frac{H_1}{h_1} \cdot h.$$

$$\text{Ja } h = 0,8 \text{ m, tad } h_1 = 0,08 \text{ m un } H = \frac{0,8}{0,08} H_1 = 10 H_1.$$

12. §. Netiešās augstuma mērīšanas noteiktība

Lai noteiktu netiešās augstuma mērīšanas vidējo kļūdu, vispirms jābūt skaidrībā, ar kādām neizbēgamām kļūdām augstuma mērīšanas gaita ir saistīta. Instrumenta stāvvieta jāizvēlas apm. tādā atstatumā no koka, kāds ir koka augstums. Ja vien iespējams, tad mērītājam jāatkāpjas no koka līdzienākā reljefa virzienā tik tālu, lai leņķis starp vizurām uz koka galotni un pamatu būtu ap 45°. Līdzienā vietā horizontālo atstatumu var noteikt pareizāk, kamēr nelīdzena reljefa vietās tā noteikšana saistīta ar kļūdām.

Ar rupjām kļūdām bieži vien saistīta vizējamo mērķu izvēle. Tumšākā laikā, tāpat kokiem ar kuplu vainagu, dažkārt grūti saskatīt galotnes punktu, un nereti par galotnes dzinumus notur kādu izcilāk stāvošu zaru. Sevišķi tas var gadīties lapu kokiem, kur galotni grūtāk atšķirt. No tādām kļūdām, protams, jācenšas izvairīties.

Vizēšanas kļūdas un nepareiza leņķa izmērīšana ir rokas instrumenta kustēšanās sekas. Tāpēc precīziem mērījumiem lietotajam stativa instrumenti. Ja roka ir stingra un tai ir kāds atbalsts, tad bezvēja laikā iespējams nolasīt ar precizību līdz $\pm 10\%$. Jo tālāk atrodas viens no otra instrumenta dioptri un jo precizāk tie ierīkoti, jo precizāka iespējama arī vizēšana. Dioptru savstarpējam atstatumam vajadzētu būt ne mazākam par 12—15 cm.

No otras grupas instrumentiem zināmas priekšrocības ir atspoga augstummēram. Ar to jāvizē tikai vienreiz uz koka pamatu. Rokas kustības šeit koriģē tādējādi, ka, grozot spogulīti, tām pašāveidīgi izseko.

Augstuma mērīšanu, kas balstās uz netiešo atstatuma noteikšanu, ietekmē vairāki faktori, piem., latas garums, tās stāvoklis pie koka, atsevišķu vizuru precizitate u. c. Mērīšanas noteiktība pieaug proporcionāli skalas h_1 (21. attēls) garumam. Tāpēc zemāku

koku augstuma mērišanai ar Christena augstummēru ir izdevīgāki apstākļi, jo tad h_1 pieaug.

Precizitātes ziņā no rokas instrumentiem priekšroka dodama atspoga augstummēram. Otrā vietā ieskaitāms spoguļhipsometrs. Par ļoti ērtu un parocīgu slēgto augstummēru nav vēl noteiktu datu, bet novērojumi rāda, ka ar to iespējams iegūt ļoti labus rezultātus. No statīva instrumentiem par labāko jāatzīmē aprakstītais augstummērs, ko ieteicams lietot pētīšanas darbā, kur vajadzīga laba precizitāte.

Augstuma mērišanas paņēmieni, kas rokas instrumentus izmanto arī netiešā atstatuma noteikšanai, lietojami tikai nepieciešamības gadījumos, kad nav prasības pēc lielākas noteiktības.

D. TIEŠĀ STUMBRA CAURMĒRA MĒRĪŠANA

13. §. Caurmēru mērišana uz šķēsgriezumiem

Aiz garuma otrs svarīgākais stumbra tilpuma elements ir šķērslaukums. To atrod pēc izmērītā caurmēra.

Ar kādu no parastajiem mērišanas rīkiem, piemēram, ar spirālisko vai saliecamo metru mēru vai mērlīnealu var izmērīt caurmēru tieši tikai griezuma vietā — uz celma, nogriežņu galiem un izzāģētām ripām. Dažkārt svarīgi zināt ne tikai pašreizējo caurmēru, bet arī caurmēru pirms n gadiem, tāpat gadu kārtu platumu. Šādā nolūkā attiecīgā stumbra daļā izzāģē 2—3 cm biezas ripas, to virsu nogludina, tā ka kļūst ļoti saredzamas gadu kārtas, un tad izdara vajadzīgos caurmēru un gadu kārtu platumu mērījumus. Šim uzdevumam par labi piemērotu izrādījies pieauguma mērlīneals. Tas ir koka vai alumīnija līneals ar vienu noplacinātu malu, kur mēra iedaļas iet no nullpunkta vīdū uz abiem galiem. Nullpunktā atrodas mazs caurumiņš, caur kuru līnealu ar spraudī var nostiprināt tieši serdē. Līnealu var grozīt ap spraudī kā ap asi un ar to var izmērīt caurmēru vai gadu kārtu platumu katrā vēlamā virzienā.

14. §. Caurmēru mērišana ar dastmēru

Koku caurmēru mērišanai mežsaimniecībā jau kopš 19. gs. lieto speciālu rīku — d a s t m ē r u. Tas dibināts uz ģeometriskā principa, ka divu paraleļu nogriežņi starp divām citām paralelēm ir vienādi. AB un CD ir divas paralelas tangentes pret stumbra šķēsgriezuma aploci (24. attēls). Tādēļ AC un BD ir vienādi. BD ir

stumbra caurmērs d , bet AC vietā ierikota skala, kur caurmēru var nolasīt. Caurmēru mērīšanu ar dastmēru sauc par $d a s t o š a n u$ un tas mežsaimniecības praksē ir visizplatītākais caurmēru mērīšanas veids.

15. §. Dastmēra uzbūve

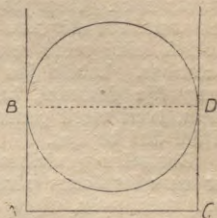
Dastmēra uzbūve ir samērā vienkārša un to var pagatavot katrs galdnieks. Tas sastāv no mērlīneala a , kura vienā galā stateniski pret to piestiprināts nekustamais tveris b , kura iekšējā mala ir stateniska pret mērlīnealu un stāv pretim tā Oiedajai (25. attēls). Uz mērlīneala uzmaukts un brīvi pa to slid otrs — kustamais tveris c . Mērīšanas momentā arī tā iekšējā mala ir stateniska pret mērlīnealu, tātad abi tveri kļūst paraleli. Ietverot starptiem koka stumbru, tā caurmēru var nolasīt uz mērlīneala skalas.

Parasti mērlīneala platums ir 4–5 cm, biezums 1,0–1,5 cm, specialiem dastmēriem arī lielāks. Tā garumu izvēlas tādu, lai tas būtu drusku lielāks par sastopamo resnāko koku caurmēru. Dastmēri mēdz būt ar dažādu mērlīneala garumu. Ja nav sevišķi resnu koku un mežs ir biezs, tad daudz ērtāk ir strādāt ar īsāku dastmēru. Parasti dastmērs ar 80 cm garu mērlīnealu apmierina

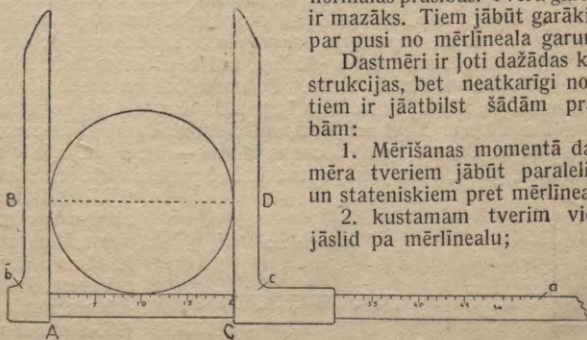
normalas prasības. Tveru garums ir mazāks. Tiem jābūt garākiem par pusi no mērlīneala garuma.

Dastmēri ir ļoti dažādas konstrukcijas, bet neatkarīgi no tā tiem ir jāatbilst šādām prasībām:

1. Mērīšanas momentā dastmēra tveriem jābūt paraleliem un stateniskiem pret mērlīnealu;
2. kustamam tverim viegli jāslid pa mērlīnealu;



24. att. Dastmēra pamatprincips — divu paraleļu nogriežņi starp divām citām paralelēm ir vienādi



25. att. Dastmērs.

3. iedaļām uz mērlīneala jābūt pareizām un skaidri salasāmām;
4. dastmēram jābūt vieglam, izturīgam, parocīgam un ērti pārnesamam.

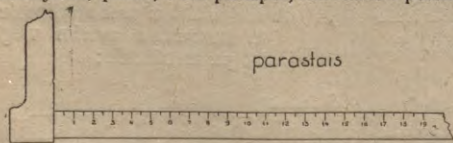
Ieteicamāki ir koka dastmēri. Sevišķi labi tie no bumbiera vai kļavas koka. Tiem jābūt labi nostrādātiem, impregnētiem pernicā, lai neuzsūktu mitrumu un nesabriestu. Metāla dastmēri ir smagi, aukstā laikā saldē rokas, piesaldē mitros cimdus un rada citas neērtības. Labāki jau ir vieglmetālu — alumīnija, duralumīnija, magnālija dastmēri, bet dažkārt tie izrādījušies par maz izturīgiem, tverīgi viegli padodas spiedienam, zaudē savu paralelismu un citādi ātri bojājas.

Dastmēru pareizības pārbaudīšanai konstruēts speciāls aparāts, ar kuru iespējams pārbaudīt mērlīneala tveru statenisko stāvokli pret mērlīnealu, tāpat arī pašu mērlīnealu.

16. §. Mērlīneala iedaļījums

Koka caurmēru izteic ar tām mēru vienībām, kādas atrodas uz dastmēra mērlīneala. Tās parasti saskaņotas ar nolūku, kādam dastmērs ir konstruēts. Iedaļas var būt gan milimetros, gan pa 1, 2, 3, 4, 5 cm. Šis iedaļas — koku caurmēra mērīšanas vienības sauc par caurmēru pakāpēm. Piemēram: ar 1 cm iedaļām tās būs 1, 2, 3, 4 cm utt. (26. attēls), ar 2 cm iedaļām — 2, 4, 6, 8 cm utt., ar 3 cm iedaļām — 3, 6, 9, 12 cm utt.

Zinātniskām vajadzībām lieto dastmērus ar precīzām milimetru iedaļām, turpretim praktiskās vajadzībās lieto 1 cm, visbiežāk 2 cm pakāpes, nepilnās pakāpes noapaļojot uz augšu vai atmetot. Lai nepilno pakāpju noapaļošana nebūtu subjektīva un lai izvairītos no vienpusīgām kļūdām, tad bieži lieto dastmērus ar pašnoapaļotāju mērlīneala skalu. Pašnoapaļotājām skalām ir šāds iedaļījums. Ja, piem., skala ir ar 1 cm pakāpēm, tad pie nekustamā tvera tā nesākas ar 0, bet ar 0,5 cm, un 0,5 cm attālumā no nekustamā tvera būs uzraksts 1 cm, 1,5 cm attālumā — 2 cm utt. Ja ir cits iedaļījums, piem., 3 cm pakāpes, tad skala 0 punkta vietā iesāksies ar



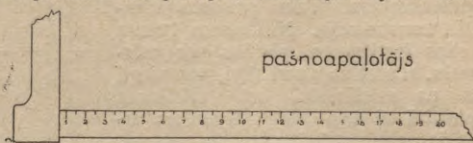
26. att. Dastmēra mērlīneala parastā skala

1,5, bet 3 cm apzīmējums atradīsies 1,5 cm attālumā no nekustamā tvera, 6 cm — 4,5 cm attālumā (26.-a attēls) utt. Ar šādu dastmēru

strādājot nav jādombā, kā nolasīto skaitli noapaļot. Dastotājs izmērīto caurmēru pieskaita tai pakāpei, kuras apzīmējuma skaitlī tas redz pie kustamā tvera.

Sīkām caurmēru pakāpēm noapaļošanas kļūda nebūs liela, bet lielākām tā var sakrāties diezgan ievērojama.

Dastojot lielu koku vairumu, kļūdas var izlīdzināties. Atsevišķi koki jādasto noteiktāk, ar mazākām caurmēru pakāpēm.

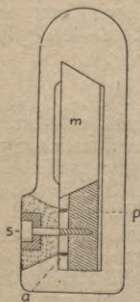


26.-a att. Dastmēra mērlīneala pašnoapaļotāja skala

17. §. Raksturīgākās dastmēru konstrukcijas

Visās dastmēru konstrukcijās lielāko tiesu mēģināts apmierināt divas prasības, proti: lai mērīšanas momentā tveris būtu paraleli un lai kustamais tveris viegli slidētu pa mērlīnealu. Arī vienam vai otram materialam dod priekšroku.

Elementārākais dastmērs ir koka vai dzelzs, kam nekustamais tveris piestiprināts vienā mērlīneala galā, bet kustamam tverim ir izgriezums mērlīneala šķērsriezuma formā, un tas ir uzbāzts uz mērlīneala. Šādi dastmēri ātri sadilst un kustamais tveris zaudē savu statenisko stāvokli. Tādēļ visiem dastmēriem piekonstruētas palīgierīces kustamā tvera noregulēšanai.



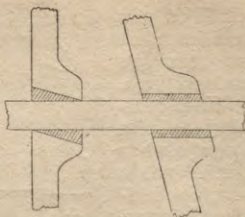
27. att. Griezums caur dastmēra kustamo tveri ar regulējamo ierīci

1. Dastmērs ar prizmatisko regulētāju.

Šis ir viens no izplatītākiem dastmēriem, kura princips izmantots daudzu tipu dastmēros. Kustamam tverim ir izgriezums *m*, lielāks par trapezveida mērlīneala šķērsriezumu. Izgriezuma apakšējā daļā mīšiņa prizma *p*, kas ar savu slīpo malu piegul mērlīnealam (27. attēls). To satur atsperītes *a*. Ar skrūvi *s* prizmu var regulēt, spiežot to pret mērlīneala malu un pašu mērlīnealu pret izgriezuma augšējo malu. Tādējādi kustamo tveri vienmēr var noregulēt stateniski pret mērlīnealu. Lai pēdējais nesadiltu, tā malas mēdz būt apkaltas ar metala plāksnīti.

2. Dastmērs ar slīpgriezuma tveri.

Arī šī tipa dastmērs ir viens no populārākajiem. Tam pavisam vienkārša konstrukcija. Kustamam tverim ir slīps izgriezums, platāks par mērlīnēalu. Turot šo tveri slīpi, tas viegli slid pa mērlīnēalu, bet mērišanas momentā tā izgriezuma šķautnes atbalstās pret mērlīnēalu un ieņem pret to statenisku stāvokli (28. attēls). Ar laiku tvera asās šķautnes nodilst un tas zaudē savu statenisko stāvokli.



28. att. Dastmēra kustamā tvera izveidojums

Lai novērstu tvera sadīlšanu un lai tas nezaudētu savu statenisko stāvokli, tvera izgriezums pārveidots, tā malas apsistas ar metala plāksnīti un tanī ievietota atsperīte a ar regulējamo skrūvīti s. Ar skrūvīti un atsperīti izgriezumu var paplašināt vai sašaurināt, un tā vienmēr nostādīt kustamo tveri paraleli nekustamam (29. attēls). Dastmēra kustamais tveris ļoti viegli slid pa mērlīnēalu un tā sadīlšanas trūkumus var izlabot. Šos dastmērus taisa no koka, tie ērti lietojami un ļoti iecienīti. Ir konstruēti arī šāda tipa dastmēri ar noņemamu nekustamu tveri, tā padarot to ērti pārņēsājamu.

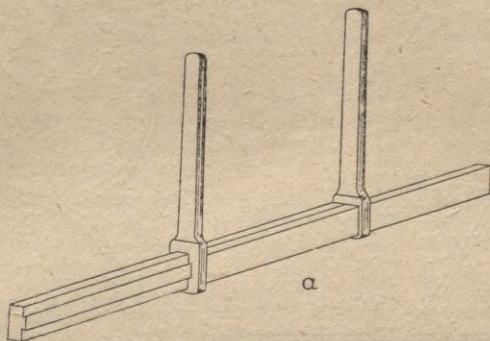


29. att. Kustamais tveris ar regulējamo papildierīci

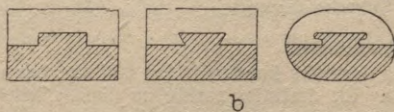
3. Dastmēri ar 2 nekustamiem tveriem.

Vairāku dažādu mēžkopju pēc šī principa konstruētie dastmēri savā starpā maz atšķiras resp. atšķiras tikai pēc mērlīnēalu sagropējuma. Te katrs tveris ir nekustami piestiprināts sava mērlīnēala galā, bet mērlīnēali sagropēti slīd viens otrā (30. attēls). Dīvainākais šiem dastmēriem ir caurmēru pakāpju iedalījums. Iedaļas sākas uz virsējā mērlīnēala pie tā nekustamā tvera un sniedzas līdz caurmēram, kas pārsniedz viena mērlīnēala garumu. Tālāk sekojošās lielākās caurmēru pakāpes atrodas uz iekšējā mērlīnēala, iesākoties pie tvera un pieaugot pretējā virzienā. Koku caurmērus, kas īsāki par viena mērlīnēala garumu, nolasa kā parasts uz virsējā mērlīnēala pie slidošā tvera, bet resnāko koku caurmērus uz iekšējā mērlīnēala skalas pretīm virsējā mērlīnēala galam.

Ar šādiem dastmēriem var mērit kokus, kuru caurmērs divi reizes pārsniedz viena mērlīneala garumu. Tomēr tādās vietās, kur koki zaraini un sastopams pamežs, mērlīnealu gali nereti traucē.



30. att. Dastmērs ar diviem nekustamiem tveriem (a);



mērlīnealu sagropējuma veidi (b)

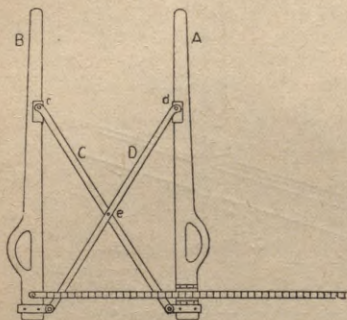
Turklāt mitrā laikā dastmērs sabriest un tveru bīdīšana ir apgrūtināta. Tāpat gulošus kokus nevar izmērit divos savstarpēji stateniskos virzienos.

Arī Andrejeva dastmērs sastāv no diviem mērlīnealiem, kam katram ir nekustams tveris. Mērlīneali šeit nav sagropēti, bet slīd pa tveru izgriezumos ievietotiem ritulišiem.

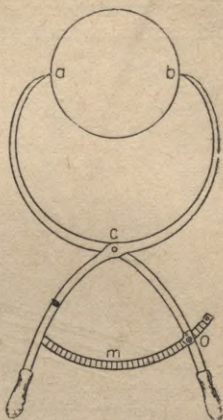
4. Šķērveida dastmērs.

Šķērveida dastmērs jau aprakstīts pagājušā gs., bet vēlāk kā precizijas dastmērs radījās dzīvas pārrunas. Tam tveru A un B iekšmalās piestiprinātas misiņa sliedes, pa kurām slīd šķērveida spraišļu C un D uznavas c un d (31. attēls). Spraišļi, grozīdamies ap asi e, notur tverus arvien paraleli. Pie nekustamā tvera piestiprināts grozāms mērlīneals, ko, dastmēru nesot, var pie-

liekt pie tvera. Skalai ir milimetru iedaļas un pie kustamā tvera vēl atrodas nonijs. Dastmērs diezgan smags, kas apgrūtina tā lietošanu.



31. att. Šķērveida dastmērs



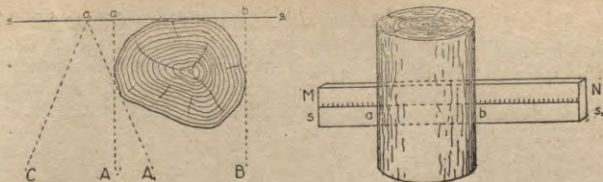
32. att. Cirkulveida dastmērs

5. Cirkulveida dastmērs.

Cirkulveida dastmērs konstruēts jau labi sen, bet vēlāk vairākkārt pārlabots. Šis dastmērs sastāv no diviem izliektiem cirkulveida tveriem a un b, starp kuru galiem ietver koka stumbru (32. attēls). Tveru pagarinājumi aiz centra ass c izveidoti rokturos. Starp tiem piestiprināts empiriski iedalīts mērogs m. Dastmērs viegli atverams un ar to ērti rīkoties, tikai mērījot jātausta, kamēr atrod īsto koka caurmēru. Cirkulja gali no spiediena pret koku nereti padodas, un tā dabū nepareizus rezultātus.

6. Optiskais dastmērs.

Optiskais dastmērs konstrukcijas ziņā ievērojami atšķiras no iepriekšējiem. Tas sastāv no šauras un garas spoguļa plāksnes ss_1 , kas iestiprināta metala mērlīneala padziļinājumā MN (33. attēls). Mērlīneals ar āķi vai skrūvi piestiprināms pie mērijamā koka stāteniski tā asij. Vizējot no punkta A_1 gar stumbru uz spoguļi, pie a_1 saredzams C attēls. Acij pārvietojoties no A_1 uz A, vizurai, kas iet gar stumbru spoguļi, pretīm saredzama acs zīlīte a. Tanī vietā uz mērlīneala jāizdara nolasiņums. Optiskais dastmērs lietošanai gan diezgan neērts, bet dod ļoti precizus rezultātus.

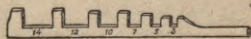


33. att. Optiskais dastmērs un mērišanas schema -

7. Dastmērs šķirotājs.

Šķirotājs ir koka šablons ar dažāda platuma izgriezumiem, pie kuriem atrodas platumu apzīmējumi cm (34. attēls). To visvairāk lieto kārsu mērišanai un šķirošanai, kur tas izrādījies par sevišķi parocīgu.

Šeit aprakstīti raksturīgākie dastmēru tipi. Mezsaimniecības literatūrā aprakstīti daudzi un dažādi dastmēri, no kuriem praktiskā lietošanā ieviesušies tikai nedaudzi, lielāko tiesu vienkāršākie. Visbiežāk lietotie ir dastmēri, kuru kustamais tveris konstruēts ar prizmatisko regulētāju vai slīpo izgriezumu un grozāmo atsperi.



34. att. Dastmērs-šķirotājs

8. Vienroča dastmērs.

Īpatnēju dastmēru strādāšanai ar vienu roku konstruējis prof. Tjurins. Tas dibinās uz šāda principa:

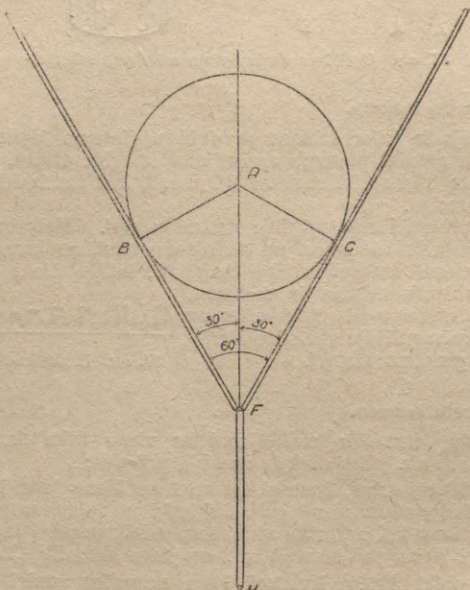
Divas 70 cm garas, 2 cm platas un 1 cm biezas koka listes BF un CF sastiprinātas vienā galā 60° leņķī un pievienotas 30 cm garam rokturim FK ar tukšu vidu, kura trīsšķautņainā izgriezumā brīvi staigā 70 cm garš bīdekļis ar 2 cm platu sānu EF (35. attēls).

Starp abām listēm ievietotā koka caurmēru izmēri pēc nogriežņa EF garuma. ABF un ACF ir taisnleņķu trīsstūri. Tā kā katetes BA un CA atrodas pretim 30° leņķim, tās ir puse no hipotenuzas AF un uzskatāmas par mērijamā stumbra radijiem. Tādēļ līnija AF ir abu radiju summa, bet EF — vienāda ar radiju vai puse no caurmēra. To izmēri ar bīdekli, uz kura atrodas skala ar 0,5 cm iedaļām.

Bīdekļis slīd pa roktura tukšo vidu pats aiz sava smaguma, paceļot vai nolaižot roku ar dastmēru. No izkrišanas to pasarga abos galos pierīkotās pogas. Paceļot dastmēru un pieliekot to pie

koka, lai reizē pie tā pieskartos abas listes BF un CF un bidekļa gals, bideklis iebīdīsies rokturī un ārā paliks tikai EF daļa. Caurmēru nolasa uz bidekļa skalas pie punkta F, 0,5 cm iedaļas skaitot par veseliem centimetriem. Var lietot arī pašnoapaļotāju skalu.

Šāda tipa dastmērs praksē izrādījies par visai praktisku un pietiekami noteiktu.



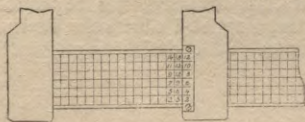
35. att. Tjurina vienroča schema

18. §. Dastmēri tilpuma noteikšanai

Lai dastošanas darbu vienkāršotu un izvairītos no dastošanas datu apstrādāšanas, ir konstruēti speciali dastmēri, kas rāda arī koka tilpumu. Tā kā koka tilpums nav tikai caurmēra funkcija, bet ir atkarīgs arī no garuma, tad šiem dastmēriem ir tāds trūkums, ka katrs nolasiņums atbilst tikai noteiktam garumam.

1. Tabularais dastmērs.

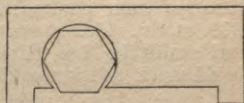
Uz tabulārā principa konstruētais dastmērs tilpuma noteikšanai ir līdzīgs parastajam, bet ar 10 cm platu mērlīnealu, uz kura šaurās malas atrodas caurmēru pakāpju apzīmējumi, bet uz platās malas tilpumu tabula (36. attēls). Uz kustamā tvera piestiprināta metala plāksnīte, kur apzīmēti garumi no 2—24 m. Ar dastmēru ietvertā stumbra tilpumu nolasa mērlīnealu tabulā pie kustamā tvera pretim attiecīgam augstumam.



36. att. Tabulārā dastmēra schema

2. Grozāmais dastmērs.

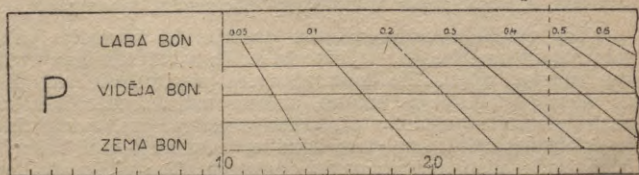
Šā dastmēra biežajā mērlīnealā atrodas izgriezums, kas paraleli tā asij, kurā ievietota grozāma seššķautņaina prizma. Uz prizmas plaknēm atrodas tilpumu tabulas 6 dažādiem garumiem (37. attēls). Sakarā ar to dastmēra lietošana visai aprobežota.



37. att. Grozāmā dastmēra schema

3. Grafiskais dastmērs.

To lieto augošu koku dastošanai un tilpuma noteikšanai. Uz mērlīneala atrodas caurmēru pakāpju apzīmējumi un grafiska tilpumu tabula trīs dažādiem labumiem (bonitatēm), vienā pusē priedei, otrā eglei (38. attēls). Kustamā tverī pret mērlīnealu ir neliels izgriezums ar tievu metala pavedienu, kas atļauj izdarīt precīzu nolasišanu. Augstums šeit nav vērtā ņemams, bet tas ietverts iepriekš noteiktajā bonitatē.



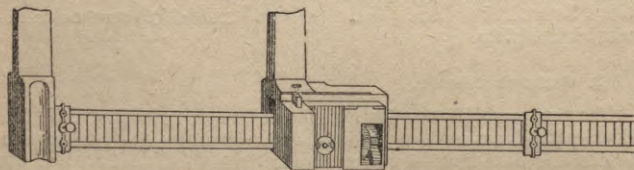
38. att. Grafiskā dastmēra schema

19. §. Reģistrētāji dastmēri

Dastošanas darbam mežā vajadzīgi vairāki cilvēki, jo bez dastotāja jābūt arī reģistrētājam, kas uzņemtus datus atzīmē. Lai darbu varētu veikt viens pats cilvēks un lai novērstu reģistrēšanā iespējamās kļūdas, konstruēti reģistrētāji dastmēri, kas uzņemtus datus automatiski atzīmē. Daži dastmēri reģistrē tikai koku skaitu, citi arī caurmērus vai šķērslaukumus. Šādi dastmēri piemēroti augošu koku mērīšanai.

1. Caurmēru reģistrētāji.

Viens šāds dastmērs reģistrē izmēritos caurmērus un koku skaitu. Dastmēra mērlīnē padziļinājumā ievietota 4 cm plata papīra sloksnīte. Pie kustamā tvera pierīkota podziņa; to nospiežot, adatiņa izdur papīra sloksnītē caurumiņu pie attiecīgā caurmēra (39. attēls). Līdz ar podziņas nospiešanu par vienu iedaļu pagriežas arī skaitītājs. Lai neiespiestu caurumiņu atkārtoti vienā un tanī pašā vietā, adatiņu pakāpeniski pārbīda šķērsām papīra sloksnītei.



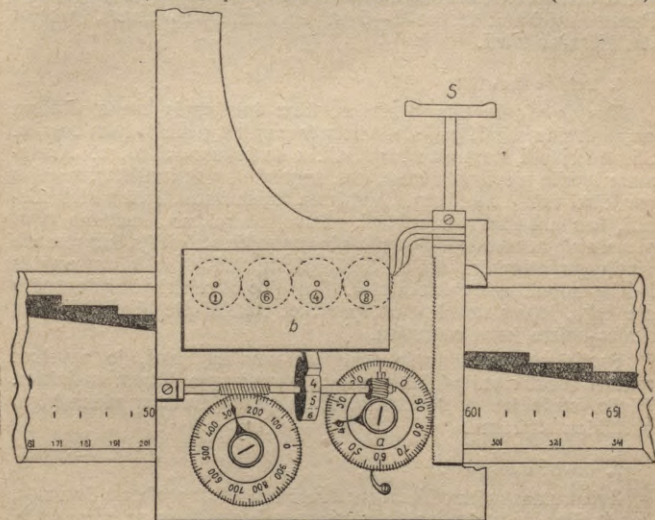
39. att. Dastmērs - reģistrētājs

Dastmēra trūkumi: papīra sloksnīte ātri satrūkst, mitrā laikā samirkst, dastojot nevar kokus šķirot pēc sugām, labuma utt.

Kāds cits šāda veida dastmērs darbojas kā iespiedējs. Tas gatavots no metala. Uz mērlīnē iedaļu vietā atrodas metala vai gumijas cipari. Pie kustamā tvera pierīkoti divi veltnīši; no viena papīra sloksne notinas, uz otra uztnas. Mērijot koku, papīra sloksnīte piespiežas pie attiecīgā cipara, kas, automatiski iemērkdamies krāsā, uzspiež uz sloksnītes caurmēra pakāpi. Tai pašā laikā sevišķa adatiņa iespiež papīrā caurumiņu. Tos vēlāk saskaitot, atrod koku skaitu. Šim dastmēram piemīt tādi paši trūkumi kā iepriekšējam.

2. Šķērslaukumu reģistrētājs.

Vairāk ievēribas pelna pazīstamais šķērslaukumu reģistrētājs dastmērs, kas dastojot rāda izdastoto koku skaitu un šķērslaukumu summu. Šis dastmērs ar sekmēm lietojams tīraudzēs. Kustamā tverī ievietots reģistrētājs aparats. Pie mērlīnēala piestiprināta metala plāksne ar kāpņveida izgriezumiem, kas attēlo šķērslaukuma likni, kur kāpnes kritums 1 mm atbilst 1 dm² (40. attēls).



40. att. Šķērslaukuma reģistrētāja schema

Ietverot koku un nospiežot sviru S, tā ar zobaino apakšdaļu pagriež ciparnīcas a rādītāju par katram kokam atbilstošo šķērslaukuma daļu, atdurdamies pret kāpņveida izgriezumu. Ar katru sviras nospiedienu par vienu vienību pagriežas arī koku skaitītājs b, kas sastāv no četrām ciparu ripiņām.

Ar šo dastmēru viens cilvēks dienā var izdastot ap 500 koku. Ievērojot panākto darba spēka ekonomiju, šis rezultāts atzistams par labu. Dastmēra trūkumi tādi, ka tas diezgan smags un mehānisms ar laiku bojājas.

20. §. Dastmēri augošu koku caurmēru mērīšanai lielākā augstumā

Bez parastā krūšaugstuma 1,3 m, kādā mēri augošu koku caurmērus, nereti nākas tos mērit kādā citā, lielākā augstumā. Ar tādu vajadzību jāstopas pētniecības darbā, noskaidrojot stumbra formu un formas pārmaiņas dažādu faktoru ietekmē. Šim nolūkam konstruēti speciāli dastmēri, ko var pacelt vairāk metru augstumā. Parastī mērīšanu izdara 5—6 m augstumā virs zemes, paceļot dastmēru ar kārti.

1. Zviedru dastmērs.

Tas ir vieglmetala dastmērs, kam kustamais tveris slīd pa parabolveida sliedi, paliekot vienmēr paralels nekustamam tverim. Sliedē ierīkotā atspere to tur atvilktu no nekustamā tvera. Kustamam tverim pievienota trose, kas, apņemta ap skritulišiem, stiepjas gar kārti līdz dastotājam. Apmēram krūšaugstumā tā pāriet stienīti, kas nobeidzas ar rokturi. Pavelkot rokturi, kustamo tveri pievelk pie nekustamā. Stieniša sānos pierīkots rādītājs, kura smaile virzās gar caurmēra skalu. Skala piestiprināta pie kārts un tās iedaļas noteiktas empiriskā ceļā. Dastojot piecēļ kārti ar dastmēru pie koka, ietver stumbru un, pavelkot rokturi pie tā rādītāja, uz skalas nolasa koka caurmēru.

Precīzi mērījumi ar šo dastmēru nav iespējami, jo pavelkot rokturi stiprāk vai vājāk, rezultāts var diezgan jūtami mainīties. Tāpēc, strādājot ar šo dastmēru, rokturis jāvelk ar vienmērīgu, pastāvīgu stiprumu.

2. Ostvalda dastmērs.

Zviedru dastmēra trūkumus mēģinājis novērst profesors Ostvalds, konstruējot dastmēru ar tiešu caurmēra nolasišanu uz mērlīneala. Kustamais tveris slīd pa mērlīneala sliedi un savienots ar auklu, kuras viens gals iet pāri skritulītim mērlīneala vienā galā, bet otrs — otrā galā. Ar šo auklu kustamo tveri var tuvināt nekustamam tverim, vai no tā attālināt. Kustamam tverim pievienots nonijs, kas atļauj caurmērus nolasiēt līdz 1 mm (41. attēls). Mērlīneala un nonija iedaļas, tāpat arī to apzīmējumi ir spilgtās kontrasta krāsās un no apakšas skaidri saredzami. Biezākā mežā un tumšākā laikā nolasišanu izdara ar binokli.

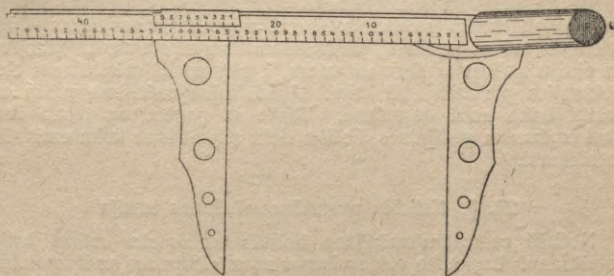
Dastmērs novietots 6 m garas bambusa kārts galā. Visērtāk ar to strādāt diviem cilvēkiem. Viens pieliek kārti ar dastmēru pie koka, ietver stumbru un savēlc auklu, bet otrs nolasa caurmērus

un tos pieraksta. Pieredze Latvijas PSR liecina, ka ar šo dastmēru var sasniegt ļoti labus rezultātus.

E. NETIEŠĀ CAURMĒRA MĒRĪŠANA

21. §. Ievads

Pie netiešās caurmēra mērīšanas pieskaita visus tos paņēmienus, kad caurmēru neatrod tieši, bet atvasina no citiem, tiešā ceļā izdarītiem mērījumiem, vai arī noteic pēc koka attēla. Netiešā ceļā mēri augošu koku caurmērus tādā augstumā virs zemes, ko ar parastajiem instrumentiem vairs nevar aizsniegt.



41. att. Ostvalda dastmērs caurmēru mērīšanai 6 m augstumā

Interese par netiešo caurmēra mērīšanu radās sevišķi sakarā ar pētījumiem par krūšaugstuma un viduscaurmēra sakarībām un to izlietošanu masas tabulu sastādīšanai. Sevišķa vajadzība pēc netiešās caurmēru mērīšanas ir pētīšanas iestādēm, kam periodiski jāuzņem pastāvīgie parauglaukumi. Izcērtamo paraugkoku daudzumu var samazināt, ja rodas iespēja ar netiešu caurmēra izmērīšanu pareizi noteikt to tilpumu.

Parasti ar netiešo caurmēra mērīšanu saprot caurmēra noteikšanu ar speciāliem okulāriem vai optiskiem instrumentiem — dendrometriem, bet šeit jāpieskaita arī caurmēra noteikšana no izmērītā apkārtmēra.

22. §. Caurmēra noteikšana pēc stumbra apkārtmēra

Stumbra apkārtmēra mērīšana agrāk bija visai izplatīta, bet tagad šo paņēmieni vairs reti kad lieto. Caurmēra noteikšanai

pēc apkārtmēra ir pamatā pieņēmums, ka koka šķērsriezums ir aplis un to atrod no $u = 2\pi r = \pi d$, no kurienes

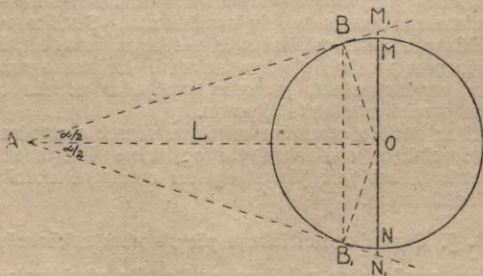
$$d = \frac{u}{\pi}$$

Agrāk apkārtmēra mērīšanai lietoja mērķēdes ar 1 collu gariem posmiem. Izplatītākas ir audekla vai tērauda ruletes. Uz tām vienā pusē atrodas cm iedaļas, bet otrā pusē — attiecīgiem apkārtmēriem atbilstošie caurmēri vai pat šķērslaukumi. Ja mērsloksnes sākumā pierīkota spraude, tad, piespraužot to pie koka, vienam pašam mērītājam iespējams izmērīt arī resnu koku apkārtmērus.

Tā kā stumbra šķērsriezumi reti kad ir īsti līdzīgi aplim, tad no apkārtmēra noteiktais caurmērs parasti ir par lielu. Kļūda palielinās arī no pūniem, izaugumiem, sasveķojumiem, ķērpjiem un citiem nelīdzenumiem uz mizas, kas neatļauj mērsloksnei cieši piekļauties pie mērījamā koka. Apkārtmēra mērīšana prasa arī vairāk laika nekā dastošana. Tāpēc šo paņēmieni tagad lieto tikai izņēmuma gadījumos, lielāko tiesu stipri resnu koku caurmēra noteikšanai.

23. §. Netiešās caurmēru mērīšanas teorija

Netiešā caurmēru mērīšana balstās uz precīza redzes leņķa noteikšanu. Leņķi, ko veido vizuras no mērītāja acs uz šķietamiem koka caurmēra galiem, noteic trigonometriskā ceļā, vai arī pēc tā malu lineariem lielumiem, lietojot optiskus vai okularus instrumentus. Mērijot netiešā ceļā koka caurmēru, pieņem, ka koka stumbrs ir apaļš un šķērsriezums līdzīgs aplim.



42. att. Netiešās caurmēru mērīšanas schema

1. Kā 42. attēlā redzams, no instrumenta stāvvietas A faktiskais koka caurmērs MN nav redzams, bet tā vietā mēs uztveram šķietamo M_1N_1 , kas ir lielāks par īsto caurmēru.

Trīsstūrī ABO

$$BO = AO \sin \frac{\alpha}{2}$$

Trīsstūrī AB_1O

$$B_1O = AO \sin \frac{\alpha}{2}$$

$$BO + B_1O = MN = 2AO \sin \frac{\alpha}{2}$$

Trīsstūrī AOM_1

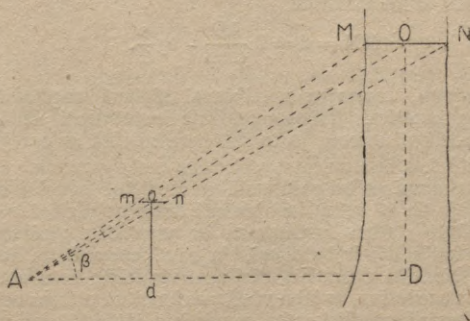
$$M_1O = AO \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

Trīsstūrī AON_1

$$N_1O = AO \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$M_1O + N_1O = M_1N_1 = 2AO \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$

$$\Delta = M_1N_1 - MN = 2AO \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} \right) = 2AO \cdot 0 = 0.$$



43. att. Netiešās caurmēru mērīšanas schema

1—2^o leņķa robežās, kādās no instrumenta stāvvietas ir redzami koka caurmēri, to sin un tg praktiski ir vienādi, tāpēc var pieņemt

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \sin \frac{\alpha}{2} = 0 \text{ un } M_1 N_1 = MN = d.$$

2. Tā kā mērijamā caurmēra atrašanās vieta parasti ir augstāka par instrumenta horizontu, tad jāatrod arī instrumenta atstatums no mērīšanas vietas AO (43. attēls). No trīsstūru AOD un Aod līdzības

$$AO : Ao = AD : Ad \text{ un } AO = \frac{Ao \cdot AD}{Ad},$$

kur AD ir horizontālais atstatums līdz kokam un OD paralela od. No trīsstūru AMN un Amn līdzības

$$MN : mn = AO : Ao \text{ un } MN = d = \frac{mn \cdot AO}{Ao},$$

aizstājot AO ar tā nozīmi

$$d = \frac{AD}{Ad} mn.$$

Trigonometriski AO var izteikt ar kateti AD un leņķi β

$$AO = \frac{AD}{\cos \beta}$$

$$ON = AO \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; MN = 2ON = 2AO \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2},$$

aizstājot AO ar tā izteiksmi

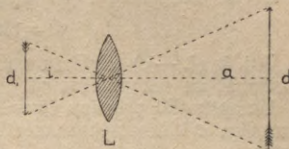
$$MN = d = 2 \frac{AD}{\cos \beta} \cdot \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$

Kā redzam, caurmēra noteikšanai zināmā augstumā jāņem palīgā augstummērs. Trigonometriskie instrumenti šādām vajadzībām mazāk piemēroti, jo to lietošana saistīta ar aprēķiniem.

Geometriskos instrumentos vajadzīgo malu garumus var nolasīt tieši. Augstummērus tai pašā laikā nevar lietot netiešai caurmēru mērīšanai, jo tie kā rokas instrumenti šādai vajadzībai ir par maz precīzi. Daži statīva instrumenti ar vienkāršu vizēšanas ierīci ērtas rīkošanās dēļ ir lietojami, ja nav nepieciešama lielāka noteiktība. Netiešai caurmēru mērīšanai visbiežāk lieto optiskus instrumentus uz statīva, ar labu vizēšanas ierīci un precīzu nolāsīšanas iespēju. Tiem ir ģeodētiskiem instrumentiem līdzīgi tālskati vizēšanai. Ģeodētiskie instrumenti kā tādi netiešai caurmēru mērīšanai mazāk

piemēroti. Instrumenta tālskatam jābūt bez paralaksa, ar palielinājumu ne lielāku par 10—15 reizēm. Lielāks palielinājums samazina tālskata gaismas spēju.

Netiešā caurmēru mērīšana balstās uz instrumentā saskatāmā koka attēla ietveršanu un izmērīšanu. Optiskos instrumentos attēla īsto lielumu atrod pēc tā izmēriem uz optisku likumu pamata. Apzīmējot kāda objekta d lēcas L samazināto attēlu ar d_1 , objekta attālumu no lēcas ar a , attēla attālumu ar i un fokusa attālumu ar f (44. attēls), tad pēc pazīstamā optikas likuma



44. att. Attēla lieluma noteikšanas schema netiešās caurmēru mērīšanas instrumentā

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{a} + \frac{1}{i}, \text{ no kurienes}$$

$$i = \frac{af}{a-f}.$$

No trīsstūru līdzības

$$d : d_1 = a : i \quad \text{un} \quad d = \frac{ad_1}{i},$$

Aizstājot i ar tā izteiksmi

$$d = \frac{a-f}{f} \cdot d_1.$$

Faktoru $\frac{a-f}{f}$ noteiktam instrumentam var aprēķināt visiem praktiski vērtīgiem gadījumiem, t. i. atstatumiem, kādā mērīšana var norisināties, un sakopot tabulā. Pēc izmērītā attēla lieluma d_1 un tabulā nolasītā faktora viegli aprēķināt koka caurmēru d .

Attēla izmērīšanai tālskata fokusa plāksnē pavedienu krusta vietā var iekārtot mikrometrisku ierīci ar paraleliem pavedieniem vai tapiņām, kuru galus ar skrūvīšu palīdzību var savstarpēji tuvināt tā, ka tie ietver attēlu. Ja zināms skrūvīšu apgriezīenu skaits n un vītes kāpe t , tad attēla lielums $d_1 = nt$ un iepriekšējā formula uzrakstāma

$$d = \frac{nt}{f} (a-f).$$

Ja konstantais lielums $\frac{t}{f} = k$, tad $d = nk(a - f)$. Ja objekta attālumu no instrumenta centra apzīmē ar L , bet objektiva lēcas attālumu ar l , tad a vietā būs $L - l$ un $d = nk(L - l - f)$. Ievietojot konstantā $l + f$ vietā apzīmējumu c ,

$$d = nk(L - c).$$

Arī $k(L - c)$ vērtības noteiktam instrumentam var iepriekš aprēķināt un sakopot tabulā.

Uz apskatītā principa dibināts viens no pazīstamākiem netiešās caurmēra mērīšanas instrumentiem — *Vimenauera dendrometrs*.

Arī fotografisku uzņēmumu ceļā ar labiem panākumiem var noteikt koka caurmēru jebkurā augstumā un sasniedzama tāda pati precizitāte kā ar labākiem dendrometriem.

24. §. Netiešās caurmēru mērīšanas instrumenti

INSTRUMENTI BEZ TĀLSKATA

Netiešai caurmēru mērīšanai konstruēti vairāki instrumenti, gan rokas, gan statīva, gan ar vienkāršiem dioptriem, gan ar tālskatu. Visiem dioptri instrumentiem viens trūkums — tie nav pietiekami precīzi. Dažiem instrumentiem caurmēru var nolasi tieši, citiem turpretim tas jāaprēķina.

1. Rokas dendrometrs.

Instrumentu sastāv no 4 sabīdāmām caurulēm un vertikāla loka ar svērtēni. Okularās caurules galā vizēšanas caurumiņš, bet objektīva caurulē viena otrai iepretim divas tapiņas, kas ar pacēluma leņķa mainīšanos svērtēņa loka slīpā izgriezuma dēļ automātiski tuvinās vai attālinās. Vizuru leņķis mainās arī ar cauruļu izvilkšanu.

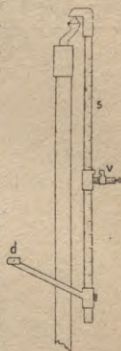
Instrumentu lietojams 8 un 12 m atstatumiem. Šādiem atstatumiem atbilst attiecīgās augstuma skalas uz vertikālā loka un caurmēra skalas uz izvelkamām caurulēm. Caurmēri pieaug virzienā uz okularo galu.

Augstumu mēri kā parasti, vizējot uz koka virsotni un pamatu. Noteicot caurmēru zināmā augstumā, vizē ar sabīdītām caurulēm uz attiecīgo vietu, un caurules, sākot ar pirmo no okularā gala, pakāpeniski izvelk, līdz kamēr koka attēls ietverts starp tapiņu galiem.

Dendrometram ir parastie rokas instrumenta trūkumi. Rokas kustēšanās dēļ koka attēlu grūti ietvert, tāpat cauruļu izvilkšana notiek grūdieniem. Kā viens no vienkāršākiem instrumentiem, kas neprasa lieku uzstādīšanu un caurmēra aprēķināšanu, tas ērti lietojams, ja nav prasības pēc lielākas rezultātu pareizības. Šis instruments tikai ne visai sen konstruēts un tāpēc sagaidāms, ka turpmākās konstrukcijas būs ar uzlabojumiem.

2. Balsta dendrometrs.

Instrumentu balstās uz zemē iesprausta spieķa. Spieķa galā grozāmā galviņas vira, ap kuru instruments var brīvi svārstīties. Tas sastāv no četršķautņņu stieņa vai caurules ar augstuma skalu s. Pa to bīdāms vizēšanas tvereklis v. Tāpat pārbīdāms ir dioptrs slīpa stienīša galā d (45. attēls). Instruments derīgs 8 m atstatumam un ar to var mērit tiklab koka augstumu, kā arī caurmēru. Instrumentu nostāda 8 m atstatumā un pārbīda dioptru, kamēr vizura caur dioptru un augstuma skalas 0 iedaļu iet uz koka pamatu. Tālāk pārbīda tverekli, kamēr otra vizura gar tā augšējo malu iet uz koka virsotni. Augstumu nolasa tieši uz skalas. Instrumentu ērti nostādīt uz katra vēlamā augstuma un noteikt attiecīgās vietas caurmēru, ietverot koka attēlu tverekli un nolaset caurmēru uz tā skalas.



45. att.
Balsta dendrometrs

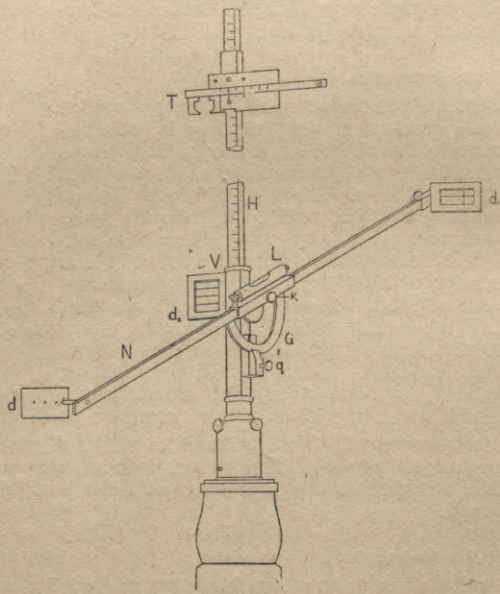
Šim instrumentam tādi paši trūkumi kā visiem dioptru instrumentiem, turklāt tas derīgs tikai vienam īsam atstatumam. Bet savas lielās vienkāršības dēļ tas ir viens no labākajiem šai instrumentu grupā.

3. Statīva dendrometrs.

Instrumentu balstās uz misiņa kona, kas nostiprināts uz statīva un ar četrām skrūvēm S nostādāms vertikāli. Instruments sastāv no apm. 35 cm gara grozāma vertikālā stieņa ar cm sadalītu augstuma skalu H. Pa stieni bīdāma uzmava ar tverekli T caurmēra mērīšanai. Gar tverekļa apakšējo šķautni arī vizē uz koka virsotni. Stāteniski vertikālajam stienim tā pamatā ir ass, ap kuru grozāma uzmava V ar limeņrādi L un gradu loku G. Caur uzmavu bīdāms stienis N ar attāluma skalu. Stienis nostiprināms ar skrūvi k, bet gradu loks ar skrūvi q. Stieņa N galos noņemami dioptri d un d₁. Pie vertikālā stieņa pamata atrodas vēl viens

dioptrs d_2 ar paraleliem pavedieniem. Instrumenta lietošanai nepieciešama arī mērlata (46. attēls).

Lai instrumentu sagatavotu lietošanai, nostāda statīvu, pagriež gradu loku uz 0 un nostiprina to ar skrūvi q . Ar sānu skrūvēm S nostāda stieni H vertikālā stāvoklī. Tad atlaiž skrūves



46. att. Statīva dendrometrs

k un q un, pārbīdot stieni N , vizē caur okularo caurumiņu un dioptra d_2 malējiem pavedieniem, kamēr tie ietver pie koka vertikāli pieslieto latu. Skrūves k un q atkal nostiprina un, pārbīdot tverekli, vizē gar tā apakšējo malu uz koka virsotni vai citu kādu augstuma punktu. Koka augstumu nolasa uz vertikālā stieņa, bet iedaļas uz otra stieņa rāda slīpo atstatumu līdz kokam. Koka caurmēru

vajadzīgā augstumā var izmērit, nostādot tādā augstumā tverekli un ietverot tāni koka attēlu. Caurmēru nolasa tieši uz tverekļa skalas.

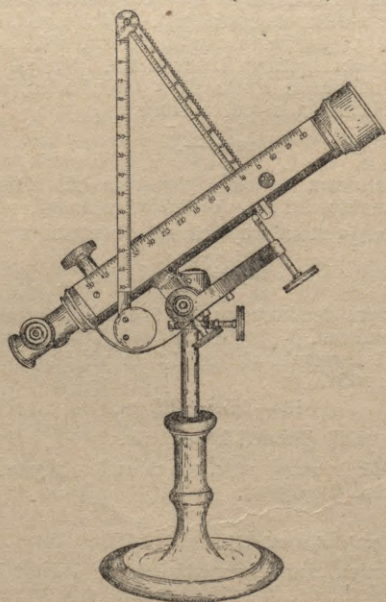
Ja instruments labi noregulēts, labi eļļots, tad ar to var sasniegt visai apmierinošus rezultātus. Ja stienis N un tvereklis labi neslīd, tad, tos pārbīdot, instruments viegli izkustas.

Pārējie vienkāršākie instrumenti ir mazāk ieteicami. Tie nav tik ērti lietojami kā apskatītie un labuma ziņā ir tālu aiz optiskiem instrumentiem.

OPTISKIE INSTRUMENTI

1. Vimenauera dendrometrs.

Šai instrumentā izmantots Veizes augstummēra princips, aizstājot vizējamo cauruli ar tālskati (47. attēls). Tālskata fokusa



47. att. Vimenauera dendrometrs

plāksnē, horizontāli viena otrai pretim, atrodas divas tapiņas. Skrūvējot tās var vienu otrai tuvināt, līdz tās ietver koka attēlu. Skrūves vītes kāpe ir 0,5 mm, bet uz skrūvju kūleņveida galviņām ir 50 iedaļas. Vienas iedaļas vērtība ir $0,5 : 50 = 0,01$ mm. Tātad sprauga starp tapiņu galiem izmērojama ar noteiktību līdz $\frac{1}{100}$ mm, bet ar acumēru novērtējama pat līdz $\frac{1}{1000}$ mm. Precīzi nostrādātais augstummērs atļauj ērti noteikt arī slīpo atstatumu L līdz mērījamai vietai. To nolasa uz svērteņa skalas. Tādā gadījumā formula $d = nk(L - c)$ pārveidojama.

Apzīmējot $k(L - c)$ ar m , $d = nm$, kur n ir abu kūleņu iedaļu nolasījumu summa, k un c ir konstanti lielumi, ko var aprēķināt dažādiem attālumiem un sakopot tabulas veidā. Lai noteiktu koka caurmēru, atliek sareizināt n ar tabulā pie attiecīgā L nolasīto m vērtību. m var noteikt empiriskā ceļā. Līdzienā vietā a atstatumā no instrumenta, tā horizontāla augstumā, stateniski pret tālskata asi nostāda noteikta garuma l mērlīnē. Vizējot caur instrumentu, ietver mērlīnēala attēlu starp tapiņām un, saskaitot nolasījumus uz kūleņiem, atrod to sumu t ,

$$m = \frac{l}{t}.$$

Citam atstatumam b , kāds, piemēram būs slīpais vizurlīnijas garums, mainīsies arī m . Apzīmējot to ar m_1 , varam rakstīt $m : a = m_1 : b$, jo m ir proporcionāls atstatumam

$$m_1 = \frac{mb}{a}.$$

Ar Vimenauera dendrometru var ērti noteikt caurmēru zināmā augstumā. Piemēram, ja jānoteic caurmērs 26 m augsta koka vidū un instrumenta horizonts atrodas 1,5 m virs koka pamata, tad instruments jāuzstāda uz

$$13 - 1,5 = 11,5 \text{ m,}$$

un aprakstītā veidā jāizmēri koka attēls.

Daudz grūtāk ir atrast noteikta caurmēra augstumu, kas veicams tikai atkārtoti mēģinot.

2. Caurmēra projekcijas mērītājs.

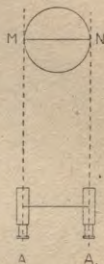
Pēc šī principa caurmēra mērīšanai var izlietot katru instrumentu ar tālskati, ievietojot tā okularā daļā pavedienu krusta tuvumā no katras puses pa skrūvīti. Starp skrūvīšu galiem, tāpat kā Vimenauera dendrometram, var ietvert koka attēlu. Lai izvairītos

ritos no ekscentricitātes kļūdām, instruments jānostāda tā, lai pavedienu krusts atrastos pret objekta vidu. Ja koka attēls ietverts, tad, pagriežot tālskati ap horizontālo asi, projicē meklēto caurmēru uz mērlīnēalu, kas nostādīts stingri vizurlīnijai blakus kokam tādā atstatumā, kāds ir vizurlīnijas garums. Tālskati nolasa ietvertajam attēlam atbilstošo caurmēru uz mērlīnēalu.

Šo principu tikpat labi var lietot arī apskatiem instrumentiem, ja tikai iespējams attēlu ietvert un projicēt uz mērlīnēalu.

3. Paralelo vizuru dendrometrs.

Aprakstāmais dendrometrs balstās uz dastmēra principa, uz paralelo līniju īpašībām. Tālskatis atrodas uz horizontālas ass un ir paraleli pārbīdāms (48. attēls), tāpat grozāms vertikālajā plāksnē. Instruments saistīts arī ar augstummēru un ļoti precīzi nostrādāts. Mērijot caurmēru, to nostāda zināmā augstumā un novirzē vispirms uz punktu M, tad, pārbīdot tālskati pa horizontālo asi, novirzē uz punktu N. Atstatums AA_1 ir līdzīgs koka caurmēram MN.



48. att. Paralelo vizuru dendrometra schema

25. §. Netiešās caurmēru mērīšanas noteikumi

Netiešās caurmēru mērīšanas rezultāti lielā mērā atkarīgi no lietotā instrumenta, bet tos ietekmē arī daži citi apstākļi, kas mērijot jāievēro:

a) instrumenta stāvvieta jāizvēlas tā, lai no turienes būtu redzama koka galotne un mērīšanas vieta; vēlams, lai koka aizmugurē fons būtu citādā krāsā;

b) instruments novietojams tādā atstatumā, kas apmēram līdzīgs koka vai mērījamās vietas augstumam;

c) ekscentriskiem stumbriem jāpieiet no tādas puses, kur uztverams vidējs koka caurmērs;

d) no slīpu koku mērīšanas vispār jāizvairās; ja tas nav iespējams, tad instruments jānostāda ar vai pret slīpumu, un horizontālais atstatums jānosaka pēc slīpās līnijas projekcijas;

e) lai izaugumi un mizas nelīdzenumi neietekmētu mērīšanas rezultātus, tie jākonstatē, pagriežot tālskati vertikālā plaknē un sekojot ietveru slidēšanai gar attēla malām;

f) vējainā laikā no netiešās caurmēru mērīšanas jāizvairās.

F. STUMBRA ŠĶĒRSLAUKUMA NOTEIKŠANA

26. §. Stumbra šķērslaukuma noteikšanas metodes

Stumbra šķērslaukumu parasti saprot kā apaļa šķērslaukumu, šķērsriezuma forma tomēr ir ļoti dažāda, gan apaļa, gan ovāla, eliptiska vai pavisam nepareizas formas. Tā atkarīga no koku sugas, vecuma, stumbra daļas, augšanas apstākļiem un citiem faktoriem. Skuju kokiem šķērsriezums ir tuvs aplim, turpretim lapu kokiem tas dažkārt mēdz būt ļoti nepareizas formas, sevišķi stumbru apakšējā daļā. Jauniem kokiem, sevišķi stumbru vidus daļā, šķērsriezums ir ļoti līdzīgs aplim, bet vecākiem kokiem un resgajā daļā tas no apaļa visai stipri novirzās (49. attēls). Galvenie augšanas apstākļi, kas ietekmē šķērsriezuma formu, ir koka taisns vai slīps augums, simetrisks vai vienpusīgs vainags u. c.



49. att. Šķērsriezuma izveidojums stumbra resgalī

Nocirsta koka šķērslaukumu var noteikt precīzi ar vairākām metodēm. Tās visvairāk lieto zinātniskos pētījumos, kur nepieciešama augsta precizitāte.

Pieliekot stumbra nogriežņa galā papīra loksni, uz tās ar zīmuli var apvilkt šķērsriezuma konturu. Noziežot šķērsriezumu ar krāsu vai ļaujot nogriežņa galam vispirms iezūt, vai arī apstrādājot to ar skābi, var izcelt gadu kārtas un iegūt uz papīra šķērslaukuma nospiedumu ar visām gadu kārtām. Pēc šķērsriezuma konturas vai nospieduma tā laukumu var noteikt dažādā ceļā.

1. Uz vienas šķirnes papīra uzzīmē vairākas vienādas šķērsriezuma konturas un ar grieznēm pa konturu tās izgriež. No tā paša papīra izgriež vairākus gabaliņus 1 cm^2 lielumā. Ar precīzu svaru palīdzību atrod konturas izgriezuma un 1 cm^2 vidējo svaru. No abu svaru attiecības atrod šķērslaukumu.

2. Uzzīmēto konturu apvelk ar planimetru un tā laukumu noteic tāpat kā to dara mērniecībā. Planimetru var lietot arī tieši uz ripas, ja tā ir pietiekami liela un labi nogludināta.

3. Konturas laukumu var noteikt ar paleti, tāpat kā mērniecības plānos, vai arī grafiski — ar stateņiem (50. attēls). Uz figūras novelk garāko caurmēru un uz tā vienādos atstatumos x stateņus y .

Tā viss laukums, izņemot malējās I un II, būs sadalīts figurās, kas pielīdzināmas trapezām ar augstumu x un pamatlīniju y . To pamatņu pussumas

$$\frac{y_0 + y_1}{2}, \frac{y_1 + y_2}{2}, \frac{y_2 + y_3}{2} \dots \frac{y_{n-1} + y_n}{2},$$

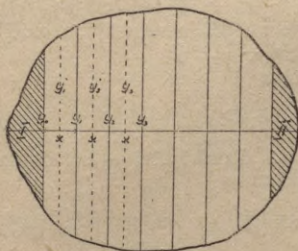
bet šķērslaukums

$$g = x \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right) + I + II \quad (1)$$

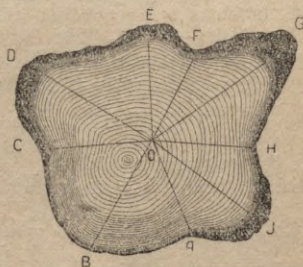
I un II figuru laukumus aprēķina atsevišķi arī ar stateņu palīdzību. Trapezu laukumus var aprēķināt arī ar to viduslīnijām. Tādā gadījumā šķērslaukums

$$g = x(y'_1 + y'_2 + y'_3 + \dots + y'_n) + I + II \quad (2)$$

Grafisko paņēmieni var lietot tieši uz nogludināta nogriezuma vai ripas.



50. att. Stumbra šķērslaukuma noteikšana grafiskā ceļā



51. att. Stumbra šķērslaukuma noteikšana ar vairākiem radijiem

4. Nepareizas formas šķērsgriezuma laukumus, kādi parasti sastopami stumbra resgaļa daļā un ko ietekmē resgaļa rievas un sakņu blīvums, var aprēķināt ar vidējā radija palīdzību (51. attēls). Izvēlas šķērsgriezuma vidū kādu punktu O un no tā novelk radiusus uz periferijas raksturīgākajiem punktiem. Izmērojot radiju garumu, ņem aritmētisko vidējo un reizina ar 2

$$d = \frac{AO + BO + CO + DO + EO + FO + GO + HO + IO}{n} \cdot 2$$

Pēc atrastā d aprēķina apļa laukumu.

Praktiskām vajadzībām apskatītās metodes ir par sarežģītām. Pieņem, ka stumbra šķērslaukums ir līdzīgs aplim, elipsei vai citai kādai pareizai figurai. Ja šķērsgriezumu pieņem par apli, tad pēc apkārtmēra tā laukumu noteic šādi:

$$u = 2\pi r = \pi d \quad d = \frac{u}{\pi} \quad g = \pi r^2 = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$g = \frac{\pi \left(\frac{u}{\pi}\right)^2}{4} = \frac{\pi u^2}{\pi^2 4} = \frac{u^2}{4\pi} \quad (3)$$

No dažādām figurām ar vienu un to pašu apkārtmēru vislielākais laukums ir aplim. Ja šķērsgriezums nav aplis, tad $g = \frac{u^2}{4\pi}$ ir par lielu un dod pozitīvu kļūdu. Mēriņot apkārtmēru, kļūdas radīsies arī no izaugumiem, ķērpjiem un dažādiem mizas nelīdzenumiem. Daži pētījumi liecina, ka pēc apkārtmēra aprēķināts šķērslaukums ir ar pozitīvu kļūdu, eglei ap 11,5%—17,5%, bet priedei 3,6%—10,2%. Pēc Osetrova pētījumiem kļūda vidēji eglei + 3,4%, priedei + 7,9%, lapeglei + 11,2%.

Pēc apļa caurmēra d šķērslaukums

$$g = \frac{\pi}{4} d^2 = 0,785 d^2. \quad (4)$$

Ja šķērsgriezums ir eliptisks, tad tam jāizmērī divi — isakais un garākais caurmērs a un b un tā laukums

$$g = \frac{\pi}{4} ab = 0,785 ab. \quad (5)$$

Anučina pētījumi rāda, ka skuju kokiem savstarpēji perpendikularie caurmēri atšķiras vidēji par 3,7%, bet stumbra apakšējā trešdaļā par 3,10%. Tāpēc apļa laukums tikai nedaudz lielāks par elipses laukumu.

No dažādām sugām egles šķērsgriezums ir vistuvāk aplim vai elipsei. Salīdzinot egles, priedes un lapegles šķērsgriezumus, redzam, ka eglei arī visgludākā un līdzīgākā miza, bet lapeglei tā ir rievaina, ar dažādiem nelīdzenumiem. Tāpēc sugām ar nelīdzenu un rievainu mizu, noteicot šķērslaukumu pēc apļa vai elipses formulas, vienmēr dabūsim pārspilētu rezultātu, salīdzinot ar precizajām šķērslaukuma noteikšanas metodēm. Stumbra resgalī starpība būs vēl jūtāmāka.

Pēc Dobrovļanskā pētījumiem visvairāk elipsei tuvojas priedes stumbra šķērsgriezumi vidus un augšējā daļā. To pašu

var attiecināt arī uz citām sugām, kam mizas biežums galotnes virzienā samazinās. Priežu stumbru (bez mizas) šķērsriezumi visās stumbra daļās ir tuvu elipsēm. Elipses laukums, aprēķināts pēc garākā un īsākā caurmēra, dod nedaudz labākus rezultātus nekā pēc diviem savstarpēji perpendikulāriem caurmēriem.

Pēc dažiem citiem pētījumiem tiem šķērsriezumiem, kas atšķiras no apļa, formula ar divi caurmēriem dod vislabākos rezultātus. Aprēķinot šķērslaukumu tikai pēc garākā caurmēra D , tas ir par lielu, bet pēc īsākā caurmēra d — par mazu. Praksē parasti rēķina pēc aritmetiski vidējā $\frac{D+d}{2}$, t. i., izlīdzinātiem caurmēriem

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D+d}{2} \right)^2$$

Šķērslaukumu var aprēķināt arī kā aritmetisko vidējo no diviem šķērslaukumiem, kur viens noteikts pēc garākā, bet otrs pēc īsākā caurmēra

$$g = \frac{\frac{\pi D^2}{4} + \frac{\pi d^2}{4}}{2} = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D^2 + d^2}{2} \right).$$

Lai noskaidrotu, kura no abām formulām ir piemērotāka un dod pareizākus rezultātus, tās nedaudz jāpārveido.

$$g = \frac{\pi}{4} \left(\frac{D+d}{2} \right)^2 = \frac{\pi}{16} (D+d)^2$$

Ieliekot formulā locekļus $2Dd - 2Dd$, no kā tās nozīme nemainīsies,

$$g = \frac{\pi}{16} (D^2 - 2Dd + d^2 + 2Dd + 2Dd) = \frac{\pi 4 Dd}{16} + \frac{\pi}{16} (D-d)^2$$

$$g = \frac{\pi}{4} Dd + \boxed{\frac{\pi}{16} (D-d)^2} \rightarrow = 0,1964 (D-d)^2$$

$$g = \frac{1}{2} \left(\frac{\pi D^2}{4} + \frac{\pi d^2}{4} \right) = \frac{\pi}{8} (D^2 + d^2).$$

Ievietojot formulā $2Dd - 2Dd$

$$g = \frac{\pi}{8} (D^2 - 2Dd + d^2 + 2Dd) = \frac{\pi 2Dd}{8} + \frac{\pi}{8} (D-d)^2$$

$$g = \frac{\pi}{4} Dd + \boxed{\frac{\pi}{8} (D-d)^2} \rightarrow = 0,3927 (D-d)^2.$$

No pārveidotām formulām redzams, ka pirmais paņēmieni ar izlīdzinātiem caurmēriem dod pareizākus rezultātus un formula ir teoretiski pareizāka.

Taksācijas praksei pilnīgi pietiek, ja šķērslaukumu noteic pēc diviem savstarpēji stateniskiem caurmēriem, ņemot no tiem aritmētisko vidējo. Kļūdām, kas šādā aprēķinā var rasties, par cēloni var būt šķērsriezuma novirzīšanās no kādas pareizas figūras, vai arī mizas nelīdzenumi. Kļūdas nav lielas, 1—3%, parasti pozitīvas. Ar dastmēru izmērītie savstarpēji stateniskie caurmēri ne katru reizi būs uzskatāmi par caurmēriem, jo bieži vien tie nekrustosies centrā, bet gan ārpus tā. Veselam stubbram nav iespējams konstatēt, vai izmērītais atstatums resp. caurmērs iet caur centru vai ne. Tam arī nav lielas praktiskas nozīmes, un šķērslaukuma rezultātu tas neietekmē.

Šķērslaukuma noteikšana pēc viena caurmēra, pieņemot, ka šķērsriezuma forma ir aplis, saistīta ar kļūdām, kas var sniegties pat līdz 10%. Ja koku skaits ir liels, tad pozitīvie un negatīvie novirzījumi var izlīdzināties, un gala rezultāti var būt pietiekami pareizi. Tāpēc arī, ja koki nav ar redzami nepareizu formu, praksē tos mēri tikai vienā virzienā.

Praktiskām vajadzībām šķērslaukuma noteikšanai lieto specialas tabulas, kur šķērslaukumi dažādiem caurmēriem jau izrēķināti. Šādas tabulas uzrāda šķērslaukumus dažādiem caurmēriem, mērītiem veselos centimetros dažādam koku skaitam, no 1—100 un pat vairākiem simtiem. Precīziem mērījumiem, kas izteikti centimetros un milimetros, ir atsevišķa tabula, kur šķērslaukumi aprēķināti atsevišķiem kokiem ar lielāku noteiktību. Šķērslaukumu tabulas atrodas katrā meža taksācijas rokas grāmatā un meža palīggrāmatijās, piem., Orlova, Tjurina u. c. palīggrāmatijās. Šādas tabulas ievietotas arī grāmatas pielikumā (1. un 2. tabula).

27. §. Caurmēra kļūdas ietekme šķērslaukumā

Apļa laukumu var izteikt ar $g = \frac{\pi d^2}{4}$, bet ja caurmērs d izmērīts ar kļūdu Δd , tad attiecīgais šķērslaukums

$$g_1 = \frac{\pi (d + \Delta d)^2}{4}, \text{ un šķērslaukuma kļūda}$$

$$\Delta g = g_1 - g = \frac{\pi (d + \Delta d)^2}{4} - \frac{\pi d^2}{4} = \frac{\pi}{4} (d^2 + 2d\Delta d + \Delta d^2 - d^2) = \\ = \frac{\pi}{4} (2d\Delta d + \Delta d^2).$$

Salīdzinot ar d , Δd ir ļoti mazs lielums, sevišķi vēl, ja tas ir kvadrātā, tāpēc to atmetot

$$\Delta g = \frac{\pi}{4} 2d\Delta d = \frac{\pi}{2} d\Delta d.$$

To var definēt šādi: ja caurmēra kļūda ir konstanta, tad šķērs-laukuma kļūdas absolūtais lielums ir proporcionāls caurmēram, bet ja konstants ir caurmērs — proporcionāls caurmēra kļūdai.

Šķērslaukuma kļūdu var izteikt arī procentos. Apzīmējot to ar p_g

$$\Delta g : g = p_g : 100 \text{ un } p_g = \frac{100 \Delta g}{g}.$$

Aizstājot Δg ar tā izteiksmi, bet g ar $\frac{\pi d^2}{4}$

$$p_g = \frac{100 \frac{\pi}{2} d \Delta d}{\frac{\pi d^2}{4}} = \frac{100 \pi d \Delta d 4}{2 \pi d^2} = \frac{200 \Delta d}{d}. \quad (6)$$

$$\text{Tā kā } \Delta d : d = p_g : 100 \text{ un } p_d = 100 \frac{\Delta d}{d} \quad (7)$$

$$\text{tad } p_g = 2 p_d. \quad (8)$$

Šķērslaukuma kļūdas procents ir proporcionāls caurmēra kļūdai un pretēji proporcionāls caurmēram. No tā izriet praktisks secinājums, ka, ja kļūdas procents viens un tas pats, lielākos caurmērus var vairāk noapaļot nekā mazākos.

Piemērs: pieņemot, ka šķērslaukuma kļūda nedrīkst pārsniegt 40/0, 25 cm caurmēra noapaļojums nedrīkst būt lielāks par 0,5 cm, jo no

$$p_g = 200 \frac{\Delta d}{d}$$

$$\Delta d = \frac{p_g d}{200} = \frac{4 \cdot 25}{200} = \frac{100}{200} = 0,5 \text{ (cm)}.$$

$$\text{Ja } d = 50 \text{ cm, tad } \Delta d = \frac{4 \cdot 50}{200} = \frac{200}{200} = 1,0 \text{ (cm)}.$$

Tas pats sakāms arī par apkārtmēra kļūdas ietekmi šķērslaukumā.

2. MĒRĪŠANAS KĻŪDAS UN KĻŪDU IZLĪDZINĀŠANAS PAMATI

A. IZLĪDZINĀŠANAS RĒĶINU PAMATJĒDZIENI

28. §. Mērišanas kļūdas un to cēloņi

Nevienu fizikālu mērījumu, arī nopietnākos zinātniskos pētniecības darbos, nevar veikt absolūti pareizi. Mēža taksacijā lietotās metodes uz absolūtu pareizību arī nepretendē, un tās ir lielākā vai mazākā mērā tuvinātas metodes. Mērišanas objekti, koki un to daļas, ir tik dažādi, ka arī tāpēc visos mērījumos ātrāk iespējamās kļūdas. Mērišanas kļūdas svārstās zināmās robežās. Kļūdas, kas pārsniedz robežas, sauc par rupjām kļūdām, bet kas atrodas šajās robežās — par neizbēgamām. Neizbēgamās kļūdas var izteikt kā absolūtos skaitļos, tā procentos.

Neizbēgamās kļūdas savukārt var iedalīt sistematiskajās un nejaušajās. Par sistematiskām kļūdām sauc tādas, kas vienos un tās pašos apstākļos ir ar vienu un to pašu zīmi, piem., ja dastmēra kustamais tveris nav statenisks pret mērlīniju, bet veido ar to platu leņķi, tad nolāsitais caurmērs ir mazāks par faktisko. Tā mērijot, pastāvīgi radīsies sistematiska negatīva kļūda. Ja sistematiskā kļūda ir konstatēta, tad to iespējams izslēgt resp. rezultātus izlabot.

Nejauso kļūdu cēloņi ir nejauši iemesli, kad vienos un tajos pašos apstākļos, atkārtoti mērijot kādu lielumu, iegūst atšķirīgus rezultātus, kas var būt gan lielāki, gan mazāki par faktisko vērtību. Nejausās kļūdas rodas no mērišanas instrumentu un mūsu uztveres orgānu nepilnības. Katrā mērījumā pozitīvās un negatīvās nejaušās kļūdas sastopamas apmēram vienādā daudzumā.

Novērojumu neizbēgamo kļūdu noteikšanai un izlīdzināšanai kalpo vismazāko kvadrātu metode. Kļūdu izlīdzināšana pēc vismazāko kvadrātu metodes jau sen lietota astronomiskos novērojumos un aprēķinos, tāpat arī ģeodezijā u. c., bet dendrometrijā tikai visjaunākajā laikā. Šī metode dod iespēju spriest par mērišanas paņēmieni noteiktību, par mērišanas instrumentu un citu palīgīdzekļu precizitāti, par iegūto datu kvalitāti un par dažiem citiem koku mērišanā svarīgiem jautājumiem. Metodes uzdevums ir izlabot ar kļūdām saistītos novērojumus, novērst pretrunas un atrast meklētā lieluma visvarbūtīgāko vērtību. Tā ir vietā sevišķi tur, kur izdarīti vairāki novērojumi, nekā tieši nepieciešams. Piemēram, noteicot koka augstumu ar kādu rokas instrumentu, mēs mērišanu atkārtojam vairākas reizes, lai kādas nejaušības dēļ neiegūtu nepareizus rezultātus. Katrā atkārtojumā

rezultats būs mazliet citādāks, kas no iepriekšējā nedaudz atšķirsies uz vienu vai otru pusi. Jo precizāk mērīšanu izdara, jo diference starp atsevišķiem mērījumiem ir mazāka. Mērīšanu atkārtojot, iepriekš nevar noteikt, vai sagaidāmais rezultāts būs lielāks vai mazāks par iepriekšējo. Ir gandrīz vienādi liela varbūtība sagaidīt tiklab vienu, tā otru. Katrā gadījumā tomēr var pieņemt, ka diference starp atkārtotiem novērojumiem nepārsniegs zināmas robežas. Novērošanas kļūdu apmēri nebūs skaidri zināmi, jo nav zināms īstais meklētais lielums, šai gadījumā īstais koka augstums. Novērojumu dažādības cēloņi ir nejausās kļūdas, tāpēc diferences starp atsevišķu novērojumu rezultātiem var noderēt par šo kļūdu raksturotājām. Tā kā nav iespējams izdarīt novērojumus bez kļūdām un līdz ar to noteikt kāda lieluma īsto vērtību, tad, stingri ņemot, nevar noteikt arī īstās kļūdas. Tomēr tuvināti tās var noteikt ar vairāku rūpīgi izdarītu novērojumu skaitļu aritmetiskā vidējā palīdzību.

Novērojumu izlīdzināšanas teorija balstās uz nejauso kļūdu likumībām. Tās pamatprasība ir, lai meklētā lieluma visvarbūtīgākās vērtības atrašanai lietoto novērojumu izlābojumu kvadrātu suma būtu vismazākā. Šādi izlābojumi atbilst šķietamām kļūdām un aizstāj īstos izlābojumus, kas tāpat kā īstās kļūdas nav noteicami.

Minima prasība, stingri ņemot, nav pierādāma, bet tomēr pamatojama. Visos mērījumos mēs parasti cenšamies panākt iespējami nekļūdīgus novērojumus. Tāpēc arī sagaidāmie novirzījumi un to kvadrātu sumas būs iespējami mazas. Protams, jau pirms kļūdu noteikšanas un izlīdzināšanas novērojumu materiāls vispār ir jāpārbauda.

29. §. Aritmetiskā vidējā noteikšana

Pētījamo kolektīvu locekļi, ko mēdz saukt par *v a r i a n t i e m*, parasti ir dabā vai tehnikā sastopami objekti, apskatīti pēc to kvantitatīvām īpašībām. Šādu kolektīvu, kas sastāv no atsevišķiem variantiem un sakārtots pēc vienas vai vairākām pazīmēm, sauc par *v a r i a c i j a s r i n d u*.

Turpmāk vienlaicīgi aplūkosim mērījumu rezultātu, tā arī variācijas rindas, jo tām ir daudzas vienādas īpašības.

Pēc *G a u s a* katrā novērojumu rindā no visiem gadījumiem vistuvākais īstajam lielumam ir aritmetiskais vidējais. To var noteikt, dalot mērījumos atrasto novērojumu vērtību sumu ΣX ar novērojumu skaitu n

$$M = \frac{\Sigma X}{n} \quad (9)$$

M — aritmetiskais vidējais, X — novērojumā iegūtas atsevišķas variējošās pazīmes vērtība, n — novērojumu skaits, Σ — sumas simbols.

Piemēram: 1. 28,10 m
 2. 28,20 „
 3. 28,00 „
 4. 27,90 „
 5. 28,30 „

$$M = \frac{28,10 + 28,20 + 28,00 + 27,90 + 28,30}{5} = \frac{140,50}{5} = 28,10 \text{ m.}$$

Tātad atkārtoti, ar vienādu noteiktību novērota nezināma lieluma visvarbūtīgākā vērtība ir novērojumu rezultātu aritmetiskais vidējais.

Šādā ceļā aritmetisko vidējo aprēķina tikai tad, ja novērojumu skaits ir mazs. Ja tas ir lielāks, tad novērojumu dati vispirms jāsadala vienveidīgos kopumos, sakārtojot variējošās pazīmes izteicējus skaitļus — variantus kritošā vai augošā kārtībā. Piemēram, 20 reizes izmērijot kāda koka augstumu ar statīva instrumentu, mainot arī instrumenta stāvvietu, iegūti šādi augstuma skaitļi: 28,0 28,0, 28,5, 27,8, 28,1, 27,9, 28,2, 28,1, 27,9, 28,1, 28,3, 28,2, 27,7, 27,8, 28,4, 28,1, 28,3, 28,0, 28,1, 27,7.

Ja sakārtojam skaitļus augošā kārtībā, tad redzam, ka variējošās pazīmes atsevišķas atkārtosies. Skaitļus varam sakārtot divās rindās, vienā variējošās pazīmes atsevišķas nozīmes X, bet otrā — cik reizes atsevišķā nozīme atkārtojas, t. s. biežumu f.

X	f	Xf
27,7	2	55,4
27,8	2	55,6
27,9	2	55,8
28,0	3	84,0
28,1	5	140,5
28,2	2	56,4
28,3	2	56,6
28,4	1	28,4
28,5	1	28,5
	20	561,2

Tā iegūto skaitļu rindu sauc par s a d a l ī j u m a rindu. Sadalījuma rindā aritmetiskais vidējais jānoteic, izsverot to ar biežumu.

$$M = \frac{X_1 f_1 + X_2 f_2 + X_3 f_3 + \dots + X_n f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n} = \frac{\Sigma Xf}{\Sigma f} \quad (10)$$

Augstuma mērišanas piemērā

$$M = \frac{561,2}{20} = 28,06 \text{ (m).}$$

Aritmetiskā vidējā noteikšanai sadalījuma rindās, sevišķi, ja novērojumu skaits ir liels, izstrādātas vairākas praktiskas metodes. Saīsinātā veidā aritmetisko vidējo var aprēķināt pēc „patvaļīgā vidējā”. Patvaļīgi pieņem kādu apaļu skaitli tuvu vidējam un aprēķina no tā variējošo pazīmju novirzījumus. Pieņemsim aug-

stuma mērišanas piemērā „patvaļīgo vidējo“ 28,0 un aprēķināsim no tā novirzījumus x_1 .

X	f	x_1	fx_1	fx_1^2
27,7	2	-0,3	-0,6	0,18
27,8	2	-0,2	-0,4	0,08
27,9	2	-0,1	-0,2	0,02
28,0	3	0	0	0
28,1	5	0,1	0,5	0,05
28,2	2	0,2	0,4	0,08
28,3	2	0,3	0,6	0,18
28,4	1	0,4	0,4	0,16
28,5	1	0,5	0,5	0,25
	20		1,2	1,00

Reizinot novirzījumus ar biežumu un dalot reizinājumu sumu ar rindas vienību skaitu, atrod starpību starp varbūtējo un „patvaļīgo“ vidējo. Pieskaitot šo starpību pie „patvaļīgā“ vidējā, atrodam aritmetisko vidējo.

$$1,2 : 20 = 0,06$$

$$M = 28,0 + 0,06 = 28,06 \text{ (m).}$$

Dažas citas metodes aritmetiskā vidējā aprēķināšanai atrodas katrā variāciju statistikas rokas grāmatā.

Meža taksacijā dažkārt nākas aprēķināt aritmetisko vidējo arī pēc „svaru“ metodes, piemēram, noteicot audzes vidējo augstumu. Sadalījuma rindas vidējais aprēķins, pieņemot par „svaru“ variējošās pazīmes atsevišķu nozīmju skaitu, vēl nav svēršana istā nozīmē, bet tikai aprēķināšanas gaitas saīsināšana. Svēršana istajā nozīmē notiek tikai tad, kad vidējo, t. i., pētījamās pazīmes tipisko vai raksturīgo lielumu noteic divas vai vairākas pazīmes. Šo paņēmieni vislabāk ilustrēt ar vienkāršu aritmetisku uzdevumu. Trīs meža strādnieki, sagatavodami dedzināmo malku, nostrādājuši attiecīgi 5, 6 un 4 dienas, sagatavojot caurmērā dienā 2,8, 3,5 un 2,5 sterus. Ja gribam noteikt dienas vidējo izstrādes normu, tad nevaram sasumēt $2,8 + 3,5 + 2,5 = 8,8$ st un dalīt sumu ar 3, t. i., $8,8 : 3 = 2,9$ st. Vidējais šeit ir atkarīgs no divu pazīmju lielumiem, no atsevišķa strādnieka dienas normas un no nostrādātā dienu skaita.

$$M_x = \frac{X_1 N_1 + X_2 N_2 + \dots + X_n N_n}{N_1 + N_2 + \dots + N_n}$$

$$M_x = \frac{2,8 \cdot 5 + 3,5 \cdot 6 + 2,5 \cdot 4}{5 + 6 + 4} = \frac{45}{15} = 3,0 \text{ (st).}$$

Nereti jāsaprotas ar saliktiem lielumiem, no kuriem sastādās novērojumu pazīmes atsevišķo lielumu nozīmes un no tiem aprēķinātais vidējais lielums. Arī šādu gadījumu vislabāk var ilustrēt ar iepriekšējam līdzīgu piemēru. Tā, piem., meža strādnieku vidējā mēneša izpeļņa ir salikts lielums, jo to noteic vairāki faktori. Tā ir atkarīga no darba dienu skaita mēnesī, no vienā dienā sagatavoto materiālu vairuma un no atalgojuma par katru izstrādātā materiāla vienību. Ar šāda veida vidējo aprēķināšanu jāsaprotas, salīdzinot audžu krājas.

30. §. Vidējais novirzījums, vidējā kvadratiskā kļūda un aritmetiskā vidējā kļūda

Aritmetiskā vidējā atrašana vēl nav pietiekama, lai kvantitatīvi raksturotu pētījamo vienveidīgo parādību kopumu. Bez vidējā vēl var noteikt atstarpi starp dotā kopuma pazīmes galējām nozīmēm. Šī atstarpe raksturo variācijas apjomu. To nevar uzskatīt par pietiekami stabili sadalījuma rindas raksturojumu, jo tā atkarīga no asām svārstībām padotiem galējiem lielumiem.

Otrs sadalījuma rindas kvantitatīvais raksturotājs ir vidējais novirzījums. Tas raksturo variējošās pazīmes atsevišķo nozīmju tuvumu aritmetiskajam vidējam. Vidējais novirzījums rodas no starpībām starp rindas atsevišķām nozīmēm no vienas puses un aritmetisko vidējo no otras puses. Tas izteic pazīmes atsevišķo nozīmju svārstību un izklaides pakāpi ap vidējo.

Jo vairāk rindas atsevišķās nozīmes svārstās un ir izklaidētas ap vidējo, jo lielāka arī šīs svārstības kvantitatīvā izteiksme — vidējais novirzījums, un otrādi: jo tuvāk atsevišķās nozīmes vidējam, jo mazāks to vidējais novirzījums no aritmetiskā vidējā.

Apzīmējot novirzījumus $X - M$ ar x un sasumējot to absolūtās vērtības, neievērojot zīmes, vidējo novirzījumu atrod, dalot sumu ar rindas locekļu skaitu

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum x}{n} \quad (11)$$

Daudz jutīgāks par vidējo novirzījumu ir vidējais kvadratiskais jeb standarta novirzījums, ko sauc arī par vidējo kvadrātisko kļūdu jeb vienkārši par

vidējo kļūdu. Tā ir daudz labāka mēraukla, un to uzskata par pazīmes izkļaides raksturotāju sadalījuma rindā. Vidējo kvadrātisko kļūdu aprēķina no novirzījumu kvadrātu sumas

$$\sigma^2 = \frac{x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2}{n}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}} \quad (12)$$

Formula pareiza istajām kļūdām un aptuveni pareiza arī šķietamām, ja n ļoti liels.

Izkļaides pakāpi var raksturot arī izkļaides relatīvais mērs. Tāds ir variācijas koeficients, ko atrod, izteicot vidējo kvadrātisko kļūdu procentos no aritmetiskā vidējā

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100 \quad (13)$$

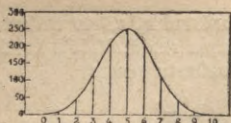
V — variācijas koeficients.

Aprēķinot sadalījuma rindas aritmetisko vidējo, nepieciešami zināt, cik tuvu tas stāv istajam nezināmam lielumam, kas būtu uzskatāms par visu iespējamo novērojumu vidējo. To rāda aritmetiskā vidējā vidējā kļūda jeb aritmetiskā vidējā standartkļūda, ko var aprēķināt pēc formulas

$$\mu = \frac{\pm \sigma}{\sqrt{n}} \quad (14)$$

31. §. Normalais sadalījums un normalā likne

Vislabāko izpratni par sadalījuma likumībām varam iegūt no lielāka skaita tīri nejaušu gadījumu. Piemēram, ar divi metamiem kauliņiem varam iegūt dažādu punktu kombināciju, sākot no $1 + 1$ un beidzot ar $6 + 6$, tāpat sakratot sauļā 10 vienādas monetas un izberot tās uz galda, daļai būs virspusē skaitlis, daļai ģerbonis. Ja šādu mēģinājumu atkārtoti ļoti daudzas reizes un izseko varbūtībai, ar kādu virspusē atradīsies ģerbonis, tad redzēsīm, ka mazākā varbūtība ir 0 un 10. Vislielākais gadījumu skaits būs ar vidēji lielu ģerboņu skaitu. Ja šādus novērojumus sakārtojam



52. att. Normālā sadalījuma līkne.

Gerboņu skaits	Kombināciju skaits
0	1
1	10
2	45
3	120
4	210
5	252
6	210
7	120
8	45
9	10
10	1

sadalījuma rindā, tad biežums rindas sākumā būs mazs, pret rindas vidu arvien pieaugs un, sasniedzot kulmināciju, pret rindas beigām atkal samazināsies. Attēlojot šādu sadalījuma rindu grafiski koordinātu tīklā, dabūjam zvanveida simetrisku līkni, ko sauc par *normālo sadalījuma līkni* (52. attēls).

Izrādās, ka lielā novērojumu skaitā arī nejausām kļūdām ir tāds pats gadījuma raksturs. Variējošās pazīmes nozīmju novirzījumi no aritmētiskā vidējā $X - M = x$ koordinātu tīklā grafiski attēlotas dod tādu pašu zvanveida līkni, ko simetriska pret argumentvērtības aritmētisko vidējo.

Sīkāk analizējot nejaušo kļūdu rindas normālo sadalījumu, izrādās, ka lielā novērojumu skaitā nejausām kļūdām piemīt noteiktas īpašības.

1) Pozitīvās un negatīvās kļūdas sastopamas apmēram vienādā daudzumā, un to summa tuvojas nullei;

2) mazas kļūdas sastopamas biežāk par lielajām un kļūdas nepārsniedz zināmas, no novērojumu precizitātes atkarīgas robežas.

Matemātiķis *Gauss* normalai sadalījuma līknei devis šādu izteiksmi:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (15)$$

Šī formula izteic varianta teoretisko varbūtību, kas atšķiras no aritmētiskā vidējā par novirzi x . Reizinot šo varbūtību ar gadījumu skaitu n , dabūsim minētā varianta skaitu kolektīvā jeb t. s. biežumu. *Gausa* nejaušo notikumu funkcija pieņems šādu veidu:

$$y = \frac{n}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}} \quad (16)$$

kur x — atsevišķa varianta novirzījums no aritmētiskā vidējā M ; y — variantu skaits, kuru novirzījums no aritmētiskā vidējā ir x ; $n = \Sigma y$ — visu variantu, t. i., kolektīva locekļu kopskaits; σ — vidējā kvadrātiskā kļūda.

Formula (16) ir ļoti noderīgs palīglīdzeklis dažādu kolektīvu pētišanai. Zinot sadalījuma rindas galvenos raksturotājus M un σ , var atrast kurās katras vērtības relatīvo biežumu, liekot formulā n vietā 1. Ja zināms arī visu variantu kopskaits n , tad formula dod katra patvaļīgi izvēlēta varianta teoretisko skaitu kolektīvā. Tā iegūtie skaitļi derīgi reālo sadalījumu salīdzināšanai ar normālo sadalījumu, ko izteic (16) formula.

Teoretiski var būt tādi varianti, kuru novirzījums no aritmētiskā vidējā ir bezgalīgi liels. Praktiski tam tomēr maza nozīme, jo robežās no $x = -3\sigma$ līdz $x = +3\sigma$ atrodas 99,7% no visa laukuma zem sadalījuma līknes. Tas nozīmē, ka tādu variantu parādīšanās, kam novirzījums ir lielāks par 3σ , gandrīz nemaz nav iespējama. 95,5% variantu vērtības atrodas robežās $M \pm 2\sigma$, bet 68,3% — robežās $M \pm \sigma$. 50% variantu atrodas robežās $M \pm \approx \frac{2}{3}\sigma$.

Ja gribam aprēķināt variantu daudzumu, kuru novirzījumi atrodas zināmās robežās, tad jānosaka laukums zem līknes, ko norobežo attiecīgas ordinātas starp noteiktām abscisu vērtībām. Izrēķinātās varbūtību integrāla vērtības sakopotas īpašās tabulās.

Ja kādas sadalījuma rindas novirzījumi no aritmētiskā vidējā jo tuvu stāv normalai līknei, tad vidējā kļūda noder par labāko precizitātes mērauklu.

32. §. Kļūdu sakrāšanās

Kļūdu sakrāšanās likumi māca, kādā kārtā atsevišķu novērojumu vidējās kļūdas pāriet uz šo novērojumu funkcijām. Par izejas bazi kļūdu noteikšanai izlieto sakarības, kādas pastāv starp meklēto lielumu, uz kuru kļūdas tiek pārnestas, un starp atsevišķiem novērojumiem — argumentiem — kļūdu pārnesējiem. Ja atsevišķu novērojumu vērtība ieiet kā loceklis sumā, starpībā, reizinājumā utt.; tad līdz ar to pāriet tā vidējā kļūda un arī gala rezultāts kļūst kļūdainis. Neapstājoties pie jautājuma teoretiskās puses, apskatīsim paņēmienu kļūdu noteikšanai un izlīdzināšanai.

1. Vairāku novērojumu algebriskās sumas vidējā kvadratiskā kļūda

$$\sigma_s = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_n^2} \quad (17)$$

kur $\sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_n$ ir atsevišķu novērojumu vidējās kvadratiskās kļūdas.

2. Diferences vidējā kvadratiskā kļūda noteicama tāpat kā sumas

$$\sigma_D = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2} \quad (18)$$

Divu aritmetisko vidējo diferences vidējā kļūda atkarīga no to vidējām kļūdām μ_1 un μ_2

$$\mu_D = \pm \sqrt{\mu_1^2 + \mu_2^2} \quad (19)$$

Diference uzskatāma par pamatotu, ja tā vismaz trīs reizes lielāka par diferences vidējo kļūdu

$$D \geq 3 \mu_D.$$

3. Ja meklētais lielums ir reizinājums, kur viens reizinātājs ir saistīts ar vidējo kvadrātisko kļūdu σ , bet otrs reizinātājs a ir bez kļūdas, tad tā vidējā kvadrātiskā kļūda

$$\sigma_x = \pm a \sigma \quad (20)$$

Ar šādu gadījumu jāsastopas, piemēram, aprēķinot audzes masu pēc vidējā paraugkoka metodes.

4. Meža taksacijā bieži jāsastopas arī ar iepriekšējam līdzīgu gadījumu, kad jāsaskaita vairāki reizinājumi, kur viens reizinātājs saistīts ar vidējo kļūdu σ , bet otrs a ir bez kļūdas. Šādas sumas vidējā kvadrātiskā kļūda

$$\sigma_x = \sqrt{a_1^2 \sigma_1^2 + a_2^2 \sigma_2^2 + a_3^2 \sigma_3^2 + \dots} \quad (21)$$

Ja $a_1 = a_2 = a_3 = \dots = a_n$, tad

$$\sigma'_x = a \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \dots} \quad (21-a)$$

Ja $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \dots = \sigma_n$, tad

$$\sigma''_x = \sigma \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 + \dots} \quad (21-b)$$

Bet ja iestājas abi šie apstākļi, tad

$$\sigma'''_x = a \sigma \sqrt{n}, \quad (21-c)$$

kur n ir sumas locekļu skaits.

5. Ne visos gadījumos starp novērojumiem un no tiem atvasinātām vērtībām pastāv tik vienkāršas attiecības. Vispārējā gadījumā kļūdu sakrāšanos var izteikt kā novērojumu funkciju

$$U = f(x, y, z) \dots, \quad (22)$$

kur U ir no x , y un z atvasinātais lielums. Tādas funkcijas vidējā kvadrātiskā kļūda

$$\sigma_U = \sqrt{\left(\frac{\partial U}{\partial x}\right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial y}\right)^2 \sigma_y^2 + \left(\frac{\partial U}{\partial z}\right)^2 \sigma_z^2 + \dots} \quad (23)$$

Šai formulā

$$\frac{\partial U}{\partial x}, \frac{\partial U}{\partial y}, \frac{\partial U}{\partial z} \dots$$

ir funkcijas parcialie atvasinājumi.

33. §. Tiešo novērojumu izlīdzināšana

1. Novērojumus, kas veikti vienādos apstākļos, ar vienu un to pašu instrumentu un rūpību, var pieņemt par vienādi precīziem — ar vienu un to pašu vidējo kļūdu. Parasti izdara vairāk novērojumu nekā tieši nepieciešams, un no tiem aprēķina aritmētisko vidējo, jo pieņem, ka no lielāka skaita aprēķinātais vidējais ir īstenībai tuvāks. Ar kļūdu sakrāšanās likuma palīdzību var iegūt aritmētiskā vidējā vidējās kļūdas izteiksmi. Šī izteiksme

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

rāda, ka vienkāršā aritmētiskā vidējā vidējā kļūda ir vienāda ar atsevišķa novērojuma vidējo kļūdu, dalītu ar kvadratsakni no novērojumu skaita. Tā kā vidējā kļūda samazinās pretēji proporcionāli kvadratsaknei no novērojumu skaita, tad nav praktiskas nozīmes palielināt novērojumu skaitu pāri zināmām robežām. Piemēram, ja $n = 4$ vidējā kļūda samazinās uz pusi, ja $n = 9$ — uz trešdaļu, ja $n = 100$ — uz desmitdaļu no atsevišķa novērojuma vidējās kļūdas.

Starp šķietamām un īstām kļūdām pastāv sakarība, jo pieņem, ka aritmētiskā vidējā vidējā kļūda izteic starpību starp īsto un varbūtējo vērtību. Tāpēc īstās kļūdas var izteikt ar šķietamām. Jautājuma teoretiskās puses iztīrījumu un pierādījumus atstāsim speciālām mācību grāmatām.

Atsevišķa novērojuma vidējās kļūdas noteikšanai, ja novērojumu skaits ir neliels, formulas

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2}{n}}$$

vietā lietojama formula

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} \quad (24)$$

Piemērs:

	h/m	x/cm	x ²	M = 28,10 m	
1.	28,10	0	0	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1000}{4}} =$ $= \pm 15,8 \text{ cm} = \text{noap. } 16 \text{ cm.}$	
2.	28,20	+10	100		
3.	28,00	-10	100		
4.	27,90	-20	400		
5.	28,30	+20	400		
			140,50	$\sum x = 0$	1000

Lai noteiktu variējošās pazīmes atsevišķas nozīmes vidējo kvadratisko kļūdu sadalījuma rindā, ir jāaprēķina svērtā vidējā kvadratiskā kļūda. Apzīmējot ar x novirzījumus no aritmētiskā vidējā un ar f biežumu

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{x_1^2 f_1 + x_2^2 f_2 + x_3^2 f_3 + \dots + x_n^2 f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{n}} \quad (25)$$

Ja novērojumu skaits neliels, tad arī šīs formulas vietā lietojama

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2 f}{n-1}} \quad (25-a)$$

Iepriekš apskatītajā augstuma mērīšanas piemērā $M = 28,06$ m (29. §).

X	f	x ₁	fx ₁	fx ₁ ²
27,7	2	-0,3	-0,6	0,18
27,8	2	-0,2	-0,4	0,08
27,9	2	-0,1	-0,2	0,02
28,0	3	0	0	0
28,1	5	0,1	0,5	0,05
28,2	2	0,2	0,4	0,08
28,3	2	0,3	0,6	0,18
28,4	1	0,4	0,4	0,16
28,5	1	0,5	0,5	0,25
n = 20		1,2 1,00		

Vidējās kvadratiskās kļūdas noteikšanu tāpat var saistīt ar „patvaļīgo“ vidējo. Tādā gadījumā

$$\sum x^2 = S_2 - \frac{S_1^2}{n}$$

kur $S_2 = \sum f x_1^2$ un $S_1 = \sum f x_1$ $\sum x^2 = 1,00 - \frac{1,44}{20} = 0,928$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{0,928}{20-1}} = + 0,22 \text{ (m).}$$

Pirmajā augstuma mērīšanas piemērā $M = 28,10$ m, $\sigma = \pm 0,16$, tātad $28,10 \pm 0,16$ robežās jeb no 27,94 — 28,26 m atrodas 68% jeb $\frac{2}{3}$ no visiem gadījumiem. Otrā piemērā $M = 28,06 \pm 0,22$ robežās no 27,84 — 28,28 atrodas 68% no visiem novērojumiem.

Šai piemērā izklaide ir mazāka, un ciešāk ap aritmetisko vidējo grupējas lielākais novērojumu vairums.

Atsevišķa novērojuma vidējā kļūda raksturo arī mērīšanas paņēmieni un instrumentu precizitāti. Pārnestā nozīmē tāpēc var runāt arī par instrumenta vidējo kļūdu, protams, tikai sakarā ar noteiktu darba paņēmieni. Lai instrumenta kļūdu pietiekami droši noteiktu, nepieciešami vismaz 15—20 novērojumi.

Aritmetiskā vidējā vidējo kļūdu nosaka pēc šādas formulas:

$$\mu = \frac{\pm \sigma}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{\sum x^2}{n(n-1)}} \quad (26)$$

$$\begin{aligned} \text{Augstuma mērīšanas piemērā } M &= 28,10 \text{ m} \\ \sigma &= \pm 0,16 \text{ m} \\ n &= 5 \end{aligned}$$

$$\mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{0,16}{\sqrt{5}} = \pm 0,07 = 7 \text{ (cm).}$$

Apzīmējums $M = 28,10 \pm 0,07$ saprotams tā, ka pastāv varbūtība 68% apmērā, ka īstais nezināmais lielums neatšķirsies no aprēķinātā $M = 28,10$ vairāk par $\pm 0,07$ m.

Aritmetiskā vidējā vidējā kļūda dod iespēju noteikt arī, cik mērījumu nepieciešams, lai tā nepārsniegtu zināmas robežas.

$$\text{No } \mu = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} \text{ var aprēķināt } n; \sqrt{n} = \frac{\sigma}{\mu}; n = \frac{\sigma^2}{\mu^2} \quad (27)$$

Uzdodot jautājumu, cik augstuma mērījumu jāizdara, lai μ nepārsniegtu 5 cm, jāaprēķina n

$$n = \frac{\sigma^2}{\mu^2} = \frac{0,0256}{0,0025} = \sim 10.$$

2. Ja visi novērojumi nav izdarīti ar vienādu noteiktību, t. i., tos ir veikuši dažādi cilvēki ar dažādiem instrumentiem, dažādos apstākļos, tad atsevišķu mērījumu rezultāti var būt ar dažādām vidējām kļūdām, un ar vienkāršu aritmetisko vidējo vairs nevarēs apmierināties. Dažādas noteiktības novērojumiem būs vajadzīgi dažādi izlabojumi.

Kāda nezināma lieluma noteikšanai iegūtos nevienvērtīgos novērojumus varam iedomāties kā vidējos no vienvērtīgām, bet ar dažādu skaitu pārstāvētām grupām. Kā zināms, aritmetiskā vidējā vidējās kļūdas lielums atkarīgs no novērojumu skaita.



53. att. Eglājs (*Picea hibernica*)

Tāpēc novērojumu skaits netieši izlietojams grupu svāra izteikšanai. Praktiski „svāru“ noteikšanai izlieto sakāribu

$$p = \frac{\sigma^2}{\mu^2}. \quad (27-a)$$

Vienā mērijumu rindā σ^2 ir konstants. Lai dažādas mērijumu rindas būtu salīdzināmas, tad, pieņemot vienu vidējo kļūdu ar svāru 1 un no tā izejot, aprēķina pārējo svāru.

Atsevišķa novērojuma vidējo kļūdu aprēķina pēc formulas:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum p x^2}{n-1}}, \quad (28)$$

kur n ir ar nevienādu noteiktību izdarītais novērojumu skaits, bet p svāru apzīmējums.

Vispārīgā aritmetiskā vidējā vidējo kļūdu noteic pēc šādas formulas:

$$\mu = \sqrt{\frac{\sum p x^2}{\sum p (n-1)}}. \quad (29)$$

B. DAŽĀDI RĒĶINĀŠANAS PALĪGLĪDZEKĻI

34. §. Literārie un grafiskie palīglīdzekļi

Daudzi meža taksācijas uzdevumi saistīti ar lielāku vai mazāku novērojumu skaitļu izlietošanu masas, pieauguma un citiem aprēķiniem.

Tāpat kļūdu noteikšana un to izlīdzināšana prasa novērojumu skaitļu apstrādāšanu. Lai šo darbu vienkāršotu, padarītu ērtāku un vieglāku, mēdz lietot dažādus palīglīdzekļus. Ļoti tālu citām nozarēm priekšā tikusi šolaiku banku un biroju tehnika. Bet arī meža taksācijā iespējams skaitļošanas darbus vēl vairāk racionalizēt, lietojot literārus un mehāniskus palīglīdzekļus.

Ar reizināšanu un dalīšanu saistītos skaitļošanas darbus ļoti lielā mērā atvieglo reizināšanas tabulas. Tādu tabulu ir daudz un tās dažādi iekārtotas. No populārākajām un parocīgākajām var minēt: O. Rurka reizināšanas tabulas¹ ar Tarasova paskaidrojumiem. Tās lietojamas reizināšanai un dalīšanai, bet piemērojamas arī kvadrātsaknes izvilkšanai. Darbībām ar daudz-
zīmju skaitļiem piemērotas dažas citas reizināšanas tabulas,

¹ O. Рурк, Таблицы умножения.

kurām pievienotas arī tabulas otras un trešās pakāpes noteikšanai un sakņu izvilkšanai. Tabulu iekārtojums ir samērā vienkāršs, un parasti pie katrām tabulām atrodas paskaidrojumi par to lietošanu.

Neaizstājams palīgīdzeklis taksācijas aprēķinos ir apvienotās šķērslaukuma un cilindru tilpuma tabulas. Kā šķērslaukuma tabulas tās uzdod apļa laukumu pēc dotā caurmēra un koku skaita. Tai pašā laikā, pieņemot tabulās uzrādīto koku skaitu par cilindra augstumu, var atrast katram caurmēram atbilstošu cilindra tilpumu. Pastāv arī tabulas tikai šķērslaukuma noteikšanai pēc precīzi izmēritiem caurmēriem. Šķērslaukumu tabulu ir daudz. Saīsinātā veidā iekārtotas šādas tabulas atrodamas katrā mežkopja palīggrāmatiņā, mežsaimniecības kalendarā un rokas grāmatā, piemēram, „Meža palīggrāmatiņa“, „Meža darbinieku kalendars“ u. c. Specialās rokas grāmatās šādas un arī daudzas citas tabulas atrodas dažādā iekārtojumā. Šeit būtu minamas: M. M. Орлов, „Лесная вспомогательная книжка“, А. В. Тюрин, „Лесная вспомогательная книжка“ 1945, Н. А. Кошарновский, „Справочник по таксации лесоматериалов“ un citas.

Jaunākā laikā mežsaimniecības praksē ļoti plaši lieto arī **н о м о г р а м а с**.

Padomju mežsaimniecībā šo palīgīdzekli ieteicis prof. А н у ч и н с 1943. g., izstrādādams un publicēdams dažādu taksācijas uzdevumu atrisināšanai veselu rindu nomogramu.

Nomograma ir grieķu vārds un apzīmē grafiski izteiktu likumu. Šāda likuma grafika dod iespēju atrast funkciju vērtību.

Nomogramas ir ērtas lietošanai un daudzos gadījumos tās var izspiest no lietošanas neērtākas tabulas. Tās konstruē uz algebrisku vienādojumu pamata. Nomogramas dod iespēju atrisināt uzdevumus ar ierobežotu noteiktību līdz 2—3 drošām zīmēm, kas praktisko vajadzību lielākai daļai ir pilnīgi pietiekami.

Taksācijas vajadzībām vislabāk atbilst izlīdzināto punktu nomogramas, konstruētas paralelās koordinātās. Nomogramu skalas pa lielākai daļai ir logaritmiskas.

Nomogramas konstruē atbilstoši šādam vienkāršam vienādojumam:

$$z = \frac{x + y}{2},$$

t. i., ka trapezas viduslīnija līdzīga divu paralelo malu pussumai.

Taksācijas elementi, no kā sastādās pamatvienādojums, ļoti bieži atrodas funkcionālā sakarībā ar citiem taksācijas elementiem. Piemēram, stumbra šķērslaukums ir tā caurmēra funkcija

$$g = f(d).$$

Tas dod iespēju funkcijas aizstāt ar argumentiem un otrādi — argumentus ar funkcijām.

Piemēra dēļ apskatīsim nomogramu šķērslaukuma noteikšanai pēc caurmēriem un koku skaita, ko iespējams konstruēt atbilstoši šādam vienādojumam:

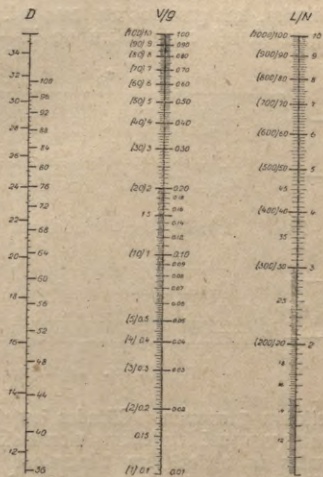
$$g = gn.$$

Logaritmējot un dalot vienādojuma abas puses ar 2, formula iegūst augšminētās trapezas viduslīnijas izteiksmi:

$$0,5 \log g = \frac{\log g + \log n}{2}.$$

Šādam vienādojumam atbilstoša nomograma parādīta 54. attēlā. Tā sastāv no 3 vertikālām līnijām: vidējās, kreisās un labās, kas perpendikularas pret pamatu. Abas malējās līnijas atrodas vienādā atstatumā no vidējās. Uz kreisās malējās līnijas atrodas caurmēru skala, uz labās — koku skaita skala, bet uz vidējās divreiz mazākā mērogā šķērslaukumiem atbilstošo caurmēru logaritmu iedaļas. Skalu uzlikšanai ļoti izdevīgi izlietot logaritma lineāla skalu iedaļas.

Lai atrastu šķērslaukumu, uz kreisās skales uzmeklē vajadzīgo caurmēru d , bet uz labās — atbilstošo koku skaitu n . Pieļiekot pie attiecīgām iedaļām lineāla slīpo malu, tās krustošanās punktā ar vidējo skalu noslasām atbilstošo šķērslaukuma vērtību.



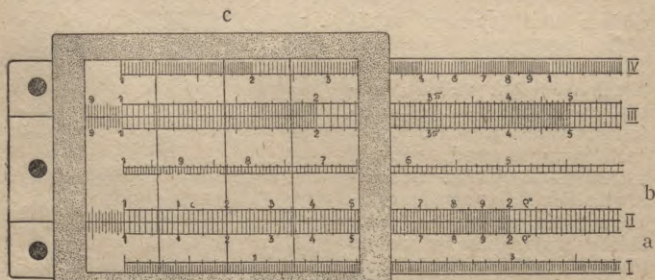
54. att. Šķērslaukuma nomograma

Ši pati nomograma noder vēl divām citām vajadzībām. Ar tās palīdzību var noteikt arī cilindru tilpumu (vidējā skala) pēc dotā caurmēra (kreisā skala) un garuma (labā skala). Ar tās palīdzību var noteikt arī audzes vidējo caurmēru pēc audzes kopējā šķērslaukuma un koku skaita.

35. §. Mechaniskie palīglīdzekļi

Mechaniskos palīglīdzekļus var iedalīt divās grupās. Vienā tādus, kas konstruēti speciāli meža taksācijas vajadzībām, bet otrā — parastos, mechaniskos skaitļošanas palīglīdzekļus.

Visvairāk ir mēģināts mechanizēt stumbru vai to nogriežņu tilpuma noteikšanu, lietojot tabulu vietā specialus aparatus. Pazīstamākais no šādiem aparātiem ir cilindriskais „Kubus“, ko lieto apaļo sortimentu tilpuma noteikšanai. Tas sastāv no guloša cilindra, kas grozāms ap savu asi. Uz cilindra virsas atrodas tilpuma skaitļi caurmēriem no 10—70 cm, katrā rindā vienam no-



55. att. Logaritmu lineala schema

teiktam garumam. Cilindrs ievietots skārda vai celuloīda čaulā, kuras virspusē izgriezums vienas skaitļu rindas lielumā. Uz čaulas malas ir attiecīgiem tilpumiem atbilstošie caurmēri. Pagriežot cilindru ap asi, var nostādīt vajadzīgo garumu pret izgriezumu un nolasīt dotam caurmēram atbilstošo tilpumu.

Līdzīgam nolūkam noder „Kubikators“, tāpat citi tilpuma noteikšanas aparāti. Tajos cilindra vietā ir kartona vai cita materiāla ripas, uz kurām atrodas tilpuma tabulas. Tilpumu nolasā pretīm

attiecīgam caurmēram un augstumam, pārbidot vai radially grozot linealu. Šādi aparāti sniedz to lietotājiem zināmu atvieglojumu darbā, bet tomēr nav tik pilnīgi kā tilpuma tabulas.

No otras grupas palīgīdzekļiem veiklai un ērtai novērojumu skaitļu aprēķināšanai neaizstājams ir logaritmu lineals. Tam ir daudzpusīga lietošanas iespēja, kas prasa tikai nelielu ievingrināšanu. Izplatītākie ir Ļeņingradas un „Rīca“ logaritmu lineali.

Lineals sastāv no pamata a, šautriņas b un lodziņa c (55. att.). Lodziņam pa vidu iet tieva svītriņa, ar kuru var uzstādīt un atrast vajadzīgos skaitļus. No vidējās svītriņas vienādos atstatumos uz abām pusēm atrodas malējās svītriņas. Uz lineala pamata 4 skalas, kas attēlā apzīmētas ar I, II, III, IV. II un III skala atrodas arī uz šautriņas, bet dažiem linealiem šautriņas vidū vēl II skala apgrieztā veidā. Visas skalas 25 cm garumā. II un III skalas galos parasti ir sarkanas krāsas papildskalas, t. i., daži posmi no skalas otra gala.

I skala sadalīta 500 vienādās daļās. Ja skalas garums 25 cm, tad vienas iedaļas vērtība 0,002, bet iedaļas puse, ko var nolasīt pēc acumēra, 0,001. Uzstādot ar lodziņa svītriņu 0,301, tam pretim uz otras skalas atradīsies 2, pret 0,477 I skalā — 3 II skalā, pret 0,602 — 4 II skalā utt., I un II skala izteic trīszīmju logaritmu tabulu. Uz I skalas atrodas doto skaitļu mantisas, bet uz II skalas attiecīgie raksturojumi.

II skalā atstatums no 1—2 iedalīts 100 nevienādās iedaļās, no kurām katra desmitā apzīmēta ar 1, 2, 3... vai 1,1; 1,2; 1,3... Nostādot lodziņa svītriņu uz 6 resp. 1,6, dabūsim skaitļus 1,6, 16, 160, 0,16 utt. Komata vietu logaritmu lineals nerāda. Atstatums starp 2 un 3, 3 un 4 sadalīts 50 daļās. Tātad iedaļas vērtība 0,02. Atstatumi starp 4 un 5, 3 un 6 un pārējiem sadalīti 20 daļās ar mazākās iedaļas vērtību 0,05. Visas mazākās iedaļas pēc acumēra vēl var sadalīt desmitdaļās. Tāpēc atstatumā starp 1 un 2 var noteikti nolasīt četrzīmju skaitli, bet pārējos — trīszīmju skaitli.

Uz III skalas logaritmu vienības divas reizes mazākas nekā iepriekšējās. Tāpēc tani pašā garumā uz tās var atrast visu skaitļu logaritmus no 1—100.

Uz IV skalas ir logaritmi skaitļiem no 1—1000. Šīs skalas logaritmu vienības līdzīgas $\frac{1}{3}$ no I skalas vienībām.

Cipari pret iedaļām apzīmē skaitļus, bet pašas iedaļas — logaritmus. Rīkojoties ar logaritmu linealu, mēs izlietojam logaritmus rēķināšanai, tos pašus nemaz neatrodot.

Reizināšana ar II skalu

Reizinot skaitli a ar b , mēs varam to izteikt kā

$$\log ab = \log a + \log b.$$

Lai pareizinātu 2 ar 3, tad šautriņas kreisā gala cipars 1 jānostāda pret lineala II skalas 2, bet lodziņa vidējā svītriņa pret šautriņas II skalas 3. Reizinājumu 6 nolasa pret lodziņa svītriņu uz II pamatskalas.

Piemērs: $1,8 \times 3,5 = 6,3$.

Šautriņas kreisā gala 1 nostāda pret lineala 1,8, bet lodziņa vidējo svītriņu uzbīda uz 3,5. Zem tā uz lineala nolasa reizinājumu 6,3. Ja vēlams pareizināt 8 ar 3, tad, nostādot kā parasti 8 ar šautriņas kreiso galu, cipars 3 uz šautriņas atradīsies ārpus lineala skalas. Tāpēc 8 jānostāda ar šautriņas labā gala 1 resp. 10, bet pret reizinātāju 3 uz šautriņas II skalas jāpabīda lodziņa svītriņa. Zem tās uz lineala skalas jānolasa reizinājums 24.

Tātad, ja reizinot divus skaitļus lineals izrādās par isu, tad reizināmo uz II pamatskalas nostāda ar šautriņas 1 a b o galu.

Ja divu skaitļu reizinājums atrodas pa labi no reizināmā, t. i., šautriņa iet uz labo pusi, tad reizinājums sastādās no $m + n - 1$ zīmēm, kur m un n ir reizināmā un reizinātāja zīmju skaits. Ja turpretim reizinājums atrodas pa kreisi no reizinātāja, tad tas sastāv no $m + n$ zīmēm. Piemēram: 0,7 ir 0; 0,07 ir -1 ; 0,007 ir -2 , bet 777 ir 3 zīmes.

Piemērs: $0,0025 \cdot 2,4 = 0,006$.

Šautriņa iet uz labo pusi, tāpēc reizinājuma zīmju skaits būs $(-2) + 1 - 1 = (-2)$.

Piemērs: $27 \cdot 38 = 1026$.

Reizinājums atrodas pa labi no uzstādījuma vai šautriņa iet uz kreiso pusi, tāpēc reizinājumā būs $2 + 2 = 4$ zīmes.

Dalīšana ar II skalu

Dalījumu $a : b$ varam uzrakstīt kā $\log(a : b) = \log a - \log b$. Lai izdalītu 6 ar 3, tad no $\log 6$ jāatņem $\log 3$. Ar logaritmu linealu to veic šādi: ar lodziņa svītriņu uzstāda uz II pamatskalas dalāmo 6, bet tam pretim pabīda dalītāju — šautriņas II skalas 3. Dalījumu 2 nolasa uz II pamatskalas pret šautriņas kreisā gala 1. Šautriņas skalas cipars 5 pret pamatskalas 1 izteic pretējo dalījumu, t. i., $3 : 6 = 0,5$.

Lai izdalītu $24 : 7,5 = 3,2$, nostāda ar lodziņa svītriņu dalāmo 24 uz pamatskalas un tam pretim pabīda dalītāju 7,5 uz šautriņas skalas. Dalījumu 3,2 nolasa uz pamatskalas pret šautriņas labā gala 1. Pretējo dalījumu

$$7,5 : 24 = 0,312$$

atrodam uz šautriņas skalas pret pamatskalas kreisā gala 1.

Ja šautriņa virzās pa labi, t. i., dalījums atrodas pa kreisi no dalāmā, tad tas sastāv no $m - n + 1$ zīmēm, bet pretējā gadījumā no $m - n$ zīmēm. Pēdējā piemērā šautriņa virzījās uz kreiso pusi, tādēļ $2 - 1 = 1$, t. i., dalījumā ir 1 zīme 3,2. Pretējā gadījumā $7,5 : 24 = 0,312$; $1 - 2 + 1 = 0$.

Vairākkārtēja reizināšana un dališana

Ērti ir savienot reizināšanu ar dališanu, jo tad jānolasa tikai gala rezultāts.

Piemērs: $\frac{36 \cdot 45}{24} = 67,5$.

Atrod vispirms dalījumu $36 : 24$ un nenolasot pabīda lodziņa svītriņu pret šautriņas 45. iedaļu. Rezultātu nolasa pret svītriņu uz pamatskalas. Šautriņa bija izvērsta pa labi, tāpēc zīmju skaits līdzināsies skaitītāja un saucēja zīmju skaita starpībai. Dalot šautriņa vispirms pavirzījās pa labi, tāpēc jāatzīmē 1, reizinot tā pavirzījās pa kreisi, tāpēc jāatzīmē -1 .

$4 - 2 + 1 - 1 = 2$, t. i., rezultāts būs divzīmju skaitlis.

Piemērs: $\frac{432 \cdot 32,4 \cdot 0,0217 \cdot 0,98}{0,00000621 \cdot 412000 \cdot 0,175 \cdot 4,71} = 141$.

Vispirms atrod dalījumu $432 : 621$ un, to nenolasot, reizina ar 324 un izdala ar 412. Dalījumu tālāk reizina ar 217 un izdala ar 175, atkal reizina ar 98 un dala ar 471. Pēdējā darbībā šautriņa izvērzījās pa labi, tāpēc zīmju skaits jāpalielina par 1. Skaitītājā reizinātāju zīmju skaits ir $3 + 2 + (-1) + 0 = 4$, bet saucējā $(-5) + 6 + 0 + 1 = 2$. Rezultatā $4 - 2 + 1 = 3$ zīmes.

Reizināšana un dališana ar III skalu

Reizināšanai un dališanai var lietot arī III skalu tādā pašā veidā kā II skalu, bet tā kā tā ir mazākā mērogā, tad rezultāti nebūs tik noteikti. Šai skalai ir tā priekšrocība, ka nav jāpārbīda šautriņa.

Kvadratās pakāpes un saknes atrašana

Tā kā $\log a^2 = 2 \log a$, tad a stāvoklim II skalā atbilst a^2 stāvoklis III skalā, jo tās mērogs divi reizes mazāks par II skalas mērogu.

Pabīdot lodziņa svītriņu uz II skalas 2, III skalā tam pretim atradīsies 4, pret 3 II skalā stāv 9 III skalā utt.

Paceļot n -zīmju skaitli kvadratā, rezultatā zīmju skaits būs $2n - 1$ vai $2n$. Ja kvadratā pakāpe atrodas III skalas pirmajā pusē, tad zīmju skaits ir $2n - 1$, ja otrā pusē, tad $2n$.

Piemērs: $25^2 = 625$.

Rezultats atrodas skalas pirmajā pusē, tāpēc tas sastāv no $2n - 1 = 2 \cdot 2 - 1 = 3$ zīmēm.

Piemērs: $0,0425^2 = 0,001806$.

Rezultats atrodas skalas otrā pusē, tāpēc tas sastāv no $2n = 2 \cdot 1 = 2$ zīmēm.

Ja jāatrod kvadratsakne no dotā skaitļa, tad ar lodziņa svītriņu uz III skalas jāuzstāda zem radikāla esošais skaitlis un tam pretim uz II pamatskalas jānolasa saknes vērtība. Ja zem radikāla esošais skaitlis izteikts ar nepāra cipariem, tad tas jāuzmeklē III skalas pirmajā pusē, ja ar pāru cipariem — tad III skalas otrajā pusē. Ja tas ir $2n$ vai arī $2n - 1$, tad sakne vienmēr sastāv no n zīmēm.

Piemērs: $\sqrt{36} = 6$.

36 jāuzmeklē III skalas otrā pusē. Zīmju skaits būs $2n = 2$. tātad $n = 1$.

Piemērs: $\sqrt{361} = 19$.

361 jāuzmeklē skalas pirmajā pusē. Zīmju skaits būs $2n - 1 = 4 - 1 = 3$; $n = 2$.

Piemērs: $\sqrt{0,0049} = 0,07$.

Skaitlis jāuzmeklē skalas otrā pusē. Zīmju skaits $2n = -2$; $n = -1$.

Reizināšana un dalīšana ar kvadratās pakāpes un saknes skaitļiem

Ja, piemēram, jāpareizina $22 \cdot 2,5^2 = 137,5$, tad nostāda šautriņas kreiso galu pret II skalas 25, bet lodziņa svītriņu pret šautriņas II skalas 22. Reizinājumu 137,5 nolasa uz III pamatskalas pret lodziņa svītriņu.

Piemērs: atrast x , ja $x : 63,5 = 118^2 : 182^2$

$$x = 63,5 \left(\frac{118}{182} \right)^2 = 26,6.$$

Vispirms uzstāda dalījumu uz II pamatskalas, un tam atbilstošo kvadrātu uz III skalas reizina ar 63,5. Zīmju skaits dalījumam $2n = 2 \cdot 0 = 0$, bet reizinājumam, kas atrodas pa kreisi no reizināmā $m + n = 0 + 2 = 2$.

Piemērs: $0,361 \sqrt{124} = 4,02$.

Ar šautriņas kreiso galu uzstādām II skalā 361, bet ar lodziņa svītriņu šautriņas III skalā 124. Pret lodziņa svītriņu II pamatskalā nolasa rezultātu 4,02.

Kubiskās pakāpes un saknes atrašana

$\log a^3 = 3 \log a$, a stāvoklim II skalā atbilst a^3 stāvoklis IV skalā. Ja kubiskā pakāpe atrodas IV skalas pirmajā trešdaļā, tad rezultāts sastāv no $3n - 2$ zīmēm, ja otrajā trešdaļā, tad no $3n - 1$, bet ja trešajā trešdaļā, tad no $3n$ zīmēm.

Piemērs: $47^3 = 104000$, faktiski 103823.

47 ir divzīmju skaitlis, trešā pakāpe atrodas trešajā trešdaļā un sastāv no $3 \cdot 2 = 6$ zīmēm.

Kubiskās saknes izvilkšanai zem radikāla esošo skaitli uzmeklē ar lodziņa svītriņu IV skalā un pret šo svītriņu II skalā nolasa sakni. Zem radikāla esošais skaitlis iepriekš jāsadala grupās pa 3 cipariem; veselos skaitļus sadala no komata uz kreiso pusi, decimāldaļas — no komata uz labo pusi. Ja pirmā grupa sastāv no 1 cipara, tad tas jāmeklē pirmajā trešdaļā, ja no 2 cipariem, tad otrā trešdaļā un ja no 3 cipariem, tad trešajā trešdaļā. Cik grupu skaitli, tik zīmju arī kubiskajā saknē.

Piemērs: $\sqrt[3]{18000} = 26,2$.

Sadalot 18000 grupās kreisajā pusē būs 18, t. i., 2 zīmes. Uzstādām 18 IV skalas otrajā trešdaļā un uz II skalas nolasām sakni 26,2.

Apļa laukuma un caurmēra aprēķināšana

Lai aprēķinātu apļa laukumu pēc dotā caurmēra d , nostāda šautriņas labā gala 1 pret II skalas d vērtību un reizinām to ar

III skalas 0,785, kas ērtības labad uz lineāla apzīmēts ar garāku svītriņu.

$$F = d^2 \frac{\pi}{4} = d^2 \cdot 0,785.$$

Piemērs: $d = 20$ cm; $F = 20^2 \cdot 0,785 = 314$ (cm²).

Ja lodziņam bez vidējās ir arī malējās svītriņas, tad nostāda caurmēru d ar vidējo svītriņu uz II pamatskalas un nolasa apļa laukumā pret kreiso malējo svītriņu III pamatskalā. Ja caurmērs ir tāds, ka nostādot to 0,785 svītriņa iziet ārpus lineāla robežām, tad lieto citu paņēmieni.

$$\text{Piemērs: } F = d^2 \cdot \frac{\pi}{4} = \frac{d^2}{\frac{4}{\pi}} = \left(\frac{d}{\sqrt{\frac{4}{\pi}}} \right)^2,$$

$\sqrt{\frac{4}{\pi}} = 1,13 = C$. C ir atzīmēts šautriņas II skalā ar sevišķu svītriņu. Caurmēru d no dotā apļa laukuma atrodam pēc šādas sakarības:

$$d = \sqrt{\frac{F}{\frac{\pi}{4}}}$$

Ja F sastāv no nepāra zīmju skaita, to uzstāda ar lodziņa svītriņu III skalas pirmajā pusē, ja no pāra zīmju skaita, tad III skalas otrajā pusē, un zem tā pabīda šautriņas iedaļu 0,785. Rezultātu nolasa pret šautriņas galu II pamatskalā.

$$\text{Piemērs: } F = 7,5, \quad d = \sqrt{\frac{7,5}{0,785}} = 3,09.$$

Tieši meža taksācijas vajadzībām konstruēti vairāki speciali logaritmu instrumenti, kas gan elementārāki izpildījumā un kuru lietošanas iespējas līdz ar to ir ierobežotākas. Šeit varētu minēt speciało logaritmisko mērīklu un dažādos logaritmiskos lokus, kas domāti visvairāk tilpuma noteikšanai. Universālais logaritmu lineāls ir ar daudz plašākām lietošanas iespējām un tāpēc tam priekšrocība.

Skaitļošanas un rēķināšanas darbā lielu palīdzību sniedz skaitļi, adiatori un skaitļojamās mašīnas. Kamēr logaritmu lineāls dod tikai zināmas noteiktības rezultātus, ar skaitļojamo mašīnu var iegūt absolūti pareizus rezultātus. Turklāt rēķināšanā ar lieliem skaitļiem, sevišķi reizināšanā, skaitļojamā mašīna ir neatsverams palīgīdzeklis.

Skaitļojamā mašīnā sākuma skaitli (reizināšanā) uzstāda ar sviriņām vai podziņām t. s. „uzstādīšanas ciparniekā“. Aritmetiskās darbības rezultāts parādās „rezultātu ciparniekā“, kas uz slidošas sliedes pārbīdāms vienā vai otrā virzienā tā, ka, piemēram, reizinot varam ievērot vieninieku, desmitnieku, simtnieku utt. stāvokli tāpat, kā rakstot uz papīra. Pārbīdot to pa vienai vietai un apgriežot katrā vietā rokturi tik reizes, kāds ir reizinātāja attiecīgās vietas cipars, iegūstam reizinājumu, kas nolasāms „rezultātu ciparniekā“. Kontrolei noder „apgriezīenu ciparnieks“, kas parāda katras vietas apgriezīenu skaitu, citiem vārdiem, reizinātāju.

Līdzīgā veidā norisinās arī dalīšana.

Ir vairāki skaitļojamo mašīnu tipi, kas nedaudz atšķiras konstrukciju ziņā.

3. NOCIRSTA KOKA UN TĀ DAĻU TAKSACIJA

A. KOKU STUMBRU TILPUMA NOTEIKŠANAS TEORETISKIE PAMATI

36. §. Koku stumbru forma

Stumbrs ir vērtīgākā koka daļa, un tas atrodas meža taksācijas uzdevumu centrā. Formas ziņā koku stumbri ir ļoti dažādi, sākot no īsiem, rauktiem savrupkokiem līdz gariem, slaidiem audzē augušiemi kokiem. Forma atkarīga no sugas, vecuma, augšanas apstākļiem un citiem faktoriem. Slēgtā audzē augušiemi kokiem ir vertikāla stumbra ass un samērā simetriska uzbūve. Tomēr stumbra šķērsriezums reti kad ir pilnīgi aplis. Šķērslaukums no resgaļa virzienā uz galotni arvien samazinās un stumbrs kļūst tievāks. Lai gan izveidojums ir samērā vienmērīgs, katram stumbriem tomēr ir savādāka forma. Tāpēc arī nav iespējams atvasināt tādu tilpuma formulu, kas būtu vienādi derīga visu stumbru tilpuma noteikšanai.

Ja iedomājamies stumbru pārgrieztu pa tā garenisko asi, tad līnija, kas ierobežo gareniskā griezuma laukumu, ir līkne, kas vienmērīgi veidotiemi stumbriem atradīsies simetriski pret stumbra asi (56. attēls). Šī līkne nosaka stumbra formu un tilpumu. Līkni var raksturot ar vienādojumu, kas izteic attiecsmi starp tās abscisām un ordinatēm. Pētījumi par dažādu stumbru līknēm rāda, ka tās nav vienādas, bet ir nepastāvīgas un mainīgas. Lai gan ir izdarīts daudz mēģinājumu, vēl nav izdevies uzstādīt tādu vispārīgu vienādojumu, kas šīs līknes grozības vislabāk raksturotu. Tas ir panākts tikai pa daļai, ar lielāku vai mazāku tuvinātību.

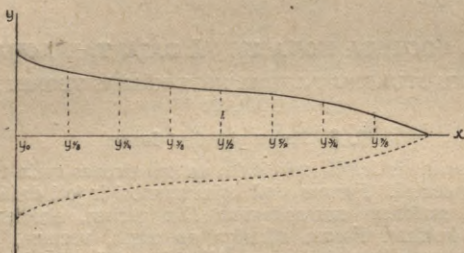
Stumbra formas dažādību un tās cēloņus mēģina izskaidrot dažādas hipotēzes, gan no fizioloģiskā, gan no mehāniskā viedokļa. Tomēr visi šie mēģinājumi nav devuši vēl pieņemamu atbilstību.

Izejot no stāvokļa, ka caurmēru un augstumu sakarību var izteikt ar funkciju

$$y = f(x),$$

vispirms mēģināja noskaidrot šīs funkcijas vienkāršāko atslēgumu $y = A + Bx + Cx^2$ veidā, bet, ievērojot stumbra līknes īpatnības sakņu kaklā un vainaga sākumā, pievērsās vienādojumam ar vairākiem locekļiem

$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3.$$



56. att. Stumbrs kā rotācijas ķermenis

Egles stumbra formu visai labi raksturo šāds vienādojums:

$$d : D = C \log [(c + l) : c],$$

kur D — caurmērs krūšaugstumā, t. i., 1,3 m virs zemes, d — caurmērs l atstatumā no galotnes, pie kam l izteikts procentos no visa stumbra garuma L . C un c ir koeficienti, atkarīgi no stumbra formas. Bez koku sugu izšķirības šie koeficienti mainās atkarībā no formas klases, ko savukārt izteic ar caurmēru attiecību

$$\frac{d_{L/2}}{d_{1,3}}$$

Galvenām formas klasēm atbilst šādi minētās formulas koeficienti:

Formas klase	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
C	5,718	2,801	1,801	1,279	0,945	0,702
c	2,017	78,41	38,58	19,78	9,575	3,905

Vēlāk noskaidroja šīs formulas piemērotību citām koku sugām un atrada, ka, mainot koeficientus, ar to diezgan labi var izteikt vairāku koku sugu stumbru formu.

Iepriekšējās formulas trūkumus zināmā mērā novērš kāds cits stumbra liknes vienādojums

$$y = \frac{x}{a + bx},$$

kur y tāpat kā iepriekšējā formulā izteic $d : D$ un x līdzīgs iepriekšējam l . Šī formula labi raksturo netikai Amerikas, bet arī Eiropas skuju koku sugas.

Pētījumos noskaidrojās, ka šī formula ļoti labi piemērota daudzām Eiropas skuju koku sugām, sevišķi stumbra apakšējās daļas raksturošanai, turpretim galotnes daļā saskaņa nav tik laba.

Izejot no apļa veida šķērslaukuma un vertikālas ass, stumbru var pieņemt par rotācijas ķermeni, kura formu nosaka zināma līkne. Šāda rotācijas ķermeņa tilpumu var uzskatīt par bezgalīgi mazu cilindru tilpumu sumu

$$v = \pi \int y^2 dx,$$

kur $y^2 \pi$ ir cilindra pamatlaukums, bet dx augstums. Šo pašu formulu var izteikt arī ar šķērslaukumu

$$v = \int g_x dx.$$

Ja šķērslaukumi galotnes virzienā samazinātos pēc kāda vienkārša un viegli noteicama likuma, tad minēto formulu varētu lietot visa stumbra tilpuma noteikšanai. Šo šķērslaukuma samazināšanos noteic stumbra līkne, ko vispārīgā veidā var izteikt ar šādu vienādojumu:

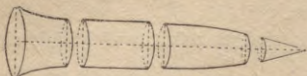
$$y = A + Bx + Cx^2 + Dx^3 + \dots$$

kur A, B, C, D, \dots ir pastāvīgi koeficienti, x — atstatums no resgaļa griezuma līdz attiecīgā caurmēra mērīšanas vietai, bet y — rādijs. To pašu var izteikt ar šķērslaukumu

$$g = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots$$

Pārbaudot šo vienādojumu, izrādās, ka tas diezgan tuvināti izteic stumbra liknes augšējo daļu, turpretim apakšējā daļa pie sakņu blīvuma tuvāk stāv citam līkņu tipam. Ja vienādojuma locekļu skaitu palielina, arī tad nav iespējams pilnīgi izteikt mainīgo stumbra līkni.

Analizējot stumbru kā rotācijas ķermeņi, to var uzskatīt par saliktu no atsevišķiem vienkāršākiem ķermeņiem vai to nogriežņiem.



57. att. Stumbra kā rotācijas ķermeņa sastāvdaļas

Stumbra resgalis ir tuvs neiloida nogrieznim, virs tā esošā bezzaru daļa — cilindram. Stumbra daļa, kas atrodas vainagā, visai tuva paraboloida nogrieznim, bet galotnes daļa — konam (57. attēls).

Tāpat arī stumbra likni var pieņemt par saliktu, un tās atsevišķas daļas pietiekami precīzi izteicamas ar kādu normalas liknes vienādojumu. Šāds stumbra liknes raksturs neatļauj pielīdzināt stumbru paraboloidam, neiloidam vai konam, lai tā tilpumu noteiktu tāpat kā šiem ķermeņiem. Turpretim īsākus stumbra nogriežņus var gluži labi aprēķināt kā vienkāršus konoidus, turklāt jo pareizāk, jo īsāki ir nogriežņi.

67. §. Vispārīgās stereometriskās formulas

Pieņemot stumbra liknes daļu par kāda pareiza rotācijas ķermeņa veiduli, to var izteikt ar

$$y^2 = px^r,$$

kur y ir $\frac{d}{2}$, bet x attiecīgā caurmēra atstatums no resgaļa.

Šādai liknei atbilstoša rotācijas ķermeņa tilpums ir

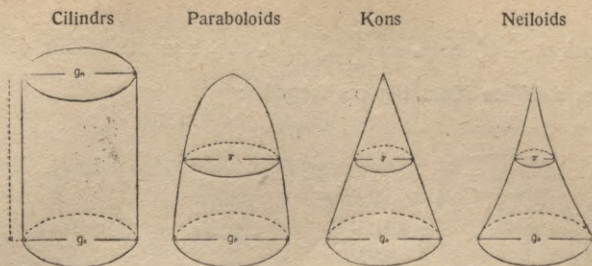
$$v = \frac{1}{r+1} y^2 \pi x. \quad (1)$$

Aizstājot y ar $\frac{d}{2}$ un x ar augstumu — H

$$v = \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} d^2 H, \quad (1a)$$

r ir formas eksponents, kas noteicams katrā atsevišķā gadījumā. Vienam un tam pašam stumbram tā dažādās daļās tas var svārstīties no 0,5—3,0.

Tipiskiem konoidiem — cilindram, apoloniskajam paraboloidam, konam un neiloidam formas eksponents ir attiecīgi 0, 1, 2, 3. Izejot no rotācijas ķermeņa tilpuma formulas (1a) un aizstājot r ar atbilstošo vērtību, katram no minētajiem rotācijas ķermeņiem var atvasināt piemērotu tilpuma formulu (58. attēls).



58. att. Stumbram raksturīgie stereometriskie pilnķermeņi

Cilindram: $r = 0$,

$$v = \frac{\pi}{4} d^2 H \quad (2)$$

$$v = g_0 H \quad (2a)$$

Paraboloidam: $r = 1$,

$$v = \frac{1}{2} \cdot \frac{\pi}{4} d^2 H \quad (3)$$

$$v = \frac{1}{2} g_0 H \quad (3a)$$

Konam: $r = 2$,

$$v = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} d^2 H \quad (4)$$

$$v = \frac{1}{3} g_0 H \quad (4a)$$

Neiloidam: $r = 3$,

$$v = \frac{1}{4} \cdot \frac{\pi}{4} d^2 H \quad (5)$$

$$v = \frac{1}{4} g_0 H \quad (5a)$$

Līdzīgi var atvasināt tilpuma formulas, izejot no augstuma H un caurmēra kādā citā vietā, piemēram, ķermeņa vidū vai arī lietojot vairākus caurmērus.

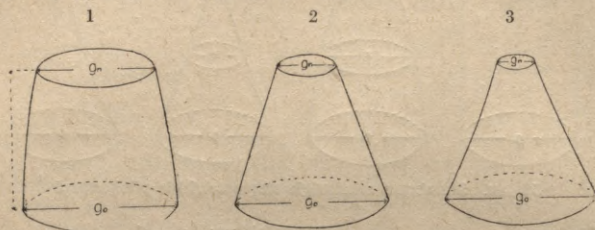
Nogrieztiem ķermeņiem, kuru veidules atbilst vienādojumam

$$y^2 = px^r,$$

var atvasināt tilpuma formulas līdzīgi, izejot no apakšējā un augšējā caurmēra d_0 un d_n un augstuma H . Neapstājoties pie formulas atvasinājuma, varam to uzrakstīt šādi:

$$v_{\text{nogr.}} = \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} H \left(\frac{d_0^2 d_o^{2/r} - d_n^2 d_n^{2/r}}{d_o^{2/r} - d_n^{2/r}} \right) \quad (6)$$

Aizstājot $\frac{\pi}{4} d_o^2$ ar g_o un $\frac{\pi}{4} d_n^2$ ar g_n , bet r ar atbilstošām vērtībām, dabūjam šādas tilpuma formulas:



59. att. Stumbram raksturīgie nogrieztie stereometriskie ķermeņi

1. nogrieztam paraboloidam

$$v = \frac{1}{2} H (g_o + g_n), \quad (7)$$

2. nogrieztam konam

$$v = \frac{1}{3} H (g_o + g_n + \sqrt{g_o g_n}), \quad (8)$$

3. nogrieztam neiloidam

$$v = \frac{1}{4} H [g_o + \sqrt[3]{g_o g_n} (\sqrt[3]{g_o} + \sqrt[3]{g_n}) + g_n]. \quad (9)$$

Arī nogrieztiem ķermeņiem var uzstādīt tilpuma formulas, izējot no to augstuma un caurmēriem vairākās vietās.

B. GULOŠU STUMBRU TILPUMA NOTEIKŠANA

38. §. Stumbru un to nogriežņu tilpuma noteikšanai atvasinātās formulas

1. Ja vienādojumu

$$g = a + bx + cx^2 + dx^3 + \dots,$$

kas izteic šķērslaukumu sakarību ar atstatumu, kādā tas atrodas no resgaļa griezuma, reducē uz

$$gx = a + bx,$$

tad integrējot to, atrodam attiecīga rotācijas ķermeņa tilpumu

$$v = \int_0^L (a + bx) dx \quad (10)$$

$$v = aL + \frac{bL^2}{2} = \frac{L}{2} (2a + bL). \quad (11)$$

Ja aprēķina koeficientu a un b nozīmes:

$$\text{ja } x_0 = 0, \text{ tad } g_0 = a + bx_0 = a$$

$$\text{ja } x_L = L, \text{ tad } \frac{g_L = a + bx_L = a + bL}{g_L - g_0 = bL} \text{ un}$$

$$b = \frac{g_L - g_0}{L}.$$

Ieliekot tilpuma formulā a un b nozīmes

$$v = \frac{L}{2} (2g_0 + \frac{g_L - g_0}{L} \cdot L) = \frac{L}{2} (g_0 + g_L).$$

Liekot g_L vietā g_n , šo pašu formulu parasti raksta šādi:

$$v = L \left(\frac{g_0 + g_n}{2} \right) \quad (12)$$

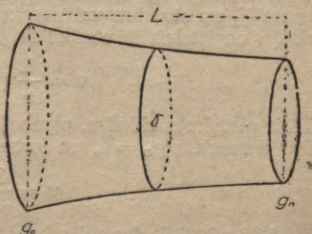
Stumbra vai tā nogriežņa tilpums ir līdzīgs pamatlaukumu pussumai, reizinātai ar garumu (60. attēls).

Šo formulu 1806. g. ieteicis **Smaliāns**. Tā ir paraboloida nogriežņa tilpuma formula. Tā kā veselam stumbram $g_n = 0$, tad iepriekšējā formula pārveidojas paraboloida tilpuma formulā

$$v = L \frac{g_0}{2} \quad (12a)$$

Smaliana formula ir mazāk piemērota veselu stumbru, tāpat neiloidālu un konisku nogriežņu tilpuma aprēķināšanai, bet ieteicama bakļu, kļuču un pilnīgu galotnes daļu tilpuma aprēķināšanai.

2. Ja, aprēķinot koeficientus a un b (11.) formulā, x vietā ņemam $x_{L/2}$, t. i., izejam no šķērslaukuma stumbra vai tā nogriežņa vidū un L atstātumā no resgaļa (60. attēls), tad



60. att. Tilpuma noteikšanas schema pēc viduslaukuma un galulaukumu formulām

$$g_L = a + \frac{bL}{2} \quad \text{un} \quad g_L = a + bL.$$

Atrisinot vienādojumus attieksmē pret a un b

$$a = 2g_{\frac{L}{2}} - g_L \quad \text{un} \quad b = \frac{2(g_L - g_{\frac{L}{2}})}{L}$$

un ieliekot to nozīmes (11.) formulā

$$v = \frac{L}{2} \left[2(2g_{\frac{L}{2}} - g_L) + \frac{2(g_L - g_{\frac{L}{2}}) \cdot L}{L} \right] = Lg_{\frac{L}{2}}. \quad (13)$$

Šķērslaukumu stumbra vidū g_L mēdz apzīmēt ar grieķu burtu gamma (γ). Tādā gadījumā formulai būs šāds veids:

$$v = \gamma L \quad (13a)$$

To jau 1758. g. publicējis matemātiķis Kestners, bet meža taksācijas praksē ieteicis Hubers 1825. g. Šī viduslaukuma formula, ko nepareizi dēvē par Hubera formulu, stingri ņemot, lietojama tikai cilindra un paraboloida tilpuma noteikšanai, turpretim koniskiem un neiloidāliem ķermeņiem tā dod negatīvu kļūdu. Tilpuma noteikšanai pēc šīs metodes sastādītas arī tabulas, t. s. cilindru tilpuma tabulas.

3. Analogi var atvasināt tilpuma formulu, ņemot šķērslaukumu $\frac{1}{3}$ no stumbra vai nogriežņa garuma. Tādu formulu atvasinājis un ieteicis Hosfelds 1812. g.

$$v = \frac{L}{4} (3g_{1/3} + g_n). \quad (14)$$

Tā ir piemērota cilindra, paraboloida un kona tilpuma noteikšanai. Pilnķermeņiem $g_n = 0$, un formula pieņem šādu veidu:

$$v = \frac{3}{4} g_{1/3} L. \quad (14a)$$

4. Apskatītās formulas balstās uz g_n un g kādā citā vietā — pie pamata, $\frac{1}{3}$ no garuma vai vidū. Iespējams atvasināt arī formulas ar diviem šķērslaukumiem, kas abi ņemti noteiktos atsta-

tumos no stumbra vai nogriežņa galiem. Tāda, piem., ir G a u s a - S i m o n i j a formula:

$$v = \frac{L}{2} (g_{0,21} + g_{0,79}), \quad (15)$$

ko vienkāršotā veidā var uzrakstīt šādi:

$$v = \frac{L}{2} (g_{1/5} + g_{4/5}). \quad (15a)$$

Ši vienkāršā formula dod praktiskām vajadzībām pietiekami pareizus rezultātus.

Šai formulai diezgan līdzīga ir divu sekciju metode tilpuma aprēķināšanai „divām pusēm“, kas mācības grāmatās līdz šim tikpat kā nav sastopama (61. attēls).

$$v = \frac{L}{2} g_{1/4} + \frac{L}{2} g_{3/4} = \frac{L}{2} (g_{1/4} + g_{3/4}). \quad (16)$$

Ši formula dod īstenībai visai tuvu rezultātu un tai turpmāk būtu pievēršama daudz lielāka vērība.

Konstrukcijas ziņā savādāka, bet piemērotības ziņā līdzīga ir Š i f e l a empiriskā ceļā konstruētā formula:

$$v = (0,61 g_{1/4} + 0,62 g_{3/4} - 0,23 g_{1/4} \cdot \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}}) L. \quad (17)$$

Šo formulu Šifels uzskata par izdevīgāko starp savām pārējām formulām, kas dod praktiskām vajadzībām pilnīgi apmierinošus rezultātus.

Oriģināla ir T r e t j a k o v a formula:

$$v = 0,5795 L d_{1/4} \sqrt{d_{1/4} d_{1/2}} \quad (18)$$

Ši formula neprasa iepriekšēju šķērslaukuma aprēķināšanu. Noskaidrojot, ka no visa tilpuma $\frac{4}{5}$ ir stumbra apakšējā daļa, Tretjakovs atrod par nepieciešamu tilpuma formulā lietot caurmērus, kas mērīti ne tālāk par pusi no garuma.

Ērtākai praktiskai lietošanai Tretjakovs šo formulu nedaudz pārveidojis:

$$v = CL d_{1/4} \sqrt{d_{1/4} d_{1/2}} = CL d_{1/4} \cdot d_{1/4} \sqrt{\frac{d_{1/4} d_{1/2}}{d_{1/4}^2}} = CL d_{1/4}^2 \sqrt{\frac{d_{1/2}}{d_{1/4}}}$$

kur C ir koeficients 0,5795.

$$\text{Pieņemot } \frac{d_{1/2}}{d_{1/4}} = t \text{ un } \sqrt{t} = \epsilon, \quad v = CL d_{1/4}^2 \sqrt{t} = CL d_{1/4}^2 \epsilon,$$

$$\text{ja } C\epsilon = e, \text{ tad } v = L d_{1/4}^2 e. \quad (18a)$$

Formulas lietošanai Tretjakovs izstrādājis tabulu, aprēķinādams e dažādām t vērtībām.

Jaroševics šo formulu atbrīvojis no radikāla un izteicis to šādos divos veidos:

$$v = 0,35 d_{1/2} (d_{1/4} + d_{1/2}) L \quad (19)$$

$$v = 0,29 d_{1/4} (d_{1/4} + d_{1/2}) L. \quad (19a)$$

Pirmā lietojama slaidākiem, otra rauktākiem stumbriem. Plašā praksē šīs formulas vēl nav pietiekami pārbaudītas.

Praksē laba izrādījusies vēl cita Tretjakova formula

$$v = 0,6413 d_{1/2} d_{1/4} L, \quad (20)$$

kas ērti lietojama un dod labus rezultātus.

Uz mērījumiem divās vietās balstās arī Šustova formula:

$$v = K L d_{1/2} d_{1,3}. \quad (21)$$

Pēc Zacharjeva un Korsuņa pētījumiem konstante K priedei, ozolam un skābardei ir ap 0,53, bet eglei un balteglei ap 0,55. Formula dod labus rezultātus.

5. Ja, atvasinot tilpuma formulu, divu šķērslaukumu vietā ņem trīs, bez pamatlaukumiem arī stumbra vidū, tad zem integrāla jāņem vienādojuma 3 locekļi

$$g = a + bx + cx^2$$

$$v = \int_0^L (a + bx + cx^2) dx$$

un integrējot

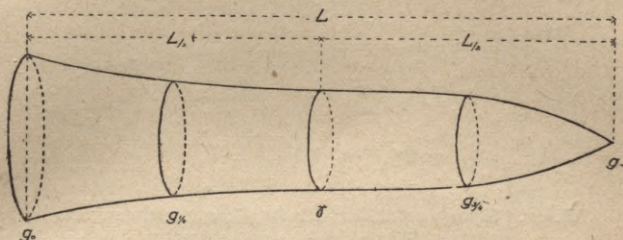
$$v = ax + \frac{bx^2}{2} + \frac{cx^3}{3} = aL + \frac{bL^2}{2} + \frac{cL^3}{3}$$

Aprēķinot koeficientus a , b un c un ieliekot to nozīmes formulā, dabūsim

$$v = \frac{L}{6} (g_0 + 4g_1 + g_n). \quad (22)$$

Šī formula matematikā pazīstama kā Ņutona formula. 1849. g. Rīke ieteicis to stumbra tilpuma aprēķināšanai, pierādot, ka tā lietojama ne tikvien cilindra, bet arī paraboloida,

kona un neiloida tilpuma noteikšanai. Šī Ņutona-Rīkes formula kā vispārēja formula lietojama visu apskatīto ķermeņu tilpuma noteikšanai (61. attēls).



61. att. Tilpuma noteikšanas schema metodēm, kas pamatojas uz šķērslaukumiem stumbra galos, vidū vai $1/4$ un $3/4$ (divu sekciju metode, Šifela, Tretjakova, Ņutona, Rīkes, Simonija metodes)

Lai izvairītos no pamatlaukumiem g_0 un g_n , jo veseliem stumbriem g_0 iekrīt resgaļa uzblīznījumā un $g_n = 0$, Simonijs (1876. g.) ieteicis šādu formulu:

$$v = \frac{L}{3} (2g_{1/4} + 2g_{3/4} - \gamma), \quad (23)$$

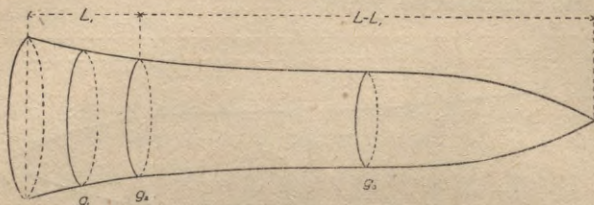
kas lietojama trīs tipisko konoidu un to nogriežņu tilpuma noteikšanai (61. attēls). Salīdzinot ar g_0 un g_n , $g_{1/4}$ un $g_{3/4}$ noteikšana ir neērtāka, tāpēc šī formula mazāk populāra.

Jaunākā laikā (1932. g.) mēģināts apvienot viduslaukuma un Ņutona formulas, lietojot pirmo 3 m garajam resgalim, bet otru — pārējai stumbra daļai.

$$v = g_1 L' + \frac{L - L'}{6} (g_2 + 4g_3), \quad (24)$$

kur $L' = 3$ m, g_1 , g_2 un g_3 šķērslaukumi 1,5 m, 3,0 m un $\frac{L - L'}{2}$ m atstatumā no resgaļa griezuma (62. attēls). Formula piemērotāka vecu stumbriem, sevišķi egles tilpuma noteikšanai.

Līdzīgas tilpuma formulas ar šķērslaukumiem trijās vietās ir vairākas, bet daudzas no tām nav praksē ieviesušās.



62. att. Tilpuma noteikšanas schema pēc apvienotās metodes

6. Vēl tālāk ir gājis *Breimans*, ieteikdams 1865. g. formulu ar 4 šķērslaukumiem

$$v = \frac{L}{8} [g_0 + 3(g_{1/3} + g_{2/3}) + g_n]. \quad (25)$$

Tā dod labus rezultātus 3 tipisko konoidu tilpuma noteikšanai, bet pietiekami laba arī dažām starpformām. Tomēr savas komplētās uzbūves dēļ to praksē retāk lieto.

Līdzīgi var atvasināt tilpuma formulas ar vēl vairākiem locekļiem, bet tās līdz ar to kļūst praktiskai lietošanai par sarežģītām.

7. Formulas, kas balstās uz caurmēriem resp. šķērslaukumiem vairākās vietās, dod īstenībai tuvāku rezultātu, bet nav tik ērtas lietošanai. Tāpēc praktiskām vajadzībām arvien lieto mazāk pareizas, bet ērtākas un vienkāršākas tilpuma noteikšanas metodes. Bez jau aprakstītām viduslaukuma, gala laukumu u. c., vēl var minēt formulu pēc apkārtmēra:

$$v = 2L \left(\frac{u}{5} \right)^2, \quad (26)$$

kur u ir apkārtmērs stumbra vidū. Teoretiski šī formula dod tādus pašus rezultātus kā viduslaukuma formula un tā lietojama resnu koku stumbru tilpuma noteikšanai.

Pie šī paša tipa pieskaitāma arī *Kosicina* tilpuma formula

$$v = \frac{\pi}{4} \left(\frac{S_n}{n} \right)^2 L, \quad (27)$$

kur $S_n : n$ ir vidējais caurmērs no stumbra šķērslaukumiem, kas noteikti pēc *Čebiševa* likumības. Ja $n = 2$, tad vienu šķērslaukumu

laukumu ņem 0,21 L, bet otru 0,79 L; ja $n = 3$, tad — 0,15 L; 0,50 L un 0,85 L utt. Pirmajā gadījumā formula iegūs šādu veidu:

$$v = \left(\frac{d_{0,21} + d_{0,79}}{2} \right)^2 \frac{\pi}{4} L. \quad (27a)$$

Ir mēģināts atvasināt vienkāršas formulas arī izejot no stumbra formas pētījumiem, izlietojot stumbra liknes vienādojumu.

P e t r i n i, pamatojamies uz egles stumbra liknes vienādojumu, atvasinājis šādu formulu:

$$v = \frac{25}{32} g_{36\%} L = 0,781 g_{36\%} L, \quad (28)$$

kur $g_{36\%}$ ir šķērslaukums 36% no garuma, skaitot no resgaļa griezuma. Visbiežāk sastopamās formas kokiem šī formula dod istenībai ļoti tuvu rezultātu, kļūda nepārsniedz 0,6%.

Par vēl pilnīgāku uzskatāma šāda formula:

$$v = 0,73 g_{34\%} L, \quad (28a)$$

ko var lietot arī augoša koka tilpuma noteikšanai, jo ar tehniskiem paņēmieniem var noteikt caurmēru 34% no augstuma.

Piemērota priedei, iepriekšējā formula pieņem šādu veidu:

$$v = 0,71 g_{33\%} L. \quad (29)$$

Pēc savas uzbūves šīs formulas ļoti tuvas Hofelda formulai $v = 0,75 g_{1/2} L$, kas parasti dod mazliet paaugstinātu iznākumu.

Latvijas PSR, LLA Meža taksācijas katedrā, izdarītie pētījumi devuši līdzīgas minētā tipa formulas. Noskaidrojot pēc Kridenera masas un raukuma tabulām eglei, kurā vietā mērītais stumbra caurmērs dod vismazākās masas svārstības, atvasināta šāda tilpuma formula eglei:

$$v = 0,70 g_{30\%} L. \quad (30)$$

Uz Latvijas PSR ievāktā materiāla pamata tas pats noskaidrots par priedi un atvasināta šāda formula:

$$v = 0,80 g_{34\%} L. \quad (31)$$

39. §. Saliktās tilpuma formulas

Kā jau redzējām, koka stumbri var vairāk vai mazāk atšķirties no pareiziem rotācijas ķermeņiem, un tāpēc jau iepriekš iespējams pateikt, ka ar atvasinātām formulām tilpumu var noteikt tikai tuvināti. Ja arī piemēro vispārējo izteiksmi:

$$g = a + bx + cx^2 + \dots$$

un zem integrāla ņem vairākus locekļus, un tā formulas atvasināšanai izmanto šķērslaukumus vairākās vietās, tad protams tilpumu varēs noteikt daudz pareizāk, bet formulas būs tik smagas un komplikētas, sagādās tik lielas aprēķināšanas grūtības, ka praktiskām vajadzībām nebūs lietojamas.

Labāks paņēmieni iespējami pareizai, turklāt arī ērtākai stumbra tilpuma noteikšanai ir sadalīt stumbru atsevišķās daļās — sekcijās. Atsevišķas sekcijas tilpumu var noteikt visai pareizi ar kaut kuru no vienkāršajām tilpuma formulām, jo nelielam stumbra nogriežnim vienmēr mēdz būt samērā pareiza forma.

63. attēlā schematiski parādīts sekcijās sadalīts stumbrs. Sekcijas izvēlas vienādā garumā, parasti 2 m, zinātniskās pētniecības vajadzībām ņem arī 1 m garas sekcijas.

1. Apzīmējot pirmās sekcijas pamatlaukumu (pie resgaļa griezuma) ar g_0 , bet virsējo laukumu ar g_1 un garumu ar l , tā tilpumu viegli var noteikt pēc galu laukumu formulas:

$$v_1 = \frac{g_0 + g_1}{2} l.$$

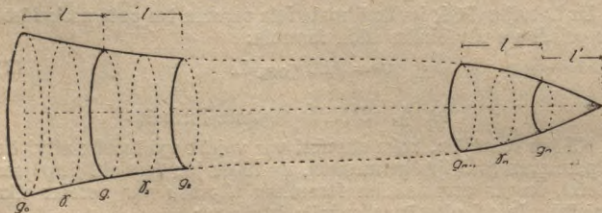
Apzīmējot tālāko sekciju galu šķērslaukumus ar $g_1, g_2, g_3 \dots g_{n-1}, g_n$, mēs līdzīgi varam noteikt arī to tilpumus

$$v_2 = \frac{g_1 + g_2}{2} l,$$

$$v_3 = \frac{g_2 + g_3}{2} l,$$

.....

$$v_n = \frac{g_{n-1} + g_n}{2} l.$$



63. att. Stumbra tilpuma noteikšana pēc sekcijām

Visa stumbra tilpums būs vienāds ar atsevišķu sekciju tilpumu sumu:

$$v = v_1 + v_2 + v_3 + \dots + v_n \text{ jeb}$$

$$v = \frac{g_0 + g_1}{2} l + \frac{g_1 + g_2}{2} l + \frac{g_2 + g_3}{2} l + \dots + \frac{g_{n-1} + g_n}{2} l$$

Šai sumas formulā visi šķērslaukumi, izņemot g_0 un g_n , atkārtotas 2 reizes, tāpēc formulu var pārveidot

$$v = l \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{n-1} \right).$$

Ja virs pēdējās sekcijas paliek neliels galotnes atgriezums nepilnas sekcijas garumā, tad tā tilpumu aprēķina kā konam

$$v' = \frac{1}{3} g_n l'.$$

Pievienojot šo iepriekšējai formulai, to pilnīgi varam uzrakstīt šādi:

$$v = l \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{n-1} \right) + \frac{1}{3} g_n l'. \quad (32)$$

Literatūrā šī formula nosaukta gan par salikto Smaliana, gan par salikto galu laukumu formulu.

2. Atsevišķu sekciju tilpumu var noteikt arī pēc viduslaukuma formulas. Apzīmējot šķērslaukumus sekciju vidū ar $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ utt., atsevišķu sekciju tilpumi būs

$$v_1 = \gamma_1 l,$$

$$v_2 = \gamma_2 l,$$

$$v_3 = \gamma_3 l,$$

$$\dots\dots\dots$$

$$v_n = \gamma_n l$$

un visa stumbra tilpums

$$v = l (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n) + \frac{1}{3} g_n l'. \quad (33)$$

Šī formula, ko literatūrā apzīmē par salikto Hubera vai pareizāk salikto viduslaukuma formulu, praktiskai lietošanai ir vienkāršāka un ērtāka, un tāpēc tai dodama priekšroka.

Abas minētās metodes parasti lieto tad, ja stumbra tilpums jānosaka iespējami pareizi, piem., izdarot stumbra analīzi, sastādot dažādas tabulas zinātniskās pētniecības vajadzībām utt.

3. Apskatītās formulas stumbra tilpuma noteikšanai pa sekcijām pēc sekciju gala vai viduslaukumiem pēc sava rakstura vairāk piemērotas cilindriskiem un paraboloidāliem ķermeņiem. Koniska un neiloidāla ķermeņa tilpumu pa sekcijām var noteikt ar Simpsona formulas palīdzību. To var atvasināt, pieņemot ik divas sekcijas par vienu un lietojot tās tilpuma noteikšanai Ņutona formulu (22). Saprotais, sekciju skaitam stumbrā jābūt pāra skaitlim. Simpsona formula dos vēl labākus rezultātus, ja parastajām 1 m garām sekcijām būs vēl noteikti šķērslaukumi to vidū.

Apzīmējot pirmo divu sekciju tilpumu ar $v_1 + v_2$ un sekciju garumu ar l , atstatumu starp diviem mērījumiem ar l_1

$$v_1 + v_2 = \frac{l_1}{3} (g_0 + 4g_1 + g_2),$$

otru divu sekciju tilpums:

$$v_3 + v_4 = \frac{l_1}{3} (g_2 + 4g_3 + g_4).$$

Visa stumbra tilpums:

$$v = \frac{l_1}{3} [g_0 + g_n + 4(g_1 + g_3 + \dots + g_{n-1}) + 2(g_2 + g_4 + \dots + g_{n-2})]. \quad (34)$$

Galotnes nogriezumū var aprēķināt kā konu.

4. Ļoti oriģināla ir igauņu zinātnieka M a t ī s e n a metode, kas normāli veidotiem stumbriem dod īstenībai ļoti tuvus rezultātus. Šī metode neprasa arī šķērslaukumu aprēķināšanu, un tāpēc formula ātri atrisināma. Pamatojoties uz G u l d i n a atrasto likumību par rotācijas ķermeņu tilpumu, Matisens atvasinājis šādu formulu:

$$v = \frac{3}{4} l d_s \Sigma d, \quad (35)$$

kur l — sekciju garums, d_s — caurmērs stumbra smaguma centrā, t. i., tanī vietā, kur gareniskā griezuma laukums dalās divās vienādās daļās, Σd — visu mērīto caurmēru summa.

Saskaņā ar Guldina likumību rotācijas ķermeņa tilpums ir vienāds ar pusi no gareniskā griezuma laukuma, kas reizināts ar ceļa garumu, ko noiet smaguma punkts, rotējošai plāksnei apgriezoties ap savu asi

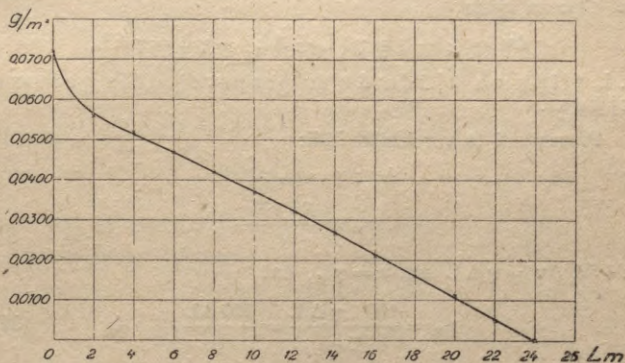
$$\frac{l \Sigma d}{2} 2s \pi,$$

kur s ir smaguma punkta atstatums no rotācijas ass. Ja $2s$ vietā ņem pusi no d_s , t. i., no caurmēra, kas gareniskā griezuma laukumu

dala divās vienādās daļās, tad paraboloidam, konam un normali veidotiem stumbriem kļūda ir ap 5%, jo smaguma punkts atrodas nedaudz augstāk un $\frac{d_s}{2}$ ir lielāks par 2s. Matisens šo kļūdu izlīdzina, π vietā ņemot 3.

Matisens savu metodi pārbaudījis ar vairāk nekā 1000 paraugkokiem un konstatējis, ka tā gandrīz vienmēr dod mazliet mazāku rezultātu nekā ļoti rūpīga tilpuma noteikšana pēc saliktās viduslaukuma formulas. Ja ņem 1 m garas sekcijas, tad iegūst labākus rezultātus nekā iepriekšminēto formulu.

Neiloidāliem un nenormali veidotiem stumbriem šī metode nedod drošus rezultātus.



64. att. Grafiskā metode stumbra tilpuma noteikšanai

5. Pa sekcijām izmērītu stumbra tilpumu ar lielu pareizību var noteikt arī grafiskā ceļā ar planimetru (64. attēls). Koordinātu tīklā noteiktā mērogā uz abscisas ass atliek augstumu metros, bet uz ordinātes — šķērslaukumus attiecīgu sekciju galos. Caur uzliktiem punktiem izvelk līkni, un līknes ierobežoto laukumu aprēķina ar planimetru vai paleti. Reizinot atrasto laukumu ar platības vienības attiecīgo mērogu, dabūsim stumbra tilpumu. Pēc šīs metodes tikpat labi var aprēķināt arī kaut kuras stumbra daļas nogriežņa tilpumu.

40. §. Mērišanas kļūdu ietekme tilpumā

1. Garuma kļūdas ietekme tilpumā

Garuma kļūdas ietekmei tilpumā var izsekot pēc kaut kuras tilpuma formulas. Katrā tilpuma formulā kā viens reizinātājs ir L .

Nesim vienkāršības dēļ viduslaukuma formulu:

$$v = \gamma L.$$

Pieņemot, ka garuma mērīšanā pielaipta pozitīva kļūda ΔL , aprēķinātais kļūdainais tilpums būs

$$v_1 = \gamma (L + \Delta L),$$

un tilpuma kļūda

$$\Delta v = v_1 - v = \gamma (L + \Delta L) - \gamma L = \gamma \Delta L,$$

t. i., tilpuma kļūda Δv ir proporcionāla garuma kļūdai.

Procentuali to var izteikt šādi:

$$\Delta v : v = p_v : 100,$$

$$p_v = \frac{\Delta v \cdot 100}{v}.$$

Tā kā $\Delta v = \gamma \Delta L$ un $v = \gamma L$, tad

$$p_v = \frac{100 \cdot \gamma \Delta L}{\gamma L} = \frac{100 \Delta L}{L}. \quad (36)$$

Piemērs: ar kādu noteiktību jāmēri garums, lai tilpuma kļūda nepārsniegtu 2%, ja $L = 25$ m?

No $p_v = \frac{100 \cdot \gamma \Delta L}{\gamma L}$ atrod $\Delta L = \frac{p_v L}{100}$. Ieliekot formulā

skaitliskās vērtības, dabūsim

$$\Delta L = \frac{2 \cdot 25}{100} = 0,5 \text{ (m)}.$$

Tātad garums jāmēri ar noteiktību līdz 0,5 m.

2. Caurmēra kļūdas ietekme tilpumā

Pēc viduslaukuma formulas stumbra tilpums līdzinās

$$v = \gamma L,$$

bet izteicot šķērslaukumu γ ar $\frac{\pi d^2}{4}$,

$$v = \frac{\pi d^2}{4} \cdot L.$$

Ja caurmērs d izmērīts ar kļūdu Δd , tad pēc šāda caurmēra aprēķināts tilpums

$$v_1 = \frac{\pi (d + \Delta d)^2}{4} \cdot L$$

un tilpuma kļūda

$$\begin{aligned} \Delta v &= v_1 - v = \frac{\pi (d + \Delta d)^2}{4} L - \frac{\pi d^2}{4} L = \\ &= \frac{\pi}{4} L (d^2 + 2d\Delta d + \Delta d^2 - d^2) = \frac{\pi}{4} L (2d\Delta d + \Delta d^2) = \\ &= \frac{\pi}{4} L \cdot 2d\Delta d, \end{aligned}$$

jo Δd^2 , salīdzinot ar d , ir mazs lielums, ko var atņemt.

Izteicot kļūdu procentos

$$\Delta v : v = p_v : 100,$$

$$p_v = \frac{\Delta v}{v} \cdot 100,$$

ievietojot formulā Δv un v nozīmes

$$\begin{aligned} p_v &= \frac{\frac{\pi}{4} L 2d\Delta d \cdot 100}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot L} = \frac{\pi L 2d\Delta d \cdot 100 \cdot 4}{4 \pi d^2 L} = \\ &= \frac{\Delta d}{d} \cdot 200 = p_g = 2 p_d \end{aligned} \quad (37)$$

t. i., caurmēra kļūdas procentuālā ietekme tilpumā ir tāda pati kā šķērslaukumā.

3. Caurmēra un garuma kļūdas savstarpējās attiecības

Ja kļūdas radušās kā caurmēra, tā garuma mērīšanā, tad to ietekme tilpumā var būt dažāda, atkarībā no tā, vai abas šīs kļūdas ir ar vienādu vai dažādu zīmi. No abu šo kļūdu kopējās ietekmes radīsies tilpuma kļūda

$$p_v = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100 + \frac{\Delta d}{d} \cdot 200 = 100 \left(\frac{\Delta L}{L} + \frac{2 \Delta d}{d} \right).$$

Ja ΔL un Δd ir ar pretējām zīmēm, tad $\frac{\Delta L}{L}$ var kompensēties ar $\frac{2 \Delta d}{d}$ un p_v var līdzināties nullei. Ja kļūdas ir ar vienādu zīmi, tad tilpuma kļūda var no tām abām sumēties.

Salīdzinot ar garuma kļūdu, caurmēra kļūdas ietekme tilpumā ir daudz lielāka. Pie zināmas garuma kļūdas ΔL un caurmēra kļūdas Δd tilpuma kļūda atkarībā no garuma kļūdas ΔL procentuali izteiksies šādi:

$$p_{v_1} = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100,$$

bet atkarībā no caurmēra kļūdas Δd :

$$p_{v_2} = \frac{\Delta d}{d} \cdot 200.$$

Lai garuma un caurmēra kļūdas ietekme būtu procentuali vienāda, t. i., lai

$$p_{v_1} = p_{v_2}.$$

nepieciešams, lai $\frac{\Delta L}{L} \cdot 100 = \frac{\Delta d}{d} \cdot 200$.

No šejienes $\Delta L = \frac{\Delta d \cdot 200 \cdot L}{100 \cdot d} = \frac{2L}{d} \Delta d$.

Garuma kļūdai tāpat jābūt $\frac{2L}{d}$ reižu lielākai par caurmēra kļūdu, lai abu to ietekme tilpumā būtu vienāda.

Piemēram, ja $d = 25$ cm, $L = 25$ m, tad

$$\Delta L = \frac{2 \cdot 25}{0,25} \cdot \Delta d = 200 \Delta d.$$

Šajā piemērā garuma kļūdas ietekme tilpumā tikai tādā gadījumā var būt vienāda ar caurmēra kļūdas ietekmi, ja garuma kļūda ir 200 reīžu lielāka par caurmēra kļūdu. Ja caurmēru mēri ar 1 cm noteiktību, tad garumu var mērit ar 2 m noteiktību.

41. §. Dažādu formulu piemērotība tilpuma noteikšanai

Stumbru un to nogriežņu tilpuma noteikšanai atvasināts daudz formulu, tāpēc bieži rodas jautājums, kuru formulu katrā gadījumā lietot, cik liela pareizība sasniedzama ar vienu vai otru formulu.

Visas formulas var iedalīt divās grupās: saliktās un vienkāršās tilpuma formulās. Pirmās balstās uz daudziem sekciju mērījumiem, otras — tikai uz dažiem mērījumiem. Saprotams, ka sekciju metodes tādēļ dod pareizākus rezultātus nekā vienkāršās. Tāpēc apskatīsim katras grupas metodes atsevišķi.

1. Saliktās tilpuma formulas

Par salikto tilpumu formulu rezultātu pareizību var spriest no salīdzinājumiem, pieņemot par pareizu tādu tilpumu, kas noteikts ksilometriski. Tādi salīdzinājumi izdarīti vairākkārt.

Vecākos krievu pētījumos 1882. g. salīdzināti tilpumi 35 dažādu sugu stumbriem. Par pareizo pieņemts ksilometriski noteiktais tilpums, un ar to salīdzināti pēc formulām aprēķinātie tilpumi. Salīdzinājumā trim saliktajām formulām konstatētas šādas kļūdas:

Simpsona formula + 0,13%,
saliktā viduslaukumu formula — 0,52%,
saliktā galu laukumu formula + 0,45%.

No salīdzinājuma redzams, ka saliktās tilpuma formulas, salīdzinot ar ksilometrisko metodi, dod rezultātus, kas ļoti tuvi īstenībai.

Pēc citiem salīdzinājumiem ar Simpsona formulu novērotas šādas kļūdas:

saliktā galu laukumu formula + 0,31%,
saliktā viduslaukumu formula — 0,09%.

Pēc krievu zinātnieka L a n d s b e r g a pētījumiem, salīdzinot tilpumus, kas noteikti ar ksilometru un salikto viduslaukumu formulu, vidējā kļūda

priedei (15 gab.) — 0,43%,
bērzam (15 gab.) — 1,11%.

D o b r o v j a n s k a pētījumi rāda, ka Simpsona un saliktā viduslaukumu formula dod vienādi pareizus rezultātus.

Ļoti plaši ir pētījumi par saliktās viduslaukumu formulas piemērotību dažādu skuju koku sugu stumbriem. Salīdzinājumā ar ksilometriski iegūtiem rezultātiem konstatēts, ka veselīgiem priedes stumbriem formula dod rezultātu, kas nedaudz par mazu, bet resgaļa nogriežņiem turpretim par lielu. Jaunām priedēm ar gludu mizu formula dod ļoti pareizus rezultātus, kļūda nepārsniedz + 0,9%.

Dažāda vecuma egļu stumbriem formula devusi rezultātus ar šādām kļūdām:

25 stumbri	20— 40 g.	vidēji	— 2,5%
11 „	41— 60 „	„	— 4,9%
9 „	61— 80 „	„	— 3,6%
4 „	81—100 „	„	— 3,1%
4 „	101—120 „	„	+ 2,0%
1 stumbrs	140 „	„	+ 1,2%

Vispār arī šeit rezultāti drusku par maziem. Daļēji tas izskaidrojams ar to, ka mērijot parasti izvairās no dažādiem puniem un izaugumiem, bet ksilometriskā tilpuma noteikšanā tiem ir sava nozīme.

Lai gan, noteicot stumbra tilpumu pēc saliktās viduslaukumu formulas, jāstopas ar kļūdām, tā pārējo salikto formulu starpā atzīstama par parocīgāko un ērtāko praktiskai lietošanai. To parasti lieto tad, kad pareizi jānosaka stumbra tilpums gan praktiskās taksācijas, gan zinātniskās pētniecības vajadzībām. Ar šīs formulas rezultātiem parasti salīdzina citu vienkāršāku formulu rezultātus, lai spriestu par to pareizību.

No jaunākā laika formulām arī Matīsenas formula pretendē uz zināmām priekšrocībām. Tā neprasa nekādas tabulas un iepriekšēju šķērslaukuma aprēķināšanu pēc izmēriem caurmēriem. Matīsens šo formulu pārbaudījis ar lielu koku skaitu un konstatējis, ka tā, salīdzinot ar salikto viduslaukumu formulu, dod kļūdu vidēji $\pm 0,5\%$. Jo stumbri slaidāki, jo lielāka ir negatīvā kļūda.

Salikto tilpuma formulu noteiktība nav atkarīga tikai no to konstrukcijas, bet arī no sekciju garuma, no šķērsriezumu formas, mērīšanas noteiktības u. c. apstākļiem. Slaidiem un pareizi veido-



65. att. Bērzs eglājā

tiem stumbriem var ņemt garākas sekcijas — līdz 2 m, bet nepareizi veidotiem un rauktiem stumbriem jāņem īsākas.

Pēc Matīsenā pētījumiem $1/2$ m garām sekcijām ir liela priekšrocība, salīdzinot ar 1 m un 2 m sekcijām. Salīdzinot ar $1/2$ m sekcijām, tilpums, noteikts ar 1 m garām sekcijām vienādos pārējos apstākļos, var dot kļūdu no $+0,1\%$ līdz $-7,3\%$, bet ar 2 m garām sekcijām, sevišķi stumbra apakšējā daļā, pat līdz $-9,5\%$. Gulošiem stumbriem $1/2$ m garas sekcijas un caurmēru mērījumi ar noteiktību līdz $1/2$ cm dod labākus rezultātus, nekā 1 m garas sekcijas un divu savstarpēji statenisku caurmēru mērījumi milimetros. Apmēram $1/3$ no kļūdas rodas aiz nepareizas apakšējo sekciju tilpuma noteikšanas. Pārējā daļa rodas no dastmēra elastības un mērītāja tieksmes izvairīties no visiem pūniem, izaugumiem u. tml.

2. Vienkāršās tilpuma formulas

No vienkāršajām tilpuma formulām vislielāko vērību mēdz pievērst tām, ar kurām visērtāk rīkoties, kas prasa mazāku laika patēriņu un kas dod praktiskām vajadzībām pieņemamus rezultātus. Vispopulārākā šai ziņā ir viduslaukuma formula $v = \gamma L$ pēc šķērslaukuma stumbra vidū un pēc garuma. To lieto gan veselu stumbru, gan nogriežņu tilpuma noteikšanai. Lielākā daļa no izmēģinājumiem par vienkāršo formulu piemērotību tilpuma noteikšanai un par rezultātu noteiktību zīmējas tieši uz viduslaukuma formulu.

Apskatot salikto tilpuma formulu noteiktības, mēs redzējām, ka zinātniskās taksācijas vajadzībām lieto lielāko tiesu salikto viduslaukumu formulu, un ar tās rezultātiem salīdzina pārējo formulu rezultātus, starpību izteicot procentos.

Rezultātu noteiktība atkarīga arī no caurmēru mērīšanas un šķērslaukumu aprēķināšanas noteiktības, tāpēc abos gadījumos, kā piemērojot salikto, tā vienkāršo formulu, šai ziņā jāpieiet ar vienādu mērauklu. Salīdzinājumi jāizdara arī citādi vienādos apstākļos, jo saliktās formulas rezultāti var būt dažādi, atkarībā no tā, vai formulu lieto veselu stumbru vai nogriežņu tilpuma noteikšanai. Arī dažādam mizas biežumam un mizas novietojumam stumburā ir sava nozīme, kas rezultātu var ietekmēt. Tāpēc arī dažādu sugu stumbriem rezultāti var būt dažādi.

Par viduslaukuma formulas piemērotību stumbra un to nogriežņu tilpuma noteikšanai ir izdarīti daudzi pētījumi. Pārskatāmības dēļ grupēsim šo pētījumu rezultātus pa sugām.

Iesākot ar mūsu galveno sugu — priedi, jāatzīmē prof. Ost-
v a l d a pētījumi Rīgas pilsētas mežos. Izmērijot 687 priežu resgaļa
baļķus ar 1 cm noteiktību un aprēķinot to tilpumu pēc vidus-
laukuma formulas, rezultāti, salīdzinot ar salikto formulu, devuši
vidēji —4,4% novirzījumu.

Citos pētījumos mērijot priedes caurmēru milimetros, atrasts,
ka stumbriem kļūda svārstās no —4,81% līdz —7,27%, vidēji
—6,37%, baļķiem vidēji —3,52%. Mērijot caurmēru ar 1 cm
noteiktību veselīgiem stumbriem, kļūda vidēji — 10,8%, bet baļķiem
— 6,73%.

Plašu materialu apstrādājis Kuncce, publicējot 1892. gadā
savus novērojumus par viduslaukuma formulas noteiktību 5802,
bet 1912. g. 10642 priežu stumbru tilpuma noteikšanā. Pirmajā
gadījumā kļūdas apmēri svārstījušies no —12,7% līdz +1,1%,
bet otrā gadījumā —40,0% līdz +15,0%, vidēji —7,3%.

Tilpuma korekturas nolūkos Kuncce noteicis speciālu tilpuma
faktoru k , kas izteic attiecsmi starp faktisko tilpumu un pēc for-
mulas atrasto $k = v : c$, no kurienes $v = (ck)$.

Atkarībā no caurmēra stumbra vidū priedei ar mizu faktors
svārstās no 0,90 līdz 1,40.

M a t i s e n s konstatējis, ka apakšējā stumbra daļa līdz 5 m
parasti dod negatīvu kļūdu ap —3%, nākošais 5 m nogrieznis
dod nelielu pozitīvu kļūdu, tāpat aiznākošais 10 m garais resgaļa
nogrieznis dod ap 4% lielu negatīvu kļūdu.

Ļoti daudz izmēģinājumu ir par viduslaukuma formulas pie-
mērotību egles tilpuma noteikšanai. To rezultāti diezgan pretrunīgi,
jo konstatētas gan pozitīvas, gan negatīvas kļūdas.

Aprēķinot 7000 egļu stumbru tilpumu, Kuncce konstatējis
kļūdu vidēji +1,4%, bet kādā vēlākā izmēģinājumā ap ±3%.

Arī citos vēlākos pētījumos konstatēts, ka egles stumbra
rupjkoksnes daļas tilpums pēc viduslaukuma formulas dod kļūdu
no +5,7% līdz —5,4%, vidēji +1,4%. Aprēķinot stumbru nogriežņu
tilpumu atkarībā no nogriežņa tievgaļa caurmēra, novērotas šādas
kļūdas:

līdz 7 cm tievgali	+ 0,5%
„ 24 „ „	— 2,4%
„ 30 „ „	— 3,6%

t. i., jo īsāki un resnāki nogriežņi, jo negatīvā kļūda kļūst lielāka.

Tādi paši pētījumi izdarīti par baltegli. Rezultāti ir visai
pretrunīgi. Kļūda svārstās no —15,8% līdz +16,8%, vidēji +1,6,
pēc citiem avotiem no —1,38% līdz —3,22%, vidēji —5,35%.

Aprēķinot nogriežņu tilpumu atkarībā no garuma un tievgaļa caurmēra, novērotas tās pašas parādības kā eglei. Pēc Kunces kļūda vidēji + 2%, bet 75% no visiem 3470 stumbriem tā svārstās ap $\pm 3\%$. Vispār var teikt, ka baltegles tilpuma noteikšanai viduslaukuma formula labāk piemērota nekā eglei.

Noteicot lapegles stumbra tilpumu (1191 stumbram), konstatēta negatīva kļūda, no $-31,0\%$ līdz $+12,0\%$, vidēji $-3,9\%$.

Dažu meža pētīšanas staciju izmēģinājumi liecina, ka ar viduslaukuma formulu lapu kokiem tilpumu var noteikt ar lielāku precīzību. Tā ozola stumbra tilpuma kļūda svārstījusies no $-4,0\%$ līdz $+3,4\%$, vidēji $+0,72\%$, bet nogriežņiem — vidēji ap $-0,9\%$. Tāds rezultāts jāuzskata par ļoti labu. Skābardei novērota kļūda ap $0,5\%$, turklāt 70% no visiem gadījumiem tā svārstījusies $\pm 3\%$ robežās. Gariem skābardes nogriežņiem kļūda ir pozitīva, vidēji $+2,3\%$, bet īsākiem un resnākiem — negatīva, vidēji $-1,6\%$.

Minētie skaitļi par vienkāršās viduslaukuma formulas lietderību un kļūdām, ar kādām jāsaduras, aprēķinot dažādu sugu stumbru tilpumu, vēl nedod pietiekamu pārskatu par kļūdu īstajiem cēloņiem. Ne tikai dažādām sugām, bet arī vienas sugas robežās rezultātu noteiktība var ievērojami svārstīties. Tāpēc ir mēģināts noskaidrot šo svārstību sakarību ar stumbra taksācijas elementiem un to noteikšanas paņēmieniem.

Viens no pirmajiem šo jautājumu ir pētījis Šifels, izejot no stumbra formas. Viena un tā paša stumbra dažādi nogriežņi var būt ar lielāku vai mazāku raukumu, atkarībā no tā, no kādas stumbra daļas tie izgriezti. Ļoti rauktiem stumbriem var būt pat tāds absurds gadījums, ka pēc viduslaukuma formulas noteiktais tilpums veselam stumbram ir mazāks nekā stumbram ar nogrieztu galotnes daļu. Sadalot stumbru sekcijās un noteicot atsevišķas sekcijas tilpumu, ir konstatēts, ka vislielāko kļūdu dod resgaja un galotnes sekcijas, kamēr stumbra vidū kļūda ir niecīga — zem 1%. Šifels apskata dažādos stumbru formas tipus no slaidākiem

līdz rauktākiem, izteicot formu ar formas koeficientu $q_2 = \frac{d_{L/2}}{d_{1,3}}$

un konstatē, ka ļoti slaidiem stumbriem vienkāršā viduslaukuma formula dod kļūdu ap $+10\%$, bet ļoti rauktiem ap -17% . Vidēji rauktiem stumbriem kļūda svārstās ap $\pm 4\%$, t. i., praktiski pieņemamās robežās. Tomēr atsevišķu stumbru tilpuma noteikšana pēc viena paša caurmēra stumbra vidū var būt saistīta ar visādām nejaušībām. Pēc Šifela domām izaugumu vai mizas nelidzenumu dēļ par 1 cm

nepareizi izmērīts caurmērs pēc viduslaukuma formulas var dot kļūdu ap $+12\%$ līdz -10% . Savā vēlākajā darbā autors norāda, ka kļūdas procents ir atkarīgs no stumbra garuma un raukuma. Ar to arī izskaidrojama rezultātu dažāda noteiktība atkarībā no sugas. Šeit nozīme ne pašai sugai kā tādai, bet gan stumbra formai un mizas novietojumam.

Lai uzlabotu viduslaukuma formulas rezultātus, kas visbiežāk ir par maziem, ieteikts mērit caurmēru nevis stumbra vidū, bet 0,45 no garuma (eglei).

Ir noskaidrots, ka kļūdas procents atkarīgs arī no nogriežņu resnuma un garuma un ka tas samazinās, ja caurmēru mēri par tik pāra cm zemāk, cik garš ir nogrieznis metros. Piem., 10 m garam nogriežnim caurmērs jāmēri nevis pie 5 m, bet jau pie $5 - 0,20 = 4,8$ m.

Plašākus pētījumus par viduslaukuma formulas rezultātu kļūdas cēloņiem izdarījis K o r s u ņ s. Tie liecina, ka 76% no kļūdas apmēriem izskaidrojami ar caurmēra noapaļošanu uz veseliem cm. To var novērst lielā mērā, ja caurmēru mēri veselos cm divos savstarpēji stateniskos virzienos un, ņemot pusi no sumas, to noapaļo uz 0,5 cm. Kļūdas lielums un tās zīme atkarīga no nogriežņu formas, ko pietiekamā mērā ar vienu caurmēru nevar uztvert. Vispār tieši mērijamiem elementiem — garumam un caurmēram ir tikai neliela ietekme kļūdā un tad arī sakarā ar stumbra morfoloģisko līkni. Viduslaukuma metode dod apmierinošus rezultātus tikai lielākam koku daudzumam.

No visu minēto autoru pētījumiem par viduslaukuma formulas rezultātu noteiktību var secināt šādi:

1. Viduslaukuma formula dod jo vairāk apmierinošus rezultātus, jo lielākam stumbru skaitam to piemēro. Stumbru nogriežņiem, tāpat arī mērijot tikai vienu caurmēru un caurmēra mērijumu noapaļojot, kļūdas dažkārt var sasniegt tādas apmērus, kas izslēdz šīs formulas lietošanu. Plašā un dažādā materiālā pozitīvās un negatīvās kļūdas kompensējas, un rezultātu noteiktība svārstās 5—10% robežās, salīdzinot ar īsto rezultātu.

2. Egles, baltegles un skābardes stumbriem, mēritiem ar mizu, kļūda vidēji $+1\%$ līdz $+2\%$, priedei un lapeglei -3% līdz -7% , bet kļūdas svārstības var pārsniegt 10%.

3. Vismazākā kļūda sastopama vidēji slaidiem un gariem stumbriem; slaidi stumbri dod pozitīvu, bet raukti stumbri negatīvu kļūdu. Nevienāda mizas biežums dažu sugu stumbriem raukumu vēl palielina, tādēļ bez mizas mēritiem stumbriem tilpumu var noteikt ar lielāku pareizību.

Par citu vienkāršo formulu rezultātu noteiktību ir mazāk pētījumu.

Salīdzinošus novērojumus par viduslaukuma, Hoffelda un Simonija formulu rezultātiem izdarījis prof. B o g o s l o v s k i s. No trim minētām formulām, 82 dažādu sugu stumbru tilpumu noteicot, pareizākos rezultātus devušas Hoffelda un viduslaukuma formulas. Kopējā tilpuma kļūdas pēc Hoffelda formulas vidēji $+0,311\%$, pēc viduslaukuma formulas $+0,36\%$, pēc Simonija $-6,1\%$.

Pētījumos noskaidrota arī galu laukumu, Hoffelda, Nutona-Rikes, Gausa-Simonija un Šifela formulu rezultātu noteiktība tādiem stumbriem, kas atbilst M e c g e r a teorijai, un secināts, ka no praktiskā viedokļa viduslaukuma formula atzīstama par vispiemērotāko, jo citas vienkāršās formulas, salīdzinot ar to, ir komplicētas un dažos gadījumos dod tikai nedaudz pareizākus rezultātus. Īsākiem nogriežņiem lietojot formulas, kas balstās uz vairākiem mērījumiem, jāreķinās ar mērīšanas kļūdām, bet veseliem stumbriem ar tām ievērojamāka noteiktības uzlabošana tikpat kā nav panākama. Zināmas priekšrocības būtu dodamas divu sekciju metodei.

Līdzīgu atziņu ieguvis arī K o r s u ņ s, sevišķi izceļot divu sekciju un Šifela formulu labos rezultātus.

K o r s u ņ s noskaidrojis arī Tretjakova un Šustova formulu rezultātu pareizību. Abas šīs formulas dod pareizākus rezultātus nekā viduslaukuma un Hoffelda formulas. Šustova formula atzīstama par vienkāršāku, bet tās noteiktību ietekmē arī stumbra garums.

Labus rezultātus dod arī Petrini atvasinātās formulas, bet plašāku salīdzinājumu un izmēģinājumu vēl nav.

Lietojot vienkāršās tilpuma formulas, būtu jāievēro katrā gadījumā arī koku suga, cik tālu tas saistīts ar vienas vai otras sugas resgaļa blizumu. Tā, piem., ar galu laukumu formulu, egles vesela stumbra tilpumu noteicot, jāizmēri tikai viens caurmērs — resgaļa griezumā, kur tas pakļauts lielām nejaušībām, tā ka kļūda var sasniegt pat 50% . Turpretim nogriežņiem šī pati formula dod jau apmierinošus rezultātus. Salīdzinot ar šo vienkāršo formulu, priekšroka dodama tomēr viduslaukuma formulai.

42. §. Stumbra tilpuma noteikšanas piemērs

Egle 93 g., L = 24,0 m, $d_{1,3} = 27,1$ cm.

Atstatums no resgaļa griezuma m	Caurmērs cm		Šķērslaukums m ²	
	ar mizu	bez mizas	ar mizu	bez mizas
0,0	30,3	29,5	0,0721	0,0683
1,0	27,3	26,8	0,0585	0,0564
2,0	26,7	26,0	0,0560	0,0531
3,0	26,2	25,3	0,0539	0,0503
4,0	25,9	25,0	0,0527	0,0491
5,0	25,6	24,8	0,0515	0,0483
6,0	24,4	23,8	0,0468	0,0445
7,0	23,2	22,8	0,0423	0,0408
8,0	23,1	22,8	0,0419	0,0408
9,0	23,1	22,8	0,0419	0,0408
10,0	21,8	21,5	0,0373	0,0363
11,0	20,5	20,1	0,0330	0,0317
12,0	20,1	19,6	0,0317	0,0302
13,0	19,8	19,1	0,0308	0,0287
14,0	18,5	17,8	0,0269	0,0249
15,0	17,1	16,4	0,0230	0,0211
16,0	16,4	15,7	0,0211	0,0194
17,0	15,7	14,9	0,0194	0,01744
18,0	14,3	13,6	0,01606	0,01453
19,0	12,9	12,4	0,01307	0,01208
20,0	11,6	11,0	0,01057	0,00950
21,0	10,2	9,5	0,00817	0,00709
22,0	8,0	7,4	0,00503	0,00430
23,0	5,7	5,2	0,00255	0,00212
24,0	0,0	0,0	0,0	0,0

1. Saliktā viduslaukumu formula:

$$v = l (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n)$$

$$v = 2 (0,0585 + 0,0539 + 0,0515 + 0,0423 + 0,0419 + 0,0330 + \\ + 0,0308 + 0,0230 + 0,0194 + 0,01307 + 0,00817 + 0,00255) = \\ = 2 \cdot 0,37809 = \boxed{0,7562} \text{ (m}^3\text{)}.$$

2. Saliktā galu laukumu formula:

$$v = l \left(\frac{g_0 + g_n}{2} + g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_{n-1} \right)$$

$$v = 2 \left(\frac{0,0721 + 0}{2} + 0,0560 + 0,0527 + 0,0468 + 0,0419 + \right. \\ \left. + 0,0373 + 0,0317 + 0,0269 + 0,0211 + 0,01606 + 0,01057 + \right. \\ \left. + 0,00503 \right) = 2 \cdot 0,38201 = \underline{0,7640 \text{ m}^3}.$$

Salīdzinot rezultātu ar iepriekšējo, atrodam šādu kjūdas procentu:

$$p = \frac{v - v_s}{v_s} \cdot 100, \\ p = \frac{0,7640 - 0,7562}{0,7562} \cdot 100 = + 1,03\%.$$

3. Simpsona formula:

$$v = \frac{1}{3} [g_0 + g_n + 4 (g_1 + g_3 + \dots + g_{n-1}) + 2 (g_2 + \\ + g_4 + \dots + g_{n-2})] \\ v = \frac{1}{3} [0,0721 + 0 + 4 (0,0585 + 0,0539 + 0,0515 + 0,0423 + \\ + 0,0419 + 0,0330 + 0,0308 + 0,0230 + 0,0194 + 0,01307 + \\ + 0,00817 + 0,00255) + 2 (0,0560 + 0,0527 + 0,0468 + 0,0419 + \\ + 0,0373 + 0,0317 + 0,0269 + 0,0211 + 0,01606 + 0,01057 + \\ + 0,00503)] = \frac{1}{3} [0,0721 + 4 \cdot 0,37809 + 2 \cdot 0,34606] = \\ = \frac{1}{3} (0,0721 + 1,51236 + 0,69212) = \frac{2,27658}{3} = \underline{0,7589 \text{ m}^3}, \\ \text{kjūda: } + 0,35\%.$$

4. Matīsenas formula:

$$v = \frac{3}{4} l d_s \Sigma d$$

d_s atrodas tur, kur gareniskā griezuma laukums dalās divās līdzīgās daļās, ko vislabāk atrast, atsevišķi pieskaitot caurmērus sekciju vidū pie iepriekšējo caurmēru sumas šādi:

Atstatums no resgaļa griezuma m	Caur- mērs cm
1	27,3
3	26,2
	<u>53,5</u>
5	25,6
	<u>79,1</u>
7	23,2
	<u>102,3</u>
	23,1
9	<u>125,4</u>
	20,5
11	<u>145,9</u>
	19,8
13	<u>165,7</u>
	17,1
15	<u>182,8</u>
	15,7
17	<u>198,5</u>
	12,9
19	<u>211,4</u>
	10,2
21	<u>221,6</u>
	5,7
23	<u>227,3</u>
Σd = 227,3	

Gareniskā griezuma laukums līdzinās Σd . 1, jo atsevišķu sekciju gareniskā griezuma laukumu var aprēķināt kā trapezu — pēc viduslīnijas un augstuma. Ja sekciju garums $l = 1$ m, tad gareniskā griezuma laukuma pusi atrod $\frac{\Sigma d}{2}$.

Lai arī pie 2 m garām sekcijām izmantotu Matisena ieteikto ērto skaitļošanas veidu, tad pieņemsim gareniskā griezuma laukumu divas reizes mazāku.

$$\frac{\Sigma d}{2} = \frac{227,3}{2} = 113,65.$$

Šī vieta atrodas 5. sekcijā. Pieskaitot caurmēru 7 m atstatumā 23,2 cm, esam aprēķinājuši visas 4. sekcijas gareniskā griezuma laukumu, t. i., līdz 8 m, dabūdami sumu 102,3, kas ir zem meklētās. Pieskaitot nākošās sekcijas caurmēru 23,1 cm, aprēķinām laukumu līdz 10 m, dabūdami sumu 125,4, kas ir par lielu.

Meklētā pussuma 113,65 atrodas vidū starp abām šīm vietām, aptuveni 9 m atstatumā no resgaļa griezuma. Precizāk to var noteikt interpolācijas ceļā. Caurmērs pie 9 m ir 23,1 cm, kas arī ir d_9 .

$$v = 3/4 \cdot 0,231 \cdot 2 \cdot 2,273 = \underline{0,7876 \text{ m}^3},$$

kļūda: + 4,15%.

Interpolācijas vietā var lietot arī citu paņēmieni. No caurmēru sumējuma redzams, ka $\frac{\Sigma d}{2}$ atrodas apm. ap piektās sekcijas vidū.

Nemam caurmēru sumu divas reizes lielākā atstatumā, t. i., devītās sekcijas galā, pie 18 m un dalām ar sekciju skaitu

$$d_s = \frac{198,5}{9} = 22,1 \text{ cm}$$

$$v = 3/4 \cdot 0,221 \cdot 2 \cdot 2,273 = \underline{0,7535 \text{ m}^3},$$

kļūda: $-0,4\%$.

5. Grafiskā metode.

Koordinātu tīklā uz abscisas atliekam stumbra garumu pa 2 m sekcijām, bet uz ordinatas sekciju galu šķērslaukumus. Savienojot punktus, dabūjam likni (64. attēls), kas ierobežo zināmu laukumu. Dotajā mērogā tīkla viena rūtiņa atbilst $0,01 \times 2 = 0,02 \text{ (m}^3\text{)}$. Noteicot visu liknes ierobežoto laukumu, dabūjam 37,99 rūtiņas. To vērtība resp. stumbra tilpums

$$v = 0,02 \times 37,99 = \underline{0,7598 \text{ m}^3},$$

kļūda: $+0,48\%$.

6. Galu laukumu formula:

$$v = \frac{g_0 + g_n}{2} \cdot L,$$

$$v = \frac{0,0721 + 0}{2} \cdot 24 = 0,03605 \cdot 24 = \underline{0,8652 \text{ m}^3},$$

kļūda: $+14,4\%$.

Lielā kļūda izskaidrojama ar vienīgo caurmēru stumbra resgaļa griezumā, ko ietekmē sakņu blīvums.

7. Viduslaukuma formula:

$$v = \gamma L,$$

$$v = 0,0317 \cdot 24 = \underline{0,7608 \text{ m}^3},$$

kļūda: $+0,6\%$.

8. Hosfelda formula:

$$v = \frac{L}{4} (3 g_{1/3} + g_n); \quad v = 3/4 g_{1/3} L,$$

$$v = 3/4 \cdot 0,0419 \cdot 24 = \underline{0,7542 \text{ m}^3},$$

kļūda: $-0,26\%$.

9. Gausa-Simonija formula:

$$a) v = \frac{L}{2} (g_{0,21} + g_{0,79}),$$

$$v = \frac{24}{2} (0,0515 + 0,01327) = 12 \cdot 0,06477 = \underline{0,7772 \text{ m}^3},$$

klūda: + 2,8%;

$$b) v = \frac{L}{2} (g_{1/5} + g_{4/5}),$$

$$v = \frac{24}{2} (0,0519 + 0,01247) = 12 \cdot 0,06437 = \underline{0,7724 \text{ m}^3},$$

klūda: + 2,1%.

10. Divu sekciju metode:

$$v = \frac{L}{2} (g_{1/4} + g_{3/4}),$$

$$v = \frac{24}{2} (0,0468 + 0,01606) = 12 \cdot 0,06286 = \underline{0,7543 \text{ m}^3},$$

klūda: - 0,3%.

11. Šifela formula:

$$v = L (0,61 g_{1/4} + 0,62 g_{3/4} - 0,23 g_{1/4} \cdot \frac{d_{3/4}}{d_{1/4}}),$$

$$v = 24 (0,61 \cdot 0,0468 + 0,62 \cdot 0,01606 - 0,23 \cdot 0,0468 \cdot 0,59) = \\ = 24 \cdot (0,0285 + 0,00996 - 0,01076 \cdot 0,59) = \underline{0,7716 \text{ m}^3},$$

klūda: + 2,03%.

12. Tretjakova formula:

$$a) v = 0,5795 L d_{1/4} \sqrt{d_{1/4} d_{1/2}},$$

$$v = 0,5795 \cdot 24 \cdot 0,244 \cdot \sqrt{0,244 \cdot 0,201} = 3,393552 \cdot \sqrt{0,049044} = \\ = 3,39355 \cdot 0,22146 = \underline{0,7515 \text{ m}^3},$$

klūda: - 0,6%;

$$b) v = 0,6413 d_{1/2} \cdot d_{1/4} \cdot L,$$

$$v = 0,6413 \cdot 0,201 \cdot 0,244 \cdot 24 = \underline{0,7548 \text{ m}^3},$$

klūda: - 0,2%.

13. Jaroševiča pārveidotā Tretjakova formula:

$$v = 0,29 d_{1/4} (d_{1/4} + d_{1/2}) L,$$
$$v = 0,29 \cdot 0,244 (0,244 + 0,201) \cdot 24 = \underline{0,7557 \text{ m}^3},$$

kļūda: $-0,1\%$.

14. Šustova formula:

$$v = 0,55 \cdot L \cdot d_{1/2} d_{1,3},$$
$$v = 0,55 \cdot 24 \cdot 0,201 \cdot 0,271 = \underline{0,7190 \text{ m}^3},$$

kļūda: $-4,9\%$.

15. Nutona-Rikes formula:

$$v = \frac{L}{6} (g_0 + 4\gamma + g_n),$$
$$v = \frac{24}{6} (0,0721 + 4 \cdot 0,0317 + 0) = 4 \cdot (0,0721 + 0,1268) =$$
$$= 4 \cdot 0,1989 = \underline{0,7956 \text{ m}^3},$$

kļūda: $+5,2\%$.

16. Simonija formula:

$$v = \frac{L}{3} (2 g_{1/4} + 2 g_{3/4} - \gamma),$$
$$v = \frac{24}{3} (2 \cdot 0,0468 + 2 \cdot 0,01606 - 0,0317) = 8 \cdot 0,09402 =$$
$$= \underline{0,7522 \text{ m}^3},$$

kļūda: $-0,5\%$.

17. Kombinētā viduslaukuma-Nutona formula:

$$v = g_1 L' + \frac{L-L'}{6} (g_2 + 4 g_3),$$

$L' = 3 \text{ m}$, g_1 pie $1,5 \text{ m} - 0,0573$,
 g_2 pie $3,0 \text{ m} - 0,0539$,
 g_3 pie $\frac{24-3}{2} = 10,5 \text{ m}$ no tievgaļa, t. i., pie
 $13,5 \text{ m} - 0,0287$,

$$v = 0,0573 \cdot 3 + \frac{24 - 3}{6} (0,0539 + 4 \cdot 0,287) =$$

$$= 0,1719 + 3,5 \cdot 0,1687 = 0,1719 + 0,59045 = \underline{0,7623 \text{ m}^3},$$

kjūda: + 0,8%.

18. Breimana formula:

$$v = \frac{L}{8} [g_0 + 3 (g_{1/3} + g_{2/3}) + g_a],$$

$$v = \frac{24}{8} [0,0721 + 3 (0,0419 + 0,0211) + 0] = 3 (0,0721 +$$

$$+ 0,1890) = \underline{0,7833 \text{ m}^3},$$

kjūda: + 3,6%.

19. Apkārtmēra tilpuma formula:

$$v = \left(\frac{u}{5}\right)^2 2 \cdot L,$$

$$v = \left(\frac{0,63}{5}\right)^2 \cdot 2 \cdot 24 = 0,01588 \cdot 2 \cdot 24 = \underline{0,7622 \text{ m}^3},$$

kjūda: + 0,8%.

20. Kosicina formula:

$$v = \left(\frac{d_{0,21} + d_{0,79}}{2}\right)^2 \frac{\pi}{4} L,$$

$d_{0,21}$ pie 5,04 m — 25,6 cm,
 $d_{0,79}$ pie 18,96 m — 13,0 cm,

$$v = \left(\frac{0,256 + 0,130}{2}\right)^2 \cdot \frac{3,14}{4} \cdot 24 = 0,1932 \cdot 3,14 \cdot 6 =$$

$$= 0,03725 \cdot 18,84 = \underline{0,7018 \text{ m}^3},$$

kjūda: -7,2%.

21. Petrini formulas:

a) $v = 0,781 g_{36\%} L,$
 $g_{36\%}$ pie 8,64 m — 0,0419,

$$v = 0,781 \cdot 0,0419 \cdot 24 = 0,032724 \cdot 24 = \underline{0,7854 \text{ m}^3},$$

kjūda: + 3,9%;

$$\begin{aligned}
 \text{b) } v &= 0,73 \frac{g_{34\%}}{g_{34\%}} L, \\
 &\quad g_{34\%} \text{ pie } 8,16 \text{ m} - 0,0419, \\
 v &= 0,73 \cdot 0,0419 \cdot 24 = \underline{0,7341 \text{ m}^3}, \\
 &\quad \text{kļūda: } -2,9\%;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c) } v &= 0,70 \frac{g_{30\%}}{g_{30\%}} L, \\
 &\quad g_{30\%} \text{ pie } 7,2 \text{ m} - 0,0423, \\
 v &= 0,70 \cdot 0,0423 \cdot 24 = 0,70 \cdot 1,0152 = \underline{0,7106 \text{ m}^3}, \\
 &\quad \text{kļūda: } -5,9\%.
 \end{aligned}$$

Par vienas vai otras formulas rezultātu pareizību nevar spriest tikai no šī viena piemēra. Citam stumbram ar nedaudz atšķirīgāku formu minētās formulas var dot rezultātus ar citu noteiktību.

C. FIZIKALĀS TILPUMA NOTEIKŠANAS METODES

43. §. Fizikalās tilpuma noteikšanas pamati

Ar apskatītām stereometriskām formulām iespējams noteikt tikai taisnu un vairāk vai mazāk pareizi veidotu stumbru vai tā daļu tilpumu. Arī zaru tilpumu var noteikt tādā pašā ceļā, ja zari kaut cik taisni un sagarināmi nelielos gabalos. Turpretim tādām kokā daļām, kas sava nepareizā veida dēļ nav arī tuvināti pielīdzināmas kādam no apskatītiem stereometriem ķermeņiem, piem.: celmiem vai to daļām, saknēm, tieviem un līkiem zariņiem, nepareiza veida šķilām un pagalēm, lapu masai u. c., tilpuma noteikšanai lietojamas fizikalās metodes. Tās pamatojas uz fizikas likumiem par ūdenī nogremdētiem ķermeņiem (līdzīga ūdens tilpuma izspiešana, svara zaudēšana ūdenī), par savienotiem traukiem, svaru u. c.

Fizikalās tilpuma noteikšanas metodes nav ērtas praktiskai lietošanai. Tās lieto lielāko tiesu pētījumos un izmēģinājumos, bet tādā veidā atrastos koeficientus un rādītājus jo plaši izmanto mežsaimniecībā. Piemēram, apaļas vai skaldītas malkas, celmu malkas un žaģaru grēdas ciešsaturu var noteikt ar fizikalām metodēm izmēģinājumos, bet aprēķinātos vidējos skaitļus lieto prakses vajadzībām.

44. §. Ksilometriskā metode

Ksilometriskā metode balstās uz fizikas likumu, ka ūdenī nogremdēta ķermeņa tilpums līdzīgs tā izspiestajam ūdens daudzumam. Rīku, ar kuru šādā ceļā noteic

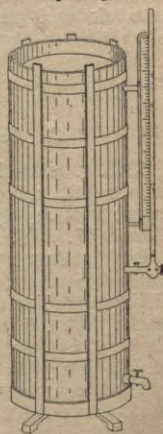
tilpumu, sauc par ksilometru. Šo metodi nepareizas formas koka gabala tilpuma noteikšanai pirmo reizi lietoja jau 1782. g. No primitīvas kastes ksilometrs mūsu dienās izveidojies par cilindrisku trauku. Atkarībā no izspiestā ūdens daudzuma izmērīšanas paņēmiena izšķir divus ksilometra tipus — ar mainīgu un pastāvīgu ūdens līmeni.

1. Ksilometrs ar mainīgu ūdens līmeni

1837. g. Reisiģs konstruēja rīku, ko nosauca par ksilometru. Tas bija cilindrisks koka trauks 30 cm caurmērā un 1,4 m augstumā. Nedaudz zemāk par vidu trauks savienojās ar 1 cm resnu stikla cauruli, kas bija piestiprināta vertikāli trauka sānos un kam blakus atradās skala ūdens līmeņa nolasišanai. Skalas graduēšanai trauku pakāpeniski piepildīja ar noteiktu ūdens daudzumu.

Šāda tipa ksilometru, ko parasti mēdz saukt Reisiģa vārdā, vēlāk papildināja vairāki citi pētnieki.

Mūsu dienās lietojamus ksilometrus pagatavo no bieza cinkota skārda cilindriska trauka veidā, parasti 50 cm caurmērā un 1,5 m augstumā (66. attēls). Trauka izturību un stingrumu pastiprina ar dzelzs stīpām un, lai transportējot to nespīestu, apšuj ar koka dēļiņiem, pie kuriem vēl var pierīkot rokturus nešanai. Trauka apakšā ierīkots krāns ūdens nolaišanai un trauka izskalošanai. Apmēram $\frac{1}{3}$ augstumā trauka vienos sānos atrodas caurums, kurā iestiprināta metala caurulīte ar krānu un uzliektu galu. Tā savukārt savienota ar stikla cauruli, kas piestiprināta paraleli trauka sienai. Lai caurule neaizsērētu ar netīrumiem, tās gals aizsprostots ar sietiņu, bet lai transportējot tā nesaplīstu, to ieslēdz divos skārda ietvaros vai arī izņem laukā. Blakus stikla caurulei pierīkota skala ūdens līmeņa nolasišanai. Precīzai nolasišanai skala savienota ar noniju. Skalas graduēšanai trauku piepilda ar ūdeni, kamēr tas parādās caurules apakšējā galā. Tai vietā uz skalas atzīmē 0 punktu. Pielejot noteikti pa $\frac{1}{4}$ dcm³ ūdens, uz skalas izdara arvien jaunas atzīmes. Pareizai ūdens līmeņa nolasišanai ir pa cauruli pārbīdāma metala aptverīte ar rādītāju.



66. att. Ksilometrs ar mainīgu ūdens līmeni

Šāda veida ksilometru var pagatavot katrs labs amatnieks. Pagaļu iegremdēšanu ūdenī izdara ar sevišķu apaļu, caurumotu dzelzs ripu vai sietiņu, kura centrā iestiprināts apm. 1,2 m garš dzelzs stienītis. Trauka augšgalā nostiprināms pārlietams šķērsliis ar caurumu vidū, pa kuru var izbīdīt gremdējamās ripas stienīti un nostādīt to vēlamā augstumā. Izdarot skalas graduēšanu, ripa jāiegremdē ūdenī līdz 2,5 cm, lai būtu ievērots tās tilpums.

Lietojot ksilometru, to nostāda uz pāris blankām un ar ķīli nostiprina to vertikālā stāvoklī. Pēc tam traukā iepilda ūdeni nedaudz virs 0 punkta, iegremdē ripu 2,5 cm dziļi un nolasa līmeņa augstumu. Tad gremdējamo ripu paceļ, patur kādu brīdi virs trauka, lai notek ūdens, un kopā ar šķērsli atvāž no trauka. Pagaļes krauj vertikāli, garākās vienu kārtu, isākās divas kārtas. Piepildītā ksilometrā ielaiž gremdējamo ripu ap 2,5 cm zem ūdens līmeņa, nostiprina šķērsli un tanī ripas stieni. Tiklīdz ūdens nomierinājies, nolasa atkal tā līmeņa augstumu. Otrreizēja nolasišana izdarāma, kamēr pagaļes vēl nav piesūkušās ar ūdeni. Abu nolasiņumu starpība rādīs iegremdēto koka gabalu tilpumu.

Lai izvairītos no divreizējas ūdens līmeņa nolasišanas, ksilometram piekonstruēja pārbīdāmu skalu. Pirms pagaļu iegremdēšanas skalas 0 punktu nostāda pretim ūdens līmenim un tilpumu nolasa tieši uz skalas.

Šāda tipa ksilometrs mazāk ērts pārvadāšanai, tāpēc to vairāk lieto stacionārās pētniecības iestādēs.

2. *Ksilometrs ar pastāvīgu ūdens līmeni*

1846. g. sāka lietot ksilometru ar pastāvīgu ūdens līmeni. Tas var būt cilindrisks vai arī citādas formas skārda vai koka trauks, kam augšējā daļā sānos pierīkota caurulīte ūdens notecešanai (67. att.).

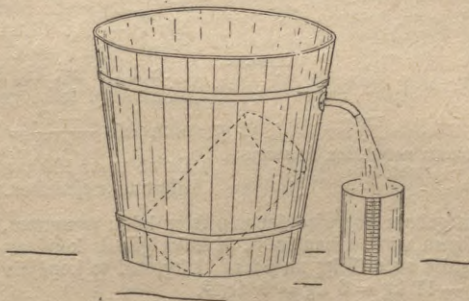
Lietojot šo ksilometru tilpuma noteikšanai, to piepilda ar ūdeni, kamēr tas pa caurulīti tek laukā. Tad zem caurulītes nostāda mērījamo trauku ūdens uztveršanai un ksilometrā iegremdē koka gabalu, pieturot to ar dzelzs stienīti. Nogaidot, kamēr izspiestais ūdens pa caurulīti beidz tecēt, konstatē tā daudzumu uztvērējā traukā. Tas rāda koka gabala tilpumu.

Tilpuma noteikšana ar šādu ksilometru prasa vairāk laika, bet to ērtāk lietot darbiem mežā. Šim nolūkam var lietot kaut kādu koka trauku vai mucu, pierīkojot caurulīti ūdens notecešanai. Tāds trauks ir ērti pārvadājams, viegli cilājams un tik ātri nebojājas. Svarīgāks šeit ir trauks izspiestā ūdens izmēri-

šanai. Meža darbos, ja nav vajadzīga liela precizitate, šim nolūkam var lietot vienkārši skārda litru.

Izspiesto ūdens daudzumu var noteikt arī ar svēršanu. Neievērojot temperatūras svārstības, var pieņemt, ka 1 dcm³ ūdens sver 1 kg. Izspiestā ūdens svars izteic koka gabala tilpumu dcm³.

Lielākus koka gabalus nogremdē pa vienam, mazākus pa vairākiem kopā, bet sikus zarus un saknes sasien kūlišos, lapas ievieto tīkliņā. Svaigas koksnes tilpumu ksilometriski var noteikt ļoti pareizi, bet sausa koksne uzsūc ūdeni un diezgan ātri piemirst. Tāpēc tādos gadījumos der nosvērt koka gabalu pirms un pēc iegremdēšanas un rezultātus korigēt ar svara starpību.



67. att. Ksilometrs ar pastāvīgu ūdens līmeni

Ksilometriem ar pastāvīgu ūdens līmeni pieskaitāms arī precīzijas ksilometrs, ko mēdz saukt par automatisko. Tas ir neliels instruments, ko visvairāk lieto sīkāku ķermeņu — mazu koka vai mizas gabaliņu, skuju, lapu un augu tilpuma noteikšanai. Tā pamatprincips ir tāds, ka ķermeni nogremdē slēgtā traukā, bet izspiestais ūdens ieplūst savienotā blakus traukā un to var precīzi izmērīt. Šāds ksilometrs noder vairāk zinātniskai pētniecībai, un taksācijas praksē tam mazāka nozīme.

45. §. Svaru metode

Ir vairāki paņēmieni koka gabala tilpuma noteikšanai ar svēršanu. Viens no tiem pamatojas uz Archimeda likumu, ka katrs ūdeni iegremdēts ķermenis zaudē no sava svara tik daudz, cik sver

tā izspiestais ūdens daudzums. Tātad koka gabala svara zaudējums ūdenī, izteikts kg, reizē arī būs tā tilpums dcm^3 .

Šī paņēmiena lietošanai nepieciešami svāri, vislabāk vienkāršs bezmēns un trauks ar ūdeni, kurā varētu iegremdēt sveramo koka gabalu. Bet tā kā koks ir vieglāks par ūdeni un negrimst, tad tam jāpiesien kāds akmens vai metala gabals, kas to ūdenī nogremdētu (68. att.).



68. att. Tilpuma noteikšana ar svaru metodi

Apzīmējot koka gabala svaru ar P , tā svaru ūdenī ar P_1 , izspiestā ūdens svars būs $P - P_1$. Tā kā 1 dcm^3 ūdens svars 40°C temperatūrā ir 1 kg , tad izspiestā ūdens resp. koka gabala tilpums būs $\frac{P - P_1}{1} = V \text{ dcm}^3$.

Dalot to ar 1000 , atradīsim tilpumu ciešmetros.

Ja koka gabala nogremdēšanai piesien kādu smagumu, tad arī tā svars jāņem vērā. Piemēram, ja koka gabals kopā ar piesieto smagumu gaisā sver 17 kg un ūdenī 11 kg , tad to kopējais tilpums būs $17 \text{ kg} - 11 \text{ kg} = 6 \text{ kg} = 6 \text{ dcm}^3$.

No tā atņemot smaguma tilpumu 1 dcm^3 , atradīsim koka gabala tilpumu

$$6 \text{ dcm}^3 - 1 \text{ dcm}^3 = 5 \text{ dcm}^3 = 0,005 \text{ m}^3.$$

Ūdens temperatūras svārstībām nav lielas nozīmes.

Koka tilpuma noteikšanai ar svēršanu var lietot arī kādu citu fizikas likumu, proti, ka vienādas vielas ķermeņu tilpumi ir tieši proporcionāli to svaram. Ja 1 m^3 koksnes svars ir P , bet visa koksnes daudzuma svars P_1 , tad tā tilpumu varam noteikt šādi:

$$P : P_1 = 1 : V,$$

$$V = \frac{P_1}{P}.$$

Koka tilpumu var noteikt arī pēc koksnes īpatnējā svara. Kāda ķermeņa īpatnējo svaru atrod, dalot tā absolūto svaru ar tilpumu

$$S = \frac{P}{V}, \text{ bet tilpumu } V = \frac{P}{S},$$

kur S — īpatnējais svars, P — absolūtais svars, V — tilpums. Izsverot koksni kg, dabūsim tilpumu dcm³, bet izsverot tonnās, dabūsim tilpumu ciešmetros.

Abi pēdējie paņēmieni balstās vai nu uz koksnes absolūto vai īpatnējo svaru. Bet koksnes svars ir nepastāvīgs. Vienai un tai pašai sugai tas ir atkarīgs no meža tipa, koka attīstības klases, atrašanās vietas stumbrā (kodols, aplieve), mitruma satura utt. Praksē tādēļ lieto izmēģinājumos iegūtos vidējos skaitļus, kas, protams, dod tikai tuvinātus rezultātus.

1 m³ koksnes vidējo, absolūto un īpatnējo svaru rāda šāda tabula:

1. tabula

Koku suga	1 m ³ zaļas koksnes svars kg	1 m ³ gaisa sausas koksnes svars kg	Gaisa sausas koksnes vidējais īpatnējais svars
Ozols	1020	760	0,76
Osis	924	750	0,75
Bērzs	878	650	0,65
Priede	869	520	0,52
Lapegle	833	600	0,60
Melnalksnis	827	540	0,54
Egle	794	450	0,45
Liepa	792	450	0,45
Apse	762	510	0,51

46. §. Kombinētā metode

Ja jāaprēķina lielu koka gabalu vai arī veselu koku tilpums ar saknēm un zariem, tad par izdevīgāko var izrādīties kombinētā metode. Neliela stumbra daļu aprēķina ksilometriskā ceļā un atrod tā svaru P₁. Ja visa stumbra svars ir P, tad tā tilpumu dabūsim:

$$P : P_1 = x : V,$$

$$x = \frac{P}{P_1} \cdot V.$$

Tādā pašā ceļā var noteikt arī sakņu un zaru tilpumu un, atrastos rezultātus sasumējot, dabūt visa koka tilpumu.

Šis pats paņēmieni ērti lietojams arī kāda sagatavota, grēdās krauta, sortimenta tilpuma noteikšanai.

Piemēram, 5 steru zaļas bērza malkas svars ir 3,3 t. Izvēlamies dažas vidēji resnas pagales, tās nosverot, dabūjam 26 kg, bet atrodot ksilometriskā ceļā tilpumu — 0,03 m³. Visu 5 m³ malkas tilpumu aprēķinām šādi:

$$x : 0,03 = 3300 : 26,$$

$$x = \frac{3300}{26} \cdot 0,03 = 3,8 \text{ m}^3.$$

D. MIZAS, CELMU, SAKŅU UN ZARU TILPUMA NOTEIKŠANA

47. §. Mizas tilpuma noteikšanas metodes

Koka mizai daudzos gadījumos ir vērtība pašai par sevi. Tā ozola, egles, vītola mizas izlieto miecētājielvu iegūšanai, bērza tāsis sausai pārtvaicēšanai utt. Citos gadījumos miza uzskatāma par nevērtīgu atkritumu, un, izmērijot kādu sortimentu vai noteicot tā tilpumu, miza nav jāņem vērā. Kā vienā, tā otrā gadījumā ir nepieciešami noteikt mizas tilpumu.

Mizas un mizas produkcijas tilpumu nosaka ar dažādām metodēm. Nocirstiem kokiem mizas tilpumu noteic ar fizikalām tilpuma noteikšanas metodēm vai arī kā diferenci starp stumbra tilpumu ar un bez mizas, lietojot aprēķiniem parastās stereometriskās formulas. Augošiem kokiem mizu nenosaka tieši, bet vadās no zinātniskos pētījumos atrastajiem vidējiem skaitļiem, kas visbiežāk izteikti procenta veidā no kopējā tilpuma.

Saimnieciskām vajadzībām sagatavotas mizas tilpumu nosaka vai nu pēc krāvvummēra, vai pēc svara, visbiežāk pēc pēdējā.

Tā kā mizas biežums dažādās stumbra daļās ir dažāds un mizas sadalījumu pa stumbri nosaka dažādi apstākļi, tad šis jautājums ir bijis visai plašs pētījumu objekts. Pirmie pētījumi Vakareiropā izdarīti jau 19. gs. otrajā pusē (Flurijs, Kuncce, Šifels). Plašus datus par daudzām sugām ievācis K r i d e n e r s (1909.—1913. g.) Krievijā. Arī LLA Meža taksācijas katedrai un M ū r n i e k a m publicēti dati par Latvijas PSR divu galveno koku sugu mizas daudzumu.

48. §. Mizas novietošanās stumbrā

Daudzkārtējos pētījumos atrasts, ka dažādām koku sugām ir dažāds mizas procents, bet arī vienai sugai tas var svārstīties atkarībā no vecuma, resnuma, augšanas apstākļiem u. c. faktoriem. Visumā tas svārstās 6—20% robežās.

Saskaņā ar pētījumos iegūtiem datiem, mizas procents vidēji ir šāds:

Pēc Krīdenera	
Eglei	9—14%
Priedei	8,5—13%
Apsei	12—18%
Osim	13—20%
Ozolam	17—27%
Bērzam	15%
Alksnim	8%
Līpai	18—34%

Latvijas PSR pētījumos noskaidrots mizas procents mūsu divām galvenajām sugām — priedei un eglei.

Pēc LLA Meža taksācijas katedras datiem:		Pēc Mūrnieka datiem:	
Eglei	11,7%	Eglei	11,7%
Priedei	11,3%	Priedei	11,6%
Kāpu priedei	17,3%		

Vislielākais mizas procents ir ozolam un lapeglei. Visām koku sugām raksturīgi, ka ar krūšaugstuma caurmēra palielināšanos mizas procents samazinās. To ilustrē šāda tabula, sastādīta pēc Krīdenera datiem:

Mizas tilpums procentos no stumbra tilpuma ar mizu 2. tabula

Koku suga	Mizas tilpums pie šāda krūšaugstuma caurmēra												
	13	18	22	27	31	36	40	44	49	53	58	62	67
Ozols	27	22	20	20	20	19	19	19	18	18	18	17	17
Egle	14	13	12	11	10	10	10	10	10	10	9	9	9
Apse	14	14	14	13	13	13	13	13	13	13	12	12	12
Līpa	28	25	22	21	21	20	20	19	19	19	—	—	—

Pēc Mūrnieka datiem priedei un eglei, krūšaugstuma caurmēram palielinoties no 10 cm uz 40 cm, mizas tilpums samazinās no 14% uz 10%.

Šo sakarību var izteikt ar šādas hiperbolas vienādojumu

$$p = a + \frac{k}{d}, \quad (41)$$

kur d ir krūšaugstuma caurmērs, a un k koeficienti.

No dažādām sugām bieža miza ir priedei, ozolam un lapeglei, sevišķi stumbra resgali. Priedei dažreiz krevu miza stumbra resgali var sniegties līdz $\frac{1}{3}$. Plānāka miza, turklāt vienmērīgākā biezumā, ir eglei, balteglei, skābardei u. c.

Vienai un tai pašai sugai ar vienādiem izmēriem mizas biežums atkarīgs arī no formas koeficienta q_2 . Pēc PSRS Mežrūpniecības zinātniski pētnieciskā institūta 1931. gada tabulām priedei ar $h = 29$ m un $d_{1,3} = 36$ cm ir šāds mizas procents:

q_2	0,71	0,65	0,59
mizas %	10	12	15

kur $q_2 = \frac{d_{1/2}}{d_{1,3}}$.

Pie vienāda formas koeficienta q_2 mizas tilpuma procents samazinās ar augošu caurmēru vai garumu.

Pēc Šustova pētījumiem par ozolu audzēm mizas procents ozola atvasajos svārstās no 11,5—23,2%, atkarībā no bonitates un audzes vecuma. Vienas bonitates robežās vislielākais mizas procents ir jaunākās audzēs, bet vismazākais — vecākās audzēs. Pēc Kridenera novērojumiem jaunām liepiņām (8—12 cm) miza sastāda ap $\frac{1}{3}$ (34%), bet veciem kokiem (44 cm un resnāki) — $\frac{1}{5}$ (18%).

Līdz ar bonitates, vispār augšanas apstākļu pasliktināšanos mizas procents palielinās. To labi raksturo Mūrnieka pētījumi par priedes un egles mizas procentu dažādos meža tipos. Sakārtojot meža tipos pēc augsnes labuma, dabūjam šādu ainu:

Priedei		Eglei	
Meža tips	Mizas procents	Meža tips	Mizas procents
Priedeglājs	10,8	Eglājs	10,9
Sils	11,0	Priedeglājs	10,9
Priedulājs	11,2	Priedulājs	11,6
Riests	11,5	Dumbrājs	13,1
Purvājs	12,7	Purvelglājs	13,0
Kāpu sils	17,6		

Vienā un tai pašā audzē un augšanas apstākļos mizas daudzums var svārstīties arī atsevišķiem indivīdiem.

Mizas biežums turpretim palielinās līdz ar krūšaugstuma caurmēru. Liepai, piem., šo sakarību var izteikt ar šādu vienādojumu:

$$2k = 0,07d + 1,3,$$

kur $2k$ ir divkārtš mizas biežums un d krūšaugstuma caurmērs.

Šo sakarību raksturo šāda tabula, sastādīta pēc Kridenera datiem:

Divkārtš mizas biežums krūšaugstumā centimetros 3. tabula

Koku suga	Divkārtš mizas biežums pie attiecīgā krūšaugstuma caurmēra ar mizu						
	15	20	25	30	35	40	45
Priede	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
Egle	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7
Ozols	1,7	2,2	2,7	3,3	3,8	4,1	4,4
Bērzs	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Apse	1,8	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,3
Liepa	2,4	2,7	3,1	3,4	3,8	4,1	4,5
Osis	1,5	2,0	2,3	2,6	2,7	2,8	2,9

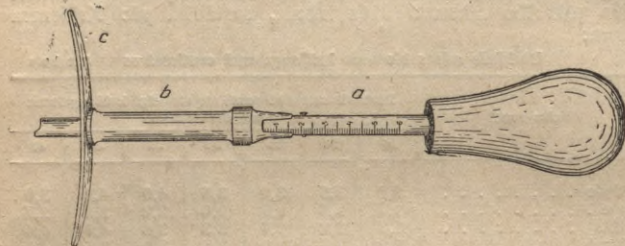
Mizas biežums visā stumbrā nav vienāds. Pētījumos atrasts, ka mizas šķērslaukuma procents samazinās no resgaļa virzienā uz galotni līdz zināmai vietai un pēc tam sāk atkal pieaugt. Tā priedei šis procents krūšaugstumā ir 24, uz augšu tas strauji samazinās, stumbra vidū ir vidēji 7,1%, bet no 7 cm resnuma atkal turpinā pieaugt no 5,5—14,1%.

Šo parādību var raksturot arī ar Tjurina izstrādāto tabulu pēc Kridenera datiem.

Mizas biežums dažādās stumbra daļās procentos no mizas biežuma krūšaugstumā 4. tabula

Koku suga	n daļa no stumbra garuma						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
Priede	72	40	24	16	12	10	8
Egle	85	77	71	65	61	57	55
Ozols	90	82	76	72	70	70	—
Bērzs	64	55	47	40	34	29	25
Apse	84	74	65	57	50	44	39
Liepa	100	87	75	64	54	45	37
Osis	100	93	86	79	72	65	58

Mizas biežums svārstās arī atkarībā no debess pusēm. Tā, izpētījot 3000 priežu stumbrus, atrasts, ka ziemeļu pusē miza ir visbiezākā, tad seko austrumu un dienvidu puse, bet visplānākā miza ir rietumu pusē. Mizas biežuma mērīšanai lieto speciālu rīku, t. s. mizas biežuma mērītāju. Tas sastāv no kātā iestiprināta metala stieniņa ar pusapaļu kaltveida galu (69. attēls). Daļa no kalt-



69. att. Mizas biežuma mērītājs

veida gala ir asa, bet daļa trula, tā ka, rīku iespiežot mizā, tā gals izspiežas mizai cauri un atduras pret koksni. Pa stieniņi pārbrīdāma uzmava b ar lokveida galu c, ko mērīšanas momentā piespiež pie mizas. Uzmavas otrs, noplacinātais gals uz stieniņa skalas rāda mizas biežumu.

49. §. Mizas tilpuma noteikšanas piemērs

Ja jānoteic mizas tilpums veselam stumbram vai stumbra nogrieznim, tad vispirms jāaprēķina tā tilpums ar mizu un bez mizas. Atņemot no pirmā pēdējo, dabūsim mizas tilpumu. Nelielam stumbra nogrieznim tilpuma noteikšanai var lietot kuru katru piemērotu stereometrisko formulu. Turpretim veselam stumbram jālieto kāda no saliktajām tilpuma formulām, kas balstās uz mērījumiem daudzās vietās, lai tādējādi aptvertu mizas biežuma dažādības.

Piemērs: Egle 93 g., L = 24 m.

Atstatums no resgaļa griezuma m	Caurmērs, šķērslaukums ar mizu		Caurmērs, šķērslaukums bez mizas	
	cm	m ²	cm	m ²
1,0	27,3	0,0585	26,8	0,0564
3,0	26,2	0,0539	25,3	0,0503
5,0	25,6	0,0515	24,8	0,0483
7,0	23,2	0,0423	22,8	0,0408
9,0	23,1	0,0419	22,8	0,0408
11,0	20,5	0,0330	20,1	0,0317
13,0	19,8	0,0308	19,1	0,0287
15,0	17,1	0,0230	16,4	0,0211
17,0	15,7	0,0194	14,9	0,01744
19,0	12,9	0,01307	12,4	0,01208
21,0	10,2	0,00847	9,5	0,00709
23,0	5,7	0,00255	5,2	0,00212

Pēc saliktās viduslaukuma formulas:

$$v = 1 (\gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_n),$$

$$v = 0,7562 \text{ m}^3 \text{ — tilpums ar mizu,}$$

$$v_1 = 0,7137 \text{ m}^3 \text{ — tilpums bez mizas,}$$

$$v - v_1 = 0,0425 \text{ m}^3 \text{ — mizas tilpums,}$$

$$0,0425 : 0,7562 = p : 100,$$

$$p = \frac{0,0425 \cdot 100}{0,7562} = 5,6\% \text{ — mizas procents.}$$

Pēc vienkāršās viduslaukuma formulas: $v = \gamma L$.

Stumbra tilpums ar mizu: $v = 0,0317 \cdot 24 = 0,7608 \text{ m}^3$,

Stumbra tilpums bez mizas: $v_1 = 0,0302 \cdot 24 = 0,7248 \text{ m}^3$,

mizas tilpums: $v - v_1 = 0,0360 \text{ m}^3$;

mizas procents: 4,7%.

Piemērs rāda, ka vienkāršā viduslaukuma formula, kas balstās uz mērījumu tikai vienā vietā — stumbra vidū, dod stipri atšķirīgu rezultātu.

50. §. Celmu un sakņu tilpuma noteikšana

Sakņu un celmu tilpums padots ļoti lielām svārstībām. No takācijas viedokļa svarīga būtu tikai saimnieciski izmantojamā daļa. Dažām koku sugām saknes stiepjas dziļi zemē, un to vairumu tuvāk nosaka tikai pētniecības vajadzībām, saknes atrokot. Arī šajā gadījumā sīkās saknes paliks zemē. Parasti izmanto tikai celmu līdz ar sānu sakņu resnākajām daļām, kas atrodas tuvu zemes virsai. Ja atsevišķi jānosaka celma un sakņu tilpums, tad saknes pie paša celma atzāgē. Saknes izrok un sazāgē nelielos gabaliņos. Tilpumu vispareizāk var noteikt ksilometriskā ceļā vai ar svēršanu. Ipatnējo svaru var ņemt no palīggrāmatīņu tabulām vai noteikt uz vietas, izvēloties taisna un apaļa sakņu gabala paraugu, tā tilpumu viegli var aprēķināt, piem., ar viduslaukuma formulu. Arī pareizi veidotu celmu tilpumu var noteikt ar vienkāršu stereometrisku formulu.

Pēc Tjurina celma tilpums ir 10—4% no stumbra tilpuma, pie celma attiecīga augstuma no $\frac{1}{25}$ — $\frac{1}{100}$ no stumbra garuma.

Sakņu daudzums ļoti stipri svārstās atkarībā no sugas, vecuma un izcelšanās veida. Samērā liels sakņu tilpums ir atvasāju kokiem. Vidēji sakņu tilpumu rēķina 10—25% no stumbra tilpuma.

Parasti sakņu un celmu tilpumus skaita kopā, sagatavojot celmu malku. Pēc Orlova celmu un sakņu tilpums priedei ir 18—25%, eglei 25—30%, lapu kokiem 20—24%.

Izlaužot celmus un saknes, tos sadala sīkākos gabalos un sakrauj pareizās grēdās. Grēdu tilpumu noteic pēc 3 izmēriem. Blīvā satura aprēķināšanai to reducē par 50%. Pareizākai grēdas ciešsatura noteikšanai var lietot šādus Orlova uzdotos reducēšanas faktorus:

sakuju kokiem — resniem 48%, tieviem 46%,
lapu kokiem — resniem 43%, tieviem 42%.

51. §. Zaru tilpuma noteikšana

Arī zaru tilpums ir stipri svārstīgs atkarībā no koku sugas, vecuma, audzes biežības un citiem augšanas apstākļiem. Vidējie skaitļi šeit vēl mazāk noteikti nekā sakņu un celmu tilpumam. Zaru tilpumu parasti izteic procentos no stumbra tilpuma.

Zaru tilpumu noteic koka vainaga lielums, forma un blīvums. Izejot no novērojuma, ka, jo zemāk pa stumbru vainags nolaižas, jo tas ir lielāks un jo lielāks ir zaru tilpums, t. s. zaru tilpuma likumu var raksturot ar šādu tabulu:

5. tabula

Vainaga sākums	Zaru tilpums procentos no stumbra tilpuma		
	eglei	priedei	bērzam
0,9 L	5	5	3
0,8 L	9	11	6
0,7 L	14	19	10
0,6 L	20	29	16
0,5 L	27	41	24
0,4 L	35	55	(34)
0,3 L	45	(71)	(46)
0,2 L	55	(89)	(60)

Zaru tilpumā ieskaitītas arī skujas un lapas. Attieksmē pret eglei un priedi šie skaitļi vēl atkarīgi no vecuma. Jauniem kokiem tie mazliet jāpaaugstina, bet veciem jāsamazina. K un c e min šādus skaitļus (6. tabula):

6. tabula

Vainaga sākums	0,9 L	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2
Koku suga	Zaru tilpums procentos no stumbra tilpuma							
Eglei								
21—40 g. . . .	23	25	29	35	42	51	61	73
41—60 „ . . .	15	18	22	28	35	44	55	67
61—100 „ . . .	9	11	14	17	21	25	30	—
101—140 „ . . .	5	7	10	14	18	23	28	—
Priedei								
21—60 g. . . .	7	13	20	28	37	47	—	—
61—140 „ . . .	7	10	14	17	21	—	—	—

Šāda sakarība starp zaru tilpumu un vecumu pamudināja meklēt sakarību arī ar citiem taksācijas elementiem.

P o g r e b ņ a k s pēc pētījumiem Ukrainas lapu koku mežos ieteic zaru tilpuma aprēķināšanai šādu formulu:

$$b = \frac{p}{7q_3}, \quad (42)$$

kur b zaru tilpuma procents, p — vainaga garums procentos no visa stumbra garuma un formas koeficients

$$q_3 = \frac{d_{3/4}}{d_{1,3}}.$$

Kokiem ar lielu vainagu $d_{3/4}$ noteikšana rada grūtības.
 Arī Tjurins atrod sakarību starp formas koeficientu

$$q_2 = \frac{d_{1,2}}{d_{1,3}}$$

un zaru tilpumu. Jo lielāks q_2 , jo zaru tilpuma procents mazāks, un otrādi.

Dažās tilpuma tabulās uzdots zaru tilpuma procents atkarībā no koku resnuma. Tas ir vienpusīgi, jo zaru tilpums atkarīgs ne tikai no resnuma, bet arī no audzes biežības un citiem apstākļiem.

Zaru tilpums svārstās no 10—20% no visa stumbra tilpuma. Dažādas tilpuma tabulas uzdod zaru tilpuma procentus, kas jāpieskaita stumbra tilpumam atkarībā no audzes biežības. Vidēji šie procenti ir ap 5—6 pilnaudzēs, 8—10 vidēji biežās un 12—15 jaunībā izretinātās audzēs. Mūsu mežsaimniecības praksē stumbru tilpumam pieskaitīja 5% zaru tilpuma, kas jāatzīst par mazu.

Parasti saimnieciskām vajadzībām zaru tilpumu pareizi nenoīc, tāpēc par to nav arī pietiekami daudz datu. Dažreiz zaru masa jānoteic pētniecības vajadzībām. Tādā gadījumā nocirstam kokam rūpīgi nocērt visus zarus, sausos noliekot savrup no zaļajiem. Zaļos zarus notīra no skujām vai lapām un sasio kūļos. Pēc tam katru kūli nosver. Atrasto svaru dala ar īpatnējo svaru un tā atrod tilpumu. Īpatnējo svaru var ņemt no tabulām vai arī noteikt uz vietas. Šim nolūkam izvēlas taisnu zara gabalu, aprēķina tā tilpumu pēc viduslaukuma formulas. Dalot šī gabaliņa svaru ar tilpumu, dabūjam īpatnējo svaru.

Saimnieciskām vajadzībām zarus sakrauj grēdā un aprēķina pēc krāvumsatura: $\text{platums} \times \text{augstums} \times \text{garums}$

$$\frac{\text{platums} \times \text{augstums} \times \text{garums}}{2}$$

(70. attēls).

Grēdas blīvo saturu atrod, reducējot krāvumsaturu ar reducēšanas faktoru 0,30.



70. att. Zaru grēda

4. APSTRĀDĀTO MEŽA MATERIALU TAKSACIJA

A. APAĻO LIETKOKU SORTIMENTU TAKSACIJA

52. §. Sortimentācijas jēdziens

Nocirstu koka stumbru sagarina praktiskām vajadzībām dažāda garuma nogriežņos. Šos nogriežņus sagatavo ar noteiktām dimensijām vai arī apstrādā tālāk un šķiro pēc kvalitātes. Tos sauc par sortimentiem vai arī meža materiāliem.

Sortimentus atkarībā no to rakstura var iedalīt lietkokos un malkas kokos. Lietkokus savukārt pēc to apstrādāšanas var iedalīt apaļos, skaldītos, zāģētos, tēstos, liektos utt.

Iedalījums lietkokos un malkas kokos lielā mērā atkarīgs no dažādiem saimnieciskiem faktoriem. Meža masivos, tālu no satiksmes ceļiem un patērētāju centriem, lielu koksnes daudzumu ieskaita malkas kokos, turpretim pretējos apstākļos cenšas izstrādāt vairāk lietkokus. Kamēr agrāk bērza koksni pa lielāka daļa izlietoja malkai, tagad no tās cenšas iegūt pēc iespējas vairāk izejmaterialu finieru ražošanai.

Lietkokus un malkas koksnes attiecības nenosaka tikai saimnieciskie apstākļi, bet arī daži citi faktori: 1) koku suga, 2) augstnes apstākļi, 3) audzes biežība, 4) audzes vecums.

Skuju kokiem lielāks lietkokus iznākums nekā lapu kokiem. Arī labās augsnes tas lielāks. Turpretim retās un jaunās audzēs tas mazāks.

Ir noskaidrots, ka cērtamā vecuma pilnaudzēs ir šādas procentuālas sortimentu attiecības:

Koku suga	Lietkokus	Malkas koksne	Zari
Egle	82—92%	8—4%	10—4%
Priede	64—80%	24—9%	12—6%
Ozols	40—70%	48—24%	12—6%

Lai katrai sīkai vajadzībai nebūtu jāgatavo īpaši sortimenti, tad praksē ir izveidojušās zināmas sortimentu kategorijas. Vietējām vajadzībām to nosaka tautas saimniecības prasības, bet eksportmateriāliem — tirgus prasības. Katra valsts parastī sortimentāciju regulē ar noteiktiem standartiem, kas nosaka sortimentu veidus, stingri noteiktus izmērus, mērīšanas un uzskaites metodes,

techniskos noteikumus, izstrādāšanas un apstrādāšanas veidus utt. Padomju Savienībā to nosaka Vissavienības valsts standarti (OST). Meža materiālu standartizācija meža taksāciju interesē tiktāl, ciktāl tā saistīta ar materiālu noteikumiem izmēriem, to izmērišanu un uzskaiti.

Meža materiālu tilpumu mēdz noteikt gan pēc blīvā satura (masas) ci e š m e t r o s, gan arī pēc krautā satura krāvummetros jeb s t e r o s. Rupjākiem sortimentiem, kam tilpumu nosaka pa gabaliem, noteic ciešo jeb blīvo saturu, bet grēdās krautiem materiāliem — krāvumsaturu. Retāk noteic meža materiālu svaru, lielāko tiesu dārgajām dienviņu sugām, no kurām izgatavo vērtīgos finierus.

53. §. Apaļo sortimentu taksācija

Sagarinot stumbru, iegūst apaļos sortimentus. Atkarībā no garuma un tievgaļa caurmēra tos schematiski var iedalīt vairākās kategorijās. Katrai kategorijai uzstādītas arī zināmas kvalitātes prasības.

Parastākie apaļie sortimenti ir b a ļ ķ i, sagatavoti no stumbra apakšējās daļas dažādā garumā un ar dažādu tievgaļa caurmēru. Baļķiem jābūt taisniem, ar gludi nodarinātiem zariem.

Atkarībā no sugas, izlietošanas u. c. faktoriem baļķus sagatavo dažāda garuma ar dažādu kvalitāti un sīkāk iedala šķirās un kategorijās.

Izšķir īsos, vidējos un garos zāģbaļķus, būvbaļķus, pāļu baļķus, baļķus sakaru līnijām utt.

Baļķus, kuru tievgaļa caurmērs ir 8—11 cm, sauc par s i k b a ļ ķ i e m. Tos parasti sagatavo no stumbra galotnes daļas, retāk no tievu dimensiju stumbriem.

Vēl tievāki sortimenti ir k ā r t i s un m i e t i. Kārtis sagatavo 4—10 m garas ar tievgaļa caurmēru 3—7 cm. Dažkārt kārsu caurmēru mēri 1 m atstatumā no resgaļa. Mieti ir sagarinātas kārtis, īsāki par 4 m.

Apaļo meža materiālu garuma un caurmēra mērīšanas noteikumi parasti paredzēti jau attiecīgos standartos un instrukcijās, un tie saistīti ar sortimenta veidu, izmēriem, virsmēru utt.

Baļķu un citu apaļo sortimentu saimniecisko vērtību bez dimensijām un koksnes kvalitātes nosaka arī forma. Par ideālu formu uzskata iespējami slaidu — tuvu cilindram.

Apažo sortimentu tilpuma noteikšanai var lietot jebkuru no apskatītajām tilpuma formulām. Rezultātu pareizība būs atkarīga no tiem pašiem faktoriem kā veselam stumbram, t. i., lielāko tiesu no sortimenta formas.

Vispareizāk apažo sortimentu tilpumu iespējams noteikt ar salikto formulu palīdzību. Arī šeit vislabāk lieto salikto viduslaukumu formulu. To gan dara tikai speciālos gadījumos. Parasti lieto kādu no vienkāršajām tilpuma formulām, kā viduslaukuma

formulu γL vai galu laukumu formulu $\frac{g_0 + g_n}{2} \cdot L$. Pēdējo lieto

vairāk tad, ja baļķi sakrauti grēdās un caurmēru baļķa vidū nevar izmērīt. Baļķu galiem tomēr iespējams piekļūt, un to caurmērus var izmērīt. Kā jau redzējām, šis paņēmieni zināmos gadījumos dod diezgan lielas kļūdas resgaļa blizuma dēļ. Ja vien baļķi tā novietoti, ka var izmērīt caurmēru vidū, tad to tilpumu nosaka pēc viduslaukuma formulas, lietojot šim nolūkam gatavas tabulas, kādas atrodamas katrā palīggrāmatīnā. Tanīs pēc caurmēra un garuma nolasām nogriežņa (cilindra) tilpumus. Šis paņēmieni dod nedaudz samazinātu tilpumu, sevišķi priedei, kur kļūda var svārstīties no 5—10%. Rezultātu pareizība uzlabojas, ja caurmēru mēri ar lielāku noteiktību.

54. §. Baļķu raukums

Aprēķinot baļķu un citu apažo sortimentu tilpumu ar stereometriskām formulām, jāaprēķinās ar lielāku vai mazāku kļūdu, kam cēlonis lielāko tiesu ir formas dažādības. To noteic r a u k u m s, ar ko mēdz apzīmēt parādību, ka caurmēri, attālinoties no resgaļa nogriežuma, arvien samazinās. Raukumu izteic kā caurmēra samazināšanos uz vienas garuma vienības, parasti 1 m. Veselam stumbram to aprēķina attieksmē pret caurmēru krūšaugstumā, t. i., pie 1,3 m, bet baļķiem un citiem nogriežņiem — pret resgaļa caurmēru. Ja baļķi vai citi apaļie sortimenti sagatavoti no stumbra resgaļa daļas, tad raukumu attiecina pret caurmēru 1 m atstatumā no resgaļa griezumam, lai tā izvairītos no varbūtējā resgaļa blizuma. Šādā veidā izteiktu raukumu sauc par vidējo raukumu. Baļķiem un īsākiem apaļiem sortimentiem to aprēķina no abu galu caurmēru diferences:

$$r = \frac{D - d}{L}. \quad (1)$$

Vidējais raukums raksturo tikai sortimenta saimniecisko vērtību, un to var izteikt gan absolūtos skaitļos, gan procentos. Pēc baļķu raukuma absolūtā lieluma uz 1 tekošā metra to var iedalīt šādās šķirās:

I	loti mazs raukums	0—0,5 cm
II	neliels raukums	0,5—1,0 „
III	vidējs raukums	1,0—1,5 „
IV	liels raukums	1,5—2,0 „
V	loti liels raukums	2,0 cm un vairāk.

Dažkārt lieto arī rupjāku iedalījumu: no 0—1 cm neliels, no 1—2 cm — vidējs, vairāk nekā 2 cm — liels raukums.

Raukums ir atkarīgs no koku garuma, tāpēc arī Šifels norāda, ka raukumu nevar pieņemt par formas mērauklu, jo vienai un tai pašai formai atkarībā no garuma tas var būt dažāds. Pie vienāda resgaļa caurmēra un vienādas formas garākais stumbrs būs slaidāks. Saskaņotai formas un raukuma raksturošanai Šifels ieteic attieksmi starp caurmēriem $\frac{3}{4}$ un $\frac{1}{4}$ no garuma. Atkarībā no šīs attieksmes apmēriem viņš uzstāda veselīem stumbriem šādu raukuma skalu:

	$d_{3/4} : d_{1/4}$
Loti raukti	0,40
Raukti	0,40—0,50
Slaidi	0,50—0,60
Loti slaidi	pāri par 0,60

Šīs skalas piemērošanu apaļiem sortimentiem apgrūtina to dažāda garums, kas var būt lielāka vai mazāka daļa no vesela stumbra garuma. Kārtīm, ko var uzskatīt kā nedaudz atgarinātus jaunāku koku stumbrus, piemērojama šāda raukuma gradācija:

	$d_{3/4} : d_{1/4}$
Loti rauktas	<0,60
Rauktas	0,60—0,65
Slaidas	0,60—0,70
Loti slaidas	<0,70

Garajiem lietkokiem, kas izstrādāti, atgriežot no stumbra ne vairāk par $\frac{1}{4}$, noteiktas šādas normas:

	$d_{3/4} : d_{1/4}$
Loti raukti	<0,65
Raukti	0,65—0,70
Slaidi	0,70—0,75
Loti slaidi	<0,75

Raukuma izteikšana isākiem sortimentiem pēc šāda principa ir stipri apgrūtināta.

O z o l s formas lietderības raksturošanai ieteic vidējo raukuma procentu uz 1 tekošā metra. Īsiem sortimentiem to var noteikt šādi:

$$p_r = \frac{d_o - d_n}{L \cdot d_o} \cdot 100 \quad (2)$$

Garākiem baļķiem:

$$p_r = \frac{2(d_o + d_n)}{L(d_o + d_n)} \quad (3)$$

Raukuma procents aptuveni izteic masas atkritumu procentu, kuri rodas, pārstrādājot apājo sortimentu tēstā materialā.

55. §. Baļķu tilpuma noteikšana pēc tievgaļa caurmēra un garuma

Grēdās nokrautus baļķus dažreiz iespējams izmērīt tikai no viena gala. Praksē ir ieviesies paradums mērīt tikai tievgaļa caurmēru. Zinot baļķa raukumu, pēc tievgaļa caurmēra nav grūti aprēķināt arī viduscaurmēru un pēc pēdējā noteikt tilpumu. Praktiskām vajadzībām ir sastādītas tabulas, kas uzdod baļķu tilpumu pēc garuma un tievgaļa caurmēra. Šādas tabulas mēdz sastādīt pēc vairākiem principiem, piem., bez iepriekš ievākta taksācijas materiala baļķa tilpumu aprēķina tīri matemātiski, pieņemot vienu vidēju raukumu (P r o v a t o r o v a tabulas), vai arī izdala vairākas raukuma klases (K ģ i m a š e v s k a tabulas). Otrs pamatprincips — sastādīt tabulas uz plaša taksācijas materiala pamata, ko iegūst, izmērijot dažādu sugu baļķus un aprēķinot raukumu. No šādiem datiem tad var izstrādāt vienu vispārīgu tabulu visu sugu un dažāda raukuma baļķiem (K u n c e s, T ū r a, A r n o l d a, T u r s k a, R u d s k a tabulas), vai arī atsevišķi katrai sugai, šķirojot tās vēl pēc raukuma klasēm un sastādot atsevišķas tabulas resgaļa un tievgaļa baļķiem (K r i d e n e r a tabulas). Pirmie divi paņēmieni jāatzīst par nepilnīgiem, jo neatbilst meža būtībai un bez resgaļa caurmēra nedod iespēju noteikt raukuma klasi. No otrajiem diviem — Krīdenera paņēmiens atļauj lielāku individualizāciju.

Baļķu tilpums tabulās aprēķināts pēc sekcijām ar saliktas formulas palīdzību, bet ir piesaistīts tievgaļa caurmēram. Tikpat labi to varētu piesaistīt arī resgaļa caurmēram, bet pēdējais resgaļa blīzuma dēļ uzskatāms par nedrošāku. Neievērojot sastādīšanas veidu, tabulu noteiktība atkarīga arī no noapaļojuma, ar

kādu noteikts tievgaļa caurmērs, kā arī no garuma. Jo garāks baļķis, jo mazāk raksturīgs visam baļķim būs tievgaļa caurmērs. Tāpēc, aprēķinot garāka baļķa tilpumu, tam jāmēri divi caurmēri, galvā sadalot to divos nogriežņos. Isākiem nogriežņiem tabulas dod relatīvi noteiktākus rezultātus. Lietojot tabulas atsevišķa baļķa tilpuma noteikšanai, kļūda var sniegties pat līdz 25%, bet lietojot tās lielākam baļķu daudzumam, pozitīvi un negatīvi novirzījumi izlīdzināsies un dabūsim pietiekami precīzus rezultātus. Tas tāpēc, ka izstrādājot tabulas praktiskai lietošanai, pieņemta kāda vidēja baļķa forma. Slaidiem stumbriem tabulas dos lielāku tilpuma izmēru, bet rauktiem stumbriem mazāku nekā īstenībā (71. attēls).



71. att. Ar baļķu raukumu saistītās tilpuma svārstības

Taksācijas praksē baļķus nākas mērit ar mizu un bez mizas. Krīdeners mēģināja sastādīt tabulas tilpuma noteikšanai bērza baļķiem ar mizu un bez mizas. Salīdzinot abas tabulas, izrādījās, ka pie vienāda garuma un tievgaļa caurmēra tās dod ļoti līdzīgus rezultātus. Tādēļ arī praktiskām vajadzībām lieto vienu vispārīgu tabulu baļķiem ar mizu un bez mizas.

Lai izvairītos no tiem trūkumiem, kādi bija iepriekšējām tabulām, Krīdeners (1910.—1913. g.) uz savāktā, plašā materiāla pamata (vairāk nekā 90.000 baļķu) sastādīja baļķu tilpuma tabulas atsevišķām sugām, izdalot katrai sugai resgaļa un tievgaļa baļķus un 5 raukuma klases. Praksē šīs tabulas izrādījās par komplicētām, jo daudzu baļķu taksācija prasa ērtākas un vienkāršākas metodes. Tādēļ Krīdeners ieteica prakses vajadzībām savas tilpuma tabulas egles baļķiem, kas bija sastādītas vienam vidējam raukumam. Šo tabulu vēlāk Turskis pārstrādāja metriskajā sistēmā, un ar nosaukumu — Krīdenera-Turska baļķu tilpuma tabulas tās ieviesās Padomju Savienības mežsaimniecības praksē. Pārejot uz standartizētu sortimentāciju, šīs tabulas vēl pārkārtotas. Salīdzinot ar citām tabulām, tās dod labākus rezultātus. Pēc prof. Anučina pētījumiem ar viduslaukuma formulu baļķu tilpumu var noteikt pareizāk, kamēr lietojot minētās baļķu tilpuma tabulas, baļķiem līdz 7 m garumam kļūda svārstās $\pm 4\%$ robežās. Lielākas noteiktības labad tievgaļa caurmērs jāatrod kā aritmetiskais vidējais no garākā un isākā caurmēra ar 1 cm noapaļojumu. Vēlāk Jegorova un Groše-

voja pētījumi noskaidrojuši, ka koku suga rezultātu noteiktību neietekmē, bet kļūdas apmēri atkarīgi no baļķu slaiduma. Bezmiņas baļķiem rezultāti sliktāki. Lai gan likumīga sakarība starp baļķu garumu (10 m robežās) un kļūdu lielumu nav atrasta, tad tomēr 9 m un garākiem baļķiem tilpumu pareizāk var noteikt pēc viduslaukuma formulas.

Baļķu tilpumu tabulas lietošana ir vienkārša: jāizmēri baļķa garums un caurmērs tievgali un pēc tiem tabulā jānolasa tilpums. Tievgaļa caurmērs jāmēri tādā virzienā, kas dotu vidējo no visiem caurmēriem, vislabāk 45° leņķī pret garākā caurmēra virzienu, vai arī jānoteic vidējais no garākā un isākā caurmēra. Mērišanu parasti izdara ar vienkāršu mērlīnēnu, rulometru vai saliekamo metra mēru. Ērtāk lietot mēru, kam pie 0 punkta neliels kāsitis, lai, pieliekot mēru baļķa galā, tas nenoslīdētu.

Ja tievgaļa caurmēru mēri pāra cm pakāpēs, tad daļas mazākas par 1 cm atmet, bet 1 cm un cm daļas virs tā noapažo uz augšu — uz tuvāko pāra skaitli. Garumu mēri ar noteiktību līdz 0,5 m, daļas mazākas par 0,5 m un virsmēru tilpumu aprēķināšanā neņem vērā.

Mērijot caurmēru pāra centimetros, rodas noapaļošanas kļūda. Baļķiem ar 16 cm tievgaļa caurmēru tā ir 4% no caurmēra, ar 20 cm tievgaļa caurmēru — 3%, bet ar 40 cm tievgaļa caurmēru — 1,5%. Šādām caurmēra kļūdām atbilst divkārtā šķērslaukuma un tilpuma kļūda, bet, aprēķinot tilpumu lielam baļķu daudzumam, kļūda izlīdzinās.

56. §. Kāršu un mietu tilpuma noteikšana

Kārtis un mietus sagatavo no jaunākiem stumbriem, parasti kopšanas cirtēs. Tie ir tievi, taisni un līdzīgi sortimenti, kam rūpīgi nodarināti zari. Kārtis sagatavo dažāda garuma, tievo galotnīti nocērtot. Mieti ir daudz isāki, dažkārt arī tievāki nekā kārtis. Kā kāršu, tā mietu tilpumu var noteikt ar kaut kuru no apskatītajām formulām, bet praksē no šāda paņēmiena parasti izvairās un tilpuma noteikšanai lieto speciālas tabulas. Tās var būt sastādītas atsevišķi galvenajām sugām vai arī visām sugām lieto vienu un to pašu tabulu. Tabulas sastādītas dažādi, gan pēc garuma un tievgaļa caurmēra, gan pēc caurmēra zināmā atstatumā no resgaļa.

Pēc pirmā principa ir sastādītas Kriēdenera-Turska kāršu tilpuma tabulas. Pēc garuma un tievgaļa caurmēra tās uzdod 100 kāršu tilpumu. Parasti kārtis sašķiro pēc dimensijām, tad

katrā grupā izvēlas vairākas kārtis un aprēķina to vidējo garumu un tievgaļa caurmēru. Noteicot tievgaļa caurmēru, aprēķina vidējo no isākā un garākā caurmēra, noapaļojot rezultātu uz veseliem centimetriem. Daļas, kas mazākas par 0,5 cm, atmet, bet lielākās noapaļo uz augšu. Garuma mērīšanā daļas zem 0,5 m, tāpat virsmēru neievēro. Pēc vidējiem izmēriem nolasa tabulā 100 kāršu tilpumu, rezultātu reducējot uz faktisko kāršu skaitu.

Ir sastādītas arī kāršu tilpuma tabulas pēc garuma un caurmēra 0,1 m, 0,5 m vai 1,0 m atstatumā no resgaļa. Tādas tabulas vairāk lieto Vakareuropas valstīs. Vecākās, piem., ir tabulas, kas uzdod 100 kāršu tilpumu pēc garuma un caurmēra 0,1 m atstatumā no resgaļa, citas — pēc garuma un caurmēra 0,5 m atstatumā no resgaļa, tāpat pēc garuma un caurmēra 1 m atstatumā no resgaļa. Pēdējam veidam ir zināma priekšrocība, jo caurmērs, mērīts 1 m atstatumā no resgaļa, mazāk padots dažādām nejausām ietekmēm, un augošiem kokiem tas atbilst krūšaugstumam.

B. GRĒDĀS KRAUTO MATERIĀLU TAKSACIJA

57. §. Dedzināmās malkas, papīrmalkas un balsteņu taksacija

Mazāku izmēru stubru nogriežņus, no kādiem sagatavo papīrmalku, balsteņus (stutmalku), dedzināmo malku u. c. sīkākus sortimentus, nemēdz mērit katru atsevišķi un katram atsevišķi aprēķināt tilpumu. Tas prasa pārāk daudz laika un darba. Šādus sortimentus sakrauj grēdās un aprēķina grēdas krāvuma tilpumu pēc trim izmēriem: platuma, garuma un augstuma.

Dedzināmo malku parasti sagatavo 0,35, 0,50, 0,75 un 1 m garumā, bet ogļu dedzināšanas, sausās pārtvaices, miecētājvielu iegūšanas nolūkos — arī citādā garumā. Šādi sagatavotus stubra nogriežņus sauc par pagalēm. Tās var būt dažāda resnuma. Resnās pagales parasti pārskalda divās vai četrās daļās. Apaļās pagales sauc par runguļiem, bet skaldītās par šķīlām. Sagatavoto dedzināmo malku sakrauj grēdās. Zem grēdas novieto paliktņus, bet grēdas sānus nostiprina ar balsta mietiem. Malkas grēdas krauj dažāda lieluma. Tās garumu noteic pagāju garums, platumu — malkas daudzums, bet augstumā grēdu krauj 1 m, pieskaitot vismaz 3 cm virsmēru iežūšanas tiesai. Laukuma ekonomijas dēļ nokrautuvēs grēdas uzkrauj 2 m augstumā un lielākā platumā, atstājot starp grēdām ne mazāk kā 0,8 m platas ejas.

Ja nostiprināšanas dēļ grēda krauta krusta krāvumā, tad, noteicot tās tilpumu, grēdas garumu reducē šādi: ja krusta krāvuma garums 0,5 m, no grēdas garuma atmet 0,05 m, ja 0,75 m — atmet 0,1 m, ja 1 m — atmet 0,2 m.

Papīrmalka ir īsi, taisni stumbra nogriežņi 1—3 m un lielāka garuma un 8—25 cm, atsevišķos gadījumos arī līdz 35 cm resnumā. To sagatavo no egles, baltegles, apses, papeles un priedes stumbriem un izlieto celulozas un koksnes masas izstrādāšanai. Šādu nogriežņu tilpumu var labi noteikt ar viduslaukuma formulu vai arī ar cilindra tilpuma tabulām. Praksē tomēr papīrmalku visbiežāk nokrauj grēdās ar 2% virsmēru no grēdas augstuma un grēdas tilpumu aprēķina tāpat kā dedzināmai malkai.

Balsteņi (stutmalka) ir skuju koku stumbru nogriežņi 0,7—4,0 m garumā un parasti 7—25 cm resnumā tievgali. Tos izlieto raktuvēs eju un sienu nostiprināšanai.

Atsevišķu pagaļu tilpumu var noteikt ar viduslaukuma formulu vai arī tilpuma tabulām. Šim nolūkam lieto tabulas gan pēc caurmēra sortimenta vidū, gan pēc caurmēra tievgali.

Bet arī balsteņu tilpumu visbiežāk noteic pēc krāvuma mēra.

Arī sērkociņu skaliņu malku un citus sikākus sortimentus dažkārt mēdz kraut grēdās. To tilpumu nosaka tāpat kā iepriekšminētiem sortimentiem.

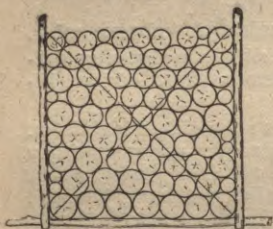
Grēdu uzmērijot, jāvērs uzmanība uz nokraušanas īpatnībām. Ja grēda atrodas slīpā vietā, piem., kādā nogāzē un tās virsa nav horizontāla, tad grēdas augstums jāmēri no abām pusēm, ņemot vidējo. Grēdas augstumu mēri no paliktņa līdz virsējo pagaļu virsai, bet platumu — no viena balsta mieta iekšējās malas līdz otra balsta mieta iekšējai malai. Protams, jāraugās, lai mieta nebūtu atgāzušies un grēda nebūtu izirusi.

58. §. Attieksmes starp grēdas krāvuma un ciešo tilpumu

Aprēķinot stereometriskā ceļā pēc 3 izmēriem grēdas tilpumu, mēs noteicam tās krāvuma tilpumu krāvummetros jeb steros. Grēdas blīvais jeb ciešais tilpums ir mazāks par krāvuma tilpumu, jo, kraujot grēdu, starp atsevišķām pagalēm paliek spraugas. Viena stera ciešais tilpums izteiksies daļās no tā. Parasti šo attieksmi izteic procentos, un to sauc par grēdas tilpīguma koeficientu.

Grēdas koksnes ciešo tilpumu vispareizāk var noteikt ar fizikalajām tilpuma noteikšanas metodēm, lietojot ksilometru vai svarus. Ērta ir arī kombinētā metode (46. §). Runguļu malkas grēdas ciešo tilpumu var aprēķināt arī ar tilpuma formulām, jo ar tām samērā labi var noteikt pareizas formas nogriežņu tilpumu. Zināmos gadījumos var lietot arī šādu metodi: aprēķina guloša stumbra tilpumu, pēc tam sastrādā to dedzināmā malkā vai citā sortimentā, sakrauj pagales grēdā un noteic grēdas krāvuma tilpumu; attiecsmē starp krāvuma un ciešo tilpumu izteiks tilpīguma koeficientu.

Minētie paņēmieni plašā praksē tomēr izrādās par sarežģītiem, un tos lieto tikai pētniecības darbos. Par ļoti ērtu un praktiskām vajadzībām sevišķi piemērotu atzīstams Padomju Savienības mežsaimniecības praksē ieviestais Tiaina paņmiens (OST 6671), kas bez lielām pūlēm kuros katros apstākļos atļauj noteikt grēdas ciešo saturu. Grēdas galā ar kritu vai oglei pēc lineala novelk diagonāli (72. attēls), ko izmēri ar noteiktību līdz 1 cm. Pēc tam



72. att. Grēdas ciešā tilpuma noteikšana pēc Tiaina metodes

izmēri pa diagonāli pagāju galus ar noteiktību līdz 0,5 cm, mērījumus saskaita un, dalot ar diagonāles garumu, atrod tilpīguma koeficientu. Lai dabūtu noteiktākus rezultātus, ieteicams izdarīt tādus pašus mērījumus pa otru diagonāli un ņemt aritmetisko vidējo. Salīdzinājumi rāda, ka šis paņmiens dod ļoti noteiktus rezultātus.

Grēdās krauto materiālu tilpīguma koeficients ir visai svārstīgs atkarībā no daudziem un dažādiem faktoriem, kā pagāju garuma, resnuma, formas, koka sugas, sagatavošanas veida, koksnes mitruma daudzuma, kraušanas veida u. c.

Īsas pagales var sakraut daudz blīvāk nekā garas. Ar pagāju saīsināšanu var novērst likumus un dažas citas formas ietekmes. Novērojumi liecina, ka, sazāģējot 2 m garas pagales 1 m garās, krāvuma tilpums samazinās par 50%, bet, sazāģējot tās 0,5 m garās pagalēs, krāvuma tilpums samazinās par 8%.

Arī pagāju resnums ietekmē grēdas ciešo tilpumu. Pārējos vienādos apstākļos resnas pagales dod lielāku ciešo tilpumu nekā tievās. Tā, piem., starpība pagāju resnumā starp 9—18 cm un 30—40 cm ir ap 10% no grēdas ciešā tilpuma. Pēc Turška

datiem, pārskaldot 20 cm un resnākas pagales 4—8 daļās, krāvuma tilpums pieaug priežu malkai par 8—16%, vidēji par 12%, bērza malkai par 8—19%, vidēji par 13%. Pārskaldot 0,5 m garas apses pagales uz pusēm, krāvuma tilpums pieaug par 4—5%. Pēc pētījumiem Ochtas mežniecībā, pārskaldot 0,5 m garas un pāri par 18 cm resnas egles pagales, rodas krāvuma tilpuma pieaugums par 40%, pārskaldot 0,35 m garas pagales, krāvuma tilpums pieaug par 2%. Vispār garākas un tievākas pagales pārskaldot, grēdas ciešais tilpums vairāk samazinās nekā pārskaldot īsas un resnas pagales. Grēdas ciešo tilpumu ietekmē ne tikai aritmetiskais vidējais pagāju resnums un līdz ar to pagāju skaits grēdā, bet arī relatīvās resnuma dažādības, jo tievas un resnas pagales var grēdā blīvāk iekraut.

Grēdas ciešo tilpumu lielā mērā noteic arī pagāju forma. Jo taisnākas un gludākas pagales, jo ciešāk tās grēdā var sakraut. Pagāju forma savukārt atkarīga no koku sugas, no koka daļas, no kuras pagales sagatavotas, no sagatavošanas akurātības u. c. faktoriem. Koku sugas ar taisnu, gludu un slaidu stumbru dod taisnākas un tilpīgākas pagales un līdz ar to palielina grēdas ciešo tilpumu. Skuju koku dedzināmās malkas grēdas ir blīvākas par lapu koku malkas grēdām. No stumbra sagatavotas pagales ir taisnākas un gludākas nekā no zariem sagatavotās, un tāpēc tās var ciešāk sakraut. Lapu koku runguļi, sagatavoti no stumbra, dod par apm. 7% blīvāku tilpumu nekā tā paša koka zaru malka. Gludi nodarinātas pagales iespējams sakraut ciešāk. Tāpat jānocērt dažādi izaugumi un puni, kas traucē pagāju labu sakraušanu.

Ar malkas žūšanu grēdas tilpums samazinās un blīvais saturs palielinās. Ar šo apstākli ir jārēķinās, jo no malkas sagatavošanas līdz izvešanai parasti ir diezgan liels starplaiks. Lai arī sausā stāvoklī grēdai būtu pilns mērs, tad uzkrājot paredz zināmu virsmēru iežūšanas tiesai. Zajas malkas pagale, izžūstot līdz gaisa sausuma stāvoklim, zaudē no sava tilpuma:

Egle	10%
Priede	10%
Osis	11%
Bērzs	13%
Melnalksnis	12%

Savukārt malkas žūšana ir atkarīga no sagatavošanas veida un grēdas nokraušanas blīvuma. Pēc R o z e n a pētījumiem Latvijas

PSR blīvās grēdās nokrauta malka žūst lēni, pat arī tad, ja pagales ir svīrotas, mizotas vai skaldītas. Žūšanu ievērojami veicina pagāju pārskaldīšana un nokraušana neblīvās grēdās, kas, protams, grēdas blīvo tilpumu samazina.

Grēdas blīvais tilpums atkarīgs arī no grēdas garuma un augstuma un no sakraušanas. Grēdas nostiprināšanai pagales iekrauj starp balsta mietiem vai arī grēdas galus nostiprina ar krusta krāvumu. Abos gadījumos grēdas galos rodas neblīvas vietas. Tāpēc pārējos vienādos apstākļos garām grēdām ir lielāks ciešais tilpums. Kraujot pagales starp 4 mietiem, paliek vairāk tukšu spraugu nekā kraujot starp 2 mietiem, jo likās pagales tik labi nevar iekraut. Krusta krāvuma blīvums, salīdzinot ar krāvumu starp 2 vai 4 mietiem, ir par 14% mazāks, tāpēc lielāka malkas daudzuma piegādes noteikumi nereti paredz, uz cik liela grēdas garuma drīkst būt krusta krāvums. Grēdas augstums blīvo tilpumu ietekmē tā-dējādi, ka augstākas grēdas ir grūtāk uzkraut un tāpēc tās nevar vairs tik blīvi nokraut.

Beidzot, neatkarīgi no citiem faktoriem, grēdas ciešais tilpums atkarīgs arī no krāvēja prasmes un pieredzes. Pagales jākrauj ar resgajiem uz vienu un otru pusi, gludās pagales liekot apakšā, bet likās un greizās pašā virsū. Nereti daži cirtēji cenšas kraut pēc iespējas neblīvākas grēdas, atstājot lielas spraugas vai maskējot tās ar biežākām skaidām vai zaru gabaliem. Grēdas uzmērijot, šādiem gadījumiem jāpievērš uzmanība.

59. §. Tilpīguma koeficienti

Mežsaimniecības prakses vajadzībām dažādiem sortimentiem ir sastādītas tilpīguma koeficientu tabulas, kas uzrāda attieksmi starp krāvuma un ciešo tilpumu. Tilpīguma koeficienti šajās tabulās ir aprēķināti kā vidējie skaitļi no daudzu salīdzinājumu rezultātiem, kas iegūti pēc vienas vai otras no iepriekš apskatītām metodēm. Dažādās zemēs izdarītie pētījumi sniedz ļoti bagātu skaitļu materiālu, kas vienāda veida sortimentiem dod pietiekami stabilus tilpīguma koeficientus.

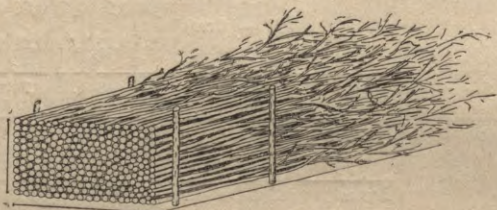
Katrai valstij noteikti savi tilpīguma koeficienti, kas būtībā neko neatšķiras. Padomju Savienībā ar Vissavienības standarta (OST 6672) pieņemti šādi malkas grēdu tilpīguma koeficienti:

Koku sugas	Pagaļu forma	Pagaļu resnums	Pagaļu garums cm							
			35	50	75	100	150	200		
Taisnas, līdzenas pagales			Vienā krāvvumetrā ciešmetru							
Skuju koki (priede, egle)	Runguļi	Resni (7—15 cm)	0,85	0,82	0,79	0,78	0,77	0,76		
		Vidēji (11—14 cm)	0,84	0,79	0,75	0,73	0,72	0,71		
		Tievi (4—10 cm)	0,80	0,75	0,71	0,69	0,67	0,66		
	Šķilas	Resnas Vidējas	0,80 0,79	0,78 0,75	0,75 0,73	0,74 0,72	0,73 0,70	0,72 0,69		
		Lapu koki	Runguļi	Resni	0,82	0,79	0,77	0,76	0,75	0,75
				Vidēji	0,77	0,74	0,71	0,70	0,68	0,68
Tievi	0,69			0,66	0,64	0,63	0,62	0,62		
Šķilas	Resnas Vidējas		0,78 0,75	0,75 0,72	0,73 0,70	0,72 0,69	0,71 0,68	0,71 0,68		
	Mistrojums (38% skuju koku, 62% lapu koku)		Runguļi	Resni	0,83	0,80	0,78	0,77	0,76	0,75
				Vidēji	0,80	0,76	0,72	0,71	0,70	0,69
Tievi		0,73		0,72	0,67	0,65	0,64	0,63		
Šķilas		Resnas Vidējas	0,79 0,77	0,76 0,73	0,74 0,71	0,73 0,70	0,72 0,69	0,71 0,68		
		Likas un zarainas pagales								
		Skuju koki	Runguļi	Resni	0,78	0,75	0,72	0,71	0,70	0,69
Vidēji	0,77			0,72	0,68	0,66	0,65	0,64		
Tievi	0,73			0,68	0,64	0,62	0,60	0,59		
Šķilas	Resnas Vidējas		0,76 0,75	0,74 0,71	0,71 0,69	0,70 0,68	0,69 0,66	0,68 0,65		
	Lapu koki		Runguļi	Resni	0,75	0,72	0,70	0,69	0,68	0,68
				Vidēji	0,70	0,67	0,64	0,63	0,61	0,61
Tievi		0,62		0,59	0,57	0,56	0,55	0,55		
Šķilas		Resnas Vidējas	0,74 0,71	0,71 0,68	0,69 0,66	0,68 0,65	0,67 0,64	0,67 0,64		
		Mistrojums (38% skuju koku, 62% lapu koku)	Runguļi	Resni	0,76	0,73	0,71	0,70	0,69	0,68
				Vidēji	0,73	0,69	0,65	0,64	0,63	0,62
Tievi	0,66			0,65	0,60	0,58	0,57	0,56		
Šķilas	Resnas Vidējas		0,75 0,73	0,72 0,69	0,70 0,67	0,69 0,66	0,68 0,65	0,67 0,64		

Liela daudzuma malkas grēdu pārrēķināšanai lieto tilpīguma koeficientu 0,7.

60. §. Žagaru un zaru grēdu tilpuma noteikšana

Žagarus iegūst kā audžu kopšanas cirtes materialus, izdarot smalcitīri vai retināšanu. Dažas sugas, piem. balttalksni, bieži cērt tikai žagaru veidā. Vietējās nozīmes sīkmežos tie ir viens no parastākiem sortimentiem. Žagari ir jauni, tievi, dažreiz diezgan gari koki, ko nocērt līdz ar zemi un, nenotīrot zarus, sakrauj pareizās grēdās (73. attēls).



73. att. Žagaru grēda.

Nodarīnot nolaistus lielākus kokus, arī garākos zarus nereti izmanto kā žagarus, sakraujot tos tādās pašās grēdās.

Žagaru grēdas krāvuma tilpumu nosaka, reizinot grēdas platumu ar augstumu un garumu un reizinājumu dalot ar 2.

Žagaru grēdas ciešo tilpumu visērtāk noteikt ar svara metodi (sk. 45. §). Atkarībā no žagaru resnuma un formas, grēdas tilpīguma koeficients var svārstīties no 30—50%. Vidēji to var pieņemt 40%. Zaru grēdām tilpīguma koeficients ir mazāks nekā žagariem un vidēji ap 30% (sk. 51. §).

Pēc jaunākiem P. I z j u m s k a pētījumiem, aprēķinot žagaru un zaru grēdu tilpumu, reizinot grēdas 3 izmērus, t. i. divas reizes lielāku par faktisko, atrastie tilpīguma koeficienti ir— žagaru grēdām 19%, zaru grēdām 12%.

Praksē ieviesies paņēmieni žagaru grēdas krāvuma tilpumu noteikt tikai pēc platuma un augstuma, garumu neievērojot. No šī paņēmiena, kā nepareiza, ir jāizvairās.

61. §. Celmu un sakņu malkas tilpuma noteikšana

Celmus līdz ar lielākām sagnēm, izlaužot tos no zemes, arvien vairāk sāk izlietot dedzināmai malkai. Atkarībā no celmu laušanas paņēmiena tos vairāk vai mazāk sasmalcina un sakrauj pa-

reizā četrstūru grēdā. Pareizas grēdas sakraušana prasa labu ievingrināšanos.

Grēdas krāvuma tilpumu nosaka kā grēdas garuma, platuma un augstuma reizinājumu. Ciešo tilpumu var noteikt ar fizikalām tilpuma noteikšanas metodēm. Tilpīguma koeficients var būt diezgan svārstīgs un ir atkarīgs no grēdas nokraušanas. Vidēji to var pieņemt 50%.

62. §. Ogļu sārta tilpuma noteikšana

Ari mūsu apstākļos nereti resnākos zarus, žaģarus vai atsevišķas stubra daļas sadedzina oglēs. Atkarībā no ogļu dedzināšanas paņēmiena sagarinātās pagales sakrauj vai nu gulošos, vai stāvos sartos. Parastākie ir stāvie sarti ar paraboloida formu. Tādiem sartiem izmēri apkārtmēru pie pamata un augstumu un to tilpumu noteic ar šādu formulu:

$$v = \frac{U^2 h}{25}, \quad (4)$$

kur v — sārta krāvuma tilpums,

U — sārta apkārtmērs,

h — sārta augstums.

Minēto formulu var atvasināt pēc Smaliana formulas principa

$$\begin{aligned} v &= \frac{gh}{2} = \frac{\pi d^2 h}{4 \cdot 2}, \\ d^2 &= \left(\frac{U}{\pi}\right)^2; \\ v &= \frac{\pi \left(\frac{U}{\pi}\right)^2 h}{8} = \frac{U^2 h}{8\pi} = \frac{U^2 h}{25}. \end{aligned}$$

Gulošo sartu krāvuma tilpumu var noteikt, reizinot sārta garumu ar platumu un augstumu.

Sartu ciešo tilpumu noteic ar tāda tilpīguma koeficienta palīdzību, kāds atbilst iekraujamām malkas pagalēm.

Gulošie sarti dod lielāku ogļu iznākumu, pēc svara apm. 25 līdz 28%, bet stāvie sarti ap 16—20%. No žaģariem ogļu iznākums par 25—50% mazāks.

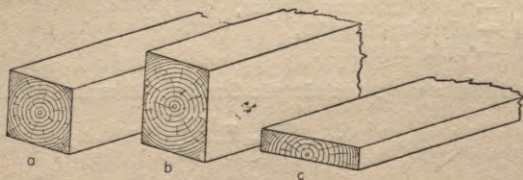
63. §. Sagatavotas mizas un kriju tilpuma noteikšana

Egles, ozola un kārkļu mizu izlieto miecētājvielu iegūšanai. Mūsu apstākļos sevišķi liela nozīme ir egles mizai, ko noloba no sagatavotiem materiāliem. Pēc izžāvēšanas mizas sakrauj pareizās grēdās vai arī pareizas formas ķipās, pēdējās pārsienot ar stiepli. Mizas grēdas krāvuma tilpumu nosaka kā grēdas trīs izmēru reizinājumu. Ciešo tilpumu visērtāk noteikt ar kādu no fizikalajām tilpuma noteikšanas metodēm, vislabāk ar svara vai īpatnējā svara metodi. Mizas grēdu tilpīguma koeficients vidēji ap 30%.

C. ZĀĢĒTO, TĒSTO UN CITU APSTRĀDĀTO MEŽA MATERIĀLU TAKSACIJA

64. §. Zāģēto materiālu tilpuma noteikšana

Asšķautnaino zāģēto materiālu šķēsgriezums ir līdzīgs vai nu kvadrātam vai taisnstūrim (74. attēls, a, b, c), tāpēc to tilpumu aprēķināšana nerada nekādas grūtības. Atliek tikai pareizināt šķērslaukumu ar garumu.



74. att. Asšķautnainie materiāli: a un b — brusas, — c blanka

Šādu materiālu tilpuma noteikšanai ir sastādītas specialas tabulas, kas pēc platuma un biezuma cm uzdod 1 m gara sortimenta tilpumu m³. Reizinot to ar zāģētā materiāla tekošo mētru skaitu, dabū tā kopējo tilpumu. Eksportmateriālu tilpuma noteikšanai lieto tabulas, kur biezums un platums uzdots collās, bet tilpums kubikpēdās. Šādas tabulas atrodamas visās meža palīgrāmatīnās un rokas grāmatās, piem., „Meža palīgrāmatīnā“, Orlova „Meža palīgrāmatīnā“, mežkopju kalendāros u. c.

Dažas tabulas uzrāda asšķautnaino zāģēto materiālu tilpumu pēc 3 izmēriem — biezuma, platuma un garuma. Tās lietošanai sevišķi ērtas, jo neprasa reizināšanu.

Starptautiskajā koku tirgū dēļu un blanku uzskaitē lieto arī speciālu tilpuma mēra vienību — standartu. Izplatītākais ir Ļeningradas (arī angļu) standarts, kas līdzīgs 165 angļu kubikpēdām jeb $4,67228 \text{ m}^3$. Šo standartu sastāda 120 dēļi, katrs 12 pēdu garumā, 11 collu platumā un 1,5 collas biezumā. Standarta desmito daļu mēdz saukt arī par d u c i ($16,5$ kubikpēdas).

Citi nacionālie standarti, kā daļu, holandiešu, franču, tāpat satur 165 kubikpēdas, bet tā kā šo zemju pēdas ir dažāda lieluma, tad arī standarti ir dažādi.

Palīggrāmatinās sastopamas arī standartu tabulas, kas pēc platuma un biezuma collās uzrāda zāgētā materiāla tekošo pēdu skaitu 1 standartā.

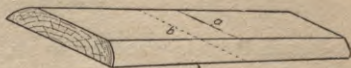
Amerikas Savienotajās Valstīs par zāgēto materiālu tilpuma noteikšanas vienību pieņemta dēļu pēda (board foot) $1' \times 1' \times 1'' = \frac{1}{12}$ kubikpēdām jeb $0,00236 \text{ m}^3$. Tūkstots dēļu pēdu vai saīsināti MBF līdzinās $2,36 \text{ m}^3$.

Tilpumu noteicot, nav jāņem vērā virsmērs, kādu paredz, izstrādājot zāgētos materiālus no mitra koka. Šādus virsmērus parasti noteic standarti. Vidēji bieziem (25 mm) zāgētiem materiāliem paredz virsmēru biezumā $1,2 \text{ mm}$, vidēji platiem (18 cm) virsmēru platumā $5,7 \text{ mm}$.

Mazliet sarežģītāka ir neašskautnaino materiālu tilpuma aprēķināšana. Šeit var lietot viduslaukuma formulu.

Dēlim ar lokmalu (75. attēls) nosaka šķērslaukumu tā vidū, reizinot virsējās (a) un apakšējās (b) skaldnes platumu pussumu ar biezumu. Reizinot to ar dēļa garumu, atrod tilpumu. Neapgrieztu zāgēto materiālu tilpuma noteikšanai var tāpat izmantot tabulas, kā asšskautnainiem materiāliem.

Neašskautnainai brusai vispirms aprēķina brusas vidū šķērslaukumu kā asšskautnainai brusai, no kuras tad atņem četru taisnleņķu trīsstūru laukumu sumu (76. attēls). Ātrasto laukumu reizinot ar brusas garumu, atrod tās tilpumu. Piemēram, ja brusas platums a, biezums b, tad reizinājums ab būs lielāks par faktisko šķērslaukumu γ .



75. att. Dēlis ar lokmalu



76. att. Brusas šķērsgriezums

No tā jāatņem attēlā svītrotu četru taisnleņķu trīsstūru laukums. Apzīmējot ar l trīsstūru hipotenuzas un saliekot trīsstūrus ar katetiem kopā, dabūsim kvadrātu ar malu l un laukumu l^2 . Tādā gadījumā

$$\gamma = ab - l^2,$$

un brusas tilpums

$$v = (ab - l^2) \cdot L. \quad (5)$$

Parasti l^2 izteic procentos no ab , bet tilpumu $ab \cdot L$ nolasa no tabulām kā asšķautnainai brusai, koriģējot to ar labojuma procentu $\frac{l^2 \cdot 100}{ab}$. Šo paņēmieni lieto tādā gadījumā, ja l nesastāda vairāk par $\frac{1}{5}$ no brusas platuma.

Ja brusas lokmalas ir lielākas, tad šķērslaukumu vidū γ aprēķina šādi:

$$\gamma = \frac{u^2}{4\pi} = \frac{u^2}{13}, \quad (6)$$

kur u ir šķērsgriezuma perimetrs brusas vidū, ko izmēri ar mērprievi.

Viduslaukuma formulas vietā tikpat labi var lietot arī Smaliana formulu, reizinot apakšējā un augšējā griezuma laukumu pussumu ar garumu.

Dējiem un blankām ar lokmalām tilpumu tāpat aprēķina pēc



77. att. Dēju veidi

viduslaukuma formulas. Vidus jeb serdes dēlim (77. attēls) šķērslaukumu atrod pēc platuma $\frac{1}{4}$ no tā biezuma, bet malu (sānu) dējiem (77. attēls) pēc abu skaldņu pussumas un biezuma. Visbiežāk gan lokmalainu dēju un blanku šķērslaukumu noteic, reizinot to

biezumu ar skaldnes platumu, sānu dējiem ņemot augšējās, šaurākās skaldnes platumu.

Dažreiz nākas noteikt arī nomaļu tilpumu. Nomaļi rodas, sazāģējot balķus dēļos vai apzāģējot brusas. Vienā pusē tiem skaldne, otrā lokmala. Nomaļu tilpumu atrod

$$v = g_{0,4} L. \quad (7)$$

Šķērslaukumu g noteic $\frac{4}{10}$ no garuma, skaitot no biezākā gala

$$g = \frac{2 \cdot ah}{3},$$

kur a nomaļa platums, bet h — biezums (78. attēls).

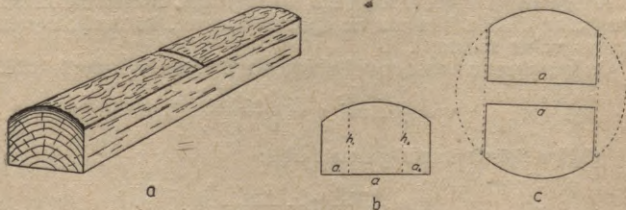


78. att. Nomaļa šķēsgriezums

65. §. Tēsto materiālu tilpuma noteikšana

Pie tipiskākiem tēstiem materiāliem var pieskaitīt vančosus, planšonus, slīperus un gulšņus.

Vančoss (79. attēls) ir ozola sortiments, kam trīs puses aptēstas, bet ceturrtā ar mizu. To izstrādā no kluča, kam tievgāja



79. att. Vančoss (a), vančosa šķēsgriezums (b), ozola blūča sadalīšana (c)

caurmērs nav mazāks par 53 cm. Sānus aptēš, bet vidusdaļu izzāgē. Mizu nogludina līdz sarkanumam un mērijot to neieskaita. Tāpēc sortimenta vidū nelielu josliņu no mizas atbrīvo.

Tilpumu noteic ar viduslaukuma formulu:

$$v = \gamma L.$$

γ aprēķināšanai izmēri apakšējās aptēses platumu a un noteic vidējo biezumu h pēc mērījumiem $\frac{1}{4}$ no aptēses a (79. attēls, b):

$$a_1 = \frac{a}{4}, \quad h = \frac{h_1 + h_2}{2},$$

$$\gamma = a \cdot \frac{h_1 + h_2}{2}.$$

Tilpuma noteikšanai var lietot arī galu laukumu formulu.

Plansons ir astoņšķautnaina brusa, gludi un pareizi aptēsta pa raukumu no visām pusēm. To izmēri angļu pēdās un collās. Tilpumu noteic ar viduslaukuma vai galu laukumu formulu

$$v = \gamma L \quad \text{vai} \quad v = \left(\frac{g_o + g_n}{2} \right) \cdot L.$$

Plansona šķērslaukumu noteic kā astoņstūra laukumu (76. att.).

$$g = ab - 12.$$

Slīperi ir īsi (2,72 m), no četrām pusēm aptēsti asšķautnaini vai neasšķautnaini materiāli. Tos gareniski pārzāgējot, iegūst divus pusslīperus. Slīperu tilpumu aprēķina tāpat kā brusām.

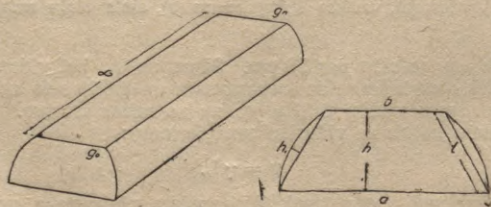
Arī gulšņi ir īsi (2,7 un 2,5 m) materiāli, aptēsti no divām pusēm, ar dažādu biezumu un aptēses platumu, ko tuvāk nosaka katras valsts standarti.

Gulšņu tilpumu noteic ar viduslaukuma vai galu laukumu formulu

$$v = \gamma L \quad \text{vai} \quad v = \left(\frac{g_o + g_n}{2} \right) \cdot L.$$

Gulšņu šķērslaukumu g noteic šādi:

$$g = \frac{a+b}{2} h + \frac{2 \cdot 2}{3} l h_1,$$



80. att. Gulšnis

kur a — apakšējās aptēses platums,

b — virsējās aptēses platums,

h — biezums,

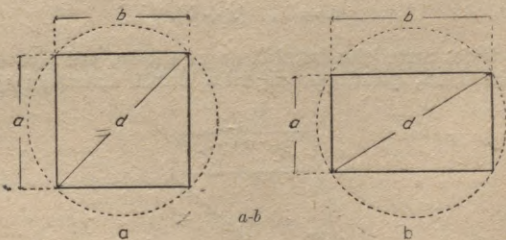
l un h_1 — segmentu platums un biezums, kas pārsedz pamata trapezu.

Dažās palīggrāmatiņās atrodamas tabulas, kas uzrāda gulšņu tilpumu atkarībā no biezuma, virsējās un apakšējās aptēses platuma un garuma. Šādas tabulas ir ļoti ērtas praktiskai lietošanai.

Tēsto materiālu tilpumu nereti izteic arī specialās mēru vienībās — l o a d o s. 1 loads līdzīgs 50 kubikpēdām.

66. §. Tēsto materiālu izstrādāšanai nepieciešamais apaļo koku minimalais tievgaļa caurmērs

Noteicot brusu tilpumu, var rasties jautājums, cik lielam ir jābūt baļķa tievgaļa caurmēram, lai no tā iznāktu noteiktu izmēru brusa. Asšķautnainām brusām to nosaka šādi (81. attēls, a):



81. att. Asšķautnaino brusu izstrādāšanai nepieciešamo apaļo koku minimalā tievgaļa caurmēra noteikšana

Ja brusas šķērsriezums ir kvadrats, tad taisnleņķa trīsstūrī

$$d^2 = 2 a^2,$$

$$d = a \sqrt{2}.$$

$\sqrt{2}$ ir pastāvīgs lielums = 1,41. Tātad, lai noteiktu nepieciešamo caurmēru, brusas aptēses platums jāreizina ar 1,41:

$$d = 1,41 \cdot a. \quad (8)$$

Ja brusas šķērsgriezums ir taisnstūris (81. attēls, b), tad

$$d^2 = a^2 + b^2 \text{ un } d = \sqrt{a^2 + b^2}. \quad (9)$$

Parasti meža paligrāmatīnās atrodama tabula, kas pie noteikta brusas platuma un biezuma uzdod nepieciešamo balņa minimālo tievgaļa caurmēru.

Prakses vajadzībām nereti lieto arī šādu empirisku formulu:

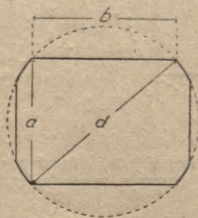
$$d = 0,71 (a + b). \quad (10)$$

Brusām un gulšņiem ar lokmalu (82. attēls) aprēķinu izdara līdzīgi:

$$d = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ vai}$$

$$d = 0,71 (a + b).$$

Ja tēstos materiālus izstrādā no zaļa koka, tad jāparedz virsmērs iežūšanai, piemēram, slīperiem katrā dimensijai $\frac{1}{4}$, gulš-



82. att. Neasšķautnaino brusu izstrādāšanai nepieciešamo apaļo koku minimālā tievgaļa caurmēra noteikšana

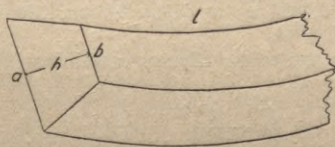
ņiem 0,25—0,5 cm, kas jāievēro, noteicot balņa vai kluča minimālo tievgaļa caurmēru.

67. §. Skaldīto, plēsto un lobīto materiālu tilpuma noteikšana

Mucu dēļiši ir parastākais skaldītais sortiments. Atkarībā no izlietošanas vajadzības tos izgatavo dažāda garuma, platuma un biezuma. Mucu dēļiņu tilpumu aprēķina pēc trim izmēriem, izteicot tos vienādās mēru vienībās. Tos uzskaita pa tūkstošiem.

Angļu jeb Klaipēdas mucu dēļiņu izmērus noteic pēdās un collās. Parastākais sortiments ir *pipas* (73"×6"×3"). Tās uzskaita šokos (60 gab.). Dažās palīggrāmatīnās atrodamas tabulas galveno mucu dēļiņu sortimentu tilpuma noteikšanai.

Riteņu spieķu tilpumu aprēķina tāpat kā mucu dēļiņiem.



83. att. Riteņa loka fragments

Riteņu loki šķērsgriezumā atgādina trapezu (83. attēls), kuras laukums

$$= g = \frac{a+b}{2} \cdot h.$$

Tilpumu aprēķina šādi:

$$v = \frac{a+b}{2} \cdot h \cdot l. \quad (11)$$

Riteņu lokus parasti uzskaita pa pāriem.

Ragavņu sliedes ir dažāda garuma, bet platums un biežums mēdz būt standartizēti. Šķērsgriezumā tās līdzīgas brusai, tāpēc to tilpumu var aprēķināt tāpat kā brusām vai gulšņiem.

Finierus uzskaita loksnēm. Tilpumu noteic pēc trim izmēriem: garuma, platuma un biezuma. Lielāku finieru daudzumu izteic kvadrātmētros vai kubikmētros, kādam nolūkam lieto attiecīgas palīgtabulas.

68. § Apstrādāto materiālu iznākums no apaļiem sortimentiem

Izstrādājot zāģētos, tēstos, skaldītos u. c. materiālus no apaļiem kokiem, daļa koksnes aiziet zudumā kā skaidas un atkritumi. Tāpēc, taksējot apstrādātos materiālus, svarīgi ir zināt to iznākumu.

Praksē apstrādāto lietkoku sortimentu taksacijai lieto vairākas formulas. Ja apstrādātajam sortimentam nav asu šķautņu, bet ir atstātas lokmalas, tad tā tilpumu noteic

$$v = \left(\frac{c}{4}\right)^2 \cdot L, \quad (12)$$

kur c ir apkārtmērs baļķa vai kluča vidū, L — garums. Pēc šīs formulas iegūst 0,7854 no apaļā sortimenta tilpuma; 22% aiziet skaidās un atkritumos.

Asšķautnainu materiālu tilpuma noteikšanai lieto šādu formulu:

$$v = \left(\frac{c - \frac{c}{10}}{4}\right)^2 \cdot L = \left(\frac{9/10 c}{4}\right)^2 \cdot L, \quad (13)$$

kas dod 0,6366 no apaļā sortimenta tilpuma.

Ja asšķautnainā materiāla izstrādāšanai no apaļā koka visapkārt jānoņem kāda kārtā, tad apstrādātā materiāla tilpumu noteic šādi:

$$v = \left(\frac{c - \frac{c}{6}}{4}\right)^2 \cdot L = \left(\frac{5/6 c}{4}\right)^2 \cdot L, \quad (14)$$

kas sastāda 0,5544 no apaļā sortimenta tilpuma. 45% šeit aiziet skaidās un atkritumos.

Ceturrtā formula paredzēta gadījumam, kad no apaļā koka noņem vēl lielāku kārtu.

$$v = \left(\frac{c - \frac{c}{5}}{4}\right)^2 \cdot L = \left(\frac{4/5 c}{4}\right)^2 \cdot L = \left(\frac{c}{5}\right)^2 \cdot L. \quad (15)$$

Šai gadījumā 50% aiziet skaidās un atkritumos un derīgais iznākums ir tikai puse no apajā sortimenta tilpuma.

Arī mežsaimniecības prakse un pieredze dod novērojumus par apstrādāto materiālu derīgo iznākumu no apajiem sortimentiem.

Rupjai sortimentu taksacijai var lietot tādas pieredzes skaitļus, ka gulšņiem 1,7 m³ izejmateriāla dod 1 m³ gatavu gulšņu, 0,1—0,3 m³ dēļu vai lafešu, 0,6—0,4 m³ nomaļu, skaidu, zāga skaidu. Vidēji derīgais iznākums ir 60%. 10 izstrādāti gulšņi sastāda apm. 1 m³. Šaursliežu gulšņiem derīgais iznākums ap 80%, un apm. 45 gulšņi sastāda 1 m³.

Sazāģējot apaļos sortimentus (ne tievākus par 16 cm) dēļos, derīgais iznākums ir 60—70%. Atlikušos 30—40% sastāda nomaļi un skaidas. Var teikt, ka vidēji 1,5 m³ apajā materiāla dod 1 m³ zāģēta materiāla. Apmēram tāds pats ir arī brusu derīgais iznākums.

Dēļu iznākumu no dažāda resnuma baļķiem var noteikt ar specialām tabulām, kas atrodamas katrā palīggrāmatīnā. Tās uzrāda dēļu skaitu pēc to biezuma un baļķu tievgaļa caurmēra.

Ozola mucu dēļiņiem derīgais iznākums tikai ap 40%, apm. 2,5 m³ izejmateriāla dod 1 m³ gatavas produkcijas. Iznākums lielā mērā atkarīgs no koksnes kvalitātes. Izstrādāšanai nepieciešami kluči ar 30 cm un vairāk tievgali.

Franču mucu dēļiņi dod vidēji 30%, bet angļu — 25—30% derīgā iznākuma un to izstrādāšanai nepieciešami resnāki kluči, sākot ar 40—45 cm tievgali.

Riteņu spieķiem derīgais iznākums vidēji ap 50%, bet riteņu lokiem tikai 20—25%. To izstrādāšanai nepieciešami kluči ne tievāki par 20 cm tievgali.

Ragavu sliecēm derīgais iznākums vidēji 65%. Attiecīgiem apajiem sortimentiem jābūt 12—14 cm tievgali.

Planšonus gatavo no klučiem, kuru minimalais tievgaļš caurmērs 36 cm. Derīgais iznākums ap 68%.

Vančosi dod 72% gatavas produkcijas. To izstrādāšanai izlieto klučus ar tievgaļš caurmēru 53 cm un vairāk.

5. AUGOŠU KOKU TAKSACIJA

A. AUGOŠU KOKU FORMAS UN TILPUMA NOTEIKŠANA

69. §. Augošu koku taksācijas elementu noteikšana

Augošam kokam ir visi tie paši taksācijas elementi, kas nocirstam kokam. Atšķirība tikai tāda, ka nocirstais koks ir izmērījams katrā vēlamā vietā, kamēr augošajam kokam tā vertikālā stāvokļa dēļ bez lielākiem palīglīdzekļiem tieši izmērījama tikai stumbra resgāja daļa.

Taksācijas prakses vajadzībām augošu koku augstumu noteic netieši ar augstummēru vai kādu vienkāršāku paņēmieni (8.—12. §). Augošu koku caurmēru mērīšanai lieto dastmēru, tāpēc arī mērīšanas darbību sauc par dastošanu (15. §).

Augošu koku caurmēru mēri t. s. krūšaugstumā, kas nosacīti pieņemts 1,3 m virs zemes. Šādai mērīšanas vietas izvēlei par pamatu ir mērīšanas ērtība. Normāla auguma cilvēkam mērijot koka caurmēru šādā augstumā, nav ne jāsaliecas, nedz arī jāsniedzas uz augšu. Augošu koku caurmēru mērīšanā šī vieta ir noteikti jāietur, jo novērojumi rāda, ka atkāpšanās no šīs vietas par 10—20 cm uz vienu vai otru pusi var mainīt šķērslaukuma un līdz ar to arī tilpuma apmērus par 1,5—3,5%. Pētišanas vajadzībām, kur caurmēri jā mēri atkārtoti, krūšaugstuma, t. s. dastmēra pielikšanas vietu atzīmē uz stumbra mizas ar eļļas krāsas svītru.

Noteicot mērīšanas vietu 1,3 m virs zemes, pieņem stumbra sākumu tieši no zemes virsas. Par stumbra sākumu parasti pieņem t. s. sakņu kaklu — to vietu, kur stubrs pāriet sānsaknēs un kur sākas spējš paplašinājums. Dažos gadījumos, piem. vecākām eglēm vai arī dumbraīnās vietās pēc nosusināšanas, augsnei nosēstoties, lielās sānsaknes paliek diezgan augstu virs zemes. Lai, mērijot koka caurmēru, šādā gadījumā mērīšanas vietu ieturētu pareizā augstumā, krūšaugstums jāskaita 1,3 m virs sakņu kakla, bet nevis virs zemes.

Lai mērītājs nekļūdītos krūšaugstuma noteikšanā, ieteicams iepriekš to atzīmēt pie mērītāja apgērba ar kritu vai arī saistot ar kādu pogu vai kabatu.

Ja krūšaugstumā mērīšanas vietā uz stumbra atrodas kādi nelidzenumi vai izaugumi, kas traucē mērīšanu, tad dastmērs jāpieliek vienādos atstatumos no šīs vietas uz augšu un uz leju un no abiem nolasījumiem par pareizo jāpieņem aritmetiskais vidējais.



84. att. Augošu koku taksacija (45 m augstās priedes Baldones mežsaimniecībā)

Ar dendrometriem netiešās caurmēru mērīšanas ceļā iespējams izmērīt caurmēru arī kaut kurā citā stumbra vietā, kas nav zaru aizsegta, tomēr taksācijas prakses vajadzībām šādus paņēmienus nelieto.

70. §. Veidskaitļi

1. Veidskaitļu jēdziens

Jau 19. gs. mežkopis-praktiķis Paulsens ierosinājis stumbra tilpuma noteikšanai salīdzināt stumbra un cilindra tilpumu, un abu tilpumu attiecsmes faktoru lietot stumbra formas raksturošanai un tilpuma aprēķināšanai. Vēlāk šos faktorus nosauca par veidskaitļiem. Daudzi meža pētnieki strādājuši veidskaitļu pētīšanā, līdz mūsu laikos izveidojusies vesela mācība par tiem.

Veidskaitlis ir attiecsmes starp stumbra un cilindra tilpumu, kur cilindram ir ar stumbru vienāds augstums un pamatlaukums.

Nosaukums veidskaitlis rāda, ka tam ir tieksme raksturot veidu, formu. To, protams, var attiecināt tikai uz pareizāko koka daļu — stumbru. Vēlāk veidskaitli attiecināja arī uz citām koka daļām un uz visu koku. Šādā gadījumā veidskaitlis vairs nav uzskatāms par formas raksturotāju, bet gan par faktoru, kas izlietojams tilpuma aprēķināšanai.

2. Veidskaitļu veidi

Atkarībā no koka daļas, uz ko veidskaitlis zīmējas, izšķir: 1) stumbra veidskaitli, 2) rupjkoksnes veidskaitli, 3) koka veidskaitli, 4) sikkoksnes veidskaitli un 5) zaru veidskaitli. Teoretiski pieļaujama ir vienīgi stumbra veidskaitlis. Rupjkoksnes veidskaitlis attiecas uz stumbra daļu no celma līdz vietai, kur caurmērs ir 7 cm, ieskaitot arī par 7 cm resnākus zarus. Koka veidskaitlis zīmējas uz visu koku — stumbru līdz ar vainagu. Starpība starp koka un stumbra veidskaitli dod zaru veidskaitli, bet starpība starp stumbra un rupjkoksnes veidskaitli — sikkoksnes veidskaitli.

Veidskaitli apzīmē ar burtu *f*. Attiecīgi indeksi norāda, uz kādu koka daļu tas attiecas. Tā, piem., f_{st} — stumbra veidskaitlis, f_k — koka, f_r — rupjkoksnes, f_z — zaru un f_{sk} — sikkoksnes veidskaitlis. Apzīmējot tilpumu ar *v* līdz ar attiecīgiem indekiem, varam uzrakstīt dažādiem veidskaitļiem šādas izteiksmes:

$$f_{st} = \frac{V_{st}}{V_{eil.}}; \quad V_{st} = V_{eil.} \cdot f_{st}$$

$$f_k = \frac{V_k}{V_{eil.}}; \quad V_k = V_{eil.} \cdot f_k$$

$$f_z = \frac{V_z}{V_{eil.}}; \quad V_z = V_{eil.} \cdot f_z$$

Galvenā nozīme ir stumbra veidskaitlim. Ar pārējiem veidskaitļiem praksē jāsaprotas retāk. Tādēļ, ja pie apzīmējuma f nav nekāda indeka, tad tas parasti saprotams kā stumbra veidskaitlis.

Veidskaitlus vēl šķiro arī pēc salīdzināmā cilindra dimensijām, t. i., pēc tā, kam pielīdzina cilindra pamatlaukumu un augstumu.

Parastākie ir veidskaitļi, kas izteic attieksmi starp stumbra un tāda cilindra tilpumu, kam augstums līdzīgs koka augstumam, bet pamatlaukums — stumbra šķērslaukumam krūšaugstumā. Šie ir vecākie veidskaitļi un tos sauc par krūšaugstuma jeb neistajiem veidskaitļiem. Tie bija pazīstami jau 19. gs. un saistās ar tā laika mēža pētnieku vārdiem.

Apzīmējot stumbra augstumu ar h , krūšaugstuma šķērslaukumu ar g (85. attēls, 1) un koka tilpumu ar v , krūšaugstuma veidskaitli var noteikt šādi:

$$f = \frac{v}{gh}; \quad (1)$$

$$v = ghf.$$

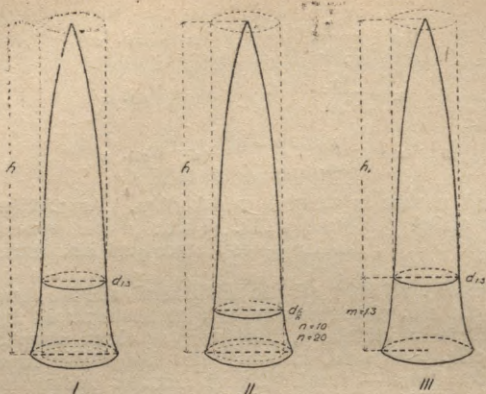
Krūšaugstuma veidskaitļa absolūtais lielums ir mazāks par 1. Tās raksta decimaldaļu veidā ar divām līdz 3 zīmēm aiz komata.

Izejot no pazīstamā rotācijas ķermeņa veidules vienādojuma $y^2 = px^r$ (37. §), var atvasināt vispārēju veidskaitļa vienādojumu:

$$f = \frac{1}{r+1} \left(\frac{h}{h-a} \right)^r, \quad (2)$$

kur r — formas eksponents, h — koka augstums un a — caurmēra mērīšanas vietas atstatums no pamata. Neistajiem jeb krūšaugstuma veidskaitļiem vienādojums pieņems šādu veidu:

$$f = \frac{1}{r+1} \left(\frac{h}{h-1,3} \right)^r \quad (3)$$



55. att. Veidskaitļu veidi: I — neištāis jeb krūšaugstuma, II — īštāis jeb normalais un III — absolūtais veidskaitlis

Tas rāda, ka šis veidskaitlis ir atkarīgs ne tikai no formas eksponenta r , bet arī no stumbra augstuma h . Citiem vārdiem, augstākiem stumbriem krūšaugsstums iekrīt relatīvi zemākā vietā nekā zemākiem, piem., 26 m augstiem tas atradīsies $\frac{1}{20}$, bet 13 m augstiem stumbriem $\frac{1}{10}$ no augstuma. Vienas un tās pašas paraboloida formas stumbriem ar formas eksponentu $r=1$, bet dažādiem augstumiem, pēc augšminētā vienādojuma atradīsīm dažādus veidskaitļus. Tā piem.:

$h/m =$	5	10	15	20	25	30	40
i	0,675	0,575	0,550	0,535	0,530	0,522	0,517

Tātad šie veidskaitļi nevar pilnīgi noteikti raksturot stumbra formu. Šādas iekšējās pretrunas dēļ tie arī nosaukti par neištājīgiem veidskaitļiem. Būtībā tie vairāk atbilst redukcijas skaitļiem, ar kuru palīdzību cilindru tilpumu var pārrēķināt stumbra tilpumā. Tomēr ērtās lietošanas dēļ šie veidskaitļi ir ļoti izplatīti un praksē plaši lietoti.

Minētos trūkumus jau pamanīja tūlīn pēc šo veidskaitļu tuvākas izpētīšanas, un *Smaliāns* ieteica to vietā lietot citus, kas izteic attieksmi starp stumbra tilpumu un tāda cilindra tilpumu, kam augstums vienāds ar koka augstumu, bet pamatlaukums — ar stumbra šķērslaukumu $\frac{1}{n}$ daļā no augstuma (85. attēls, II). Ar to pastāvīgā krūšaugstuma vietā mērīšanas vieta kļūst mainīga, atkarībā no augstuma. Veidskaitļa vienādojums tad pieņem šādu izteiksmi:

$$f'' = \frac{1}{r+1} \left(\frac{n}{n-1} \right)^r. \quad (4)$$

Šāds veidskaitlis būs atkarīgs tikai no formas eksponenta r un n izvēles, bet ne no augstuma. Parasti n pieņem līdzīgu 20. Augstiem kokiem šī vieta ir vēl ērti izmērojama, bet zemiem tā iekrīt jau resgaļa blīzumā. Tāpēc zemiem kokiem ņem $n = 10$. *Preslers*, kurš ar šiem veidskaitļiem daudz nodarbojies, nosaucis tos par *īstajiem jeb normalajiem*. Tos apzīmē ar f'' . Lai novērstu grūtības n izvēlē, *Preslers* ieteicis izmērit krūšaugstuma caurmēru un no tā ar specialas tabulas palīdzību aprēķināt īstos jeb normalos veidskaitļus. Propagandēdams šos veidskaitļus, minētais autors atsauca uz likumsakarībām, kādas novērojamas to grozībās. Vēlākie pētījumi rādīja, ka šeit tik noteiktu likumsakarību nav.

Sakarā ar divām nozīmēm vienvēidības princips, kas likts īsto jeb normalo veidskaitļu pamatā, ir laužts, tāpēc šie veidskaitļi nav ieguvuši paliecamu nozīmi, un praksē tiem sevišķas vērtības nav.

1873. g. Šveices mežkopis *Rinikers* ieteica aprēķināt veidskaitļus, pieņemot par cilindra pamatlaukumu stumbra šķērslaukumu krūšaugstumā, bet par augstumu — stumbra augstumu no krūšaugstuma līdz virsotnei (85. attēls, III). Tos var izteikt šādi:

$$f' = \frac{1}{r+1}. \quad (5)$$

Šie veidskaitļi nav atkarīgi no augstuma, bet vienai un tai pašai formai ir pastāvīgi. Tāpēc *Rinikers* tos nosaucis par *absolutiem veidskaitļiem*.

Lai gan absolutajiem veidskaitļiem ir redzamas priekšrocības, tomēr, sevišķi praktiskā ziņā, tiem ir lieli trūkumi. Šie veidskaitļi neattiecas uz stumbra daļu zem krūšaugstuma. Šis apakšējās

stumbra daļas nozīme tilpumā ir jo lielāka, jo īsāks ir stubrs. Trūkuma novēršanai resgaļa daļas tilpumu var aprēķināt atsevišķi un pieskaitīt virsējās daļas tilpumam, kas noteikts ar absolūtā veidskaitļa palīdzību. Tādēļ, sastādot absolūto veidskaitļu tabulu pēc caurmēriem un vecumklasēm, mēdz pievienot tai sevišķus faktoros φ , kurus reizinot ar šķērslaukumu krūšaugstumā un krūšaugstumu — 1,3 m, saisinātu par celma tiesu, atrod resgaļa daļas tilpumu.

Absolūto veidskaitļu trūkuma novēršanai 1894. g. ieteikts aprēķināt tos pēc šķērslaukuma koka pamatā. Tā kā resgaļa blizuma dēļ tas padots lielām svārstībām, tad ierosināja to aprēķināt, izejot no krūšaugstuma caurmēra, dodot šim nolūkam specialu tabulu, kas izteic sakarību starp krūšaugstuma un pamata caurmēru. Teoretiskā ziņā šādi zemes virsas veidskaitļi uzskatāmi par vispildīgākiem, bet praktisko neērtību dēļ arī tie, tāpat kā absolūtie veidskaitļi, nav ieguvuši paliekamu nozīmi.

Taksācijas prakses vajadzībām lieto tikai neistos jeb krūšaugstuma veidskaitļus. Salīdzinot ar citiem, tie arī vairāk izpētīti. Savākts ļoti plašs skaitļu materiāls par to absolūtām un vidējām vērtībām, tāpat par to grozību dažādu faktoru ietekmē.

71. §. Formas koeficienti

Blakus veidskaitļiem stumbra formu var raksturot arī ar divu dažādos augstumos mēritu caurmēru attiecību. Šo ideju izmantojis Austrijas mežzinātnieks Šifels 1889. g., ieteikdams taksācijas vajadzībām t. s. formas koeficientus. Formas koeficients ir attiecība starp caurmēru stumbra pamatā d_0 , vai vienā ceturtdaļā $d_{1/4}$, vai pusē $d_{1/2}$, vai trīsceturtdaļās $d_{3/4}$ pret caurmēru krūšaugstumā d_m . Šifels izšķir šādus formas koeficientus:

$$q_0 = \frac{d_0}{d_m}, \quad (6)$$

$$q_1 = \frac{d_{1/4}}{d_m}, \quad (7)$$

$$q_2 = \frac{d_{1/2}}{d_m}, \quad (8)$$

$$q_3 = \frac{d_{3/4}}{d_m}. \quad (9)$$

Pētīdams egles stumbru formu, Šifels atradis, ka zināmam stumbra augstumam q_1, q_2, q_3 atrodas noteiktā savstarpējā sakarībā, tādēļ, zinot vienu no tiem, var aprēķināt arī pārējos. Par noderīgākajiem un ērtākajiem formas raksturošanai izrādījušies q_1 un q_2 , sevišķi pēdējais.

Formas koeficientu q_2 iespējams pareizi aprēķināt nocirstiem kokiem. Uz plaša novērojumu materiāla pamata galvenajām PSRS koku sugām noteikti šādi vidēji formas koeficienti q_2 :

priedei	0,56
eglei	0,70
ozolam	0,68
bērzam	0,66
apsei	0,70

Šifela novērojumi rāda, ka atsevišķām sugām formas koeficienti svārstās zināmās robežās, tā, piem., lapeglei no 0,50 līdz 0,80, eglei un balteglei no 0,55 līdz 0,85. Prof. A. V. Tjurina novērojumi PSRS liecina, ka bērzam un apsei tie svārstās no 0,50 līdz 0,85. Vispār var teikt, ka dažādām sugām formas koeficienti svārstās no 0,50 līdz 0,85. Ilustrācijai var noderēt Tjurina piemērs par bērzu audžu stumbru sadalījumu formas koeficienta q_2 pakāpēs:

Formas koeficienta q_2 pakāpes

0,48 0,51 0,54 0,57 0,60 0,63 0,66 0,69 0,72 0,75 0,78 0,81 0,84

— Koku skaita sadalījums %

0,2 1,1 1,6 6,4 8,9 15,9 20,3 22,2 15,3 5,7 1,9 0,4 0,1

Tjurins noskaidrojis, ka arī apsei ir tādas pašas likumsakarības. To liecina arī Fokina pētījumi par ozolu (1934. g.), Bernsteina — par balto skābardi (1935. g.) un Rižkovas — par liepu (1935. g.).

Stumbri ar lielu formas koeficientu sastopami slēgtās audzēs, bet ar zemu formas koeficientu — tur, kur koki jau no jaunības auguši reti.

Ar variācijas statistikas metodēm var atrast piemērā minētās rindas vidējo novirzījumu un ar tā palīdzību aprēķināt teoretisko rindu, kas ir ļoti tuva īstajai. Vēl vairāk, koku relatīvais sadalījums pa formas koeficientu pakāpēm atsevišķas audzes piemērā ir ļoti līdzīgs sadalījuma rindai, kur izlietoti skaitļu materiāli, kas

iegūti visas valsts mērogā. Prof. V. Z a c h a r o v s noskaidrojis, ka atsevišķās ozolu audzēs q_2 grozības ir tādas pašas kā visos attiecīgās koka sugas mežos.

Baltkrievijas mežu pētišanas institūtā F. Moisejenko pētījumi vēl vairāk pastiprinājuši šo likumsakarību. Viņš atradis, „ka audzes uzbūvē pēc formas novērojama likumsakarība, ka audžu sadalījums pa q_2 vidējās formas klasēm, tāpat kā stumbru sadalījums audzēs ir ļoti tuvs G a u s a - L a p l a s a liknei“. Atsevišķu audžu vidējā forma ir visai stabila; novirzījumi svārstās no 0,018—0,023, bet variācijas koeficients no 2,5—3,5%.

Konstatētām likumsakarībām ir liela praktiska nozīme, jo tās dod iespēju taksacijā pieturēties pie vienas sugas vidējās formas, piem., sastādīt tabulas vidējai formai un pārējās formas dažādības neievērot. Lietojot šādas tabulas lielākam koku skaitam, pieļautās kļūdas nebūs lielas.

72. §. Veidrādis

Stumbra formas koeficientu q_2 var precīzi noteikt tikai nocirstam kokam. Augošam kokam caurmēra izmērīšana stumbra vidū ir saistīta ar lielām grūtībām. Prof. E. O s t v a l d s kā papildus caurmēru stumbra formas noteikšanai ieteicis stumbra caurmēru konstantā augstumā virs zemes — 6 m. Caurmēra mērīšana šādā augstumā ir tehniski viegli realizējama ar speciālu dastmēru (20. §., 41. attēls). 6 m augstumā mērītais caurmērs salīdzinājumā ar krūšaugstuma caurmēru dod ļoti pilnīgu formas raksturojumu. Šo divu caurmēru sakarību vislabāk izteikt kā diferenci $d_{1,3} - d_6$. Latvijas lauksaimniecības akadēmijas Meža taksācijas katedras pētījumi rāda, ka caurmērs, kas vispilnīgāk raksturo stumbra formu, atrodas apm. $\frac{1}{3}$ stumbra augstumā. Tiem samērā mēreniem koku augstumiem, kādi mūsu mežos sastopami, 6 m augstums atrodas visai tuvu teoretiski pareizākai vietai. Šis atzinums saskan arī ar K o n d r a t j e v a norādījumiem. Turklāt vērtīgākā lietkoksnes daļa atrodas tieši šajā resgaļa posmā un sastāda lielāko procentu no visa stumbra tilpuma. Līdz ar to minētā difference $D = d_{1,3} - d_6$, ko var nosaukt par v e i d r ā d i, labi raksturo arī saimniecisko lietderību — galvenā baļķa raukumu. LLA Meža taksācijas katedras pētījumi rāda, ka eglei veidrādis svārstās no 0 līdz 11 cm un 1241 egles stumbram ir vidēji 3,72 cm. Koku skaita relatīvais sadalījums pa formas pakāpēm ir ar nelielu kreiso asimetriju, kas izskaidrojams ar to, ka paraugkokos ir arī stipri raukti stumbri no audžu ārējām malām.

Līdzīgu paņēmieni stumbra formas noteikšanai dažkārt lieto arī Skandināvijas zemēs.

Lai gan tehniski papildcaurmēra mērīšana, sevišķi konstantā augstumā, nekādas lielas grūtības nerada, tomēr praksē to izjūt kā zināmu šķērslī, un tāpēc praktiski meklē kādu vienkāršāku stumbra formas noteicēju. Par tādu mēdz uzskatīt koka vainagu.

Atziņa, ka starp koka vainaga lielumu un stumbra formu pastāv zināma korelācija un ka pēc vainaga lieluma var spriest par stumbra formu, ir kļuvusi gandrīz aksiomatiska. Šifels iedomājas šo korelāciju starp vainaga lielumu un stumbra formu tik stingru, ka savās tabulās blakus formas koeficientiem nostāda vainaga relatīvo garumu, izteiktu procentos no stumbra garuma un graduētu 5, 4, 3 un pat 2% pakāpēs. Uz tāda paša atzinuma balstās arī K r i d e n e r a sastādītās masas tabulas, kur stumbra formas tipi noteicami pēc vainagu garuma. Arī dažas citas masas tabulas izmanto šo pašu principu.

No otras puses, mežzinātniskajā literatūrā sastopami norādījumi, kas ar šiem vispārējiem novērojumiem nesaskan. Šveices mežkopji ir konstatējuši, ka turienes izlases, mežos koku stumbri ir slaidāki, tilpigāki nekā vienvecuma audzēs, kaut gan izlases mežos koku vainagi parasti mēdz būt lielāki. LLA Meža taksācijas katedras pētījumi par egles stumbra formu, kas balstās uz P. S a r m a s izdarītiem novērojumiem mācību un izmēģinājumu mežsaimniecībā Aucē, noskaidro sakarību ne tikai starp stumbra formu un vainaga lielumu resp. garumu, bet arī sakarību starp stumbra formu un krūšaugstuma caurmēru, tāpat augstumu.

No izmērtiem 1600 egles stumbriem trijās labākās bonitatēs pētīšanas materiālam izlietots 1241, t. i., tikai tie koki, kas ar kādu no augstāk minētiem četriem elementiem savstarpēji atšķiras. Stumbra forma izteikta ar veidrādi $D = d_{1,3} - d_6$, bet vainaga garums procentos no visa koka garuma, noapaļojot uz 10%. Aprēķinātie korelācijas koeficienti rāda, ka vislielākā sakarība pastāv starp veidrādi un krūšaugstuma caurmēru (korelācijas koeficients $r = 0,66 \pm 0,016$). Vājāka un pie tam negatīva tā ir starp formu un augstumu ($r = 0,46 \pm 0,022$), bet starp formu un vainaga garumu nav nekādas korelācijas ($r = 0,002 \pm 0,028$). Pēdējais atzinums arī rāda, ka pēc vainaga garuma vien vēl nevar spriest par stumbra formu. Tas liek arī kritiski izturēties pret vainaga garumu kā stumbra formas paudēja lietošanu masas tabulās. Arī K o n d r a t j e v s nācis pie līdzīgas atziņas. Viņa pētījumos korelācijas koeficienti starp stumbra formu (q_2) un vainaga garumu svārstās starp $-0,001$ un $-0,239$. Krūšaugstuma caurmērs ir

daudz lielāks, kaut gan tālu ne pilnīgs stumbra formas raksturotājs; pat augstums daudz vairāk saistīts ar formu nekā vaina garums. Meža taksācijas katedras pētījumos šī saistība izpaužas tā, ka, augstumam pieaugot, veidrādis samazinās, t. i., forma uzlabojas.

Arī jaunākie LLA Meža taksācijas katedras pētījumi par sakarību starp egles veidrādi un augstumu apstiprina iepriekš teikto. Pētījumiem izlietoti 1027 paraugkoki no dažādiem Latvijas rajoniem un dažādiem meža tipi. Veidrādis svārstās no 0 līdz 14 cm. Lielākā biežībā augušie kokiem tas ir mazāks. Tas atkarīgs arī no meža tipa, un sausus tipos tas ir mazāks nekā slapjajos tipos, piem., purveglājā, dumbrājā, melnalksnājā, riestā.

Diference D nedaudz mainās arī atkarībā no vecuma un audzes biežības. Ar vecuma palielināšanos diference nedaudz samazinās, bet ar biežības samazināšanos nedaudz palielinās.

Stumbra formu var raksturot arī ar diferenci starp caurmēru krūšaugstumā $d_{1,3}$ un caurmēru stumbra vidū vai $1/4$ daļā. Pētījumi rāda, ka egles un priedes stumburu formu vislabāk raksturo diference $d_{1,3} - d_{h/2}$, sevišķi pie $q_2 = 0,54 - 0,56$.

Jāatzīmē arī, ka krūšaugstuma caurmērs, augstums un vaina garums kopā vien nespēj izskaidrot stumbra formu ($r = 0,74$).

73. §. Sakarības starp veidskaitli, formas koeficientiem un citiem stumbra taksācijas elementiem

Veidskaitļu noteikšanai nepieciešami zināt stumbra un salīdzināmā cilindra tilpumu, jo

$$f = \frac{v}{gh}$$

Iepriekš minētajā stumbra piemērā $h = 24$ m, $d_{1,3} = 27,1$ cm; $g_{1,3} = 0,0577$ m² un $v = 0,7562$ m³

$$f = \frac{v}{gh} = \frac{0,7562}{0,0577 \cdot 24} = \frac{0,7562}{1,3848} = 0,545.$$

Lai veidskaitļu noteikšanu padarītu ērtāku, jāatrod to sakarība ar vieglāk noteicamiem stumbra taksācijas elementiem. Jau ap pagājušā gadsimta vidū šim nolūkam mēģināja lietot caurmēru

stumbra vidū. Ja stumbra tilpumu izteic ar viduslaukuma formulu, tad

$$f = \frac{v}{gh} = \frac{\gamma h}{gh} = \frac{\gamma}{g} = \frac{\frac{\pi}{4} d_{h/2}^2}{\frac{\pi}{4} d_{1,3}^2} = \frac{d_{h/2}^2}{d_{1,3}^2}, \quad (10)$$

kur $d_{h/2}$ ir caurmērs stumbra vidū, bet $d_{1,3}$ — krūšaugstumā. Liekot saucējā attiecīgo caurmēru, šo formulu var lietot arī istā jeb normalā un absolūtā veidskaitļa noteikšanai. Tā ir vienkārša, bet f noteikšanas pareizība atkarīga no tā, cik droši ar viduslaukuma formulu vispār var noteikt stumbra tilpumu.

$$\frac{d_{h/2}}{d_{1,3}} = q_2$$

$$\text{un } \frac{d_{h/2}^2}{d_{1,3}^2} = q_2^2 = f.$$

Tātad veidskaitli var izteikt arī ar formas koeficientu q_2^2 .

Šī f e l a pētījumi rāda, ka pēc formas koeficienta q_2^2 noteikts veidskaitlis atsevišķiem stumbriem var diezgan ievērojami atšķirties no pareizi aprēķinātā, pat par 10%.

Pētījot sakarību starp veidskaitli un formas koeficientu, prof. M. K u n c e ir atradis, ka difference starp f un q_2 ir atkarīga no formas eksponenta r un augstuma. Praktiskām vajadzībām veidskaitļa f aprēķināšanai viņš ieteicis šādu formulu:

$$f = \frac{d_{h/2}}{d_{1,3}} - c = q_2 - c, \quad (11)$$

kur c ir vienai un tai pašai sugai konstants lielums. Egļei c svārstās no 0,20—0,22, bet visbiežāk sastopamiem kokiem ar augstumu no 16—30 m var pieņemt vidēji $c = 0,21$. Priedei virs augstuma 18 m c var pieņemt vidēji 0,20.

Prof. N. K o b r a n o v s noskaidrojis Kunces formulas piemērotību bērzam un apsei un atradis, ka bērzam $c = 0,221$, bet apsei ar augstumu virs 25 m $c = 0,233$. Prof. A. T j u r i n s atradis, ka melnalksnim $c = 0,220$ un liepai 0,210. R. P r i n c i s baltalksnim Latvijā atradis $c = 0,20$.

Egļes stumbra piemērā

$$h = 24 \text{ m}$$

$$d_{1,3} = 27,1 \text{ cm} \quad q_2 = \frac{d_{h/2}}{d_{1,3}} = \frac{20,1}{27,1} = 0,742$$

$$d_{h/2} = 20,1 \text{ cm}$$

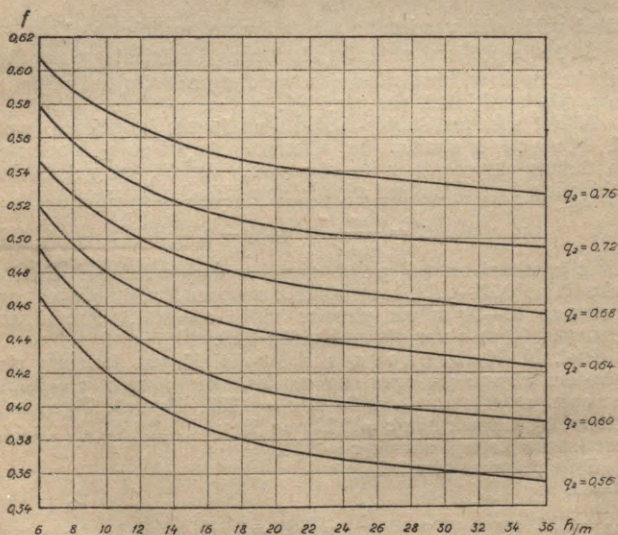
$$f = q_2 - c = 0,742 - 0,21 = 0,532.$$

Pareizi aprēķinātais veidskaitlis $f = 0,545$ un starpība nepārsniedz 3%.

A. Šifels, pētījot lapegles veidskaitļus un grupējot tos pa formas koeficientu klasēm un augstumiem, veidskaitļu sakarību ar formas koeficientiem izteicis grafiski (86. attēls). Viņš arī noskaidrojis, ka veidskaitļu liknes atbilst šāda tipa vienādojumam:

$$y = a + bx + \frac{c}{xz},$$

kur: y — stumbra veidskaitlis,
 x — formas koeficients q_2 ,
 z — stumbra augstums,
 a, b, c — pastāvīgie koeficienti.



86. att. Stumbra augstumu, veidskaitļu un formas koeficientu (q_2) attiecības

Izpētījot šo likņu raksturu, Šifels uzstādīja lapegles stumbriem šādu empirisku formulu:

$$f = 0,87 q_2 + \frac{0,47}{q_2 h} - 0,155.$$

Vēlāk viņš tādā pašā ceļā uzstādīja formulas priedei (1907. g.), balteglei (1908. g.) un eglei (1908. g.):

$$\text{priedei: } f = 0,896 q_2 + \frac{0,34}{q_2 h} - 0,160 \quad (12)$$

$$\text{balteglei: } f = 0,88 q_2 + \frac{0,36}{q_2 h} - 0,150 \quad (13)$$

$$\text{eglei: } f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 h} - 0,140 \quad (14)$$

$$\text{lapeglei } f = 0,87 q_2 + \frac{0,47}{q_2 h} - 0,155. \quad (15)$$

Kā to arī Šifels atzīmējis, visas četras formulas būtībā daudz neatšķiras un pie vienādiem q_2 un h dos ļoti līdzīgus rezultātus. Visām skuju koku sugām Šifels ieteicis vienu kopīgu formulu, ko viņš vispirms uzstādīja eglei:

$$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 h} + 0,140.$$

Prof. M. Tkačenko vēlāk pierādīja, ka šo formulu var attiecināt arī uz lapu koku sugām.

Salīdzinot pēc šīs formulas noteiktos veidskaitļus ar precīzi noteiktajiem veidskaitļiem, var konstatēt, ka kļūdas ir nelielas un nepārsniedz $\pm 3\%$.

LLA Meža taksācijas katedras pētījumos R. Princis konstatējis, ka baltalkšņa veidskaitļu noteikšanai labi piemērota Šifela formula lapeglei

$$f = 0,87 q_2 + \frac{0,47}{q_2 h} - 0,155.$$

Kā secinājumu savai stumbra tilpuma formulai prof. Tretjakovs atvasinājis šādu vispārēju formulu neistajiem jeb krūšaugstumā veidskaitļiem.

$$f = 0,738 q_1 \sqrt{q_1 q_2} \quad (16)$$

Formulas atrisināšanai Tretjakovs izstrādājis palīgtabulu.

V. Podiņš LLA Meža taksācijas katedrā pēc Šifela materiāliem pētījis sakarību starp veidskaitli un formas koeficientu q_1

$$f = q_1 - c$$

un atradis, ka eglei $c = 0,37-0,39$, vidēji $0,38$. Formas koeficientam q_1 ir zināmas priekšrocības, jo caurmēru $1/4$ no stumbra augstuma var izmērīt no zemes ar speciālu dastmēru, un šī vieta atrodas joslā, kur mērītie caurmēri vislabāk raksturo stumbra formu (72. §).

Tādus pašus pētījumus minētajā katedrā ar Latvijas PSR ievākto materiālu izdarījis A. Egliņš. Starp f un q_1 viņš atradis šādu sakarību:

$$f = q_1 - c, \text{ kur eglei pie } \begin{array}{ll} h = 8 - 14 \text{ m,} & c = 0,37, \\ h = 15 - 32 \text{ m,} & c = 0,38, \\ h = 33 \text{ m un vairāk,} & c = 0,39. \end{array}$$

Pārbaudot ar savākto materiālu palīdzību

$$f = q_2 - c,$$

viņš konstatējis, ka pie $h = 23 - 25 \text{ m, } c = 0,21,$
 $h = 26 \text{ m un vairāk, } c = 0,22.$

Veidskaitļu un formas koeficientu attiecsmju noskaidrošanai dažreiz mēdz lietot arī t. s. formas faktoru

$$r = \frac{f}{q_2}.$$

No tā viegli aprēķināt veidskaitli:

$$f = q_2 r. \quad (17)$$

No tā secināts, ka veidskaitļi un citi formas rādītāji eglei nelielos apmēros mainās atkarībā no vecuma un bonitates. Veidskaitļi vairāk ietekmē koku attīstības klases. Valdītājiem kokiem veidskaitlis ir mazāks nekā nomāktajiem.

Priedei turpretim veidskaitli ietekmē miza un vecums. Bez-mizas stumbriem veidskaitlis lielāks. Priedei tas pieaug līdz ar vecumu.

E. Eide mēģinājis izteikt veidskaitļu sakarību ar augstumu un krūšaugsstuma caurmēru

$$hf = 0,40 + 0,65 h - 0,16 d,$$

kur hf ir t. s. veidaugstums.

Eglei viņš uzstādījis šādu formulu:

$$f = 0,650 \frac{0,16 d - 0,40}{h} \quad (18)$$

Stumbriem, kuru caurmērs mazāks par 20 cm:

$$f = 0,650 \frac{0,17 d - 0,60}{h} \quad (18a)$$

Salīdzinot precīzi un ar formulu aprēķinātos veidskaitļus, konstatējams, ka starpības sastopamas lielāko tiesu tievajos stumbros, bet kļūdas nepārsniedz $\pm 2,5\%$.

Eide konstatējis, ka starp augstumu un veidskaitli ir stingra pozitīva korelācija, kas kļūst jo pilnīgāka ar krūšaugstuma caurmēra palielināšanos.

Veidskaitlis f atrodas arī noteiktā sakarībā ar veidrādi D . To var izteikt ar šādu vienādojumu:

$$f = C - 0,8 (10 D + 3 h), \quad (19)$$

kur C var svārstīties no 498—571. Vidēji to var pieņemt līdzīgu 535.

74. §. Veidskaitļu grozības dažādu faktoru ietekmē

Jau no apskatītām sakarībām ir redzams, ka veidskaitļi ir visai mainīgi un padoti dažādu faktoru ietekmei.

Vispirms, veidskaitļus mēdz šķirot atsevišķi pa koku sugām, jo katrai koku sugai ir savas formas īpatnības, kas, neskatoties uz dažādu apstākļu ietekmi, tomēr vairāk vai mazāk noteikti izpaužas. Tā kā arī vienai sugai tie svārstās zināmās robežās, tad parasti sugu mēdz raksturot ar vidēju veidskaitli pie kāda noteikta augstuma. Tā pēc krievu datiem apm. 20 m augstu dažādu sugu stumbru veidskaitļi ir šādi:

priedei	0,45
eglei	0,47
bērzam	0,43
apsei	0,46

Vakareiropā apm. tāda paša augstuma kokiem stumbru veidskaitļi ir šādi:

priedei	0,46
eglei	0,47
balteglei	0,48
ozolam	0,50
skābardei	0,50

Pēc pētījumiem Latvijas PSR vidējais veidskaitlis

priedei	0,48 ± 0,04
eglei	0,50 ± 0,05.

Vienai un tai pašai sugai veidskaitlis ir atkarīgs no formu noteicējiem elementiem, galvenokārt no augstuma. Ar augstuma palielināšanos stumbra veidskaitlis samazinās. Ja augstumi ir nelieli, samazināšanās ir strauja, bet tālāk — arvien lēnāka. Malējiem augstuma ekstremiem veidskaitļi ir stipri svārstīgi, bet vidējiem augstumiem svārstās nelielās robežās.

Rupjkoksnes veidskaitļa grozības nav tik noteiktas kā stumbra veidskaitlim. Jaunībā rupjkoksnes veidskaitlis ir nulle, bet no vecuma, kad koks sasniedzis krūšaugstumu, tas sāk strauji pieaugt, sasniedz kulmināciju un palēnām atkal samazinās. Rupjkoksnes veidskaitļi svārstās šādās robežās:

eglei	0,51—0,45
balteglei	0,53—0,47
priedei	0,47—0,45
skābardei	0,46—0,50.

Blakus augstumam caurmērs ir otrs formas noteicējs elements. Tā ietekme ir visai komplicēta, jo caurmēra pieaugums ir reizē saistīts arī ar vecuma un augstuma pieaugumu. Tikai ar lielu skaitļu materialu un izlīdzinātiem vidējiem skaitļiem iespējams izsekot veidskaitļu grozību tendencēm dažādu faktoru ietekmē.

Koka veidskaitlis eglei un balteglei ar caurmēra palielināšanos kritas, kamēr priedei ceļas, bet dažām citām sugām mainās visai nenoteikti.

Stumbra veidskaitlis pie viena un tā paša augstuma, caurmēram palielinoties, kritas, tievākiem caurmēriem straujāk, resnākiem lēnāk.

Rupjkoksnes veidskaitlis ar caurmēru mainās tāpat kā ar augstumu.

Veidskaitlis atkarīgs arī no celma augstuma un pieaug līdz ar celma augstuma samazināšanos.

Novērojumi, ka vecāki koki ir slaidāki un tilpīgāki, varētu būt par pamatu pieņēmumam, ka ar vecumu veidskaitlis palielinās. Plašais veidskaitļu pētīšanas materials tomēr rāda, ka pārējos vienādos apstākļos veidskaitlis ar vecumu nemaz nemainās, vai arī tam ir neliela tendence palielināties. Māsa pētījumi Zviedrijā rāda, ka vecumam nav nekādas ietekmes veidskaitlī. Vienāda augstuma un caurmēra kokiem ar vecumu mainās gan forma,

gan vainaga lielums, un veidskaitļa grozības tādēļ izskaidrojamas ar citiem faktoriem.

Ļoti liela ir audzes biežības ietekme. Biezība noteic koku vainagu attīstību, vainagu garumu, blīvumu, tāpat arī formas koeficientu. Plašais veidskaitļu pētījumu materials rāda, ka starp pilnaudzes un retaudzes koku veidskaitļiem ir liela starpība. Sīki un pamatīgi šo jautājumu ir noskaidrojis A. Šifels, pētidams sakarību starp egles veidskaitļiem, formas koeficientiem un vainagu lielumu. Viņa skaitļi rāda, ka, audzes biežībai palielinoties, koku vainagi kļūst īsāki, paceļas vairāk uz augšu, caurmērs stumbra vidū attiecībā pret krūšaugstuma caurmēru pieaug, un līdz ar to ievērojami pieaug arī veidskaitlis. Attiekumi starp egļu audžu biežību, koku vainagu lielumu un formas koeficientu q_2 Šifels raksturo šādi:

Audzis biežības pakāpe	Vainaga garums % no stumbra garuma	Formas koeficients
Reta	60	0,58
Vidēja	55	0,66
Pilna	45	0,72
Liela	40	0,80

Starp formas koeficientu un veidskaitli pastāv noteikta konstanta sakarība, tādēļ arī par veidskaitļiem varam teikt, ka ar biežības palielināšanos tie jūtami palielinās.

Salīdzinot dažādu sugu vienāda augstuma un formas koeficienta kokus, kas izauguši vienos un tajos pašos augšanas apstākļos, varam konstatēt, ka to veidskaitļi ir vienādi vai arī ļoti maz savā starpā atšķiras. Arī M ā s s Zviedrijā atradis, ka priedes un egles veidskaitļi, sagrupēti pēc vienādiem formas koeficientiem, ir tik līdzīgi, ka par 9 m garākiem stumbriem tie savā starpā neatšķiras vairāk kā par 2%. Vēl vairāk, salīdzinot savus un Šifela veidskaitļus, viņš konstatēja pārsteidzošu saskaņu.

Prof. M. E. Tkačenko uz plaša Krievijas un ārzemju materiala pamata ir pētījis dažādu skuju un lapu koku sugu veidskaitļu grozību augstuma, formas koeficientu un augšanas apstākļu ietekmē, tāpat veidskaitļu variācijas apjomu sakarā ar veidskaitļu notiekšanas metožu nepilnīgumu. No pēdējā viņš secina, ka spriežot par veidskaitļu līdzību, nav jāprasa to absolūta vienādība, bet par vienādiem var pieņemt pat tādus, kuru diference neiet pāri 6% robežām. Tkačenko pētījumi apstiprina Šifela un

Māsa atzinumus, un plaši salīdzinājumi, ko viņš izdarījis starp dažādu augšanas apgabalu koku sugu veidskaitļiem, liecina par to līdzību pie vienādiem augstumiem un formas koeficientiem. Tas deva minētajam pētniekam iespēju formulēt šādu secinājumu: dažādos dabiskos un vēsturiskos apstākļos augu šūskuju un lapu koku audžu koku stumbri pakļauti vienam un tam pašam stumbra formas likumam — pie vienādiem augstumiem un formas koeficientiem visu koku sugu stumbriem ir tuvu līdzīgi veidskaitļi. Uz šā atzinuma pamata Tkačenko arī aprēķinājis t. s. vispārējos ideālos veidskaitļus atkarībā no augstuma un formas koeficienta (9. tabula).

No šīs tabulas redzams, ka pie vienāda formas koeficienta stumbra veidskaitlis krītas, sākumā (līdz 20 m augstumam) straujāk, vēlāk lēnāk, bet pie viena un tā paša augstuma tas pieaug līdz ar formas koeficientu. To pašu rāda arī Māsa u. c. uz līdzīga principa sastādītas tabulas.

Ši sakarība arī izskaidro veidskaitļa grozības atkarībā no bonitates. Ar bonitates pasliktināšanos veidskaitlis pieaug, jo pie viena un tā paša augstuma ar katru vājāko bonitati pieaug arī formas koeficients.

Līdz ar to varam kritiski pieiet arī daudzajiem neskaidrajiem minējumiem par meža tipa ietekmi, tāpat arī par veidskaitļu dažādībām atkarībā no geografiskā apgabala. Pēdējam faktoram savā laikā Vācijā pievērsa daudz uzmanības, izdalot katrai sugai pa apgabaliem savus veidskaitļus, līdz beidzot atzina, ka augšanas apgabala ietekme veidskaitļos nav pietiekami droši saskatāma.

Arī Krīdeners, apstrādādams savās tabulās veidskaitļus, priedei un bērzam PSRS Eiropas daļā izdalījis divus augšanas apgabalus.

Tkačenko, Šifela un Māsa pētījumi ir pierādījuši, ka veidskaitļi mainās sugas, bonitates, biežības ietekmē, bet no koka taksācijas elementiem tos noteic augstums un formas koeficients q_2 .

Pret veidskaitļiem daudzkārt ir celti iebildumi kā pret māksliem atvasinājumiem, kas pilnīgi nevar raksturot stumbra formu. Bet meža taksācija vēl līdz šim nav devusi nevienu aizstājēju, kam būtu lielākas priekšrocības, salīdzinot ar veidskaitli.

75. §. Vidējo veidskaitļu tabulas

Pirmās vidējo veidskaitļu tabulas parādījās jau XIX gs. pirmajā pusē. No vēlāka laika tabulām jāmin Bavārijas tabulas no 1846. g., kur blakus masas tabulām bija arī „redukcijas faktoru“ tabulas. Lai gan šo tabulu izstrādāšanā bija dažādi trūkumi, tās ilgus gadus desmitus lietoja arī tālu ārpus Bavārijas robežām.

Gadsimta otrā pusē Vidus- un Rietumeiropā parādījās vesela tabulu virkne dažādām sugām un atsevišķiem augšanas apgabaliem. Beidzot apvienoja pa atsevišķiem apgabaliem iegūtos novērojumu skaitļus un sastādīja vispārējās veidskaitļu tabulas dažādām koku sugām. Pilnīgi atsevišķu vietu ieņem A. Š i f e l a ievērojami pētījumi par egli, baltegli, priedi un lapegli, un tam tuvu piesienas A. M ā s a pētījumi par egles un priedes veidskaitli Zviedrijas mežos. 8. tabulā parādīti viņa veidskaitļi priedei.

Veidskaitļu tabula

(Māsa)

8. tabula

Augstums m	F o r m a s k l a s e				
	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
6	0,534	0,570	0,605	0,640	0,675
7	0,512	0,548	0,583	0,618	0,653
8	0,492	0,528	0,564	0,600	0,635
9	0,475	0,512	0,548	0,584	0,620
10	0,464	0,501	0,537	0,574	0,610
11	0,453	0,491	0,528	0,565	0,602
12	0,444	0,482	0,520	0,559	0,597
13	0,437	0,476	0,515	0,554	0,593
14	0,431	0,471	0,510	0,550	0,589
15	0,426	0,466	0,506	0,546	0,586
16	0,420	0,461	0,502	0,542	0,582
17	0,415	0,457	0,498	0,538	0,579
18	0,411	0,453	0,494	0,535	0,576
19	0,408	0,450	0,491	0,532	0,573
20	0,405	0,447	0,488	0,529	0,571
21	0,402	0,444	0,486	0,527	0,569
22	0,399	0,441	0,483	0,524	0,566
23	0,396	0,438	0,480	0,522	0,564
24	0,393	0,435	0,478	0,520	0,562
25	0,391	0,433	0,476	0,518	0,560
26	0,389	0,431	0,474	0,516	0,558
27	0,388	0,430	0,473	0,515	0,557
28	0,386	0,428	0,471	0,513	0,555
29	0,384	0,426	0,469	0,512	0,554
30	0,383	0,425	0,468	0,510	0,553

Šajā tabulā veidskaitļi kritas un aug līdz ar formas koeficientiem, bet vienā formas klasē kritas līdz ar augstuma pieaugumu. Krūšaugstuma caurmēram un vecumam nekādas ietekmes nav.

Krievu mežsaimniecības literatūrā vecākie plašākie materiāli par veidskaitļiem ir *V a r g a s a m d e B e d e m a r a m* (1846. g. līdz 1850. g.), ko viņš visvairāk ievācis Pēterpils, Tulas un Samaras guberņās. Uz šo datu pamata viņš izstrādājis skuju un lapu kokiem vidējo veidskaitļu tabulas atkarībā no augstuma. Salīdzinājumā ar tā laika Vakareiropas tabulām, visumā redzam tās pašas grozības tendences, lai gan ir arī dažādas atšķirības. Vēlākās *T u r s k a* tabulas uzrāda tikai nelielas atšķirības.

Ļoti plašs veidskaitļu pētišanas materiāls atrodams *K r i d e n e r a* masas tabulās, kur tie grupēti ne tikai pēc sugas, augstuma, caurmēra, vecuma, augšanas apgabala, bet arī pēc koku un meža tipiēm. Viss plašais materiāls ir nepamatoti saskaldīts, un tikai atsevišķām sugām stubru veidskaitļi ir izteikti atkarībā no formas koeficienta q_2 .

1911. g. prof. *T k a č e n k o* publicēja savas vispārējās veidskaitļu tabulas, kas uzrāda stubru veidskaitļus atkarībā no augstuma un formas koeficienta q_2 (9. tabula):

9. tabula

Stubru vispārējie veidskaitļi

(Tkačenko)

Augstums m	Formas koeficients					
	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
12	0,405	0,438	0,471	0,509	0,550	0,592
14	0,396	0,429	0,463	0,503	0,544	0,587
16	0,389	0,422	0,457	0,498	0,540	0,584
18	0,380	0,417	0,454	0,494	0,537	0,581
20	0,379	0,413	0,450	0,491	0,534	0,579
22	0,374	0,409	0,447	0,488	0,531	0,576
24	0,371	0,406	0,444	0,485	0,529	0,575
26	0,367	0,403	0,441	0,483	0,527	0,575
28	0,364	0,401	0,439	0,481	0,527	0,575
30	0,361	0,399	0,437	0,480	0,525	0,574
32	0,359	0,396	0,436	0,479	0,524	0,573
34	0,357	0,394	0,434	0,477	0,523	0,562
36	0,356	0,393	0,433	0,476	0,522	0,561
38	0,354	0,391	0,431	0,475	0,521	0,560
40	0,352	0,390	0,430	0,474	0,520	0,560

Prof. Tjurina grāmatā atrodama vispārējo veidskaitļu tabula, ko sastādījis J. G. Jefremovs, aprēķinot veidskaitļus dažādām augstuma un formas koeficientu kombinācijām pēc Šifela vispārējās formulas

$$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 h} + 0,140.$$

Šīs tabulas skaitļi ir visai tuvi Māsa un Tkačenko tabulu skaitļiem, kas lieku reizi pierāda, ka galvenie veidskaitļu noteicēji ir augstums un formas koeficients q_2 .

Praktiskai lietošanai pēc augstumiem un formas koeficientiem sakārtotie veidskaitļi nav visai izdevīgi, jo augošiem kokiem formas koeficientu nevar tik viegli noteikt. Tādā gadījumā, ņemot no tabulas vidējo veidskaitli pie attiecīgā augstuma, pieturas pie vidējās formas. Saprotams, ka, tādējādi rīkojoties, kļūda var gādīties diezgan liela.

Dažkārt veidskaitļus sakārto pēc augstumiem un caurmēriem, kas praktiskām vajadzībām ir ērtāk, jo dod iespēju nolasīt vidējo veidskaitli pēc izmērītā koka dimensijām. Šāda veida tabulām pieskaitāma R. Prinča baltalkšņa vidējo veidskaitļu tabula (10. tabula).

76. §. Veidskaitļu lietošana stumbra tilpuma noteikšanai

Kā jau no definīcijas redzams, veidskaitlis ir — attiecība starp stumbra un cilindra tilpumu

$$f = \frac{v}{gh}$$

No šejienes $v = ghf$. Tātad jāizmēri koka augstums h un krūšaugstuma caurmērs d , kam atrod atbilstošo šķērslaukumu g . Veidskaitli var ņemt no vidējo veidskaitļu tabulām, nolasot to pie attiecīgā augstuma un caurmēra, vai arī — augstuma un vidējā formas koeficienta.

Piemērs: Egle, $h = 24$ m,

$$d_{1,3} = 27,1 \text{ cm,}$$

$$g_{1,3} = 0,0577 \text{ m}^2.$$

Eglei vidējais formas koeficients $q_2 = 0,70$ (71. §). Meklējot Tkačenko vispārējo veidskaitļu tabulā pie augstuma $h = 24$ m un $q_2 = 0,70$, atrodam veidskaitli $f = 0,485$. Dotā stumbra tilpums

$$v = ghf = 0,0577 \cdot 24 \cdot 0,485 = 0,6716 \text{ m}^3.$$

d/m	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,710									
4	0,694	0,674								
5		0,658	0,637	0,617						
6		0,642	0,621	0,601	0,587					
7			0,607	0,587	0,573					
8			0,595	0,575	0,561	0,551				
9				0,565	0,551	0,541	0,534	0,529		
10					0,543	0,533	0,526	0,521	0,517	
11						0,526	0,519	0,514	0,510	0,507
12						0,521	0,514	0,509	0,505	0,502
13							0,511	0,506	0,502	0,499
14								0,504	0,500	0,497
15								0,502	0,498	0,495
16										0,493
17										0,491
18										
19										
20										
21										

Rezultats atšķiras no istā par — 11%. Tas arī saprotams, jo dotā stumbra pareizais formas koeficients $q_2=0,742$, bet veidskaitlis $f=0,545$. Meklējot vispārējo veidskaitļu tabulā pēc formas koeficienta $q_2=0,75$, mēs dabūtu $f=0,529$, kas jau būtu daudz tuvāks īstenībai.

Lietojot vidējos formas koeficientus un veidskaitļus atsevišķa augoša koka tilpuma noteikšanai, vienmēr jārēķinās ar lielāku vai mazāku novirzījumu. Lietojot šo pašu paņēmieni vairāku koku tilpuma noteikšanai, pozitīvie un negatīvie novirzījumi var izlīdzināties un rezultāti var būt pietiekami pareizi.

Veidskaitlis ir no vairākiem mērījumiem atvasināts lielums, tātad saistīts arī ar šo mērījumu kļūdām. Tabulu veidskaitļi, kas

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
0,505 0,500	0,498										
0,497 0,495	0,495 0,493	0,494 0,492	0,493 0,491								
0,493 0,491	0,491 0,489	0,490 0,488	0,489 0,487	0,488 0,486	0,487 0,485	0,484	0,483	0,482			
0,489	0,487	0,486 0,485	0,485 0,484	0,484 0,483	0,483 0,482	0,482 0,481	0,481 0,480	0,480 0,479	0,480 0,479	0,478	0,478
			0,483 0,482	0,482 0,481	0,481 0,480	0,480 0,479	0,479 0,478	0,478 0,477	0,478 0,477	0,477	0,477
					0,479	0,478	0,477	0,476	0,476	0,475	0,475

atrasti kā vidējie no lielākā novērojumu skaita, paši par sevi pietiekami noteikti. Tomēr katrā atsevišķā gadījumā starp konkrēta koka un tabulas veidskaitli būs zināma starpība. Šīs starpības apmērus iepriekš nevar noteikt. Tie tomēr nav tik lieli, kā to parasti iedomājas. Ja veidskaitli ņem ne no vispārējām, bet no atsevišķas sugas vidējo veidskaitļu tabulām, tad tā vidējais novirzījums var svārstīties ap $\pm 0,02$, t. i., sliktākā gadījumā novirzījums var būt trīskārtīgs. Tā ietekme stumbra tilpumā nav tik liela kā caurmēra kļūdai ± 1 cm.

$$\text{Ja } v = ghf = \frac{\pi \cdot d^2}{4} hf, \text{ un ja } d, h \text{ un } f \text{ vidējās kļūdas būs } \sigma_d, \sigma_h$$

un σ_f , tad tilpuma vidējo kļūdu varēs noteikt pēc kļūdu sakrāšanās likuma (32. §, 23. formula):

$$\sigma_u = \sqrt{\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 \sigma_x^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2 \sigma_y^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial z}\right)^2 \sigma_z^2 + \dots}$$

$$\sigma_v = \sqrt{\left(\frac{\partial v}{\partial d}\right)^2 \sigma_d^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial h}\right)^2 \sigma_h^2 + \left(\frac{\partial v}{\partial f}\right)^2 \sigma_f^2}$$

Liekot formulā diferencālvocietus

$$\frac{\partial v}{\partial d} = \frac{2v}{d}; \quad \frac{\partial v}{\partial h} = \frac{v}{h} \quad \text{un} \quad \frac{\partial v}{\partial f} = \frac{v}{f}$$

$$\sigma_v = v \sqrt{\frac{4\sigma_d^2}{d^2} + \frac{\sigma_h^2}{h^2} + \frac{\sigma_f^2}{f^2}}$$

Pieņemot d un f kļūdu ietekmi par vienādu,

$$\frac{2\sigma_d}{d} = \frac{\sigma_f}{f} \quad \text{vai} \quad \sigma = \frac{2f}{d} = \sigma_d.$$

Pieņemot $h = 24$ m, $d = 27,1$ cm, $f = 0,548$ un caurmēra kļūdu $\sigma_d = \pm 1$ cm, $\sigma_f = \pm 0,041$, t. i., veidskaitļa kļūda $\pm 0,041$ ietekmē tilpumu tāpat kā caurmēra kļūda ± 1 cm. Ņemot veidskaitli no vidējo veidskaitļu tabulām, tikai izņēmuma gadījumos nāktos sastapties ar tik lielu novirzījumu.

Ja $\sigma_f = \pm 0,041$, tad procentuālā tilpuma kļūda

$$p_v = \frac{100\sigma_f}{f} = \frac{200\sigma_d}{d} = \pm 7,4\%.$$

Lielākā kļūda tilpuma noteikšanā ar veidskaitli rodas nevis no pēdējā, bet no kļūdainas augstuma un caurmēra noteikšanas. Šis kļūdas parādās pirmkārt, atrodot pēc h un d veidskaitli un, otrkārt, lietojot tos tilpuma formulā $v = ghf$.

Noteicot atsevišķa stumbra tilpumu ar veidskaitli, visu trīs tilpuma komponentu kopējā kļūda var ietekmēt tilpuma rezultātu par $\pm 13\%$ un pat vairāk. Noteicot šādā ceļā lielāka koku skaita tilpumu, kļūda ievērojami samazinās. Tāpēc arī, mērijot stumbra caurmēru ar noteiktību līdz 1 cm, var lietot vidējo veidskaitļu tabulu veidskaitļus ar divu zīmju noteiktību.

77. §. Pāreja no cilindra uz stumbra tilpuma tabulām

Cilindra tilpums $v = gh = \frac{\pi d^2}{4} \cdot h$. Dažādu izmēru cilindriem

aprēķinātie tilpuma skaitļi tabulās sakārtoti pēc augstuma h un caurmēra d . Šādas tabulas atrodamas katrā rokas grāmatā. Parasti tās apvienotas ar šķērslaukuma tabulām, un to iekārtojumu var ilustrēt šāds piemērs:

11. tabula

Caurmērs em	Cilindra garums m	P ā r a m m				
		0,0	0,2	0,4	0,6	0,8
15	1	176,7	181,5	186,3	191,1	196,1
	2	353,4	363,0	372,6	382,2	392,2
16	1	201,1	206,1	211,2	216,4	221,7
	2	402,2	412,2	422,4	432,8	443,4

Piemērs: Caurmēram $d = 16,2$ cm atbilst šķērslaukums $206,1$ cm². Tai pašā laikā, pārlietojot komatu par 4 zīmēm uz kreiso, atradīsim $16,2$ cm resna un 1 m gara cilindra tilpumu ciešmetros — $0,0206$ m³.

Nedaudz citāds iekārtojums ir 1. un 2. tabulai pielikumā, kas uzrāda dotajam caurmēram atbilstošo šķērslaukumu kvadrātmetros, bet cilindru tilpumu pēc dotā caurmēra un garuma — ciešmetros.

Stumbra tilpumu ar veidskaitļi varam izteikt šādi:

$$v = ghf,$$

t. i., cilindra tilpums, reizināts ar veidskaitli. Ja cilindru tilpumu tabulā visus tilpuma skaitļus pareizinātu ar attiecīgiem veidskaitļiem, tad cilindru tilpumu tabula pārvērstos stumbra tilpumu tabulā. Vienkāršā veidā stumbra tilpuma tabulu var ilustrēt šāds piemērs (12. tabula):

Priede

12. tabula

Augstums m	Caurmērs krūša augstumā cm										
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
	S t u m b r a t i l p u m s m ³										
9	0,029	0,036	0,043	0,051	0,060	0,069	0,080	—	—	—	—
10	0,033	0,041	0,049	0,058	0,068	0,079	0,091	0,103	0,116	0,130	0,145
11	0,037	0,046	0,055	0,065	0,076	0,089	0,102	0,116	0,130	0,145	0,161
12	0,041	0,050	0,060	0,072	0,084	0,098	0,113	0,128	0,144	0,160	0,177
13	0,045	0,054	0,065	0,078	0,092	0,107	0,123	0,140	0,158	0,175	0,193
14	0,048	0,058	0,070	0,084	0,099	0,115	0,132	0,151	0,170	0,189	0,209
15	0,052	0,063	0,075	0,090	0,106	0,123	0,141	0,161	0,181	0,202	0,224

Tādas tabulas var izstrādāt katrai sugai vidējai formas klasei. Tāds iekārtojums atļauj ērti lietot tabulas arī atsevišķa augoša koka tilpuma noteikšanai.

Mežsaimniecības praksē kļuvis par paradumu saukt šādas tabulas par stumbru masas tabulām vai vienkārši — masas tabulām. Arī krievu mežsaimniecības literatūrā sastopams šāds pats apzīmējums — „Массовые таблицы“. Tādēļ abi apzīmējumi — masas un tilpuma tabulas — ir jāsaprot identiskā nozīmē.

Masas tabulām ir jau pietiekami gara vēsture. Pirmās taksācijas literatūrā pazīstamās un visilgāk lietotās ir Bavārijas masas tabulas, ko 1846. gadā izdevusi Bavārijas mežu pārvalde. Tās bija sastādītas priedei, eglei, balteglei, lapeglei, skābardei, ozolam un bērzam un tika plaši lietotas ne tikai Vācijā, bet arī citās zemēs. 1878. g. tās pārstrādāja vecajos krievu mēros un ieviesa Krievijas mežsaimniecības praksē, kur tās vairākus gadus bija lietošanā.

Kopš šīm pirmajām tabulām masas tabulas savā attīstībā un diferenciacijā piedzīvojušas lielu progresu. Masas tabulu jautājums ir vispusīgi pētīts. Daudzās zemēs visdažādākām sugām ir sastādītas masas tabulas, un mūsu dienās tās ir galvenais palīdzeklis augošu koku taksācijai.

78. §. Masas tabulu iekārtojums

Lai dabūtu pietiekami drošus vidējos tilpuma skaitļus, jāsavāc liels skaits novērojumu, tie pareizi jāsadala pa dažādām kategorijām, kritiski jānovērtē, jāizslēdz ekstremitātes un, skaitļus izlīdzinot, jāsakārto pēc orientējošiem lielumiem.

Parasti masas tabulas ir orientētas pēc diviem elementiem — augstuma un caurmēra krūšaugstumā. Vienkāršākā gadījumā šādas tabulas ir sastādītas vienai vidējai formai resp. formas klasei. Šādam tipam atbilst Latvijas PSR sastādītās masas tabulas priedei un eglei (5. un 6. tabula pielikumā). Pēc augstuma m un krūšaugstuma pāra centimetros tās uzdod stumbrā masu.

Līdzīga tipa ir arī prof. Tjurina tabulas bērzam un apsei, prof. Zacharova tabulas eglei, prof. Šustova — ozolam u. c.

Jau lielāka tabulu diferencija panākama ar trešā orientējošā elementa piesaistīšanu. Vecākās tabulās tāds mēdz būt vecums. Skuju kokiem un cietajiem lapu kokiem mēdz izdalīt 2—3 vecuma grupas. Tā, piem., Grundnera - Švapacha tabulās priedei

izdalītas 2 vecuma grupas līdz 80 g. un pāri 80 g., eglei — līdz 60 g. un pāri 60 g. Arī Krīdenēra tabulās izdalītas vairākas vecuma grupas. Lietojot šādas tabulas bez koka augstuma un krūšaugstuma caurmēra, iepriekš jānoteic arī koka vecums.

Jaunāka laika tabulas ļoti bieži diferencētas pēc formas koeficientiem — sastādītas dažādām formas klasēm. Parasti izdala trīs formas klases: rauktākai, vidējai un pilnīgākai formai. Tādas piem. ir prof. Tjurina tabulas bērzam, sastādītas trim dažādām formām $q_2=0,66$, $q_2=0,57$ un $q_2=0,75$. Māsa tabulas priedei sastādītas 5 formas klasēm. Šifela tabulās bez formas koeficientiem ir vēl ceturtais elements — vainaģa ģarums.

Latvijas PSR masas tabulas priedei un eglei pēc sava izejmateriala ir raksturīģas un piemērotas atsevišķu koku un koku kopumu taksacijai. Šādām pašām vajadzībām domātas Māsa un Šifela tabulas. Tjurina, Zacharova, Šustova tabulas, kā to norāda prof. Treťjakovs, ģan domātas audžu taksacijai, bet pēc sava izejmateriala lietoģamas arī atsevišķiem kokiem.

Ja masas tabulas pēc diviem elementiem — augstuma un caurmēra — praktiskai lietoģanai ir ļoti ērtas, tad ar formas koeficienta piesaistiģanu tās šai ziņā kļūst neērtākas. Augoģiem kokiem formas koeficientu ģrūti noteikt un tāpēc to mēdz aizstāt ar kādu citu vieģlāk noteicamu elementu sakarību. Tā Šifela tabulās līdztekus formas koeficientiem uzdots vainaģu ģarums procentos no stumbra ģaruma, ko var noteikt ar augstummēru. Tomēr tik sīkām vainaģa ģradacijas pakāpēm, kādas atrodamas Šifela tabulās, neatbilst tģkpat precizās formas ģradacijas. Tāpēc, noteicot atsevišķa koka tilpumu, praktiski nevar izmantot tik sģku individualizaciju, kāda ir atrodama Šifela tabulās.

Māss formas klases noteiģšanai izlieto sakarību starp caurmēru stumbra vidū un caurmēru 6 m augstumā, turklāt caurmēru 6 m augstumā noteic tieģi no zemes ar speciālu dastmēru.

Formas klases noteiģšanai ir konstruēts speciāls spoguļģendromētrs. Mainot atstatumu no koka, ar to vizē uz attiecģģo stumbra vietu, kamēr instrumentā divi attēli šķietami sakrģt. No atstatuma līdz kokam un instrumenta konstantes atrod meklēģamo caurmēru, un no caurmēru attieksmes — formas koeficientu.

Parasti masas tabulu priekģvārdā atrodami paskaidroģumi par tabulu lietoģanu, bet vienkārģģākās tabulas ir saprotamas bez seviģģiem paskaidroģumiem.

79. §. Augošu koku zaru un mizas masas noteikšana

Augošiem kokiem zaru daudzumu var noteikt tikai netiesā ceļā, izmantojot apskatītās sakarības (51. §) un pieredzes ceļā iegūtos skaitļus par zaru procentu. Pētījumi ir pierādījuši, ka pie vienāda koku caurmēra un augstuma starp zaru daudzumu un formas koeficientu q_2 pastāv negatīvā korelācija, t. i., jo lielāks ir formas koeficients q_2 , jo mazāks ir zaru procents un otrādi. Tas savukārt izskaidrojams ar to, ka kokiem ar zemu vainagu ir mazs formas koeficients, bet kokiem ar augstu vainagu — liels formas koeficients. Pie vienāda formas koeficienta q_2 zaru procents atkarīgs no koku augstuma un caurmēra. Dimensijām palielinoties, zaru procents it kā samazinās, bet šī sakarība vēl nav droši noskaidrota.

Šo jautājumu plaši apstrādājis A. Šifels savos pētījumos par skuju koku formu un tilpumu. Viņš izteicis zaru veidskaitli f_z atkarībā no augstuma un formas koeficienta q_2

$$\text{priedei } f_z = \frac{1,5}{h} + 0,05 - 0,08 q_2 \quad (20)$$

$$\text{balteglei } f_z = \frac{1,6}{h} + 0,08 - 0,10 q_2 \quad (21)$$

$$\text{lapeglei } f_z = \frac{1,8}{h} - 0,02 \quad (22)$$

Šīs sakarības var izmantot zaru procenta noteikšanai. Pieņemot priedei vidējo formas koeficientu $q_2 = 0,65$, kokiem ar dažādiem augstumiem varam aprēķināt stumbru un zaru veidskaitļus pēc Šifela formulām:

Koka augstums h/m	Stumbra veidskaitlis f	Zaru veidskaitlis f _z
10	0,474	0,148
20	0,448	0,073
30	0,439	0,048
40	0,435	0,036

Izteicot zaru veidskaitli procentos no stumbra veidskaitļa, atkarībā no augstuma pie vidējā formas koeficienta $q_2=0,65$ varam atrast priedes zaru procentu:

h/m	zaru %
10	31
20	16
30	11
40	8

P. Sarmas, Kondratjeva u. c. jaunākie pētījumi rāda, ka starp stumbra formu un vainagu nepastāv tik droša korelācija, kā to uzsver Šifels un arī prof. Tjurins, tāpēc minētā sakarība šimbrīžam vēl jāuzskata kā orientējoša, kas prasa vēl sīkākus pētījumus.

Parasti jaunākajās masas tabulās zaru procents aprēķināts jau tabulas sastādot un ir tabulu neatņemama sastāvdaļa. Vecākajām masas tabulām tabulu ievadā parasti uzdots vidējais zaru masas procents, kāds jāpieskaita stumbra masai.

Arī augošu koku mizas procenta noteikšanai jāizmanto sakarības, kādas pastāv starp mizu, dažādiem stumbra taksācijas elementiem u. c. faktoriem (48. §). Pēc prof. Tjurina starp mizas procentu un stumbra formu pastāv tāda pati sakarība, kā starp zaru procentu un formu, tikai tā ir vājāk izteikta. Par mizas biežumu un mizas procentu ir sakrājies ievērojams pētījumu materials, un jaunākajās masas tabulās ir uzdoti vidējie skaitļi par mizas daudzumu. Masas un raukuma tabulās jau ir atrodami sīki dati par mizas biežumu dažādās stumbra daļās.

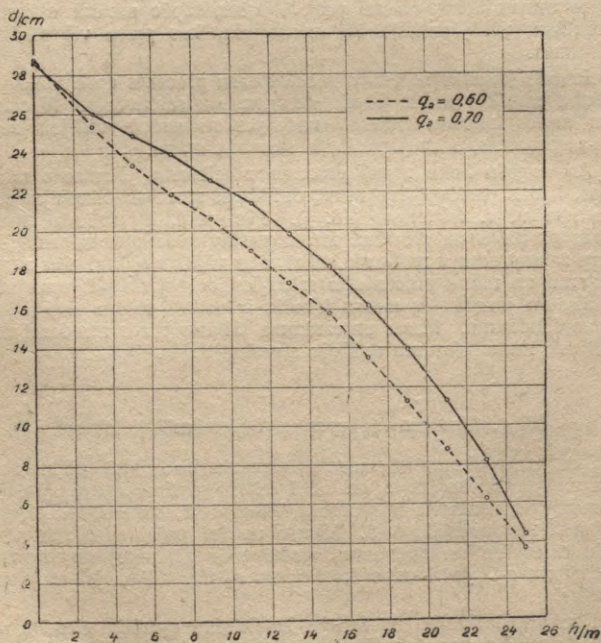
80. §. [Stumbra raukums un tā ietekmētāji faktori

Stumbra raukums ir caurmēra samazināšanās virzienā no resgala uz galotni, ko izteic cm uz 1 tekošā garuma metra (54. §). Vismazākais raukums ir stumbra vidus daļā, vislielākais resgalī un galotnes augšējā daļā. Vienai un tai pašai sugai ar vienādu caurmēru un augstumu raukums ir atkarīgs no formas koeficienta q_2 . Jo formas koeficients q_2 augstāks, jo raukums mazāks.

Raukuma atkarību no formas koeficienta q_2 rāda piemērs no prof. Z a c h a r o v a tabulām eglei. 28 m augstam un 28 cm resnam egles stumbram ir šāds raukums:

q_2	Atstatumi no celma griezumā m												
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25
	Caurmērs ar mizu												
0,60	28,8	25,4	23,4	21,9	20,6	19,0	17,4	15,8	13,5	11,3	8,8	6,2	3,6
0,70	28,6	26,0	24,9	23,9	22,6	21,4	19,8	18,2	16,2	13,9	11,3	8,2	4,6

Raukuma dažādību dažādās stumbra daļās uzskatāmi rāda 87. attēls.



87. att. Stumbra raukums atkarībā no formas koeficienta (q_2).

Citos vienādos apstākļos raukums ir atkarīgs arī no sugas. Pēc Latvijas PSR masas un raukuma tabulām priedei un eglei priedes un egles stumbriem ar augstumu $h=24$ m, caurmēru $d_{1,3}=40$ cm un formas koeficientu $q_2=0,68$ ir šāds raukums:

14. tabula

Suga	Atstatumi no celma griezumam											
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
Caurmērs ar mizu												
Priede . .	41,2	36,3	33,7	31,8	30,1	28,3	26,2	23,7	20,6	16,6	11,6	4,6
Egle . .	41,3	36,7	34,4	32,5	30,5	28,4	26,0	23,2	19,8	15,5	10,3	3,8

Vienas un tās pašas sugas, vienāda augstuma un formas koeficienta stumbriem raukums ir atkarīgs no resnuma. Jo resnāks tādā gadījumā stumbrs, jo lielāks raukums. Un otrādi — vienādos pārējos apstākļos ar augstuma palielināšanos raukums samazinās.

Raukuma likne nav nekas cits kā stumbra veidule resp. stumbra likne, kuras sarežģītais raksturs apskatīts 36. §, sakarā ar stumbra tilpuma formulu atvasināšanu.

81. §. Stumburu masas un raukuma tabulas

Papildinot parastajās masas tabulās stumburu masu ar raukumu, iegūst raukuma tabulas. Raukuma tabulas var būt iekārtotas pēc tiem pašiem orientējošiem elementiem kā masas tabulas.

Tā apskatītās Latvijas PSR masas tabulas priedei, papildinātas ar raukumu, pieņem veidu, kāds parādīts 15. tabulā:

Stumbri tabulās grupēti pēc stumbra augstuma 1 m un krūšaugstuma caurmēra 2 cm pakāpēs. Katrai krūšaugstuma caurmēra pakāpei atbilstošā vertikālā ailē atrodamas 4 skaitļu rindas, kas ailes galvā apzīmētas ar $D \frac{V}{v}$ d. D ir stumbra caurmērs ar mizu cm un d — mizas caurmērs cm resp. divkārsš mizas biezums, kas uzdots ik pa 1 metram. Tabulas uzdod arī caurmēru pie 0,15 m, t. i. celma augstumā, un pie 0 m, t. i. sakņu kaklā. V ir stumbra tilpums ciešmetros, skaitot no resgaļa griezuma līdz attiecīgam augstumam, pie kam celma tilpums no tā jau atskaitīts; v — tāds pats tilpums bez mizas.

Stumbra augstums 20 m

Krašaugstuma caurnērs ar mizu	24		26		28		30		32		34	
	D	$\frac{V}{v}$	D	$\frac{V}{v}$	D	$\frac{V}{v}$	D	$\frac{V}{v}$	D	$\frac{V}{v}$	D	$\frac{V}{v}$
0,15	28,7	31,1	33,5	35,9	35,9	38,3	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6	40,6
0	30,5	33,1	35,6	38,0	4,8	5,0	5,2	43,0	5,2	43,0	5,6	5,6
1	24,9	27,0	29,1	31,1	3,3	3,5	3,7	35,1	3,7	35,1	3,9	3,9
2	22,8	$\frac{0,087}{0,069}$	24,7	$\frac{0,104}{0,082}$	$\frac{0,120}{0,095}$	$\frac{0,137}{0,109}$	$\frac{0,155}{0,123}$	$\frac{0,175}{0,138}$	$\frac{0,155}{0,123}$	$\frac{0,175}{0,138}$	$\frac{0,175}{0,138}$	$\frac{0,175}{0,138}$
3	21,5	23,3	25,2	27,0	1,9	2,1	2,2	30,6	2,2	30,6	2,4	2,4
4	$\frac{20,6}{0,131}$	$\frac{0,160}{0,131}$	24,0	$\frac{0,189}{0,155}$	1,5	$\frac{0,252}{0,206}$	1,8	$\frac{0,285}{0,263}$	$\frac{0,252}{0,206}$	$\frac{0,285}{0,263}$	1,9	1,9
5	19,8	21,4	23,1	24,7	1,2	1,3	1,4	28,0	1,4	28,0	1,5	1,5
6	$\frac{19,1}{0,186}$	$\frac{0,222}{0,186}$	22,3	$\frac{0,261}{0,220}$	1,1	$\frac{0,348}{0,292}$	1,2	$\frac{0,445}{0,373}$	$\frac{0,348}{0,292}$	$\frac{0,445}{0,373}$	1,3	1,3
7	18,5	20,1	21,6	23,1	1,0	1,0	1,0	26,1	1,0	26,1	1,1	1,1
8	$\frac{18,0}{0,235}$	$\frac{0,276}{0,235}$	21,0	$\frac{0,324}{0,278}$	0,9	$\frac{0,432}{0,369}$	0,9	$\frac{0,552}{0,471}$	$\frac{0,432}{0,369}$	$\frac{0,552}{0,471}$	1,0	1,0
9	17,4	18,8	20,2	21,6	0,8	0,8	0,8	24,4	0,8	24,4	0,9	0,9
10	$\frac{16,7}{0,279}$	$\frac{0,324}{0,279}$	19,5	$\frac{0,380}{0,329}$	0,7	$\frac{0,505}{0,437}$	0,7	$\frac{0,646}{0,558}$	$\frac{0,505}{0,437}$	$\frac{0,646}{0,558}$	0,8	0,8

11	16,0	0,6	17,4	0,6	18,7	0,6	19,9	0,7	21,2	0,7	22,5	0,7
12	15,2	$\frac{0,364}{0,316}$	16,4	$\frac{0,428}{0,373}$	17,7	$\frac{0,496}{0,432}$	18,9	$\frac{0,567}{0,495}$	20,1	$\frac{0,643}{0,561}$	21,3	$\frac{0,726}{0,633}$
13	14,2	0,6	15,4	0,6	16,6	0,6	17,7	0,6	18,9	0,6	20,0	0,6
14	13,0	$\frac{0,396}{0,345}$	14,2	$\frac{0,465}{0,407}$	15,3	$\frac{0,539}{0,472}$	16,4	$\frac{0,616}{0,541}$	17,5	$\frac{0,699}{0,614}$	18,6	$\frac{0,789}{0,692}$
15	11,7	0,5	12,7	0,5	13,8	0,5	14,8	0,5	15,8	0,5	16,8	0,6
16	10,1	$\frac{0,418}{0,365}$	11,1	$\frac{0,490}{0,430}$	12,0	$\frac{0,569}{0,500}$	12,9	$\frac{0,650}{0,573}$	13,8	$\frac{0,738}{0,651}$	14,7	$\frac{0,833}{0,733}$
17	8,2	0,4	9,0	0,4	9,9	0,4	10,7	0,4	11,5	0,4	12,3	0,5
18	5,9	$\frac{0,429}{0,375}$	6,6	$\frac{0,503}{0,442}$	7,3	$\frac{0,584}{0,514}$	7,9	$\frac{0,668}{0,590}$	8,6	$\frac{0,759}{0,670}$	9,3	$\frac{0,857}{0,755}$
19	3,1	0,3	3,5	0,3	3,9	0,3	4,3	0,3	4,7	0,3	5,1	0,3
20		$\frac{0,431}{0,376}$		$\frac{0,505}{0,444}$		$\frac{0,586}{0,516}$		$\frac{0,671}{0,593}$		$\frac{0,762}{0,673}$		$\frac{0,861}{0,759}$

Tabulu lietošanu var ilustrēt ar šādu piemēru:

Dots 20 m augsts un 30 cm resns (krūšaugstumā) priedes stumbrs. Šāda stumbra caurmērs ar mizu 6 m augstumā virs zemes ir 23,9 cm, mizas caurmērs 1,1 cm; tilpums ar mizu līdz 6 m augstumam, celma tilpumu neieskaitot, 0,348 m³ un tilpums bez mizas 0,292 m³. Balža garums, kura tievgaļa caurmērs ar mizu ir 23,9 cm, būs 5,85 m (6,00—0,15).

Raukuma tabulu iekārtojums var būt arī nedaudz citādāks, kā tas, piemēram, ir prof. Tjurina tabulās bērzam un apsei. Tanis pie attiecīgā augstuma un caurmēra uzrādīti 2 m garu nogriežņu tilpumi līdz ar caurmēru ar un bez mizas attiecīgā vietā.

Mūsu dienās raukuma tabulas jāuzskata par masas tabulu nešķiramu sastāvdaļu. Ar masas tabulām mēs varam noteikt zināma koku kopuma masu, nediferencējot to pēc dimensijām, labuma, izmantošanas iespējām, vērtības utt. Labiem stumbriem bez lietkoksnes daļas paliek pāri kāda daļa, kas lietkoksnē nav derīga, bet ko sastrādā malkā. Raukuma tabulas dod iespēju izkalkulēt, kas no stumbra iegūstams, kā to vislabāk sagarināt, kādi būs nogriežņu izmēri un tilpums. Tādēļ mežsaimniecības praksei masas un raukuma tabulas sniedz ļoti vērtīgu pakalpojumu.

82. §. Masas un raukuma tabulu sastādīšanas metodes

Masas tabulu sastādīšanai nepieciešamo novērojumu materiālu var iegūt dažādi, atkarībā no tā, kādam nolūkam tabulas domātas. Izšķir: vietējās un vispārējās masas tabulas. Pirmās domātas šaurākām, piem., zināma apgabala vai valsts teritorijas daļas vajadzībām, bet otras — lietošanai plašākā apgabalā. Vietējās tabulas var sastādīt uz mazāka novērojumu materiāla pamata, kamēr vispārējām tabulām vajadzīgs plašāks materiāls, kas aptvertu visas attiecīgās sugas dažādības.

Novērojumu materiālu var ievākt vai nu pakāpeniski, uzkrājot parauglaukumu un pētniecības uzskaites materiālu, vai arī noorganizējot plašu materiāla ievākšanu vienā laikā plašā apgabalā izstrādājamās cismās. Ja agrākos laikos pieturējās pie pirmā, tad mūsu dienās vietā ir tikai otrs paņēmiens. Tas dod lielāku materiāla dažādību un iespēju īsā laikā iegūt rezultātu — tabulas mežsaimniecības praktiskām vajadzībām.

Novērojumu materiālu var apstrādāt dažādi. To var grupēt pēc tieši noteiktiem taksācijas elementiem — augstuma un krūšaugstuma caurmēra, vai arī noteikt un analizēt veidskaitļus, atrast drošus vidējos un, reizinot tos ar šķērslaukumu un augstumu, ap-

rēķināt stumbru tilpumu. Lietojot formas koeficientus, var arī materialu sagrupēt formas klasēs pēc vienādiem formas koeficientiem. Šāds paņēmieni prasa gan vairāk darba, toties tabulas ir elastīgākas, vairāk diferencētas un spēj labāk atspoguļot stumbru formas dažādības.

Pirmās pazīstamākās ir Bavārijas masas tabulas eglei, balteglei, priedei, skābardei, bērzam, ozolam un lapeglei, kas publicētas 1846. g. To sastādīšanai izlietoti 40.220 koku uzskaites dati. Kokiem izmērīts augstums, krūšaugstuma caurmērs, celma augstums, aprēķināts tilpums pa sekcijām, lapu kokiem un priedei arī zaru tilpums, un noteikts veidskaitlis.

Uz šāda statistiska materiāla pamata vispirms katrai sugai tika sastādīta vidējo veidskaitļu tabula, orientējot to pēc augstuma un caurmēra un izdalot divas vecuma grupas (izņemot ozolu un bērzu, kuriem pieņemta viena vecuma grupa).

Uz vidējo veidskaitļu tabulu pamata tika sastādītas masas tabulas, kas eglei, balteglei un lapeglei uzdod stumbrā masu, bet priedei un lapu kokiem — visu koka masu.

Bavārijas tabulas 1869. g. ieviesa lietošanā Krievijas mežsaimniecībā. Kaut gan šīm tabulām dažos gadījumos bija diezgan trūcīgs pamatmaterials, tās tomēr deva visai teicamus rezultātus, par ko liecina daudzie salīdzinājumi Vācijā un cariskajā Krievijā.

Metodi, kādu lietoja Bavārijas masas tabulu sastādīšanai, lietoja vēl līdz 19. gs. beigām arī citu masas tabulu sastādīšanai.

Dažām sugām izdalītas vairākas vecuma grupas, piem., priedei no 41 līdz 60 g., 61 līdz 80 g. un pāri 80 g. Tabulas uzdod rupjkoksnes un visa koka masu.

1886. g. Krievijas kroņa mežu pārvalde izdeva pagaidu masas tabulas, kas uzskatāmas kā papildinājums līdz tam lietotām Bavārijas masas tabulām. Priedei, eglei, bērzam un alksnim tabulas uzdod rupjkoksnes masu (līdz 2 veršokiem tievgalī) katram krūšaugstuma caurmēram pie 3 dažādiem augstumiem, bet ozolam — 4 dažādiem augstumiem. Tātad šinīs tabulās jau sastopams iedalījums augstuma šķirās. No 5. un 6. tabulas pielikumā redzams, ka sastopamas dažādas augstuma un caurmēra kombinācijas un ka katrai caurmēra pakāpei var atbilst dažādi augstumi. Tā, piem., 20 cm caurmēra pakāpē sastopami 10—27 m augsti koki, 36 cm pakāpē — 14—34 m augsti koki. Tātad katrā caurmēra pakāpē var izšķirt zemu, vidēju un augstu kokus. Protams, var izdalīt arī vairākas augstuma pakāpes un katrā apvienot vairākus augstumus. Aprēķinot stumbru masas dažādām caurmēra un augstuma pakāpju kombinācijām, var iegūt masas tabulas pa

augstuma šķirām. Izvilcums no šādām tabulām redzams 16. tabulā. Tani 6 augstuma šķiras.

Priede.

16. tabula

Augstuma šķira		Caurmērs cm									
		10	12	14	16	18	20	22	24	26	
I	Augstums m	12	14	16	18	20	21	22	23	24	
	Masa m ³	0,042	0,070	0,105	0,154	0,213	0,275	0,347	0,432	0,525	
II	Augstums m	11	13	14	17	18	19	20	21	22	
	Masa m ³	0,039	0,064	0,100	0,147	0,192	0,248	0,314	0,394	0,490	
III	Augstums m	10	12	14	16	16	17	18	19	20	
	Masa m ³	0,036	0,060	0,093	0,130	0,172	0,225	0,284	0,357	0,444	
IV	Augstums m	9	11	12	14	15	16	16	17	18	
	Masa m ³	0,033	0,056	0,080	0,121	0,162	0,213	0,255	0,321	0,398	
V	Augstums m	8	10	11	12	13	14	14	15	16	
	Masa m ³	0,029	0,050	0,074	0,107	0,139	0,184	0,218	0,281	0,349	
VI	Augstums m	—	—	8	9	9	10	10	11	12	
	Masa m ³	—	—	0,058	0,079	0,100	0,127	0,151	0,198	0,251	

„Pagaidu masas tabulās“ augstuma šķiru bija par maz.

„Pagaidu masas tabulas“ uzdeva ne tikai masu, bet arī stubru raukumu pa 2 aršinu gariem nogriežņiem ar mizu, kas deva iespēju izstrādāt no tām vietējās sortimentu tabulas.

Šīs tabulas, salīdzinot ar Bavarijās tabulām, daudzos gadījumos uzrādīja pēdējām ļoti tuvus rezultātus, bet tā kā tanis bija izdalītas tikai trīs augstuma šķiras, tad rezultāti bija kļūdaināki nekā pēc Bavarijas tabulām.

Pēc tāda paša plāna un pa daļai arī pēc tādas pašas metodes sastādītas vairākas vietējās tabulas, piem., Michailova un Nikol'ska u. c.

Bavarijas masas tabulu sastādīšanas pamatprincipi izmantoti arī Kridenera masas un raukuma tabulu sastādīšanai. Laikā no 1908.—1913. g. Krievijā parādījās Kridenera masas tabulas priedei, eglei, bērzam, apsei, ozolam, liepai, baltajai skābardei, kļavai un osim, kopā 20 sējumu. Tabulu sastādīšanai izlietotais pamatmaterials sastāv no pāri par 100.000 koku uzskaites datiem, ko ievāca specialas taksācijas grupas.

Katram stumbram aprēķināta masa pa sekcijām un noteikts neīstais veidskaitlis. Pēc vidējiem veidskaitļiem savukārt sastādītas masas tabulas. Tām pievienotas arī raukuma tabulas, kas uzdod dažāda garuma stumbru nogriežņu masu.

Ipatnējs ir materiāla grupējums Krīdenera tabulās. Galvenām sugām tas sakārtots pēc šādiem faktoriem: 1) augšanas apgabala, 2) meža tipa, 3) stumbru tipa, 4) vecuma, 5) stumbru augstuma un 6) caurmēra. Šāda tabulu uzbūve ir visai oriģināla, bet grupēšana pēc meža tipiem teoretiski jāuzskata par nepareizu, jo, ja jau ir ņemta vērā vecuma, augstuma, caurmēra un raukuma ietekme, tad tanīs tipa nozīme ir jau izpaudusies. Krīdenera stumbru grupējums pēc stumbru formas tipa principā pareizs, bet atsevišķi tipi nav fiksēti ar ārēji mērijamām pazīmēm.

Krīdenera tabulas nav pārstrādātas metriskajā mēru sistēmā un praksē tikpat kā nemaz nav lietotas. Tās ir par sarežģītām, jo daudzkārt grūti izšķirties, kura tabula katram gadījumam būs piemērotāka. Tomēr Krīdenera tabulas aptver plašu paraugkoku materiālu, kas arī mūsu dienās nav zaudējis savu nozīmi.

Jaunas metodes masas tabulu izstrādāšanā ieviesis A. Šifels, sastādīdams tabulas četrām skuju koku sugām — eglei, balteglei, priedei un lapeglei. Arī zviedru zinātnieks A. Māss izstrādājis vietējās tabulas priedei un eglei un vispārējās tabulas priedei (78. §).

Šo tabulu pamatmateriāls ir samērā neliels, bet, apstrādājot to, tas iedalīts grupās pēc formas koeficienta un augstuma. Šifela tabulās šajās grupās aprēķināti vidējie veidskaitļi un pēc tiem stumbru masa. Katras grupas vidējā forma raksturota atkarībā no augšanas apstākļiem resp. audzes biežības. Tā pirmā grupā — koki ar ļoti rauktiem stumbriem, kas auguši brīvā vietā, otrā — koki ar rauktiem stumbriem, kas auguši nelielā biežībā, trešā — vidēji raukti stumbri, vidējā biežībā, ceturta — slaidi stumbri slēgtā audzē un piektā — ļoti slaidi, tilpīgi stumbri lielā biežībā. Minētās piecas grupas raksturojas ar šādiem vidējiem formas koeficientiem q_2 (17. tabula):

17. tabula

Koku suga	q_2 formas grupās				
	I	II	III	IV	V
Lapegle	0,50	0,58	0,62	0,72	0,76
Priede	0,52	0,58	0,62	0,68	0,72
Egle	0,58	0,66	0,70	0,76	0,78
Baltegle	0,56	0,66	0,70	0,74	0,78

Šifela tabulas uzdod koka, stumbra un rupjkoksnes masu pēc augstuma, caurmēra audzes biežības, dažādiem formas koeficientiem un vainaga garuma.

Lai gan Šifela tabulas praksē maz lieto, tām tomēr liela teoretiska nozīme meža taksacijā, jo ar tām parādīts jauns ceļš tabulu sastādīšanā un noteiktas likumsakarības taksācijas elementu starpā.

Māsa metode atšķiras no Šifela metodes ar to, ka tā atsakās no pārlicēģas tilpumu individualizācijas, bet sagrupē formas klasēs šādi:

Vidējie formas koeficienti:

Priede	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80
Egle	0,60	—	0,70	—	0,80

Katrā formas klasē atrasti vidējie veidskaitļi un pēc tiem aprēķināti stumbru tilpumi.

Salīdzinot abas Māsa tabulas savā starpā un ar Šifela tabulām, redzam, ka pie vienādiem augstumiem, krūšaugstuma caurmēriem un formas koeficientiem q_2 tabulu uzdotie tilpumi ir ļoti līdzīgi. Māss pat konstatēja, ka pie vienādiem h , d un q_2 egles un priedes stumbru tilpumi ir tik līdzīgi, ka rodas iespēja sastādīt šim sugām kopēju masas tabulu.

Šis svarīgais konstatējums nostāda masas tabulu jautājumu jaunā gaismā un ierosina domu par vispārēju masas tabulu sastādīšanu neatkarīgi no sugas, augšanas apgabala u. c. apstākļiem. Taksācijas uzdevums tādā gadījumā būtu tikai atrast paņēmieni ērtai formas klases noteikšanai un pareizās tabulas izvēlei katrā gadījumā. Šis idejas pa daļai ir atrisinātas universalajās masas tabulās.

Mežsaimniecības praksē galvenā pazīme, pēc kuras spriež par stumbra formu, ir koka vainags. Augstu stāvošs, neliels vainags norāda uz augstu formas koeficientu. Valdītājiem kokiem parasti ir zemāks formas koeficients nekā apmāktajiem. Visas sugas vienādi strauji nenotirās no zariem, tādēļ vainaga garums pie vienāda koku augstuma vēl nav drošs formas raksturotājs.

M e c g e r a teorija stumbra formu mēģina izskaidrot no mehanikas viedokļa (36. §). Stumbram jābūt izveidotam kā vienādas pretestības ķermenim pret vēja spēku, pie kam spēku pielikšanas punkts atrodas koka vainaga smaguma centrā. Tā vieta uz stumbra ass atkarīga no vainaga uzbūves un lieluma.

Šis uzskats arī likts universalu tabulu pamatā. Novērojumi rāda, ka, jo zemāk nolaižas koku vainags, jo zemāk atrodas arī tā smaguma centrs un jo rauktāka ir stumbra forma, un otrādi —

jo vainags augstāks, jo tā smaguma centrs paceļas augstāk un jo slaidāks kļūst stumbrs. Smaguma centra atrašanās vietu sauc par formas punktu un tā augstumu izteic procentos no koka augstuma.

Formas punktu praktiski novērtē ar acumēru un tā augstumu izmēri ar kādu augstummēru. Pēc koka augstuma un formas punkta augstuma tabulās uzmeklē attiecīgo, ar vidējo formas koeficientu raksturoto formas klasi, kur nolasa dotajam augstumam un caurmēram atbilstošo tilpumu.

Šo metodi kritizē vairāki zinātnieki, un arī pētījumi mūsu republikā devuši iemeslu šaubīties par to, cik pareizi ar formas punkta palīdzību var noteikt formas klasi. Tālākie pētījumi rādīs, vai, šai virzienā ejot, būs gūstamas kādas jaunas, reālas iespējas masas tabulu sastādīšanas metožu uzlabošanā.

Šifela un Māsa idejas tālāk attīstījuši vairāki krievu zinātnieki: M. E. Tkačenko, N. V. Treťjakovs, D. J. Tovstojess, V. K. Zacharovs, A. V. Tjurins u. c., tās dažādi papildinot un lietojot variācijas statistikas metodes. Jaunākās masas tabulas parasti ir saistītas arī ar raukuma tabulām. Tāpēc minēto autoru masas un raukuma tabulu sastādīšanas metodes jāapskata kopsakarā.

Masas un raukuma tabulu sastādīšanai nepieciešami plaši paraugkoku mērišanas dati. Tos iegūst, izmērijot nocirstos kokus cirsmās, meža izstrādāšanas darbos vai arī speciālos parauglaukumos. Kokus nozāgē celma augstumā, kā to parasti dara meža izstrādāšanā. Normali celma augstumu pieņem $\frac{1}{3}$ no krūšaugstuma caurmēra. Ja tabulu sastādīšanai izlieto tādus stumbrus, kas nocirsti sakņu kaklā, tad no resgāja jāatskaita celma augstums, jo pretējā gadījumā tabulas nebūs saskaņotas ar prakses vajadzībām.

Nocirstiem kokiem notīra zarus, iepriekš atzīmējot sauso un zaļo zaru, tāpat koka vainaga sākumu. Zarus katram kokam sakrauj atsevišķi un nosaka to tilpumu ar fizikalām tilpuma noteikšanas metodēm, lielāko tiesu ar svara vai īpatnējā svara paņēmieniem. Ar mērsloksni rūpīgi izmēri stumbra garumu un atzīmē tai pašā laikā vietas uz stumbra, kur mērijams caurmērs. Šādu stumbru tilpumu parasti nosaka pēc saliktās viduslaukuma formulas, tādēļ caurmēru mērījumus izdara sekciju vidū. Formas koeficientu aprēķināšanai atsevišķi izmēri caurmēru resgāja griezumā, krūšaugstumā, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ un $\frac{3}{4}$ no stumbra garuma. Pēc mērišanas datiem aprēķina stumbra tilpumu ar un bez mizas, tāpat formas koeficientus q_0 , q_1 , q_2 , q_3 un veidskaitli.

Katru paraugkoku ieraksta specialā kartītē, apzīmējot to ar kārtējo numuru. Kartītē atzīmē datus par koka atrašanās vietu, visus mērījumus, tāpat aprēķinātos taksācijas elementus un rādītājus. Rūpīgi pārbaudītos skaitļus pēc tam apstrādā tālāk, šķirojot kartītes pēc formas koeficientiem q_2 un augstumiem h . Prof. Tjurins ieteic pieņemt augstuma pakāpes 3 m un formas koeficienta pakāpes 0,03, jo tās noapaļojot lielā mērā atvieglo koku ieskaitīšanu vienā vai otrā pakāpē. Arī q_0, q_1, q_3 sagrupē pēc augstumiem un formas koeficientiem q_2 . Pēc tam atrod vidējos formas koeficientus q_2 kā visam stumbru kopumam, tā atsevišķām augstuma pakāpēm, raksturojot tos ar aprēķinātām vidējām kļūdām. Tad, vislabāk grafiski, atrod sakarību starp q_2 un h , tāpat starp q_0, q_1, q_3 un h , uzliekot uz abscisas augstumus, bet uz ordinātes — formas koeficientus. Sakarības izteikšanai starp augstumu un formas koeficientiem var lietot arī Šifela empiriskās formulas, tās attiecīgi modificējot. Atrastos formas koeficientus var sakārtot šādā veidā:

18. tabula

Augstums m	Formas koeficienti			
	q_2	q_0	q_1	q_3
h_1	q_2'	q_0'	q_1'	q_3'
h_2	q_2''	q_0''	q_1''	q_3''
h_3	q_2'''	q_0'''	q_1'''	q_3'''
.
.

Augstumu var aizstāt arī ar krūšaugstuma caurmēru.

Pēc atrastās sakarības starp h un q_2 var atrast veidskaitļus, lietojot Tkačenko vispārējo veidskaitļu tabulu (9. tab. 75. §) vai Šifela formulu:

$$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 \cdot h} - 0,140.$$

Veidskaitļus var aprēķināt arī no paša skaitļu materiala. Zinot, ka veidskaitļi ir atkarīgi no augstuma un formas koeficienta q_2 , tos der sakārtot pēc šiem elementiem. Izmantojot atrastās sakarības starp augstumu un formas koeficientu q_2 un starp tiem un veidskaitli, var sastādīt stumbru masas tabulu pēc šādas shēmas:

Augstums h	Vidējie formas koeficienti q_2	Veid- skaitļi pēc h un q_2	Krūšaugsstuma caurmērs		
			d_1	d_2	d_3
h_1	q_2'	f_1	$(g_1 h_1 f_1)$	$(g_2 h_1 f_1)$...
h_2	q_2''	f_2	$(g_1 h_2 f_2)$	$(g_2 h_2 f_2)$...
h_3	q_2'''	f_3	

Atrodot sakarību starp h, f un q_2 , stumbru tilpuma tabulu var sastādīt kuram katram formas koeficientam q_2 .

Stumbru tilpuma tabulas papildus uzdod arī zaru un mizas tilpumu pēc krūšaugsstuma caurmēra un formas koeficienta q_2 . Parasti datus par mizas un zaru tilpumu, kas izteikts procentos no stumbra tilpuma, sagrupē tikai pēc krūšaugsstuma caurmēra.

Stumbru raukuma noteikšanu visērtāk izdarīt grafiski, uzliekot uz abscisas koka augstumu, krūšaugsstumu 1,3 m, $1/4$, $1/2$, $3/4$ augstumu, bet celma augstumu saskaņo ar koordinātu sākumu. Uz ordinātes uzliek minētiem augstumiem atbilstošus caurmērus. Šos caurmērus aprēķina, reizinot krūšaugsstuma caurmēru ar attiecīgajiem formas koeficientiem q_0 , q_1 , q_2 un q_3 . Caur uzliktajiem 6 punktiem izvelk raukuma līkni, no kuras var nolasīt stumbra caurmēru kurā katrā vēlamā vietā.

Laī noteiktu stumbra raukumu bez mizas, var iziet no mizas biezuma krūšaugsstumā, kas masas tabulās parasti uzdots atkarībā no koka stumbru resnuma. Mizas biezumu citās stumbra daļās izteic procentos no mizas biezuma krūšaugsstumā. No šādā veidā aprēķinātiem datiem atrod vidējos skaitļus, kurus izlieto kura katra konkrētā koka jebkuras vietas mizas biezuma noteikšanai. Atskaitot no stumbru caurmēra ar mizu divkārtu mizas biezumu jeb t. s. mizas caurmēru, atrod caurmēru bez mizas.

83. §. Izplatītāko masas un raukuma tabulu raksturojums

Taksācijas praksē dažādās valstīs lieto daudzas un dažādas masas un raukuma tabulas.

Latvijas PSR teritorijā līdz pirmajam pasaules karam lietoja galvenokārt pēdās un collās pārstrādātās Bavārijas masas tabulas, ko Baltijas mežierīcības birojs, attiecīgi tās pielāgojot, izdeva kopā ar citām tabulām atsevišķā grāmatā.

1921. g. prof. E. Ostvalds sastādīja masas tabulas, izlie-
tojot plaši pazīstamo Kridenera masas tabulu datus. Šīs tabulas
bija labi piemērotas individualai koku taksacijai, jo uzrādīja katrai
koku sugai stumbra tilpumu pēc augstuma, krūšaugstuma caurmēra
un stumbra izlietošanas kategorijas (zāgkoki, būvkoki un malkas
koki). Veselu atdaļu taksacijai šīs tabulas izrādījās par komplicē-
tām un tāpēc tās 1922. g. pārstrādāja, sagrupējot pēc augstuma
šķirām, bet atstājot stumbru izlietošanas kategorijas. Pārbaudot
šādu tabulu piemērotību praksei vajadzībām, izrādījās, ka atsevišķu
koku taksacijai augstuma šķiru tabulas nav noderīgas, jo vairāk
nekā 50% gadījumos dod kļūdu, kas lielāka par 10%. No-
teicot augstuma šķiru atsevišķi katram kokam, iegūstami labāki
rezultāti. Veselu atdaļu taksacijai šīs tabulas dod lietojamus resul-
tātus. Vispār kļūdas nav pašās tabulās, bet nepareizā augstuma
šķiras noteikšanā.

1924. g. mežsaimniecības praksē ieviesa jaunas tabulas, sastā-
dītas pēc prof. Orlova palīggrāmatīnā ievietotām tabulām. Vienīgi
priedes stumbriem līdz 30 cm krūšaugstumā masa ņemta no Šva-
pacha tabulām. Tabulas iedalītas 5 augstuma šķirās, izņemot
priedi, kurai pievienota vēl VI augstuma šķira. Šīs tabulas lieto
arī pašlaik, bet sakarā ar publicētām taksēm par augoša meža
izsniegšanu vietējām vajadzībām 1945. g. līdztekus ieviesa arī Vis-
savienības masu tabulas. Arī tās kā augstuma šķiru tabulas
nav domātas atsevišķu koku, bet gan audžu un atdaļu taksacijai.
Latvijas PSR apstākļos eglei un priedei lielākiem augstumiem tās
dod masas mazliet mazākas, bet zemākiem augstumiem — mazliet
lielākas par faktisko.

1936./37. g. Latvijas Universitātes meža taksācijas un ierīcības
katedra ķērās pie masas un raukuma tabulu izstrādāšanas divām
galvenajām sugām — priedei un eglei. Materiāli ievākti visā repub-
likas teritorijā pa galvenajiem upju baseiniem, un tie grupēti
pēc mežaudžu tipiēm, audzes biežības, vecuma u. c. faktoriem.
Tabulas izstrādātas un publicētas 1940. g.

Tabulas pārstrādātas arī augstuma šķirās un publicētas kā
metriskos, tā pēdu mēros. Pārbaudot šīs tabulas izrādījušās par
precīzākām, kādas mūsu apstākļos jebkad agrāk ir lietotas. Kā
stumbru tilpuma tabulas tās atrodamas grāmatas pielikumā
(5. un 6. tabula).

Uz vietējā materiāla pamata P. Mūrnieks izstrādājis arī
stumbru tilpuma tabulas baltalksnim. Tabulas parādīsies atklātībā
tuvākā laikā.

Padomju Savienībā kopš 1931. g. lieto „Masas tabulas priedei,

eglei, ozolam, bērzam un apsei", ko sastādījusi KPFSR ZTK Meža pārvalde. Šajās tabulās sakopotas prof. *To v s t o j e s a* tabulas priedei, prof. *Z a c h a r o v a* — eglei, prof. *Š u s t o v a* — ozolam, prof. *T j u r i n a* — bērzam un apsei. Šīs tabulas sastādītas pa bonitatēm un tātad domātas audžu taksacijai. Tabulas lietojot, praktiski nenosaka bonitāti, bet augstuma šķiru. Pie šīm tabulām atgriezīsimies, runājot par audžu taksaciju.

Bez šīm tabulām ar nozīmi visas Padomju Savienības mērogā pastāv arī vairākas vietējās tabulas.

Prof. *Z a c h a r o v s* sastādījis masas, raukuma un sortimentu tabulas priedei, eglei, ozolam, osim, alksnim, apsei, bērzam un baltajai skābardei Baltkrievijā.

Šīs tabulas papildina jaunākās — *Moisejenko* masas tabulas kļavai un baltajai skābardei Baltkrievijā.

R o s t o v c e v s un *K u r d i a n i* sastādījuši masas un sortimentu tabulas sarkanajai un baltajai skābardei, ozolam, osim, alksnim, balteglei, liepai un priedei Aizkaukazijā.

Tālo austrumu galvenajām koku sugām masas un raukuma tabulas izstrādājis *I v a š k e v i č s*, lapeglei un balteglei Sibīrijā masas un raukuma tabulas sastādījis *B o g d a š i n s*.

Daudzās ārzemju tabulas ar retiemiem izņēmumiem ir tikai masas tabulas bez raukumiem.

Zviedrijā lieto *T. J o n s o n a* vispārējās tabulas, kas orientētas pēc augstuma, krūšaugstuma caurmēra un formas koeficienta, nešķirojot sugas. Priedei un eglei lieto arī pazīstamās *A. M ā s a* masas tabulas. Jaunākas un vienkāršākas, orientētas tikai pēc augstuma un caurmēra, ir *N e s l u n d a* masas un raukuma tabulas.

Norvegijā lieto *E. E i d e s* masas tabulas. Minētais autors sastādījis arī raukuma tabulas eglei pēc augstuma un caurmēra.

Vācijā izplatītas *G r u n d n e r a - Š v a p a c h a* masas tabulas bērzam, sarkanajai skābardei, ozolam, melnalksnim, eglei, priedei, lapeglei, melnajai priedei un balteglei. Tabulas ērtas atsevišķu koku masas noteikšanai.

Francijā izplatīts paņēmiens ir vietējo tabulu lietošana. Tādas tabulas sastādītas katram apgabalam, dažkārt uz neliela materiāla pamata. Tās orientētas pēc augstuma un caurmēra, bet dažkārt tikai vienīgi pēc caurmēra.

Anglijā lieto *D ž e r a m a* masas tabulas galvenajām koku sugām. Interesantas uzbūvē ir *M a k d o n a l d a* tabulas eglei. Materiāli sagatavoti arī par citām sugām. Tabulas iedalītas formas klasēs un orientētas pēc augstuma un caurmēra. Formas klasi noteic līdzīgi *Jonsona* formas punkta metodei.

No Ungarijas tabulām interesi var modināt prof. F e k e t e s masas un sortimentu tabulas baltajai akacijai, kas tur veido audzes. Tabulas uzdod datus arī par stumbru raukumu.

Austrijā jau pagājušā gadsimta beigās parādījās pirmās Š i f e l a tabulas. Līdz 1908. g. Šifels publicēja masas tabulas eglei, priedei, balteglei un lapeglei. Tās uzdod caurmērus arī dažās citās stumbra daļās, tātad dažus raukuma datus.

Amerikas Savienoto Valstu masas tabulas orientētas parasti pēc krūšaugstuma caurmēra un augstuma, vai arī vēl iedalītas formas klasēs. Tabulas uzdod ne tikai faktisko stumbra masu, bet arī zāgēto materiālu iznākumu dēļu pēdās. Amerikas mežsaimniecībā ļoti plaši lieto grafiskās metodes, sevišķi dažādas nomogramas.

Japanā lieto konstrukcijas ziņā visprimitīvākās tabulas — tikai pēc caurmēra. Skuju un lapu koku sugām lieto divas atsevišķas tabulas.

84. §. Masas tabulu metodes novērtējums

Lietojot masas tabulas koku tilpuma noteikšanai, jāievēro divi apstākļi: pirmkārt, taksējamais objekts un, otrkārt, lietojamās tabulas. Masas tabulu metode atsevišķa augoša koka tilpuma noteikšanai nav uzskatāma par tipisku metodi, kaut gan praksē to lieto visai bieži. Jāievēro, ka masas tabulu skaitļi, lai arī tie būtu dažādi diferencēti, tomēr ir vidēji skaitļi un tieši var atbilst tikai noteiktam gadījumam. Dabā tomēr ir tik liela formu dažādība, kas pat diferencētākās tabulās nav iekļaujama.

Ne visas tabulas ir piemērotas individualai koku stumbru taksacijai. Prof. T r e t j a k o v s dibināti norāda, ka masas tabulu sastādītāji daudzkārt nav pietiekami apsvēruši, kādiem objektiem tabulas domātas, un vienas un tās pašas tabulas lieto atsevišķu koku kopuma un audžu taksacijai. Praksē arī katrai vajadzībai ne katru reizi ir pieejamas vajadzīgās tabulas, un esošās masas tabulas lieto kā vienai, tā otrai vajadzībai. Atsevišķu koku tilpuma noteikšanai lietojamās t. s. individualās jeb detalizētās masas tabulas, piem., Šifela un Māsa un citas līdzīga principa tabulas. Tomēr arī tās nav domātas viena atsevišķa stumbra tilpuma noteikšanai, bet gan atsevišķu stumbru kopuma taksacijai. Atkarībā no tabulu uzbūves principa un veida kļūda atsevišķa stumbra tilpuma noteikšanā var sasniegt $\pm 20\%$ un pat vairāk. Sevišķi lielas kļūdas var sagaidīt, lietojot tabulas, kas sastādītas vienai vidējai formai. To var labi ilustrēt ar piemēru no Māsa tabulām. 30 cm resnas un 25 m augstas priedes tilpums atkarībā no formas ir dažāds un ievērojami atšķiras no vidējā.



88. att. Priedeglājs (*Pinetum-Piceetum myrtillosum*).

Formas koeficients q_2	Stumbra tilpums	Procentos no vidējā
vidējais	0,840 (vid.)	100,0
0,60	0,691	82,3
0,65	0,765	91,2
0,70	0,841	99,9
0,75	0,915	109,0
0,80	0,990	117,8

Tāpēc arī tabulas, kas sastādītas vienai vidējai formas klasei, nav piemērotas atsevišķa stumbra tilpuma noteikšanai. Turpretim daudziem stumbriem, veselam kopumam rezultāti var būt labi, jo kopumā var atrasties koki ar dažādu raukumu un pozitīvās un negatīvās kļūdas var savstarpēji kompensēties. Ja, piem., atsevišķam stumbram tilpums noteikts ar kļūdu $\pm 20\%$, tad 100 kokiem kļūda

$$\frac{\pm 20\%}{\sqrt{100}} = \pm 2\%,$$

bet 400 kokiem

$$\frac{\pm 20\%}{\sqrt{400}} = \pm 1\%.$$

Dažreiz citu piemērotu tabulu trūkuma dēļ praksē atsevišķu koku tilpumu noteic pēc masas tabulām, kas faktiski domātas audzes masas noteikšanai. Tādas ir masas tabulas pa augstuma šķirām un bonitatēm. Šādā gadījumā kļūda iespējama vēl lielāka, arī tad, ja, interpolējot masas tabulu skaitļus, mēģina atrast atsevišķam stumbram atbilstošo masu.

Mērijot krūšaugstuma caurmēru ar noteiktību līdz 1 cm, pietiek masas tabulā nolasīt masu līdz divām zīmēm aiz komata, kļūda tadā gadījumā nepārsniegs $\pm 13\%$ (76. §).

85. §. Augošu koku tilpuma noteikšana ar nocirstu koku tilpuma noteikšanas metodēm

Augošu koku tilpuma noteikšanai var lietot arī jebkuru no apskatītajām nocirsta koka tilpuma formulām, ja vien iespējams izmērīt vajadzīgos caurmērus. Salikto tilpuma formulu lietošana saistīta ar lielām grūtībām, jo prasa daudzus mērījumus. Ja tās

tomēr lieto augošu koku tilpuma noteikšanai, tad samazina sekciju skaitu un izvēlas tās dažādā garumā, ar nolūku, lai mērīšanas vietas sekciju vidū vai galos būtu labi redzamas un nebūtu aizsegta no zariem. Vainaga aizsegto galotnes daļu aprēķina kā konu vai paraboloidu, izejot no pamata caurmēra vainaga sākumā un attiecīgās stumbra daļas augstuma.

Vienkāršāko formulu lietošana parasti nedos vēlamos panākumus, jo bez pašu formulu trūkumiem šeit jārēķinās ar kļūdānī, kādas var rasties izmērijot vajadzīgos caurmērus. Tā, piem., viduslaukuma formula prasa tikai mērījumu stumbra vidū. Noteicot to ar dendrometru, iespējama kļūda, kas var izpausties tādā pašā virzienā kā formulas kļūda. Nav ieteicamas arī tās vienkāršās formulas, kas balstās uz caurmēru stumbra resgali, jo tā blizuma dēļ var rasties varbūtējas nepareizības, ko arī pārējie mērījumi stumbra augstākās daļās vairs nespēj izlabot.

No vienkāršajām formulām būtu lietojamas tās, kas balstās uz vairākiem caurmēriem, piem., divu sekciju metodes [38. § (16)], Tretjakova un Šustova formulas, tāpat Tretjakova formula Jaroševiča pārveidojumā, arī Peirini formulas. Dažu šo formulu vajadzībām caurmēru $\frac{1}{3}$ vai $\frac{1}{4}$ augstumā var izmērit no zemes ar Ostvalda vai zviedru dastmēru.

Dažos gadījumos, sevišķi pastāvīgo parauglaukumu atkārtotā uzņemšanā, tāpat arī atsevišķu vērtīgu koku taksacijā stumbru tilpuma noteikšanai nepieciešamos caurmērus mēri tieši ar dastmēru, uzkāpjot kokā pa sevišķām kāpnēm. Pētišanas iestāžu rīcībā parasti ir šādas augstas, vieglas kāpnes, kurām galā var pēc vajadzības piestiprināt papildus posmus. Šāds paņēmieni ir komplikēti un dārgi, bet zinātniskās pētniecības vajadzībām dažkārt nepieciešams.

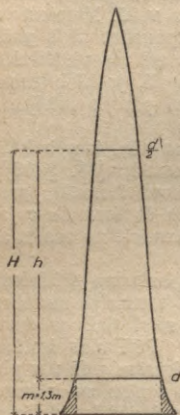
Šādām pašām vajadzībām labus pakalpojumus sniedz arī stumbra fotografisks uzņēmums. Izmērijot dabā stumbra augstumu un krūšaugstuma caurmēru, atrod mērogu, pēc kura uz attēla viegli noteikt caurmēru kurā katrā stumbra vietā.

86. §. Virzienpunkta metode

No iepriekš sacītā redzams, ar kādām grūtībām ir saistīta caurmēru mērīšana augošu koku stumbru augstākās vietās. Daudz vienkāršāk ir noteikt uz stumbra to vietu, kur caurmērs ir puse no krūšaugstuma caurmēra. Pēc nelielas ievingrināšanās to var noteikt ar acmēru. Šīs vietas augstums virs krūšaugstuma ir atkarīgs no stumbra raukuma. Rauktiem stumbriem tas atra-

disies zemāk, slaidiem un tilpīgiem — augstāk. Šo sakarību izmantojis R. Preslers augoša koka stumbra tilpuma noteikšanai.

89. attēlā schematiski parādīts stumbrs, kur ar m apzīmēts krūšaugstums, kurā mērīts caurmērs d . Puse no krūšaugstuma caurmēra $\frac{d}{2}$ atrodas t . s. virzienpunktā, h augstumā virs krūšaugstuma un H augstumā virs zemes.



89. att. Stumbra tilpuma noteikšana pēc virzienpunkta metodes

Izejot no rotācijas ķermeņa veidules vienādojuma

$$y^2 = px^r,$$

var pierādīt, ka virs krūšaugstuma esošās stumbra daļas tilpums

$$v_1 = \frac{2}{3} gh.$$

Paraboloidāliem, koniskiem un līdzīgiem ķermeņiem ar šo formulu var noteikt tilpumu gandrīz bez kļūdām.

Stumbra daļai zem krūšaugstuma tilpumu aprēķina kā cilindram ar pamatlaukumu, kas līdzīgs šķērslaukumam krūšaugstumā:

$$v_2 = gm.$$

Resgaļa blīzuma daļa ar to paliek neievērota un tilpumā netiek ieskaitīta. Visa stumbra tilpums līdzināsies abu daļu tilpumu sumai:

$$v = v_1 + v_2 = \frac{2}{3} gh + gm.$$

Liekot h vietā $H - m$

$$v = \frac{2}{3} gH - \frac{2}{3} gm + \frac{3}{3} gm.$$

$$v = \frac{2}{3} g \left(H + \frac{m}{2} \right). \quad (23)$$

$H + \frac{m}{2}$ dēvē par koriģēto virzienpunkta augstumu un apzīmē ar R . Stumbra tilpums tad izteiksies

$$v = \frac{2}{3} gR. \quad (23a)$$

Virzienpunktu var noteikt ar dendrometru vai ar šim nolūkam speciāli konstruētu vienkāršu aparātu. Praktiskām vajadzībām pietiekami droši to var noteikt ar acumēru. Pieredze rāda, ka labus panākumus dod šāds paņēmieni: izmērojot ar dastmēru caurmēru krūšaugstumā, sabīda dastmēra tverus uz pusi no šī caurmēra un atstāj dastmēru tādā stāvoklī pieslietu pie koka. Atkāpjoties no koka, meklē ar acīm to joslu uz stumbra, kurā varētu atrasties meklējamais caurmērs. Droši iespējams novērtēt to punktu, virs kura caurmērs ir noteikti mazāks, tāpat arī to, zem kura tas ir lielāks par meklējamo. Var pieņemt, ka virzienpunkts atradīsies šīs joslas vidū. Tā augstumu var noteikt ar kuru katru augstummēru. Metode ir vienkārša, neprasa daudz laika un pēc nelielas ievingrināšanās ar to var panākt ļoti labus rezultātus. Izmēģinājumi rāda, ka vidējā kļūda svārstās ap $\pm 1\%$. Jāievēro, ka nepareiza virzienpunkta noteikšana izpaužas garuma kļūdā un, piemēram, virzienpunkta augstumam $H = 20$ m svārstoties no 19 līdz 21 m, var rasties $\pm 5\%$ masas kļūda.

Piemērs:

$$d = 27,1 \text{ cm } g = 0,0577,$$

$$H = 18,5 \text{ m},$$

$$R = 18,5 \text{ m} + 0,65 \text{ m} = 19,2 \text{ m},$$

$$v = \frac{2}{3} 0,0577 \cdot 19,2 = \underline{0,7386 \text{ m}^3}.$$

Salīdzinot šo ar rezultātu, kas iegūts ar salikto viduslaukumu formulu, atrodam, ka kļūda ir $-2,3\%$.

Preslers izstrādājis speciālu tabulu, kas pēc krūšaugstuma caurmēra un virzienpunkta augstuma uzdod stumbra tilpumu. Piemērā dotajam stumbram tabulās atrodam $v = 0,73 \text{ m}^3$.

Ja stumbra augšējo daļu aizsedz zari, tad virzienpunkta metode nav lietojama. Tādēļ šādā gadījumā ieteicams virzienpunktu noteikt tānī vietā uz stumbra, kur caurmērs sasniedz 0,7 no krūšaugstuma caurmēra. Šī vieta iekrīt zemāk un parasti nav aizsegta. Stumbra tilpums līdzināsies

$$v = gH', \quad (23-b)$$

kur H' ir virzienpunkta (0,7 d) augstums virs zemes.

87. §. Acumēra taksācija un tuvinātās metodes

Augošu koku tilpuma noteikšana ar acumēru tikai tad dos apmierinošus rezultātus, ja acumērs būs pietiekami vingrināts. To

var izdarīt, salīdzinot novērtējumu ar nocirstu koku tilpuma aprēķināšanas rezultātiem. Arī pastāvīga masas tabulu lietošana atsevišķu koku tilpuma noteikšanai dod zināmu pieredzi.

Acumēra taksacija balstās uz apzinīgu vai neapzinīgu stumbra taksācijas elementu noteikšanu vai arī uz kopiespaidu, kāds rodas stumburu uzmanīgi aplūkojot. Piedzivojuši taksatori tā ļoti ātri novērtē stumbra tilpumu.

Acumēra taksācijas rezultāti atkarīgi ne tikai no taksētāja pieredzes un skatiena asuma, bet arī no dažādiem blakus apstākļiem. Krūšaugstuma caurmēru var izmērīt ar dastmēru vai mērprievi. Caurmēra novērtēšanai ieteic atkāpties 8—10 soļus no koka. Stumbriem ar gludu vai gaišu mizu caurmērs parasti liekas lielāks nekā stumbriem ar nelīdzenu un tumšu mizu. Saulainā laikā caurmēri liekas lielāki nekā apmākušajās dienās. Kokiem ar nokareņiem zariem caurmērus parasti noteic par zemu. Ļoti augsti koki vienmēr šķiet tilpigāki. Sava ietekme ir arī koku sugai, vietas reljefam u. c. apstākļiem.

Par labu taksatoru uzskatāms katrs, kam acumēra taksācijas rezultāti neatšķiras no īstenības vairāk par 10%.

Acumēra taksacijai lielu atbalstu sniedz tuvinātās tilpuma noteikšanas formulas. Populārākā no tādām ir *Dencina* formula:

$$v = \frac{d^2}{1000} \cdot \quad (24)$$

Formula dod pareizus rezultātus, ja $fh = 12,74$. To var pierādīt šādi:

$$v = ghf.$$

Ja caurmēru mēri cm un tilpumu izteic ciešmetros, tad

$$v = ghf = \frac{\pi d^2 \cdot h \cdot f}{4 \cdot 100 \cdot 100}.$$

Lai stumbra tilpums būtu

$$v = \frac{d^2}{1000}, \quad \text{tad}$$

$$\frac{d^2}{1000} = \frac{\pi d^2 \cdot h \cdot f}{4 \cdot 10000} \quad \text{un}$$

$$hf = \frac{40}{\pi} = 12,74.$$

Tāds stāvoklis gadīsies, ja stumbra augstums būs priedei 30 m, eglei 26 m. Par katru metru virs minētiem augstumiem jāpieskaita

priedei 3% un eglei 3%, bet par katru metru zem minētiem augstumiem jāatņem — priedei 3%, eglei 4%.

$$\begin{aligned} \text{Piemērs: egle, } d &= 27,1 \text{ cm,} \\ h &= 24,0 \text{ m,} \\ v &= \frac{27,1^2}{1000} = 0,7344. \end{aligned}$$

Rezultāts jāsamazina par 4% · 2 = 8%; 0,7344 · 0,08 = 0,0587;
 $v = 0,7344 - 0,0587 = \underline{0,6757 \text{ m}^3}$;

klūda: — 8%.

Vienkārša un ērta ir arī Fišera formula:

$$v = 40 d^3. \quad (25)$$

Ja $v = \frac{\pi d^2}{4} h$, $f = 40 d^3$, tad $hf = \frac{4 \cdot 40 \cdot d^3}{\pi d^2} = \frac{160 d^3}{\pi d^2} = \frac{160 d}{\pi}$.

Ja pieņemam $f = 0,50$, tad

$$h = \frac{160 \cdot d}{\pi \cdot 0,50} = \frac{320 \cdot d}{\pi}$$

320 var tuvināti saīsināt ar π . Tādā gadījumā

$$h = 100 d.$$

Tātad formula dod pareizus rezultātus, ja $h = 100 d$. Pretējā gadījumā tilpuma rezultātu koriģē ar faktoru $\frac{h \text{ (m)}}{d \text{ (cm)}}$.

$$\begin{aligned} \text{Piemērs: egle, } d &= 27,1 \text{ cm,} \\ h &= 24 \text{ m.} \end{aligned}$$

$v = 40 \cdot 27,1^3 = 40 \cdot 0,271^3 = 0,7960$. Izdarot korekturu,

$$v = 0,7960 \cdot \frac{24}{27} = 0,7960 \cdot 0,89 = \underline{0,7084 \text{ m}^3}$$
;

klūda: ~ — 6%.

6. KOKU VECUMA UN PIEAUGUMA NOTEIKŠANA

A. ATSEVIŠKA KOKA VECUMA NOTEIKŠANA

88. §. Vecuma noteikšanas nolūks un pamati

Ne tikai vispārīga interese var būt par iemeslu koka vecuma noteikšanai, bet to prasa arī daudzi zinātniski un praktiski mežsaimniecības jautājumi. Dažkārt stumbra tilpuma un tā komponentu noteikšana īstu izpratni un nozīmi iegūst tikai tad, ja ir

zināms koka vecums. Arī daudzi mežsaimniecības paņēmieni ir saistīti ar noteiktu vecuma iestāšanos. Vecuma noteikšana nepieciešama pieauguma aprēķināšanai, tāpat arī augšanas un attīstības gaitas izsekšanai. To prasa arī augšanas gaitas tabulas, kas atspoguļo audžu augšanas un attīstības gaitu. Vecums ir viens no faktoriem, kas noteic koka gatavību, un beidzot — vecumam ir liela nozīme mežierīcībā.

Dažos gadījumos vecums jānosaka noteikti, piem., pieauguma aprēķināšanai, augšanas likumsakarību pētīšanai. Citos gadījumos var apmierināties ar aptuvenu vecuma noteikšanu, piem., audžu iedalīšanai vecumklasēs.

Koku pieaugums veģetācijas perioda laikā izpaužas divējādi: augstumā — jaunos dzinumos un radīālā virzienā — gadskārtās. Augstuma pieaugums izbeidzas ātrāk, un mūsu skuju kokiem, izņemot lapeglei, tas parādās kā gada dzinums, kas norobežots ar zaru mieturiem. Pieaugumu radīālā virzienā vislabāk var saskatīt stumbra šķērsgriezumā. Agrīnās koksnes šūnas ir irdenākas ar plānākām sienīņām nekā vēlāk radušās šūnas. Veģetācijas perioda laikā koksnes šūnas uz rudens pusi kļūst arvien biežākas un tumšākas, veidodamas t. s. vēlino koksni, kas no agrīnās koksnes atšķiras krāsas ziņā. Tādējādi lielākai koku sugu daļai gadskārta no gadskārtas ir ļoti norobežota.

89. §. Nocirsta koka vecuma noteikšana

Nocirsta koka vecumu viegli var noteikt pēc gadskārtu skaita uz celma resp. stumbra sākumā. Skuju kokiem vēlinā koksne ir stipri tumšāka par agrīno koksni, tādēļ gadskārtas ļoti saskatāmas un atšķiramas. Arī ozolam un osīm tās skaidri saredzamas. Turpretim dažām citām lapu koku sugām, kā, piem., bērzam, apsei, melnalksnim, vītoliem u. c. tās vai nu nemaz, vai tikai ar lielām grūtībām atšķiramas. Arī sīkās gadskārtas dažreiz grūti atšķiramas. Pēdējās var padarīt platākas un vieglāk saskaitāmas, ja griezumu izdara slīpi pret stumbra asi. Vajadzības gadījumā jāņem palīgā lupa.

Gadskārtu saskatāmības uzlabošanai griezuma vieta jānogludina. To var izdarīt ar ēveli, vislabāk ar slimestu vai karošu greblī, griežot slīpi pret gadskārtām. Ja nav citu rīku, nogludināšanu šaurā joslinā var izdarīt ar asu kabatas nazi vai skripstu. Ja griezuma vieta nav svaiga, tad pēc nogludināšanas ieteicams to sasalpināt, kas saskatāmību uzlabo.

Koku sugām ar vāji izteiktām gadskārtām griezuma vietu var iekrāsot ar anilina krāsām vai atšķaidītu tinti. Pēc A. Rozēna pētījumiem labus panākumus dod dzelzs chlorida šķīdums. Savienojoties ar koku šūnās esošām miecētājvielām, tas dod tumšu, zaļi melnu krāsu, kas intensīvāk iekrāso vēlino koksni un tur iesūcas arī dziļāk. Nogriežot virsējo tumšo kārtu, agrinā koksne kļūst atkal gaiša, bet dziļāk iekrāsojusies vēlinā koksne atšķiras ļoti reljefi. Vienīgi kļavai agrinā koksne iekrāsojas tumšāka nekā vēlinā koksne.

Gadskārtu skaitīšanā jāpievērš uzmanība arī šķietamām gadskārtām, kādas diezgan bieži sastopamas bērzam, tāpat nepilnīgām un divkāršām gadskārtām. Pēdējās var izveidoties pēc pavasara salnām, sausuma periodā vai sakarā ar kukaiņu bojājumiem. Šie paši apstākļi var būt par iemeslu gadskārtu izpalikšanai. Tā P. Sarmā konstatējis, ka turpmākos pāris gados pēc egles skuju noēšanas gadskārtu var pilnīgi nebūt, vai arī tās var izteikties vienas šūnu kārtas veidā, ko ar neapbruņotu aci nevar saskatīt. Šādas vietas var pamanīt tuvāko piegulošo gadskārtu sašaurināšanās dēļ. Šāda parādība konstatēta arī nomāktiem priežu stumbriem, kur nereti izpaliek pat līdz 10 gadskārtām.

Stumbra šķersgriezumā izskaitītais gadskārtu daudzums rāda tikai tās daļas vecumu, kas atrodas virs griezuma vietas, tāpēc pie tā vēl jāpieskaita tik gadu, cik kokam nepieciešams griezuma augstuma sasniegšanai (90. attēls).

Ja griezums izdarīts celma augstumā, tad atkarībā no sugas un augšanas apstākļiem jāpieskaita 2—5 gadi. Par to var pārliicināties, celmu pakāpeniski nozāģējot līdz sakņu kaklam vai arī izraujot blakus esošā apmežojumā jaunu kociņu, saskaitot tam dzinuma posmus un dažādos griezumos salīdzinot ar gadskārtu skaitu. Tāpēc vispareizākais būtu noteikt koka vecumu pēc gadskārtu skaita sakņu kaklā.

Daži novērojumi rāda, ka ar zināmām grūtībām jasaduras arī sakņu kakla vietas noteikšanā. Vairāki pētījumi rāda, ka skuju kokiem īstais sakņu kakls atrodas vēl zem šķietamā apm. par 15—20 cm, kas dod vecuma starpību 4—5 gadus.



90. att. Koka vecuma noteikšana celma augstumā

Gadskārtu skaitīšanu ieteicams izdarīt pa vairākiem radijiem, lai tādējādi izvairītos no nejaušībām. Ja gadskārtas šauras, tad skaitīšanai jāizvēlas garākais radijs — pret kādu sānsakni. Skaitot pēc katrām 10 gadskārtām ar ķīmisko zīmuli ievēlējama svītriņa, lai pēc atzīmētiem desmitiem skaitīšanu varētu vieglāk pārbaudīt.

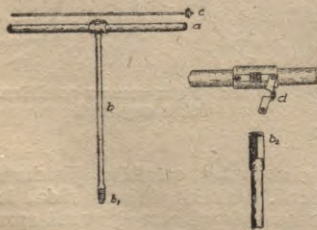
90. §. Augoša koka vecuma noteikšana

Augoša koka vecumu pilnīgi pareizi var noteikt tikai divos gadījumos: ja labi saskatāmi gadu dzinumi un ja rīcībā ir pietiekami garš pieauguma svārpsts.

Priedēm, mazāk arī eglēm, gadu dzinumi, norobežoti zaru mieturiem, ļoti skaidri viens no otra atdalās. Tāpēc koka vecumu var noteikt pēc gadu dzinumu skaita. Jauniem kokiem vēl zari līdz pašai zemei, bet sākoties zaru notīrīšanās procesam, tie nokrīt, un dzinumu posmus var atšķirt pēc zaru stuburiem, bet ja tie jau apauguši — pēc pūniem. Grūtāk jau saskaitīt galotnes dzinumu posmus, ja koks sasniedz lielāku augstumu. Šādā veidā vecumu var noteikt priedei līdz 50—60 g., eglei — 30—40 g. Pēc šī vecuma zaru vietas jau gludi apaugušas.

Labs palīglīdzeklis vecuma noteikšanai ir pieauguma svārpsts. Ar šo svārpstu, ieurbjot kokā un daudz nekaitējot tā veselībai, var iegūt cilindrisku skaidu, uz kuras ļoti labi var saskaitīt gadskārtas.

Pieauguma svārpsts sastāv no roktura a, paša svārpsta b un izvelkamās adatas c (91. attēls). Svārpsts gatavots no laba tērauda, cilindriskas caurules veidā. Viens caurules gals pāriet vītēs un nobeidzas ar noasinājumu b_1 , otrs gals — pabiezināts, četršķautnains — b_2 . Arī svārpsta rokturis sastāv no caurules ar vienu noslēgtu galu. Saliekot instrumentu transportēšanai, svārpstu ievieto dobā rokturī. Lai asais gals nenotrudinātos, tad roktura caurules dibenā novietots tūbas gabaliņš. Pabiezinātajā roktura caurules vidū atrodas četrstūrainis izgriezums, kurā iestiprina svārpsta attiecīgo galu. Lai tas, svārpstu lietojot, neizslīdētu, to noslēdz ar nelielu, pie roktura pievienotu skavu d.



91. att. Pieauguma svārpsts

Svārpsta trešā sastāvdaļa ir izvelkamā adata svārpsta garumā. Agrāk to gatavoja tērauda plāksnītes veidā ar kāpņveida ierobojumu vienā pusē. Jaunākās konstrukcijas svārpstiem tā ir pusapaļas tekhnītes veidā ar mazliet nosmailinātu un malās viegli ierobotu vienu galu. Otrs gals pāriet galviņas pogā ar vītēm. Instrumentu saliekot, svārpstu iebāž dobajā rokturī, bet savukārt svārpsta izvelkamo adatu un tās gala pogu ieskrūvē roktura galā.

Pirms lietošanas svārpstu sastāda un izvelkamo adatu noliek pa tvērienam. Lai tā nepazustu, ieteicams to piesiet saitītē pogcaurumam.

Urbšanai izvēlas veselu koku, bet urbšanas vietu iespējami tuvu sakņu kaklam, tomēr tā, lai saknes nebraucētu roktura apgriezienus. Saturot svārpstu stingri, tas vispirms jāiespiež mizā un spiežot jāizdara pagrieziena, kamēr vītes uzņem ceļu. Urbšanas virziens jāietur pret serdi. Ja ieurbts pietiekami dziļi, tad jāņem izvelkamā adata ar valējo pusi uz augšu un nosmailinātais gals jāpabāž svārpsta caurulē starp izurbto skaidu un svārpsta sienīti, iespiežot to iespējami dziļi. Tad apgriez svārpstu vienu reizi uz pretējo pusi, ar ko no koka atrauj skaidu. Saņemot izvelkamo adatu aiz galviņas poga, to izvelk no svārpsta līdz ar izurbto skaidu. Ieteicams tālāk izgriezt laukā arī svārpstu, lai tas, stāvot kokā, neiesveķotu. Ja izurbtai skaidai visus skaitījumu un mērījumus izdara turpat uz vietas mežā, tad tā iebāžama atpakaļ izurbtajā caurumā. Līdz ar to brūce noslēdzas un skuju kokiem ātri aizsveķo. Svārpstu pēc lietošanas notīra, nosausina un ieeļļo.

Izurbtā cilindriskā skaida veseliem kokiem ir diezgan stingra, bet dažreiz tā tomēr viegli sadrup. Lai skaidu pasargātu no sadrupšanas, to ievieto skārda čaulās vai stikla caurulītēs. Labākai gadskārtu atdalīšanai var lietot jau apskatītās metodes — nogludināšanu, saslapināšanu, krāsošanu, vai kombinētus paņēmienus. Par ļoti labu paņēmieni bēza, apses un melnalkšņa gadskārtu saskaitīšanai mūsu praksē ir izrādījies — turēt izurbto skaidas cilindri pret gaismu un pagrozīt to pirkstos. Agrinā koksne ir caurspīdīgāka, bet vēlinā koksne saskatāma kā tumšākas, blīvākas svītrīņas.

Izlietojot izurbto skaidu vecuma noteikšanai, jāraugās, lai urbums būtu gājis caur serdi.

Gadskārtu platuma mērīšanai izvelkamās adatas otrā pusē ir centimetru un milimetru iedaļas.

Pieauguma svārpstus gatavo dažādos izmēros, sākot no 10 cm gariem, ko nēsā kabatā, līdz 50 cm gariem, resnu koku urbšanai.

A. Rozēns bērzu vecuma noteikšanai iefeic paņēmieni, kas balstās uz tāšu slāņu un tāšu atlobīšanas laika noteikšanu.

Vecums $a = \frac{t}{t-1}s$, kur t tāšu slāņa atlobīšanas laiks, kas vidēji svārstās 2,5—3,5, un s tāšu slāņu skaits. Praktiski var pieņemt $t = 3,0$. Rozēns sastādījis tabulu, kas pēc dotā s un t uzdod vecumu a .

Augoša koka vecumu var aptuveni noteikt arī ar acumēru. Šeit jāievēro koka apmēri, augšanas apstākļi un ar tiem saistītais augšanas ātrums. Par labu pieturas punktu jāuzskata gadskārtu saskaitīšana uz svaigākajiem celmiem tanī pašā audzē. Drošāk ir iespējams noteikt vecumu zem 100 gadiem. Ievingrinājies taksators nekļūdisies vairāk kā par 10—15 gadiem, turpretim par 100 gadiem vecākus kokus bieži vien pārvērtē, noteicot vecumu par augstu.

Mežos, kur ilgāku laiku pastāvējusi plānveidīga saimniecība ar mākslīgu meža atjaunošanu, koku vecumu var noteikt arī pēc audzes dibināšanas datiem apmežojumu grāmatās. Bet arī šādās audzēs iespējama kļūdišanās, jo daļa koku var piesēties dabiskā ceļā, vai arī attīstīties no paaugas.

91. §. Fiziskais un saimnieciskais vecums

Nereti vienas un tās pašas sugas audzēs, vienādos augtenes apstākļos un ar vienādiem stumbru izmēriem koku vecumi diezgan ievērojami atšķiras. Tas visbiežāk novērojams ēnciešu sugu audzēs. Kokiem, kas ilgu laiku jaunībā bijuši apmākti, stumbra centralajā daļā izveidojas liels skaits ļoti sīku gadskārtu. Rodas jautājums, vai šādiem kokiem noteikt fizisko vecumu pēc faktiskā gadskārtu skaita, vai t. s. saimniecisko vecumu. Par saimniecisko vecumu sauc to vecumu, kas nepieciešams līdzīgos, bet normalos apstākļos augušu koku dimensiju sasniegšanai.

Tā, piem., LLA mācību un izmēģinājumu mežsaimniecībā Aucē kādā egļu audzē lielākais vairums koku ir ap 90 g. veci. Tomēr šai audzē var atrast atsevišķus kokus, kas dimensiju ziņā ne ar ko neatskiras no pārējiem, bet kuru vecums 140 gadu un vairāk. Izpētījot šāda koka gadskārtas sakņu kakla griezumā, izrādījās, ka stumbra centralajā daļā var saskaitīt 50 ļoti šauru gadskārtu. Stumbra caurmērs 50 gadu vecumā šai vietā bijis tikai 2 cm. Pēc šī nomāktības perioda egles pieaugums strauji uzlabojies un pēc 90 gadiem sasniedzis caurmēru 38 cm. Tātad koks šais 90 gados pieaudzis resnumā par 36 cm (38 — 2). Vidēji vienā gadā

pieaugums bijis $36 : 90 = 0,40$ cm. Ja koks jau no jaunības būtu normali attīstījies, t. i., ar tādu pašu pieaugumu kā vēlākos gados, tad 2 cm resnuma sasniegšanai 50 gadu vietā būtu bijuši vajadzīgi tikai 5 gadi ($2 : 0,40 = 5$) un 38 cm resnums būtu sasniegts 95 gados.

Šajā piemērā fiziskais vecums $a_1 = 140$ gadi, saimnieciskais — $a_s = 95$ gadi.

Apzīnējot faktisko gadskārtu skaitu ar a , bet centralās, nomāktās daļas ar a_1 , caurmēru bez mizas — d , bet nomāktās daļas caurmēru ar d_1 , varam atvasināt formulu saimnieciskā vecuma noteikšanai.

Koka normalais augšanas periods Δa būs $\Delta a = a - a_1$. Šai laikā koks pieaugs resnumā $\Delta d = d - d_1$, bet vidēji 1 gadā

$$\frac{d - d_1}{a - a_1} = \frac{\Delta d}{\Delta a}$$

Centralās, nomāktās daļas resnums normāli būtu sasniegts

$$\frac{d_1}{\Delta a} = \frac{d_1 \Delta a}{\Delta d} \text{ gados un saimnieciskais vecums}$$

$$a_s = \Delta a + \frac{d_1 \Delta a}{\Delta d} = \frac{\Delta a \Delta d + d_1 \Delta a}{\Delta d} = \frac{\Delta a (\Delta d + d_1)}{\Delta d} \quad (1)$$

Saimniecisko vecumu var noteikt tikai aptuveni, jo izejam no pieņēmuma, ka jaunībā koks aug tāpat kā vēlākos gados. Ja koka centrā sākusies serdes puve un gadskārtas vairsts nevar saskaitīt, tad šis nomāktās daļas resnuma sasniegšanai nepieciešamo normālo vecumu var atrast salīdzināšanas ceļā, kāda vesela koka celma griezumā.

B. KOKU PIEAUGUMA NOTEIKŠANA

92. §. Pieauguma jēdziens

Galotnes pumpura un kambija darbības rezultātā koks no sava rašanās momenta pieaug garumā, resnumā un tilpumā. Šādu apmēru palielināšanos sauc par pieaugumu. Pieaugumu var attiecināt uz jebkādu laika periodu, uz 1 gadu, uz 10 vai 20 gadiem.

Pieauguma apmēri ir atkarīgi no daudz un dažādiem apstākļiem, un optimālā apstākļu kombinācijā iespējams pieauguma palieli-

nāšanu labvēlīgi ietekmēt. Šis jautājums jau kopš seniem laikiem atrodas mežkopju uzmanības centrā. Ir radušās veselās skolas un virzieni mežsaimniecības paņēmieni izveidošanā, kas cenšas nodrošināt pieauguma pacelšanu.

Pieauguma apmēri vispirms atkarīgi no sugas. Mēs pazīstam ātri un lēni augošas sugas. Pirmajām, piem., dažādāni papelēm, pieaugums ir liels, lēni augošām turpretim mazāks.

Pieaugums atkarīgs arī no koku vecuma, augtenes apstākļiem, koku attīstības klases, augšanas telpas u. c. faktoriem.

Meža taksacija interesējas tikai par stumbra pieaugumu, izņemot tos nedaudzos gadījumus, kad resnie zari sastāda izmantojamu masu un kad tie jānovērtē līdz ar stumbra masu.

93. §. Pieauguma veidi

Līdz ar vecumu pieaug visi koka taksācijas elementi, tādēļ arī mēdz izšķirt augstuma, caurmēra, šķērslaukuma, formas un masas pieaugumu.

Atkarībā no laika, par kādu pieaugumu aprēķina, tāpat no aprēķināšanas paņēmiena, izšķir vairākus pieauguma veidus:

1) **tekošais gada pieaugums** — pieaugums, ko aprēķina par 1 gadu.

2) **periodiskais pieaugums** — pieaugums par lielu laika periodu, 10 vai vairākiem gadiem;

3) **kopējais jeb totalais pieaugums** — viss pieauguma daudzums līdz kādam laika momentam;

4) **periodiskais vidējais pieaugums** — pieaugums vidēji 1 gadā zināmā vecuma periodā, ko aprēķina, dalot periodisko pieaugumu ar perioda gadu skaitu;

5) **vidējais pieaugums** — pieaugums vidēji 1 gadā visā koka augšanas laikā līdz zināmam vecumam; to noteic, dalot kopējo jeb totalo pieaugumu ar attiecīgo vecumu.

Tekošā gada pieauguma aprēķināšana no gada uz gadu ir saistīta ar diezgan lielām grūtībām. Tāpēc praktiski to aprēķina kā periodisko vidējo pieaugumu par 5 vai 10 gadu starplaiku. Tekošais pieaugums, kas ir viens no visbiežāk noteicamiem pieauguma veidiem, tādēļ ir jāsaprot kā periodiskais vidējais. Otrs, biežāk noteicamais, ir vidējais pieaugums.

Daudzos saimnieciskos jautājumos pieaugumu izteic procentos pret to lielumu, no kā tas radies. Tāpēc mēdz runāt par **absolūto un relatīvo pieaugumu**.

Dažiem taksācijas elementiem, piem., caurmēram un augstumam, pieaugumu par pagājušo laiku var samērā viegli noteikt. Šķērsaukumam un masai tas jau grūtāk izdarāms.

Grūtāk ir noteikt sagaidāmo pieaugumu, kad jābalstās galvenokārt uz līdzšinējo pieauguma gaitu un uz vispārējām pieauguma likumbām. Tāpēc sagaidāmo pieaugumu var noteikt tikai aptuveni.

94. §. Attiecīgs starp vidējo un tekošo pieaugumu]

Vienādos attīstības apstākļos jebkura taksācijas elementa tekošais pieaugums no nelielas sākuma vērtības strauji palielinās un, sasniedzot savu kulmināciju, pamazām atkal pazeminās. Tā tas ir atsevišķam kokam, tā audzei labos un sliktos augšanas apstākļos. Tekošā pieauguma absolūtais lielums, pieauguma intensitāte un kulminācijas moments ir atkarīgi no dažādiem apstākļiem, kā: koku sugas, bonitates, augšanas telpas u. c. Ja arī augšanas gaitā rodas kādi traucējumi, galvenās kulminācijas moments tomēr parādās.

Vidējais pieaugums iesākas mazāk strauji nekā tekošais pieaugums, kulminē vēlāk un ilgāk turas kulminācijas augstumā. Svarīgākais tomēr ir tas, ka vidējais pieaugums savā kulminācijā līdzīgs tekošajam. Pirms kulminācijas tas ir zemāks par tekošo, bet pēc kulminācijas — augstāks par to (94. attēls).

Apzīmēsim tekošo pieaugumu n vecumā ar z_n un $n+1$ vecumā ar z_{n+1} , bet vidējo pieaugumu attiecīgos vecumos ar ϑ_n un ϑ_{n+1} .

Tekošais pieaugums par $n+1$ gadu tad izteiksies šādi:

$$z_{n+1} = \vartheta_{n+1} (n+1) - \vartheta_n n, \text{ vai}$$

$$z_{n+1} = \vartheta_{n+1} \cdot n + \vartheta_{n+1} - \vartheta_n n \text{ vai}$$

$$z_{n+1} - \vartheta_{n+1} = n (\vartheta_{n+1} - \vartheta_n).$$

No šejienes izriet, ka:

ja $\vartheta_{n+1} \geq \vartheta_n$, tad $z_{n+1} \geq \vartheta_{n+1}$, t. i., ja vidējais pieaugums palielinās, tad tekošais pieaugums ir lielāks par vidējo, un otrādi: ja vidējais pieaugums pamazinās, tad tekošais pieaugums ir mazāks par vidējo.

Ja $\vartheta_{n+1} = \vartheta_n$, tad $z_{n+1} = \vartheta_{n+1}$, t. i., ja vidējais pieaugums nemainās, tad tekošais pieaugums līdzīgs vidējam.

95. §. Pieauguma procenta noteikšana

Koka absolūtais pieaugums vēl nedod pilnīgi skaidru jēdzienu par pieauguma apmēriem. Izteiksmīgāks ir relatīvais pieaugums — pieaugums attiecināts pret lielumu, no kā tas radies. Tā mēs nonākam pie pieauguma procenta.

Ja kāds zināms lielums q n gadu laikā pieaug ar p procentiem līdz galīgai vērtībai Q un tādējādi radies pieaugums atkal turpina pieaugt tālāk, tad lielums q attīstās pēc ģeometriskās rindas likumiem

$$Q = q \cdot 1.0p^n, \quad (2)$$

un pieauguma procents

$$p = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{Q}{q}} - 1 \right) \quad (3)$$

Ši ir pazīstamā pieauguma procentu formula, kas balstās uz pieņēmumu, ka koka taksācijas elementi arī pieaug ģeometriskas rindas veidā. Pētījumi rāda, ka koku pieaugums zināmos periodos ir diezgan tuvs procentu procentu rindai, bet lielākā vecumā uzrāda lielāku saskaņu ar vienkāršu aritmētisko progresiju.

Minētā formula līdz šim uzskatīta par visai precīzu pieauguma procenta noteikšanai. Tomēr daudzos gadījumos vēl nepietiekami noskaidrots, cik drošus un pieņemamus rezultātus tā dod. Turklāt savas uzbūves dēļ šī formula ļoti neērta praktiskai lietošanai, jo saistīta ar logaritmēšanu. Tas viss ir devis iemeslu meklēt citu, ērtāku un reizē pietiekami drošu paņēmieni pieauguma procenta noteikšanai.

Iedomājoties īsus augšanas periodus un attīstību izteiktu grafiski liknes veidā, mazus liknes gabaliņus ar nelielu kļūdu var pieņemt par taisni, t. i., pieņemt, ka lielums q pieaug aritmētiskā progresijā.

Attiecinot pieaugumu $Q - q$ uz sākuma lielumu q un sadalot to vienmēriģi pa n gadiem, varam uzrakstīt šādu attieksmi:

$$p : 100 = \frac{Q - q}{n} : q,$$

$$p = 100 \frac{Q - q}{nq}.$$

Ar šo formulu aprēķina pieauguma procentu arvien par lielu. Daudz labāku formulu ieteicis Preslers:

$$p = \frac{Q - q}{Q + q} \cdot \frac{200}{n},$$

kur $Q - q$ ir pieaugums n gadīgā periodā. Pieaugums 1 gadā būs $\frac{Q - q}{n}$. Attiecinot to pret sākuma lieluma q un beigu lieluma Q , aritmetisko vidējo $\frac{Q + q}{2}$ dabūsim:

$$p : 100 = \frac{Q - q}{n} : \frac{Q + q}{2} \quad \text{un}$$

$$p = \frac{Q - q}{Q + q} \cdot \frac{200}{n}, \quad (4)$$

Salīdzinot ar (3), šīs formulas rezultāti ir mazliet par maziem. Ja perioda gadu skaits n nepārsniedz 20 gadu un $p < 5\%$, tad šādās robežās abu formulu rezultāti ir praktiski vienādi. Ja $p > 5\%$, kas parasti ir koka jaunības gados, tad Preslera formula dod jau ļoti atšķirīgus rezultātus.

Apmēram tikpat vienkārša ir prof. Kunces formula:

$$p = \frac{Q - q}{Q(n-1) + q(n+1)} \cdot 200. \quad (5)$$

Preslera formula savas vienkāršības dēļ tomēr ir visvairāk lietotā.

96. §. Koka augšana garumā un augstuma pieaugums

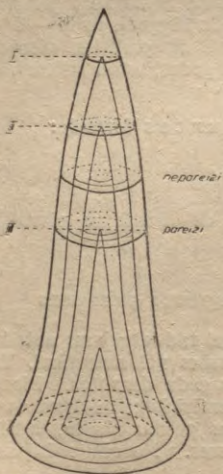
Augoša koka augstuma pieaugumu tikai tad iespējams noteikt, ja atsevišķi gada dzinuma posmi no zemes vēl saskatāmi. Tas iespējams priecī un egļi dažos pirmajos gadu desmitos. Pieauguma noteikšanai ar kādu augstummēru izmēri koka augstumu un, atskaitot no galotnes vajadzīgo dzinumu posmu skaitu, izmēri attiecīgo zaru mieturu augstumu virs zemes. No abu mērījumu diferences atrod augstuma pieaugumu.

Citos gadījumos augstuma pieaugumu iespējams noteikt tikai koku nocērtot. Pieauguma noteikšanas uzdevums tad var būt

divējāds: vai nu noteikt pieaugumu par zināmu laiku, vai arī augstuma attīstību visā koka augšanas laikā.

■ Pirmajā gadījumā nosaka vispirms vecumu un tad, atskaitot pēc zaru mieturiem vai zaru vietu puniēm dzinumu posmus, atrod vietu, kur attiecīgā vecumā bijusi koka virsotne. Attālums no resgāja griezuma līdz šai vietai izteiks koka augstumu šādā vecumā.

Ja zaru mieturu vietas vairs nav saredzamas un miza ir viscaur gluda, tad jālieto atgarināšanas paņēmieni. Tānī vietā, kur iedomātais augstuma punkts varētu atrasties, stumbru pārzāgē un griezuma vietā izskaita gadskārtas. Gadskārtu skaits rāda, cik gadu bijis nepieciešams, lai koks izaugtu līdz šim augstumam. Ja griezuma vietā ir tieši tik gadu, par cik gadiem atpakaļ grib pieaugumu noteikt, tad jāizmēri šīs vietas atstatums no galotnes, un pieaugums būs atrasts. Ja griezuma vietā nebūs vajadzīgā gadu skaita, tad mēģinājumu ceļā, pārzāgējot vienā un otrā vietā I, II, III (92. attēls), jāatrod tāda vieta, kur griezumā būtu meklētais gadu skaits. Stumbra pārzāgēšanu



92. att. Stumbra atgarināšana garuma pieauguma noteikšanai

ieteicams izdarīt tanīs vietās, kur, pēc ārējām pazīmēm spriežot, varētu būt bijusi zaru mieturu vieta. Teoretiski pareizi būtu, ja griezuma virspusē atrastos n gadskārtas, bet apakšpusē $n + 1$ gadskārta. Zāgēšanu var aizstāt ar pieauguma svārpsta urbumiem, pārbaudot gadskārtu skaitu uz urbuma skaidas cilindra.

Ja jāatrisina otrs uzdevums — jānoskaidro augstuma pieauguma attīstība visa koka augšanas laikā, citiem vārdiem, augšana augstumā, tad jāizdara t. s. augstuma analīze. Pārbaudot jaunākus skuju kokus, var atkal izlīdzēties ar dzinumu posmu atskaitīšanu, bet vecākiem un lapu kokiem stumbrs ir jāsadala sekcijās. Parasti stumbru sadala 2 m garās sekcijās, atsevišķos gadījumos īsākās. Griezumu vietās izskaita gadskārtas, jo tās izteic gadu dzinumu skaitu virs attiecīgās vietas. Augstuma analīzi vislabāk paskaidrot ar šādu piemēru. LLA mā-

cību un izmēģinājumu mežsaimniecības Šķēdes novadā nocirstais egles stumbrs sakņu kakla griezumā uzrāda 99 gadskārtas. Stumbra garums 31,4 m, caurmērs krūšaugstumā ar mizu 38,5 cm, bez mizas 37,2 cm. Stumbrs sazimēts 2 m garās sekcijās un griezumi izdarīti sekciju vidū, t. i., pie nepāra metriem. Griezumos izskaitīts šāds gadskārtu daudzums:

Griezuma augstums virs sakņu kakla m	Gadskārtu skaits griezumā	Cik gados sasniegts griezumā augstums
0,0	99	0
1,0	88	11
3,0	80	19
5,0	77	22
7,0	75	24
9,0	72	27
11,0	68	31
13,0	63	36
15,0	58	41
17,0	55	44
19,0	51	48
21,0	47	52
23,0	41	58
25,0	35	64
27,0	27	72
29,0	16	83
30,0	10	89

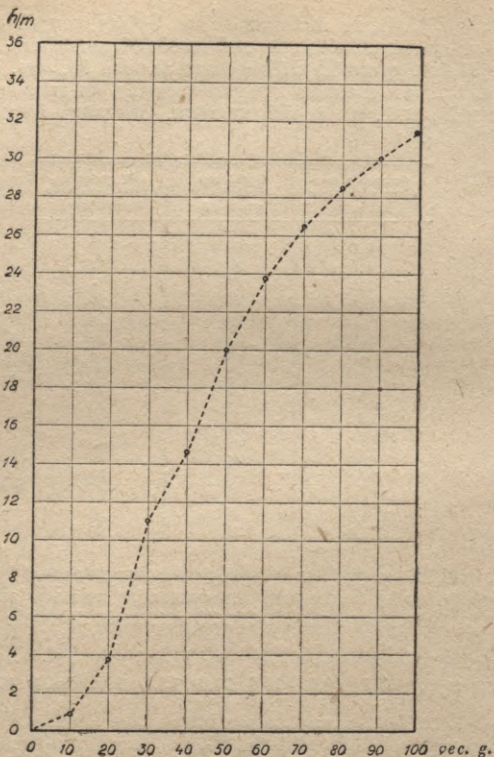
Pēc gadskārtu skaita var aprēķināt, cik gados koks sasniedz attiecīgā griezumā augstumu. Interpolācijas ceļā var arī noteikt, kāds bijis koka augstums 10, 20, 30 utt. gadu vecumā:

Vecums g.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Augstums m	0,9	3,7	10,5	14,6	20,0	23,7	26,5	28,5	30,1	31,4

Atliekot uz abscisas vecumus, uz ordinātes augstumu un punktus savienojot, dabūsim likni, kas izteiks koka augšanu augstumā jeb augstuma attīstības gaitu (93. attēls). Interpolāciju var izdarīt arī grafiski, uzliekot uz milimetra papīra griezumā augstumus pret abscisām - vecumiem. Punktus ar roku brīvi izlīdzinot, var no liknes nolasīt katram vecumam atbilstošu augstumu.

No pēdējās skaitļu rindas var viegli aprēķināt arī kā vidējo, tā tekošo augstuma pieaugumu. Vidējais augstuma pieaugums

$z_h = \frac{h_a}{a}$, t. i., augstums attiecīgā vecumā dalīts ar gadu skaitu.



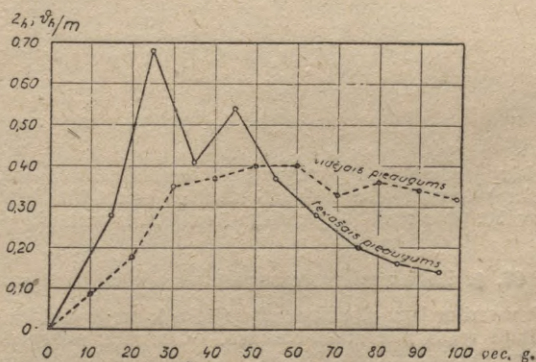
93. att. Egles stumbra augstuma attīstības gaita

Turpretim tekošais pieaugums $\vartheta_h = \frac{h_a - h_{a-n}}{n\delta}$, t. i., pieaugums no $a-n$ līdz a gadam dalīts ar perioda gadu skaitu n .

No augstuma analīzes skaitļiem var aprēķināt vidējo un tekošo pieaugumu dažādos vecuma momentos,

Vecums a	Vidējais pieaugums Z_h	Tekošais pieaugums ϑ_h
10	0,09	0,09
20	0,18	0,28
30	0,35	0,68
40	0,37	0,41
50	0,40	0,54
60	0,40	0,37
70	0,38	0,28
80	0,36	0,20
90	0,34	0,16
99	0,32	0,14

Atliekot abu pieaugumu vērtības koordinātu tīklā, dabūsim pieaugumu grafiku, kas rāda tekošā un vidējā pieauguma raksturīgās attieksmes (94. attēls). Vidējais pieaugums sākumā ir mazāks



94. att. Egles stumbra vidējais un tekošais augstuma pieaugums

par tekošo, kulminācijas momentā ir vienāds ar to, bet pēc kulminācijas pakāpeniski pazeminās, visu laiku turēdamies virs tekošā. Lūzums tekošā pieauguma līknē starp 30. un 40. gadu izskaidrojams ar kāda augsšanas faktora ietekmi, bet vispārējo līknes raksturu tas daudz nemaina.

No augstuma analīzes skaitļiem var aprēķināt arī augstuma pieauguma procentus. Salīdzināšanas dēļ aprēķināsim tos pēc abām apskatītām formulām

$$P_h = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{h_a}{h_{a-n}}} - 1 \right), \quad I$$

$$P_h = \frac{h_a - h_{a-n}}{h_a + h_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}. \quad II$$

Tekošā augstuma pieauguma procents

Vecuma periods	$P_h I$	$P_h II$
10—20	15,2	12,2
20—30	11,0	9,6
30—40	3,4	3,3
40—50	3,2	3,1
50—60	1,7	1,7
60—70	1,1	1,1
70—80	0,7	0,7
80—90	0,5	0,5
90—99	0,5	0,5

Koka jaunībā, kad pieauguma procents lielāks par 5, otrā (Preslera) formula dod nedaudz mazākus rezultātus, bet sākot jau ar 30. gadu rezultāti pēc abām formulām ir praktiski vienādi.

97. §. Koku augšana resnumā un caurmēra pieaugums

Pavasari ar lapu plaukšanu sākas koku kambija darbība, kuras rezultātā rodas pieaugums resnumā. Caurmēra pieaugumu no-cirstam stumbram var mērīt kurā katrā vietā, bet jāievēro, ka dažādās stumbra daļās tas būs dažāds. Šai gadījumā caurmēra pieauguma noteikšana nav pašmērķis, bet gan saistīta ar masas pieauguma noteikšanu, tadēļ parasti to izdara noteiktā vietā — krūšaugstumā, stumbra vidū vai arī dažās citās vietās saskaņā ar lietotām tilpuma noteikšanas metodēm. Augošiem kokiem krūšaugstums ir vai gandrīz vienīgā pieejamā vieta.

Caurmēra pieaugumu noteic radiāli stumbra asij — uz šķērs-griezumiem. Pieaugums attiecas ne tikai uz koksni, bet arī uz mizu,

kaut gan mizai ir citi pieauguma likumi. Tomēr mizas pieaugumam maza nozīme, un visos tanīs gadījumos, kur mērišanu izdara atkārtoti, piem., parauglaukumos, to ieskaita koksnēs pieaugumā.

Pieauguma noteikšanu mežā parasti neizdara. Ērtākai strādāšanai no stumbra vajadzīgā vietā izzāgē 2—5 cm biezu ripu perpendikulari stumbra asij, atzīmē uz tās debess puses un numuru, saudzējot mērišanai paredzēto ripas virspusi. Mērišanu izdara kameralos apstākļos, ripu vispirms nogludinot. To novieto uz galda, novelk uz tās ar zīmuli un linealu vajadzīgos caurmērus un izdara mērījumus ar vēlamu noteiktību.

Ja gadskārtas ir šauras, tad mazus pieauguma lielumus grūti izmērīt. Tāpēc parasti mēri nevis pašus pieaugumus kā tādus, bet gan caurmērus perioda sākumā un beigās, aprēķinot pieaugumu kā caurmēru diferenci. Vienīgi augošiem kokiem uz urbumu skaidām pieaugumu izmēri vieši.

Mērišanai lieto linealu ar noplacinātu malu un sīkām milimetru iedaļām. Isti piemēroti ir arī plāni tērauda lineali vai īsas tērauda mērsloksnītes. Speciāli konstruēts šādai vajadzībai ir pieauguma lineals (13. §), kas caurmēru mērišanai uz ripām ir īsti parocīgs.

Dažreiz gadskārtas ir tik šauras, ka to izmērišanai lineālā milimetru iedalījums vēl ir par rupju. Tādā gadījumā jāņem palīgā binokulārā vai preparējamā lupa, ar kuras palīdzību gadskārtu platumu var izmērīt līdz $\frac{1}{20}$ mm.

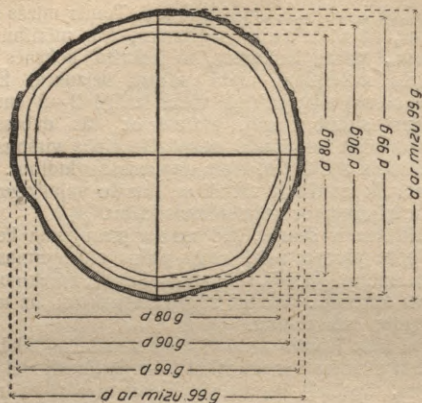
Jāievēro, ka izzāgētas ripas nevar ilgi uzglabāt, jo tās diezgan ātri izzūst un saplaisā.

Ērtākai un noteiktākai caurmēru izmērišanai ir lietderīgi vajadzīgās gadskārtu robežas rūpīgi apvilkt ar zīmuli, vai arī tās nokopēt uz caurspīdīga papīra. Ja ripa labi nogludināta, tad mērišanu var izdarīt turpat uz ripas. Caurmērus mēri divos savstarpēji perpendikularos virzienos. Virzienus var izvēlēties dažādus, bet lai noskaidrotu debess puses ietekmi, labāk ieturēt ZD un AR virzienus, vadoties no iepriekšējas Z atzīmes uz ripas.

Vispirms izmēri caurmēru ar mizu, tad — bez mizas. Atskaitot no perifērijas tik gadskārtu, par cik gadiem grib aprēķināt pieaugumu, izmēri atkal attiecīgo caurmēru divos savstarpēji perpendikularos virzienos (95. attēls).

No iepriekšējā piemērā apskatītā stumbra izzāgēta ripa 1,3 m augstumā un uz ripas izdarīti šādi mērījumi:

Vecums a	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99 g.
d _{1,3} cm										
ar mizu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	38,5
bez mizas	—	4,8	16,0	23,4	26,9	29,1	30,9	32,6	34,9	37,2



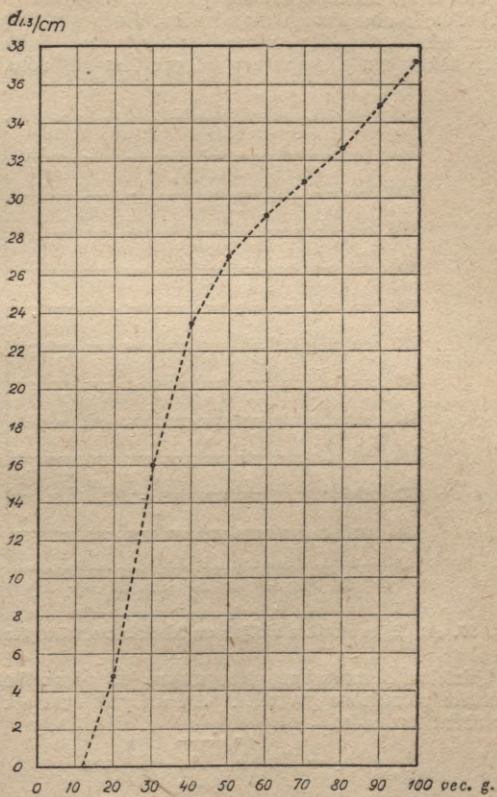
95. att. Stumbra šķērsriezuma caurmēru mērīšanas schema

Uzliekot uz abscisas vecumus, uz ordinātes caurmērus un punktus savienojot, dabūsim caurmēru attīstības likni, kas raksturo koka augšanu resnumā (96. attēls).

No šiem pašiem skaitļiem varam aprēķināt arī vidējo un tekošo caurmēra pieaugumu

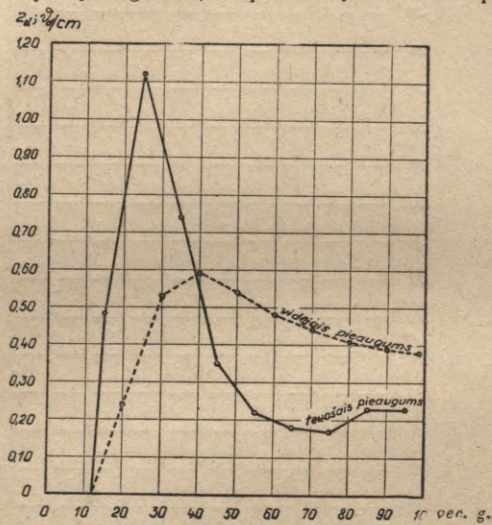
$$Z_d = \frac{d_a}{a} \quad \text{un} \quad \vartheta_d = \frac{d_a - d_{a-n}}{n},$$

Vecums a	Vidējais pieaugums Z_d	Tekošais pieaugums ϑ_d
10	—	0,48
20	0,24	1,12
30	0,53	0,74
40	0,59	0,35
50	0,54	0,22
60	0,48	0,18
70	0,44	0,17
80	0,41	0,23
90	0,39	0,23
99	0,38	



96. att. Egles stumbra resnuma attīstības gaita.

Vidējā un tekošā caurmēra pieauguma grafiskais attēls (97. att.) rāda šo abu pieaugumu sakarību. Vidējais pieaugums jaunībā ir zem tekošā, tad 40 g. vecumā sasniedz savu kulmināciju un ir līdzīgs tekošajam pieaugumam, lai pēc tam noslidētu zem pēdējā.



97. att. Egles stumbra vidējais un tekošais caurmēra pieaugums

Līdztekus absolūtajam pieaugumam ļoti pārskatāmu ainu dod caurmēra pieauguma procents. Arī šai gadījumā aprēķināsim to pēc abām formulām

$$p_d = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{d_a}{d_{a-n}}} - 1 \right) \text{ un} \quad \text{I}$$

$$p_d = \frac{d_a - d_{a-n}}{d_a + d_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}, \quad \text{II}$$

lai spriestu par pēdējās formulas piemērotību pieauguma procenta noteikšanai koka jaunībā.

Tekošā caurmēra pieauguma procents

Vecuma periods	p _d I	p _d II
10—20	—	—
20—30	12,8	10,8
30—40	3,9	3,8
40—50	1,4	1,4
50—60	0,8	0,8
60—70	0,6	0,6
70—80	0,5	0,5
80—90	0,7	0,7
90—99	0,7	0,7

Jaunībā pieauguma procents ir stipri augsts, bet ar vecumu tas visai strauji krīt. Šai ziņā novērojama zināma analogija ar augstuma pieaugumu.

Līdzīgi var aprēķināt absolūto un relatīvo caurmēra pieaugumu arī citās stumbra vietās.

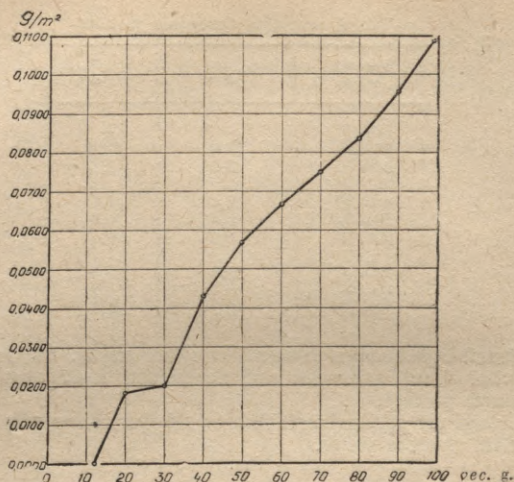
98. §. Koku šķērslaukuma pieaugums un šķērslaukuma attīstība

Tā kā $g = \frac{\pi d^2}{4}$, tad arī šķērslaukuma attīstība un šķērslaukuma pieaugums atkarīgi no caurmēra attīstības gaitas. Pēc izdarītiem caurmēra mērījumiem krūšaugstumā var noteikt, kāds bijis koka šķērslaukums krūšaugstumā dažādos vecumos:

Vecums a	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99 g.
Šķērs- laukums krūšaugst g _{1,3} /m ² ar mizu	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,1164
bez mizas	—	0,00181	0,0201	0,0430	0,0568	0,0665	0,0750	0,0835	0,0957	0,1087

Atkarībā no vēlamās noteiktības stumbra šķērslaukumu var aprēķināt vai nu pēc izmēritiem caurmēriem, vai arī tieši uz ripas vai ripas nospieduma, ar planimetru, grafiski vai citādi (26. §).

Šķērslaukuma grafiskais attēls (98. attēls) rāda koka šķērslaukuma attīstību krūšaugstumā.



98. att. Egles stumbra šķērslaukuma attīstības gaita

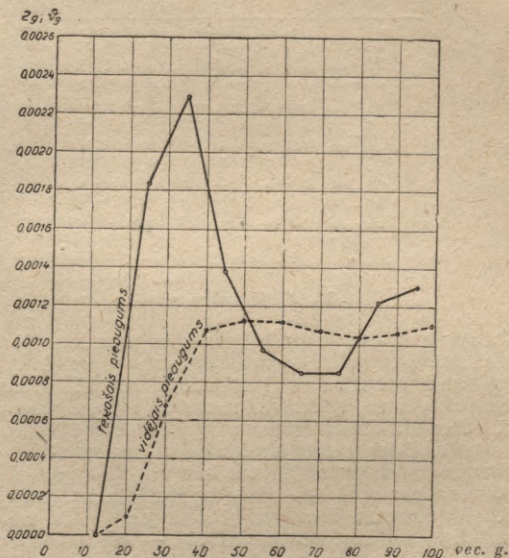
Aprēķinot vidējo un tekošo šķērslaukuma pieaugumu,

$$Z_g = \frac{g_a}{a} \quad \text{un} \quad \vartheta_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{n},$$

dabūsim šādus lielumus:

Vecums a g	Vidējais pieaugums Z_g m^2	Tekošais pieaugums ϑ_g m^2
10	—	—
20	0,00009	0,00183
30	0,00067	0,00229
40	0,00107	0,00138
50	0,00114	0,00097
60	0,00111	0,00085
70	0,00107	0,00085
80	0,00104	0,00122
90	0,00106	0,00130
99	0,00110	

Vidējā un tekošā šķērslaukuma pieauguma attieksmes reāzamas
99. attēlā.



99. att. Egles stumbra vidējais un tekošais šķērslaukuma pieaugums

Šķērslaukuma pieauguma procentu var noteikt tāpat kā iepriekš
apskatītiem taksācijas elementiem:

$$P_g = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{g_a}{g_{a-n}}} - 1 \right) \quad I$$

$$P_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a-n}} \cdot \frac{200}{n} \quad II$$

Tekošā šķērslaukuma pieauguma procents

Vecuma periods	P _g I	P _g II
10—20	—	—
20—30	27,2	16,7
30—40	7,9	7,3
40—50	2,8	2,8
50—60	1,6	1,6
60—70	1,2	1,2
70—80	1,1	1,1
80—90	1,4	1,4
90—99	1,4	1,4

99. §. Stumbra analīze

Stumbra analīze ir izsekošana koku stumbra taksācijas elementu attīstības gaitai iepriekšējos dzīves periodos. Tā sākas ar augstuma, caurmēra un šķērslaukuma noteikšanu dažādos koka dzīves periodos un beidzas ar masas un formas pārmaiņu noteikšanu. Stumbra analīzi izdara stingri noteiktā kārtībā, mērīšanas datus un aprēķinu rezultātus ierakstot īpašā veidlapā.

Stumbra analīzes mērķis var būt vai nu augšanas gaitas noskaidrošana par sevi, vai arī kādu apstākļu ietekmes noskaidrošana. Piemēram, dažreiz svarīgi noskaidrot viena vai otra mežsaimniecības vai kopšanas paņēmiena — nosusināšanas, kaitēkļu bojājumu vai citu kādu apstākļu ietekmi koka pieaugumā. Tādēļ atkarībā no stumbra analīzes mērķa analīzes gaitu pielāgo šīm specialajām prasībām, papildinot vispārējo aprakstu, specificējot sekciju garumu un laika periodus.

Stumbra analīzes lapas pirmajā pusē dod datus par koka atrašānās vietu, augšanas apstākļiem, tāpat audzes un paraugkoka raksturojumu. Pēdējo varam dot tikai pēc analīzes datu iegūšanas (sk. tālāk stumbra analīzes lapu).

Lai noskaidrotu tos faktorus, kas analizējamo koku varēja ietekmēt tā augšanas laikā, jāapraksta arī koka tuvākā apkārtnē. Jāatzīmē, cik tālu un kādā virzienā no analizējamā koka atrodas tuvākie koki, to suga, augstums, caurmērs, Krafra klase. Dati jānodod arī par celmiem, kas atrodas koka tuvumā. Tas nepieciešams, lai noskaidrotu varbūtējo sakņu konkurenci un vainagu

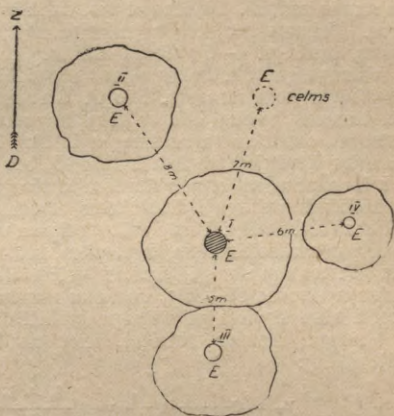
ietekmi iepriekšējos periodos. Visizdevīgāk šādu aprakstu saistīt ar nelielu skici, kur noteiktā mērogā un orientētu pēc debess pusēm var parādīt vietas situāciju (100. attēls).

Tālāk jāstājas pie paša analizējamā stumbra apraksta. Vispirms jāapskata, vai tam nav lielākas ārējās vainas, piem., mizas nobrāzumi, atsvekojumu brūces u. c., kas traucētu analīzi. Jāpārliciecinās arī, vai kokam vesela galotne. Ja nav citu ārēju pazīmju, tad, ar pieauguma svārstu ieurbjot, jānoskaidro, vai kokam nav serdes trupe, kas padara to analīzei nederīgu. Ja koks atbilst vajadzīgām prasībām un saskaņā ar analīzes nolūku arī vajadzīgām dimensijām, tad to uzskata par analīzei noderīgu.

Ar busoli vai kompasu nosaka ziemeļu virzienu, un koka mizā šai pusē ar skripstu ierauj garenisku svītru. Pirms koka nolaišanas izdara vēl dažus vainaga mērījumus, jo, kokam gulot gar zemi, vainags ir saspīests, un mēs vairs nevaram dabūt par to pareizu jēdzienu.

No iepriekš iztīrītā jau redzējām, ka vainaga lielumam ir sakars ar stumbra formu. Tāpēc stumbra analīze saistāma ar vainaga analīzi.

Vainaga garumu parasti nosaka, kokam gulot gar zemi, bet kokam augot, nosaka vainaga caurmēru un šķērslaukumu. Pēdējo noteic vainaga projekcijas laukuma veidā. To izdara tā, ka no vainaga periferijas raksturīgākiem punktiem iedomājas perpendikulus uz zemes virsu. Tos var nospraust ar caurmēru un vieglas kārts palīdzību, vai arī lietojot speciālus aparātus. Darbā par piemērotu izrādījies stud. J. L i e p a s konstruētais vienkāršais



100. att. Stumbra analīze; paraugkoka situācijas skice

aparats, kas darbojas uz spoguļa principa, bet kas vēl plašāk nav pazīstams. Var atzīmēt arī Baranova spoguļa projektoru koku vainagu mērīšanai. Vainaga projekcijas laukuma raksturīgos punktus uz zemes virsas var apzīmēt, iespraužot zemē mietiņus vai sausus zariņus. Savienojot tos, dabū projekcijas laukuma kontūras. Vainaga projekcijas laukumu noteiktā mērogā uzzīmē uz papīra, izmērijot 4—6 vainaga rādijus.

Vainaga garums, šķērslaukums un vidējais rādijs atrodas tiešā sakarībā ar koka resnumu. Pēc P. Sarmas pētījumiem vainaga šķērslaukums pieaug līdz ar koka resnumu, bet eglei vainaga un stumbra caurmēru attiecsmē svārstās 11—18, t. i., vainaga caurmērs tievākiem kokiem ir līdz 18, bet resnākiem (līdz 50 cm) līdz 11 reizēm lielāks par stumbra krūšaugstuma caurmēru.

Lielākais vainaga šķērslaukums atrodas nedaudz virs vainaga sākuma (101. attēls). Tāpēc vainaga figuru var uzskatīt kā sastāvošu no diviem paraboloidāliem ķermeņiem, saliktiem kopā ar resgaļiem. Pēc P. Sarmas pētījumiem eglēm lielākais vainaga šķērslaukums atrodas 55—80% no koku augstuma. Ar katru zemāko Krafta klasi šī vieta pa vainagu „pabīdās” uz augšu.

Vainaga tilpumu noteicot, iziet no lielākā šķērslaukuma q (101. attēls):

$$v_v = q \frac{l_1}{2} + q \frac{l_2}{2} = q \frac{l_1 + l_2}{2} = q \frac{l}{2} \quad (6)$$

$q \frac{l_1}{2}$ raksturo vainaga apgaismoto daļu, bet $q \frac{l_2}{2}$ — vainaga apēnoto daļu. Saulmiņu sugu kokiem apēnotā vainaga daļa ir neliela, bet ēnciešu kokiem, piem. eglei, 30—40% no visa vainaga tilpuma.

Vainaga virsu, kas lielākā vai mazākā mērā izteic asimilācijas laukumu, var aprēķināt šādi:

$$S = 2 \pi r \cdot 0,7 l, \quad (7)$$

kur S — vainaga virsa, r — vidējais vainaga rādijs un l — vainaga garums.

Pēc vainaga analīzes var stāties pie koka nolaišanas. Koka krišanai jāizvēlas līdzena vieta, lai kritot nenolūztu stumbra galotnes. Tāpat jācenšas koku nolaist, lai tas neiekārtos vai kritot nenobrāztu mizu. Ja nav nekādu sevišķu šķēršļu, tad jācenšas koku nozāģēt sakņu kaklā, t. i. vietā, ko mēs uzskatām par stumbra sākumu. Priekš tam izdarāms diezgan viegli, bet eglei to dažreiz traucē lielās sānsaknes. Ja tas nav iespējams, tad zāģēšanu izdara



101. att. Stumbra analīze; koka vainaga mērīšana

celma augstumā. Izdarot iecirti, jāšargās sabojāt stumbra resgaļa griezumam. Vislabāk no pretējās puses nedaudz iezāgēt un iecirti izdarīt zem zāģējuma vietas. Koku nolaižot jāraugās, lai tas krītot neatplēstu no stumbra resgaļa atskaidu.

Kad koks nolaists, pārbauda, vai krītot nav nolūzusi tā galotne. Ja nolūzusi pati virsotne, tad to pievāc, lai vēlāk tā nepiejauktos

zariem un nepazustu. Pirms zaru nodarināšanas stumbram izmēri pirmā sausā zara, pirmā zaļā zara un vainaga sākuma atstatumu no resgaļa griezuma. Stumbram nodarina zarus ar vajadzīgo uzmanību, lai, atcērtot zaru, neatšķeltu arī daļu no stumbra. Galotni nodarina līdz pēdējā gada dzinuma posmam, atstājot to neskartu.

Nodarinātos zarus rūpīgi savāc un šķiro. Taisnos, resnos un pareizi veidotos zarus sagarina 1 m garās pagalēs un sakrauj atsevišķi, tāpat arī sīkākos zarus bez skujām un lapām. Atsevišķi nokrauj arī sīkos zariņus ar skujām un lapām, jo visas trīs šīs zaru kategorijas tiek taksētas katra par sevi. Resnāko un taisno, pagalēs sagarināto zaru tilpumu nosaka ar stereometriskām formulām, parasti ar vienkāršo viduslaukuma formulu, izmēriņot pagales vidū divus savstarpēji perpendikularus caurmērus. To tilpuma noteikšanai var lietot arī cilindru tilpuma tabulas. Lapu kokiem, kam stumbra galotnes daļa sazarojas, lielāko zaru pieņem par stumbra turpinājumu un analizē līdz ar stumbru. Nepareizas formas zaru un zariņu, tāpat arī sīko zariņu un lapu resp. skuju tilpumu nosaka ar svara vai īpatnējā svara metodi. Ja stumbra analīzes nolūks ir noskaidrot tikai paša stumbra attīstības gaitu, tad nodarinātos zarus tuvāk nepēti.

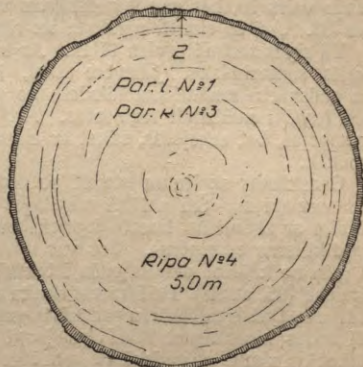
Notīrītajam stumbram ar mērsloksni izmēri garumu un reizē iezīmē arī vietas, no kurām jāizzāgē ripas. Tāpat līdz ar garuma mērīšanu izkalkulē, kādi sortimenti no stumbra iegūstami un atzīmē vainas, ja tādas, sevišķi augstākajās stumbra daļās, iepriekšējā apskatē nav pamanītas.

Analīzei stumbru sadala sekcijās. Sekciju garums un iedalījums atkarīgs no stumbra izmēriem un analīzes nolūka. Parastais sekciju garums 2 metri, bet nelieliem un nomāktiem stumbriem — 1 m. Sekciju garumu vispār var ņemt pēc vajadzības un apstākļiem; 2 m garām sekcijām ir tā priekšrocība, ka pēc ripas izzāgēšanas 2 m garais klucis vēl ļabi izmantojams. Izzāgējot ripas sekciju vidū, griezumus jāizdara pie nepāra metru skaita, t. i., pie 1,0, 3,0, 5,0 m utt. Ja stumbru nozāgē celma augstumā, tad sekciju garumu rēķina no šīs vietas un griezumus izdara pie 1,3 m, 3,3 m, 5,3 m utt. Paliēkot pie 2 m garām sekcijām, mēriņot stumbra garumu, griezuma vietas iezīmē pie 1,0 m, 3,0 m, 5,0 m utt. Ja stumbra garums neizteicas metru pāra skaitļos, bet virs pēdējās veselās sekcijas paliek pāri nepilnas sekcijas garums, tad griezumus jāizdara arī pēdējās veselās sekcijas tievakajā galā. Pirms stumbra sagarināšanas izmēri caurmēru ar un bez mizas stumbra vidū, $\frac{1}{4}$ un $\frac{3}{4}$ no garuma.

Pirmo ripu atzāgē no resgaļa, bet pārējās — atzīmētās griezuma vietās, sekciju vidū. Dažreiz mēdz izzāgēt ripu arī krūšaugstumā, jo daudzi aprēķini saistīti ar caurmēru un šķērslaukumu krūšaugstumā. Ripas izzāgē tik plānas, lai tās, transportējot un tālāk apstrādājot, nesalūztu. Resnākā stumbra daļā tās ņem biežākas, 4—5 cm, bet galotnes daļā 2—3 cm.

Katras ripas apakšpusē ar ķīmisko zīmuli atzīmē parauglaukuma numuru, paraugkoka numuru, ripas kārtējo numuru un augstumu, no kāda ripa ir izgriezta (102. attēls). Pēc stumbra ziemeļu puses atzīmes to katrā ripā norāda ar bultiņu. Ar to stumbra analīzes lauka darbi jāuzskata par paveiktiem. Ripu analīzi izdara kameralos apstākļos.

Ja ripas nav tālu transportējamas, tās saliek maisos, bet vislabāk kastēs. Ja nav izredzes tās tūlī apstrādāt tālāk, tad tās iesaiņojamas mitrās sūnās, lai zūstot nesaplaisātu. Jāievēro tikai, ka, stāvot ilgāku laiku mitrumā un siltumā, ripas sazilē un sāk pelēt. Vislabāk tās apstrādāt iespējami drīz pēc izzāgēšanas.



Lai labāk būtu sa- 102. att. Stumbra analīze; ripas apzīmēšana
skatāmas un izmērijamas

gadskārtas, ripas virspusi nogludina viscaur vai tikai divās savstarpēji perpendikularās slejās tanīs virzienos, kādos paredzēts mērit caurmērus. Nogludināšanu var izdarīt ar asu ēveli, slīmešu vai apaļo kaltu. Par ļoti labu rīku izrādījies greblis. Turot to ieslīpi pret gadskārtām, var panākt ļoti gludu griezumus.

Uz apakšējās ripas, kas izzāgēta sakņu kaklā, vispirms uzmanīgi izskaita gadskārtas, lai noteiktu koka vecumu. Ieteicams tās izskaitīt pa vairākiem radijiem. Ja atrod to pašu skaitu, tad rezultātu var pieņemt par pareizu. Ja gadskārtas ļoti šauras, tad tās var padarīt saskatāmākas ar saslapināšanu vai iekrāsošanu, un to saskaitīšanai jāņem palīgā lupa. Konstatēto gadskārtu skaitu ar ķīmisko zīmuli uzraksta uz ripas.

Zinot koka vecumu, jāizšķiras, par kādiem laika periodiem analīze izdarāma. Jauniem kokiem periodu pieņem 5 gadi, bet normali pieturas pie 10-gadiem periodiem. Dalot koka vecumu ar 10, atrod, cik gadu paliek atlikumā. Šo gadu skaitu visām ripām atskaita no periferijas, bet tālāk pa veselīem desmitiem.

Piemērā minētajam stumbram uz pamata ripas izskaitītas 99 gadskārtas. No periferijas atskaita 9 gadskārtas, atzīmē ar ķīmisku zīmuli, ievēkot uz gadskārtu robežas tievu svītriņu un tālāk atskaita pa desmit gadskārtām, katru reizi tāpat atzīmējot. To pašu dara arī uz nākošās ripas. Tur pēdējā posmā pie centra nebūs vairs 10, bet gan 9 gadskārtas un kopējais gadskārtu skaits būs 88. Arī šo skaitli uzraksta uz ripas.

Tā ripas sazimē arvien tālāk. Ar katru nākošo ripu gadskārtu skaits samazināsies. Jāievēro tikai, ka visām ripām skaitīšana un gadskārtu sazimēšana jāizdara no periferijas uz centru, jo tas dod iespēju salīdzināt rezultātus. Ārējās gadskārtas visām ripām ir kopējas, bet sekojošās, sākot ar augšējām sekcijām, pakāpeniski izpaliek.

Gadskārtas skaita un atzīmē pa nodomātiem caurmēru mērīšanas virzieniem. Šai nolūkā minētajos virzienos pa nogludinātām vietām ar zīmuli un lineālu iepriekš novelk divus savstarpēji perpendikularus caurmērus. Tos var novilkt dažādos virzienos, bet ja grib noskaidrot debess pušu ietekmi, tad tos novelk ZD un AR virzienā (95. attēls). Gadskārtas skaita un atzīmē pa visiem četriem virzieniem. Dažreiz divkāršu gadskārtu vai arī gadskārtas izpalikšana dēļ rodas nesaskaņas. Tādā gadījumā gadskārtas var pārbaudīt, velkot ar zīmuli pa gadskārtu robežām un konstatējot, kurā vietā ir radušās neskaidrības. Gadskārtu izpalikšanu vislabāk konstatēt pēc raksturīgajām gadskārtām. Ir dažas zīmīgas gadskārtas ar platāku vēlinās koksnes kārtu, kas visās griezumā vietās viegli pamanāma. Šīs gadskārtas var izlietot kontrolei. Atskaitot no tām dažādos augstumos gadskārtas līdz nākošai raksturīgai gadskārtai, ir jādabū viens un tas pats skaits. Ja kādā vietā rodas starpība, tad jāizseko gadskārtas izpalikšanai.

Caurmēru mērīšanai lieto lineālu ar noplacinātu malu un milimetra iedaļām. Dažos gadījumos, ja gadskārtas ļoti sikas vai ja to prasa pētīšanas nolūks, jāmēri ar sikākām iedaļām, lietojot binokularu vai preparējamo lupu ar mikrometru. No abiem mērījumiem divos savstarpēji perpendikularos virzienos aprēķina aritmētisko vidējo un ieraksta stumbra analīzes lapas ailē 2. un 3. lappusē. Mērīšanu sāk ar pamata ripu. Vispirms izmēri pašreizējo caurmēru ar mizu un bez mizas, tālāk starp atzīmēm pēc

Stumbra analīze

Vietas apraksts

Mežsaimniecība:	LLA mācību un izmēģinājumu mežsaimniecība
Iecirknis, novads:	Šķēdes
Apgaite:	Kaziņu
Kvartals:	37.
Nogabals (ierīcības gads):	1 (1935. g.)
Parauglaukums:	1. 0,5 ha
Paraugkoks:	3.
Makroreljefs:	uzkalnains
Mikroreljefs:	gandrīz līdzens
Ekspozīcija:	līdzena DR nogāze
Virsūdeņi:	neuzkrājas
Pamatūdeņi:	dziļi
Augsna:	vidēji izskalota mālaina smiltis uz māla merģeļa pamatieža

Audzes raksturojums

Tips:	eglājs
Mistrojums:	10 E
Vecums:	80—100 g.
Biezība:	0,8
Bonitate:	I
Paauga:	retas E grupas 1—10 g.
Pamežs:	rets, pilādzis
Zemsega:	raksturīgie eglāja zemsegas augi.

Paraugkoka raksturojums

Krafta klase:	I	Vainaga caurmērs:	6 m
Vecums:	99 gadi	Pirmā sausā zara sākums:	14,0 m
Augstums:	31,4 m	Pirmā zaļā zara sākums:	15,0 m
Caurmērs krūšaugstumā		Vainaga sākums:	19,0 m
(ar mizu):	38,5 cm	Stumbra rupjkoknes daļas	
$d_{1/2}$ (ar mizu)	25,8 cm	garums:	28,4 m
q_1 (bez mizas)	0,828	Stumbra lietkoknes daļas	
q_2 „ „	0,657	garums:	25,0 m
$q_{1/2}$ „ „	0,408	tievgāja caurmērs:	14,2 cm
Veidskaitlīš f	0,471	Stumbra lietkoknes tilpums	1,7128 m ³
Stumbra tilpums (ar mizu)	1,7501 m ³	Stumbra malkas daļas	
Stumbra tilpums (bez mizas)	1,6090 m ³	tilpums:	0,0373 m ³
Masas pieauguma procents		Mizas tilpums:	0,1411 m ³
(istais)	1,8%	Mizas procents:	8,1%
a) Preslera	1,9%		
b) Šneidera	1,8%		
c) Ostvalda	1,8%		

2. lpp.

Mežsaimniecība: LLA mācību un pētījumu mežs-ba
 Novads: Šķēdes
 Kvartals: 37.

STUMBRA

Rīpas			C a u r m ē r i u n											
Nr. pēc kārt.	Griežuma augst. m	Gadskārtu skaits	99		90		80		70					
			Ar mizu		B e z									
			cm	m ²	cm	m ²	cm	m ²	cm	m ²	cm	m ²		
1	0,0	99	66,5	0,3473	65,3	0,3349	59,7	0,2799	56,8	0,2534	54,8	0,2359		
2	1,0	88	43,1	0,1459	41,5	0,1353	36,8	0,1064	36,1	0,1024	33,5	0,0881		
3	1,3	85	38,5	0,1164	37,2	0,1087	34,9	0,0957	32,6	0,0835	30,9	0,0750		
4	3,0	80	37,4	0,1099	36,2	0,1029	34,0	0,0908	31,7	0,0789	29,9	0,0702		
5	5,0	77	35,1	0,0968	33,9	0,0903	32,0	0,0804	29,9	0,0702	28,2	0,0625		
6	7,0	75	32,8	0,0845	31,5	0,0779	29,5	0,0683	27,4	0,0590	26,0	0,0531		
7	9,0	72	31,2	0,0765	29,8	0,0697	28,0	0,0616	26,0	0,0531	24,4	0,0468		
8	11,0	68	29,9	0,0702	28,5	0,0638	26,8	0,0564	24,9	0,0487	23,1	0,0419		
9	13,0	63	28,4	0,0633	27,2	0,0581	25,5	0,0511	23,4	0,0430	21,4	0,0360		
10	15,0	58	26,5	0,0552	25,4	0,0507	23,8	0,0445	21,7	0,0370	19,5	0,0299		
11	17,0	55	24,6	0,0475	23,6	0,0437	22,0	0,0380	19,9	0,0311	17,6	0,0243		
12	19,0	51	22,7	0,0405	21,6	0,0366	20,0	0,0314	17,8	0,0249	15,3	0,0184		
13	21,0	47	20,5	0,0330	19,8	0,0308	17,8	0,0249	15,4	0,0186	12,3	0,01188		
14	23,0	41	17,9	0,0252	17,0	0,0227	14,9	0,01744	12,1	0,01150	8,1	0,00515		
15	25,0	35	14,2	0,01584	13,0	0,01327	11,0	0,00950	8,2	0,00528	3,8	0,001134		
16	27,0	27	10,0	0,00785	9,1	0,00650	7,0	0,00385	3,9	0,001195	—	—		
17	29,0	16	5,8	0,00264	5,1	0,00204	2,6	0,000531	—	—	—	—		
18	30,0	10	3,5	0,000962	3,1	0,000755	—	—	—	—	—	—		
Sektiju vidus- laukumu summa			—	0,874830	—	0,804310	—	0,685121	—	0,584875	—	0,489364		
Visu sektiju til- pums m ³ . . .			—	1,749660	—	1,608620	—	1,370242	—	1,169758	—	0,978728		
Galotnes koku tilpums m ³ . . .			—	0,000449	—	0,000352	—	—	—	—	—	—		
Stumbra til- pums m ³ . . .			—	1,750109	—	1,608972	—	1,370242	—	1,169758	—	0,978728		

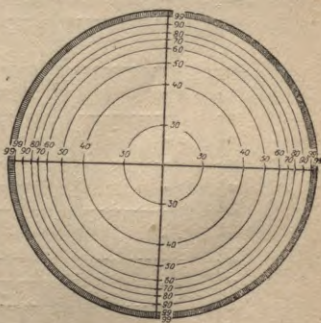
Vecums	Augstuma attīstības gaita		Caurmēra attīstības gaita		Stumbra tilpums (bez mizas) m ³	Tilpuma gada pieaugums m ³		Tilpuma tekosā pieaug. proc.	Veid. skaits	Piezīmes
	Augstums m	Tekošais augstuma pieaugums m	Caurmērs krūš. augstumam cm	Krūš. augstuma caurmēra tekosais pieaugums cm		Tekošais	Vidējais			
10	0,9	0,28	—	—	0,000068	0,000068	51,1	—		
20	3,7	0,68	4,8	1,12	0,004214	0,0004146	36,0	0,629		
30	10,5	0,41	16,0	0,74	0,091534	0,0087320	13,1	0,434		
40	14,6	0,54	23,4	0,35	0,313240	0,0221706	5,5	0,499		
50	20,0	0,37	26,9	0,22	0,533980	0,0220740	3,9	0,470		
60	23,7	0,28	29,1	0,18	0,782783	0,0248803	2,3	0,497		
70	26,5	0,20	30,9	0,17	0,978728	0,0195945	1,8	0,492		
80	28,5	0,16	32,6	0,23	1,169750	0,0191022	1,6	0,492		
90	30,1	0,13	34,9	0,26	1,370242	0,0200492	1,8	0,476		
99	31,4		37,2		1,608972	0,0265255		0,471		
ar mizu			38,5		1,750109			0,479		

9^g gadskārtām un sekojošām 10 gadu atzīmēm (103. att.), skaitļus ierakstot attiecīgās ailēs pretim vecumam, ripas numuram un griezuma augstumam (sk. stumbra analizes lapu).

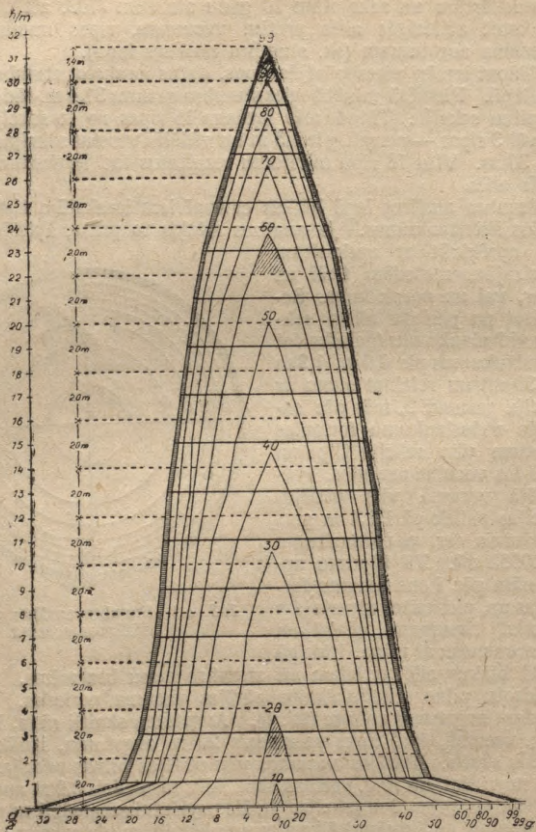
Tāpat izmēri visas pārējās ripas, datus ierakstot stumbra analizes lapā. Piemērā minētā egles stumbra garums 31,4 m, tādēļ iznāks 15 pilnu sekciju. Tātad mēs iegūsim 15 ripas no šo sekciju vidus un vēl 3 ripas — resgali, pie 1,3 m un pēdējās veselās sekcijas galā — pie 30 m. Visu 18 ripu mērījumu rezultātus tad ierakstām attiecīgajās ailēs.

Stumbra analizes lapā blakus caurmēriem ierakstām tiem atbilstošus šķērslaukumus. Ja analizes mērķis to prasa, šķērslaukumu var aprēķināt ar apskatītām precizajām metodēm tieši uz ripas, vai uz nospieduma. Saskaņotā pa periodu ailēm sekciju viduslaukumus (neieskaitot šķērslaukumus pie 0,0 m, 1,3 m un 30 m) un reizinot sumu ar sekciju garumu 2, mēs pēc saliktās viduslaukumu formulas atrodam visu sekciju tilpumu dažādos vecuma periodos. Pašreizējā vecumā virs pēdējās sekcijas paliek pāri 1,4 m garš nogrieznis ar pamatlaukumu 0,000962 m². Tā tilpumu aprēķinām pēc kona tilpuma formulas un, pieskaitot atrastajam sekciju tilpumam, dabūjam stumbra masu ar mizu. Lidzīgā veidā blakus ailē atrodam arī stumbra masu bez mizas.

Lai noskaidrotu pilno sekciju skaitu pārējos vecuma periodos, iepriekš jāizdara augstuma analīze (96. §). Augstuma skaitļi rāda, ka tikai 50 g. vecumā, kad koks sasniedzis 20 m augstumu, iznāk vesels sekciju skaits. Pārējos vecumos virs pēdējās pilnās sekcijas paliek pāri nogriežņi, un 10 g. vecumā, kad koks sasniedzis 0,9 m augstumu, neiznāk pat pilna 2 m sekcija. Ja šie nogriežņi sasniedz 1 m garumu, to tilpumu aprēķinām kā konam un pieskaitām pie sekciju tilpuma. Īsāko nogriežņu tilpumu varam ignorēt, jo tas izpaušies niecīgā skaitlī — ceturtajā zīmē aiz komata, un tam maza praktiska nozīme. Tādā veidā atrodam koka stumbra tilpumu dažādos vecuma periodos.



103. att. Stumbra analīze; caurmēru mērīšanas shēma



104. att. Stumbra analīze; stumbra attīstības gaitas grafika

Izpildīta un noslēgta stumbra analīzes lapa satur visus datus par koka augstuma, caurmēra, šķērslaukuma un masas attīstību visā tā dzīves laikā. No šiem datiem varam aprēķināt arī veidskaitli, tāpat formas koeficientus dažādos vecuma momentos.

Zinot stumbra taksācijas elementus dažādos vecuma momentos, varam arī izsekot to pārmaiņām, t. i., noteikt to pieaugumu. Piemērā minētā stumbra augstuma, caurmēra un šķērslaukuma pieauguma gaitām ir izsekots iepriekšējos paragrafos (96., 97., 98. §.). Turpmāk apskatīsim vēl masas resp. tilpuma pieauguma gaitu.

Stumbra analīzes lapas pirmajā lappusē papildina paraugkoka raksturojumu ar tiem datiem, kādi iegūti pēc analīzes izpildīšanas, tāpat aprēķina lietkokšnes un malkas kokšnes iznākumu un mizas procentu.

Analīzes lapas pēdējā lappusē tabulas veidā sakopo datus par visu koka stumbra taksācijas elementu attīstības un pieauguma gaitu koka dažādos dzīves periodos.

Labākas uzskatāmības dēļ koka augšanas gaitu mēdz attēlot grafiski. Pret augstumiem uz ordinātas uzliek stumbra caurmērus uz abscisas pa gadu desmitiem dažādos griezuma augstumos. Šādu attēlu var uzzīmēt vienusīgu vai arī divpusīgu, pieņemot ordinātas asi vidū un atliekot pret to stumbra radiju simetriski uz abām pusēm. Pēdējā gadījumā attēls atgādinās schematicu stumbru (104. attēls). Augstuma un caurmēra mērogus pieņem dažādus, parasti augstumam 1:200, caurmēram 1:100.

100. §. Stumbra masas attīstība un masas pieaugums

No stumbra analīzes datiem redzama stumbra masas attīstības gaita. Pa gadu desmitiem tā ir šāda:

Vecums g.	10	20	30	40	50
Masa m ³ ar mizu	—	—	—	—	—
bez mizas	0,00007	0,0042	0,0915	0,3132	0,5340
Vecums g.	60	70	80	90	99
Masa m ³ ar mizu	—	—	—	—	1,7501
bez mizas	0,7828	0,9787	1,1697	1,3702	1,6090

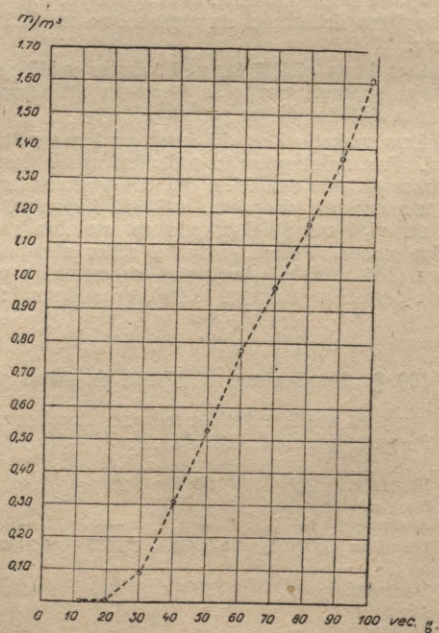
Masas attīstības gaitu uzskatāmi rāda 105. attēls. Zinot stumbra masu tā dažādos vecuma momentos, varam aprēķināt arī masas pieaugumu. Vidējais masas pieaugums z_m būs līdzīgs masai m , dalītai ar attiecīgo vecumu a

$$z_m = \frac{m}{a},$$

bet tekošais masas pieaugums ϑ_m līdzināsies vidējam pieaugumam zināmā periodā

$$\vartheta_m = \frac{m_a - m_{a-n}}{n},$$

kur m_a — stumbra masa a vecumā un m_{a-n} — stumbra masa $a-n$ vecumā.



105. att. Egles stumbra masas attīstības gaita

Analizētā stumbra vidējais un tekošais masas pieaugums dažādos vecumos ir šāds:

Vecums a g	Vidējais masas pieaugums Z_m m ³	Tekošais masas pieaugums Φ_m m ³
10	0,000007	
20	0,00021	0,00041
30	0,00305	0,00873
40	0,00783	0,02217
50	0,01068	0,02207
60	0,01305	0,02488
70	0,01398	0,01959
80	0,01462	0,01910
90	0,01522	0,02005
99	0,01625	0,02653

Vidējā un tekošā pieauguma attieksmes dažādos vecumos parādītas 106. attēlā. Tas rāda, ka vidējā pieauguma kulminācija līdz 99 g. vecumam vēl nav sasniegta.

Zinot stumbra masu dažādos vecumos, varam aprēķināt masas pieauguma procentus pa dažādiem vecuma periodiem. Ari šajā gadījumā salīdzināšanai tie aprēķināti pēc procentu procentu pamatformulas:

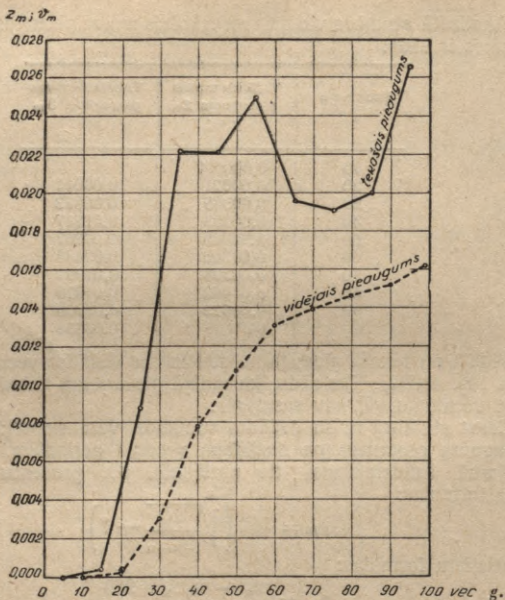
$$p_m = 100 \left(\sqrt[n]{\frac{m_a}{m_{a-n}}} - 1 \right) \quad \text{I}$$

un Preslera⁷ formulas:

$$p_m = \frac{m_a - m_{a-n}}{m_a + m_{a-n}} \cdot \frac{200}{n} \quad \text{II}$$

Stumbra masas pieauguma procenti

Vecuma periodi:	P_m I	P_m II
10-20	51,1	19,4
20-30	36,0	18,2
30-40	13,1	11,0
40-50	5,5	5,2
50-60	3,9	3,8
60-70	2,3	2,2
70-80	1,8	1,8
80-90	1,6	1,6
90-99	1,8	1,8



106. att. Egles stumbra vidējais un tekošais masas pieaugums

Stumbra masas pieauguma procentu aprēķināšanas piemērs labi ilustrē abu pieauguma procentu formulu piemērotību.

Prof. T u r s k a pētījumi rāda, ka dabā pieauguma process nenorisinās ne pēc vienkārša, ne arī pēc procentu procentu likuma. Aprēķinot tekošā pieauguma procentu kā vidējo par noteiktu periodu, mēs pielaižam zināmu schematizāciju, kamēr patiesībā tekošais pieaugums katrā momentā ir citādāks.

101. §. Veidskaitļu grozības vecuma ietekmē

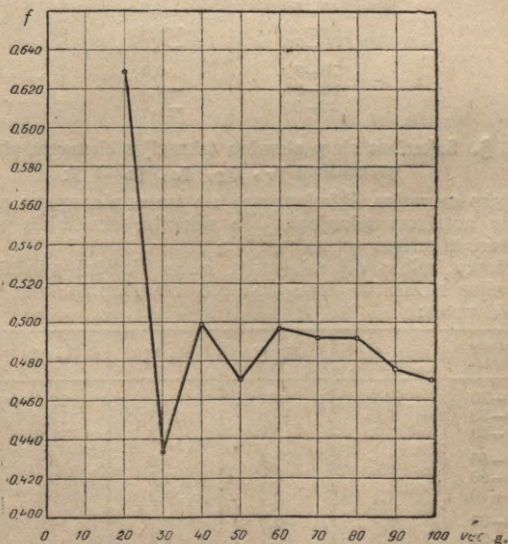
Izejot no stumbra analīzes datiem par koka augstumu, krūšaugstuma caurmēru un tilpumu, varam aprēķināt stumbra veidskaitli dažādos koka vecuma momentos

$$f = \frac{v}{gh},$$

kur v — stumbra tilpums un gh — ideālā cilindra tilpums.

Vecums g.	10	20	30	40	50	60	70	80	90	99
Veidskaitlis (bez ūmizas)	—	0,629	0,434	0,499	0,470	0,497	0,492	0,492	0,476	0,471
(ar mizu)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,479

Veidskaitļa attīstības gaita parādīta 107. attēlā. No piemēra redzam, ka, pieaugot stumbra augstumam līdz ar vecumu, veid-



107. att. Egles stumbra veidskaitlis dažādos vecumos

skaitlis samazinās. Ļoti strauja samazināšanās ir vecuma periodā no 20—30 g., kamēr vēlāk ir zināmas svārstības. Ja izsekojam tekošajam veidskaitļa pieaugumam, tad redzam, ka tas ir gan negatīvs, gan pozitīvs un dažos vecuma periodos svārstās ļoti niecīgās robežās. Arī veidskaitļa pieauguma procentus, aprēķināts pēc formulas

$$p_i = \frac{f_a - f_{a-n}}{f_a + f_{a-n}} \cdot \frac{200}{n},$$

ir gan pozitīvs, gan negatīvs un svārstās no —3,7 līdz +1,4%.

Veidskaitļa pieauguma procentus

Vecuma periodi	p_i %
10—20	—
20—30	—3,7
30—40	+1,4
40—50	—0,6
50—60	+0,6
60—70	—0,1
70—80	0,0
80—90	—0,3
90—99	—0,1

102. §. Sakarības starp stumbra taksācijas elementu pieauguma procentiem p_v , p_g , p_d , p_h un p_i

Starp caurmēra, šķērslaukuma un masas pieauguma procentiem pastāv noteiktas sakarības. Šo sakarību skaitliskās attiecības savukārt atkarīgas arī no p_h un p_i .

Pārskatāmības dēļ sakoposim visus piemērā minētā stumbra taksācijas elementu pieauguma procentus, aprēķinātus pēc Preslera formulas:

Vecuma periodi	p_h %	p_d %	p_g %	p_v %	p_i %
10—20	12,2	—	—	19,4	—
20—30	9,6	10,8	16,7	18,2	—3,7
30—40	3,3	3,8	7,3	11,0	+1,4
40—50	3,1	1,4	2,8	5,2	—0,6
50—60	1,7	0,8	1,6	3,8	+0,6
60—70	1,1	0,6	1,2	2,2	—0,1
70—80	0,7	0,5	1,1	1,8	0,0
80—90	0,5	0,7	1,4	1,6	—0,3
90—99	0,5	0,7	1,4	1,8	—0,1

Apskatot stumbra caurmēra un šķērslaukuma pieauguma procentu, redzam, ka, izņemot pirmos periodus, kad pieaugumu procentu nav iespējams droši noteikt, šķērslaukuma pieauguma procents līdzīgs divkāršam caurmēra pieauguma procentam.

$$p_g = 2 p_d. \quad (8)$$

Liekot šķērslaukuma pieauguma procenta formulā

$$p_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a+n}} \cdot \frac{200}{n}$$

g_a vietā $\frac{\pi d_a^2}{4}$ un g_{a-n} vietā $\frac{\pi d_{a-n}^2}{4}$, tā pieņems šādu veidu:

$$p_g = \frac{\frac{\pi d_a^2}{4} - \frac{\pi d_{a-n}^2}{4}}{\frac{\pi d_a^2}{4} + \frac{\pi d_{a-n}^2}{4}} \cdot \frac{200}{n} = \frac{d_a^2 - d_{a-n}^2}{d_a^2 + d_{a-n}^2} \cdot \frac{200}{n}.$$

Tātad pieauguma procenta p_g aprēķināšanai šķērslaukumu vietā var ņemt caurmēru kvadratus. Attiecinot pieaugumu uz 1 gadu, pieņemot $a-n=1$, varam uzrakstīt šādas sakarības:

$$d_a : d_{a-1} = (100 + p_d) : 100 \text{ un}$$

$$g_a : g_{a-1} = (100 + p_g) : 100.$$

Zinot no iepriekšējās izteiksmes, ka šķērslaukumi attiecas kā to caurmēru kvadrāti

$$g_a : g_{a-1} = d_a^2 : d_{a-1}^2,$$

varam secināt, ka

$$(100 + p_g) : 100 = (100 + p_d)^2 : 100^2,$$

$$(100 + p_g) 100^2 = 100 (100^2 + 2 \cdot 100 p_d + p_d^2);$$

dalot abas vienādojuma puses ar 100^2

$$100 + p_g = 100 + 2 p_d + \frac{p_d^2}{100},$$

$$p_g = 2 p_d + \frac{p_d^2}{100}.$$

$\frac{p_a^2}{100}$, salīdzinot ar $2 p_a$, ir ļoti niecīgs lielums, sevišķi brieduma un cērtama vecuma kokiem, tādēļ to atmetot

$$p_g = 2 p_a, \text{ vai arī}$$

$$p_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a+n}} \cdot \frac{200}{n} = \frac{d_a - d_{a-n}}{d_a + d_{a-n}} \cdot \frac{400}{n}.$$

Šai sakarībai ir liela praktiska nozīme, noteicot pieaugumu mežā. Salīdzinot tālāk stumbra masas un caurmēra pieauguma procentus, mums diezgan grūti nākas atrast to starpā kādu sakarību. Lai noskaidrotu, cik reizes masas pieauguma procents lielāks par caurmēra pieauguma procentu, izdalīsim pirmo ar otru

$$p_v : p_a.$$

Atrastie skaitļi: 1,7, 2,9, 3,7, 4,7, 3,7, 3,6, 2,3, 2,6 ir stipri svārstīgi. Tie rāda, ka masas pieauguma procents ir vairākkārt lielāks par caurmēra pieauguma procentu, parasti 2,0—3,3 reizes. Ja koks pieaug tikai resnumā un augstuma pieaugums ir pavisam apstājies, tad masas pieauguma procents līdzīgs divkārtīgam caurmēra pieauguma procentam. Ja bez resnuma pieauguma pastāv arī neliels augstuma pieaugums, tad $p_v = 2,5 p_a$, ja pastāv labs augstuma pieaugums, tad $p_v = 3,0 p_a$, ja blakus labam augstuma pieaugumam ir arī formas pieaugums, tad $p_v = 3,3 p_a$. Konkrētajā piemērā redzams, ka, pastāvot labam augstuma un formas pieaugumam, masas pieauguma procents pat vairāk nekā 3,3-kārtīgi lielāks par caurmēra pieauguma procentu.

Zinot šādu sakarību starp masas un caurmēra pieauguma procentiem un novērtējot pēc koka vainaga un citām ārējām pazīmēm pieauguma esamību, var tuvināti aprēķināt masas pieauguma procentu, reizinot caurmēra pieauguma procentu ar piemērotu koeficientu.

Mēs redzējām, ka ar vecumu mainās visi stumbra taksācijas elementi. Līdzās masai mainās arī visi masas komponenti. Izejot no stumbra tilpuma formulas

$$v = ghf$$

var teikt, ka g un h pieaug, bet f var mainīties kā pozitīvā, tā negatīvā virzienā. Ja stumbra tilpums

$$v = ghf,$$

tad var pieņemt, ka masas pieauguma procents

$$p_v = p_g + p_h + p_f.$$

Sasumējot tabulā visus trīs masas komponentu pieauguma procentus un salīdzinot sumas ar masas pieauguma procentiem pēc stubra analīzes datiem, mēs dabūjam šādas divas skaitļu rindas:

Vecuma periodi	$p_v = p_g + p_h + p_f$	p_v
10-20	—	19,4
20-30	22,6	18,2
30-40	12,0	11,0
40-50	5,3	5,2
50-60	3,8	3,8
60-70	2,2	2,2
70-80	1,8	1,8
80-90	1,6	1,6
90-99	1,8	1,8

No tabulas redzam, ka izņemot jaunības periodus, kad pieauguma procenta noteikšana ar formulām nav visai droša, abu rindu skaitļi sakrīt.

Var arī pierādīt, ka tuvināti

$$p_v = p_g + p_h + p_f.$$

Izejot no Preslera formulas

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-n}}{v_a + v_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}$$

un pieņemot $a-n = 1$, bez lielas kļūdas var pieņemt

$$v_a + v_{a-1} = 2 v_a.$$

Tādā gadījumā

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-1}}{v_a} \cdot 100.$$

Aizstājot v_a ar ghf un v_{a-1} ar atbilstošiem masas komponentiem $a-1$ gadā, varam rakstīt:

$$p_v = \frac{ghf - (g-z_g) \cdot (h-z_h) \cdot (f-z_f)}{ghf} \cdot 100;$$

$$p_v = \frac{ghf - (ghf - z_g hf - z_h gf - z_f gh + z_g z_h f + z_g z_f h + z_h z_f g - z_g z_h z_f)}{ghf} \cdot 100.$$

Skaitītāja četri pēdējie locekļi ir mazi absolūti lielumi, tādēļ tos atmetot

$$p_v = \frac{ghf - ghf + z_g hf + z_h gf + z_f gh}{ghf} \cdot 100 =$$

$$= \frac{100 z_g hf}{ghf} + \frac{100 z_h gf}{ghf} + \frac{100 z_f gh}{ghf} =$$

$$= \frac{100 z_g}{g} + \frac{100 z_h}{h} + \frac{100 z_f}{f}; \text{ tā kā } \frac{100 z_g}{g} = p_g \text{ utt.,}$$

tad $p_v = p_g + p_h + p_f$. (9)

Daudzos gadījumos p_f ir negatīvs skaitlis, tādēļ p_v aprēķināšanai mēdz ieteikt :

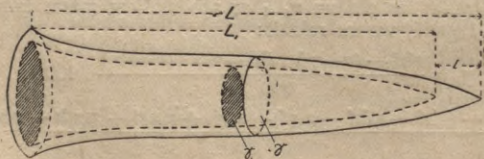
$$p_v = p_g + 0,7 p_h. \quad (9-a)$$

Šāds paņēmieni p_f svārstību dēļ tomēr nav visai drošs un daudzos gadījumos dod nepieļaujamu kļūdu. Drīzāk var pieņemt, ka nelielā periodā cērtamā vecumā p_f neuzrāda lielākas pārmaiņas un tāpēc to var ignorēt. p_g ir droši noteicams lielums, p_h var noteikt vai nu tieši, vai arī izkalkulēt pēc vidējā augstuma pieauguma augšanas gaitas tabulās.

103. §. Tuvinātās metodes nocirsta koka absolūtā masas pieauguma noteikšanai

Stumbra analīze, ar kuras palīdzību vispareizāk iespējams noteikt masas un masas komponentu pieaugumu, ne katru reizi ir izdarāma. Tā prasa daudz laika un darba. Praktiskām vajadzībām tādēļ parasti lieto vienkāršākās tuvinātās metodes.

1. Viduslaukumu metode. Ar šo metodi stumbra masas pieaugumu par n gadiem noteic kā diferenci starp pašreizējo masu un stumbra masu pirms n gadiem. Pieņemot pašreizēja stumbra garumu L un viduslaukumu γ (108. attēls), tā tilpumu var noteikt ar viduslaukuma formulu $v = L\gamma$.



108. att. Nocirsta stumbra masas pieauguma noteikšanas schema — viduslaukumu metode

Stumbra garumu pirms n gadiem L_1 atrod, to atgarinot, t. i., pārgriežot mēģinājumu ceļā stumbru galotnes daļā tanī vietā, kur griezumā n gadskārtas (96. §) un izmērijoj atstatumu no šīs vietas līdz resgaļa griezumam. Pārzāģējot stumbru šī atstatuma vidū un griezumā atskaitot no periferijas n gadskārtas, var izmērit stumbra caurmēru pirms n gadiem. Šī stumbra tilpums noteicams:

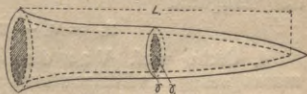
$$v_1 = L_1 \gamma_1.$$

Stumbra masas pieaugums

$$z_v = v - v_1 = L\gamma - L_1 \gamma_1. \quad (10)$$

2. Vienkāršotā viduslaukumu metode. Iepriekšējo metodi Preslers vienkāršojis, atgarinādams stumbra

galotni tanī vietā, kur griezumā n gadskārtas, mēridams tikai vienu stumbra garumu L_1 un ņemdams abus caurmērus garuma L_1 vidū (109. attēls). Ar šādu rīcību pašreizējā stumbra garums L tiem samazināts par l (109. attēls), bet, ņemot caurmēru mazliet zemāk par L vidū, šī kļūda zināmā mērā izlīdzinās. Stumbra tilpums pašreizējā vecumā



109. att. Nocirstā stumbra masas pieauguma noteikšanas schema — vienkāršotā viduslaukumu metode

$$v = L_1 \gamma,$$

bet pirms n gadiem

$$v_1 = L_1 \gamma_1.$$

Stumbra masas resp. tilpuma n -gadīgs pieaugums līdzināsies abu tilpumu diferencei:

$$z_v = v - v_1 = L_1 \gamma - L_1 \gamma_1 = L_1 (\gamma - \gamma_1). \quad (11)$$

3. Normalā šķērslaukumu metode. Ši Pjonska ieteiktā metode neprasa stumbra analīzi un dod drošākus rezultātus par iepriekšējām metodēm.

Pjonskis noteic masas pieaugumu kā diferenci starp masu perioda sākumā v_{a-n} un perioda beigās v_a . Masu perioda beigās, t. i., pašreizējo masu, noteic pēc sekciju metodes, bet masu pirms n gadiem v_{a-n} pēc garuma vecumā $a-n$ un t. s. normalā šķērslaukuma g_{nr} . Par normalo šķērslaukumu Pjonskis nosauc to šķērslaukumu, kas, reizināts ar garumu, dod stumbra masu

$$v_a = g_{nr} L,$$

$$g_{nr} = \frac{v_a}{L}.$$

Pēc g_{nr} atbilstoša caurmēra d_{nr} aprēķina normalā šķērslaukuma atrašanās vietu un atstatumu no resgaļa griezuma L'

$$\frac{L'}{L} = k; L' = kL.$$

Garumu pirms n gadiem L_1 atrod, atgarinot galotni pie n gadskārtām, vai atrodot minēto vietu urbjot. Normālo šķērslaukumu pirms n gadiem g'_{nr} atrod L'_1 atstatumā no resgaļa griezuma, kur

$$L'_1 = kL_1.$$

Minētā vietā stumbru pārzāgē vai ar pieauguma svārpstu noteic n gadskārtu biezumu. Atņemot no pašreizējā caurmēra divkārtu gadskārtu biezumu, atrod caurmēru un pēc tā šķērslaukumu g'_{nr} un pieaugumu

$$Z_v = v_a - v_{a-n} = v_a - g'_{nr}L_1. \quad (12)$$

4. Čehu prof. Van der Flīta izteikto domu, ka stumbra masas pieaugums līdzīgs stumbra virsas reizinājumam ar gadskārtas biezumu, tālāk attīstījis prof. Tjurins, izstrādādams masas pieauguma noteikšanas metodes.

Viena gada masas pieaugumu var noteikt, reizinot stumbra virsas laukumu S (bez mizas) ar gadskārtas vidējo platumu i

$$Z_v = Si. \quad (13)$$

Schematiski tas parādīts 110. attēlā. Sānu virsas laukumu var noteikt pa sekcijām. Apzīmējot sekcijas sānu virsas laukumu ar s , garumu ar l un caurmēru sekcijas vidū ar d ,

$$s = \pi dl.$$

Visa stumbra sānu virsas laukums būs

$$S = (d_1 + d_2 + \dots + d_n) \pi l +$$

galotnes kona sānu virsa.

Niecīgo galotnes daļu, kas paliek pāri vai iztrūkst no pilnas sekcijas, praktiski var ignorēt. Tādā gadījumā sānu virsas laukums būs

$$S = 3,14 (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) \cdot l$$

un masas tekošais gada pieaugums

$$Z_v = 3,14 (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) \cdot l_i. \quad (13-a)$$

Gadskārtas vidējo platumu i noteic no mērījumiem dažādās stumbra daļās, aprēķinot no visiem mērījumiem aritmetisko vidējo.

Istenībā stumbra sānu virsa būtu jāaprēķina ne uz pašreizējo momentu, bet uz vidējo starp pašreizējo un pirms 1 gada, un tad jāpareizina ar gadskārtas platumu. Ja ievēro, ka tagadējais caurmērs un caurmērs pirms 1 gada atšķiras tikai par 2 gadskārtu platumu, tad niecīgo starpību varam ignorēt.

5. Iepriekšējo metodi var vienkāršot, aprēķinot stumbra sānu virsas laukumu ne pa sekcijām, bet pēc caurmēra stumbra vidū. Tādā gadījumā

$$S = \pi d_{1/2}L,$$

kur S — stumbra virsa, L — stumbra garums un $d_{1/2}$ — caurmērs stumbra vidū.

Tekošais gada pieaugums

$$z_v = \pi d_{1/2}Li. \quad (14)$$

i — gadskārtu vidējais platumš stumbra vidū, noteikts griezumā vai ar pieauguma svārpstu. Šī metode ir vienkārša un nedod tik pareizus rezultātus kā iepriekšējā.

6. Daudz labāki panākumi stumbra masas pieauguma noteikšanā sasniedzami pēc stumbra sānu virsas laukuma un n -gadīga pieauguma, balstoties uz divām sekcijām. Šādu paņēmieni ieteicis P. S a r m a. Nocirstam stumbram izmēri garumu L un caurmērus bez mizas $1/4$ un $3/4$ no garuma. Šajās vietās ar pieauguma svārpstu noteic pēdējo n gadskārtu platumu. Stumbra sānu virsas laukumu aprēķina:

$$S = \pi (d_1 + d_2) \frac{L}{2},$$

bet masas pieaugumu:

$$z_v = \pi (d_1 + d_2) \frac{L}{2} \cdot \frac{i_1 + i_2}{2}, \text{ vai arī:}$$

$$z_v = \pi (d_1 i_1 + d_2 i_2) \frac{L}{2}. \quad (15)$$

d_1 un d_2 — ir caurmēri sekciju vidū,

i_1 un i_2 — n gadskārtu platumš pie $1/4$ un $3/4$ no garuma.

7. Guloša stumbra tekošo masas pieaugumu var noteikt pēc masas komponentu pieaugumiem.

Stumbra tilpums: $v = \frac{\pi d^2}{4} hf.$

Ja gada laikā caurmērs d pieaug par divkārtšu gadskārtas platumu

Δd , šķērslaukums g par Δg , garums L par ΔL un veidskaitlis par Δf , tad tilpuma pieaugumu tuvināti var izteikt šādi:

$$z_v = v \left(\frac{\Delta g}{g} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta f}{f} \right).$$

Aizstājot $\frac{\Delta g}{g}$ ar $\frac{2 \Delta d}{d}$,

$$z_v = v \left(\frac{2 \Delta d}{d} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta f}{f} \right). \quad (16)$$

Visus trīs elementus gulošam stumbram var noteikt tieši, atrodot stumbra garumu un caurmēru pirms n gadiem.

8. Aprēķinot tekošo masas pieaugumu 1 gadam vai dažiem gadiem, var iet vēl tālāk un pieņemt, ka veidskaitļa grozības nav notikušas vai ir pārāk niecīgas. To ignorējot iegūstam šādu formulu:

$$z_v = v \left(\frac{2 \Delta d}{d} + \frac{\Delta L}{L} \right). \quad (17)$$

Gadījumā, ja augstuma pieaugums ir niecīgs, kā tas mēdz būt veciem kokiem, tad to var neievērot. Tad formula pieņems šādu veidu:

$$z_v = \frac{2v}{d} \Delta d. \quad (17-a)$$

9. Izejot no iepriekšējās formulās, samērā vienkāršu paņēmieni nocirsta koka masas pieauguma aprēķināšanai ieteicis prof. Levakovičs.

Ja stumbra tilpums $v = gLf$, tad, ievērojot visu elementu pieaugumu, var uzrakstīt šādu vienādojumu:

$$v + z_v = (g + z_g) \cdot (Lf + z_{Lf}),$$

$$v + z_v = gLf + z_gLf + z_{Lf}(g + z_g).$$

Tā kā $v = gLf$, tad

$$z_v = z_gLf + z_{Lf}(g + z_g). \quad (18)$$

Šai vienādojumā z_gLf ir šķērslaukuma pieaugums (krūšaugstumā), reizināts ar stumbra garumu un veidskaitli. Analizēdams daudzus stumbrus, Levakovičs atradis, ka otru vienādojumu locekli $z_{Lf}(g + z_g)$ var izteikt daļās no z_gLf . Dalot stumbra masas pieaugumu z_v ar z_gLf , viņš atrod t. s. pieauguma koeficientu a :

$$a = \frac{z_v}{z_gLf}, \text{ no kurienes}$$

$$z_v = az_gLf.$$

Pieauguma koeficients a atkarīgs no sugas, vecuma, koku attīstības klases un svārstās no 1,2 līdz 1,5. Vidēji to var pieņemt 1,4. Tādējādi stumbra masas pieaugums būs

$$z_v = 1,4 z_g L_f. \quad (18-a)$$

Piemērs: egle, 99 g. $L = 31,4$ m; $d_{1,3} = 38,5$ cm. (99. §.)

1. Viduslaukumu metode:

$$z_v = v - v_1 = L\gamma - L_1\gamma_1$$

$$\frac{L}{2} = \frac{31,4}{2} = 15,7 \text{ m};$$

šai vietā caurmērs $d = 24,8$ cm, bet tam atbilstošais šķērslaukums

$$\gamma = 0,0483 \text{ m}^2$$

$$v = \gamma L = 0,0483 \cdot 31,4 = 1,5166 \text{ m}^3.$$

Stumbra garuma pieaugums par 9 gadiem (no 90—99 g.) 1,3 m.

$$L_1 = 31,4 - 1,3 = 30,1 \text{ m}$$

$$\frac{L_1}{2} = 15,05 \text{ m};$$

šai vietā 90 g. vecā stumbra caurmērs

$$d = 23,8 \text{ cm, bet šķērslaukums } \gamma_1 = 0,0445 \text{ m}^2$$

$$v_1 = \gamma_1 L_1 = 0,0445 \cdot 30,1 = 1,3394 \text{ m}^3.$$

Stumbra masas pieaugums par pēdējiem 9 gadiem:

$$z_v = v - v_1 = 1,5166 - 1,3394 = 0,1772 \text{ m}^3.$$

Viena gada tekošais pieaugums: $0,1772:9 = \underline{0,0197 \text{ m}^3}$.

2. Vienkāršotā viduslaukumu metode:

$$z_v = v - v_1 = L_1(\gamma - \gamma_1)$$

$$L_1 = 30,1 \text{ m}; \quad \frac{L_1}{2} = 15,05;$$

šai vietā pašreizējais stumbra caurmērs $d = 25,4$ cm, bet šķērslaukums $\gamma = 0,0507 \text{ m}^2$; $\gamma_1 = 0,0445 \text{ m}^2$.

Stumbra masas pieaugums par pēdējiem 9 gadiem:

$$z_v = 30,1 (0,0507 - 0,0445) = 30,1 \cdot 0,0062 = 0,1866 \text{ m}^3.$$

Viena gada tekošais pieaugums: $0,1866:9 = \underline{0,0207 \text{ m}^3}$.

3. Normalā šķērslaukuma metode:

$$z_v = v_a - v_{a-n} = v_a - g'_{nr} L_1.$$

$$v_a = 1,6090 \text{ m}^3,$$

$$L = 31,4 \text{ m}.$$

$$g'_{nr} = \frac{v_a}{L} = \frac{1,6090}{31,4} = 0,0512 \text{ m}^2, \text{ kam atbilst}$$

caurmērs $d_{nr} = 25,5 \text{ cm}$. Šis caurmērs atrodas atstatumā

$L' = 14,9 \text{ m}$ no resgaļa griezumā

$$\frac{L'}{L} = k = \frac{14,9 \text{ m}}{31,4 \text{ m}} = 0,4745.$$

90 g. vecumā stumbra garums $L_1 = 30,1 \text{ m}$. Ši stumbra normalais šķērslaukums atrodas pie $14,3 \text{ m}$, jo

$$L'_1 = k L_1 = 0,4745 \cdot 30,1 = 14,3 \text{ m}.$$

Stumbra caurmērs 90 g. vecumā pie $14,3 \text{ m}$ $d'_{nr} = 24,4 \text{ cm}$, kam atbilst šķērslaukums $g'_{nr} = 0,0468 \text{ m}^2$

$$v_{a-n} = g'_{nr} \cdot L_1 = 0,0468 \cdot 30,1 = 1,4075 \text{ m}^3$$

$$z_v = v_a - v_{a-n} = 1,6090 - 1,4075 = 0,2015 \text{ m}^3.$$

Tekošais gada pieaugums: $0,2015 : 9 = \underline{0,0224 \text{ m}^3}$.

4. $z_v = S i$

$$S = (d_1 + d_2 + d_3 + \dots + d_n) \pi \cdot l.$$

Vidējais gadskārtas platums i noteikts kā aritmetiskais vidējais par pēdējiem 9 gadiem no šādām vietām: 1 m , 5 m , 9 m , $13 \frac{1}{2} \text{ m}$ un 17 m .

$$i = 0,13 \text{ cm} = 0,0013 \text{ m}$$

$$S = (0,415 + 0,362 + 0,339 + 0,315 + 0,298 + 0,285 + 0,272 + 0,254 + 0,236 + 0,216 + 0,198 + 0,170 + 0,130 + 0,091 + 0,051) \cdot 3,14 \cdot 2 + 3,14 \cdot 0,0155 \cdot 1,4 = 3,632 \cdot 3,14 \cdot 2 + 3,14 \cdot 0,0155 \cdot 1,4 = 22,8090 + 0,0681 = 22,8771 \text{ m}^2$$

$$z_v = 22,8771 \cdot 0,0013 = \underline{0,0297 \text{ m}^3}.$$

5.

$$z_v = \pi d_1 L i$$

$$\frac{L}{2} = \frac{31,4 \text{ m}}{2} = 15,7 \text{ m}; \text{ šai vietā } d_1 = 24,8 \text{ cm}.$$

Gadskārtās vidējais platums $i = 0,00089 \text{ m}$

$$z_v = 3,14 \cdot 0,248 \cdot 31,4 \cdot 0,00089 = \underline{0,0217 \text{ m}^3}.$$

$$6. \quad z_v = \pi (d_1 + d_2) \frac{L}{2} \cdot \frac{i_1 + i_2}{2};$$

$L = 31,4 \text{ m}; L_{1/4} = 7,85 \text{ m};$ šai vietā caurmērs $d_1 = 30,8 \text{ cm}.$

$L_{3/4} = 23,55 \text{ m};$ šai vietā caurmērs $d_1 = 15,9 \text{ cm}$

$i_1 = 0,1056 \text{ cm}; i_2 = 0,1167 \text{ cm}.$

$$\frac{i_1 + i_2}{2} = \frac{0,0056 + 0,1167}{2} = 0,1111;$$

$$z_v = 3,14 (0,308 + 0,159) \frac{31,4}{2} \cdot 0,1111 = 23,022 \cdot 0,0011 = \\ = \underline{0,0256 \text{ m}^3}.$$

$$7. \quad z_v = v \left(\frac{2 \Delta d}{d} + \frac{\Delta L}{L} + \frac{\Delta f}{f} \right);$$

$$v = 1,6090 \text{ m}^3$$

$d_{1,3} = 37,2 \text{ cm}; L = 31,4 \text{ m}; f = 0,476$

$\Delta d = 0,256 \text{ cm}; \Delta h = 0,144 \text{ m}; \Delta f = -0,00056.$

$$z_v = 1,6090 \left(\frac{2 \cdot 0,00256}{0,372} + \frac{0,144}{31,4} - \frac{0,00056}{0,471} \right) = \\ = 1,6090 \cdot 0,0172 = \underline{0,0276 \text{ m}^3}.$$

$$8. \quad z_v = \frac{2 v}{d} \Delta d$$

$$z_v = \frac{2 \cdot 1,6090 \cdot 0,00256}{0,372} = \underline{0,0221 \text{ m}^3}.$$

9. Levakoviča metode:

$$z_v = a \cdot z_g \cdot Lf$$

$L = 31,4 \text{ m},$ pieņemot $a = 1,2,$

$f = 0,471,$

$z_g = 0,0014 \text{ m}^2. \quad z_v = 1,2 \cdot 0,0014 \cdot 31,4 \cdot 0,471 = \underline{0,0256 \text{ m}^3}.$

Pēc viena piemēra vēl nevar spriest par vienas vai otras metodes priekšrocībām un rezultātu pareizību. Šai nolūkā nepieciešami salīdzinoši pētījumi.

No piemēra redzams, ka pareizākus, īstenībai tuvākus rezultātus dod 6., 7. un 9. paņēmieni (21. tabula).

21. tabula

Stumbra masas tekošais gada pieaugums, noteikts ar dažādām metodēm

Metode	z_v/m^3	Kļūda %
Stumbra analīze	0,0265 m^3	0,0
1. Viduslaukumu metode	0,0197 m^3	-2,6
2. Vienkāršota viduslaukumu metode (Preslera)	0,0207 m^3	-2,2
3. Normālo šķērslaukumu metode (Pļonska)	0,0224 m^3	-1,5
4. Stumbra virsas metode (sāliktā — Tjurina)	0,0297 m^3	+1,2
5. Stumbra virsas metode (vienkāršotā — Tjurina)	0,0217 m^3	-1,8
6. Divu sekciju metode (Sarmas)	0,0256 m^3	-0,4
7. Masas komponentu metode	0,0276 m^3	+0,4
8. Vienkāršotā masas komponentu metode	0,0221 m^3	-1,7
9. Levakoviča metode	0,0256 m^3	-0,4

Ja rezultātus, kas iegūti ar pārējām metodēm, salīdzina ar stumbra analīzes rezultātiem, pieņemot pēdējos par pareiziem, tad konkrētākā gadījumā vienas vai otras metodes labāku piemērotību raksturo kļūdas procents.

Salīdzinoši pētījumi izdarīti par viduslaukumu metodēm. Prof. Bogoslovskis konstatējis, ka rezultātu vidējā kļūda var svārstīties no 5—10%. Pārējās, izņemot vienkāršoto masas komponentu metodi, vēl samērā jaunas un par tām salīdzinošu pētījumu nav.

Praktiskai lietošanai par ļoti ērtu un vienkāršu jāatzīst divu sekciju metode. Arī pārējās divas stumbra virsas metodes ir ērtas, tikai vienkāršotā metode vairs nav tik precīza un tādēļ lietojama lielāko tiesu rekonoscēšanas vajadzībām.

104. §. Tuvinātās metodes nocirsta koka masas pieauguma procenta noteikšanai

Nocirsta koka masas pieauguma procenta noteikšanai var izmantot iepriekš aprakstītās pieauguma procentu sakarības. Paš-

reizējā stumbra caurmēru var bez grūtībām izmērit kurā katrā vietā. Lai noteiktu stumbra caurmēru pirms n gadiem, stubrs tai vietā vai nu jāpārzāgē, vai arī izdarāms tikai iegriezums ar cirvi, nazi vai kaltu. Vēl ērtāk lietot pieauguma svārpstu. Lai noteiktu n gadskārtu platumu, stumbrā jāiegriež neliels robs vai, ar svārpstu ieurbjot, jāiegūst neliels skaidas cilindritis, uz kura tad izmēri n gadskārtu platumu. Mērīšanai var lietot izvelkamo adatu, kuras mugurpusē ir cm skala ar vienas cm iedaļas sīku sadalījumu milimetros. Ja nav svārpsta, tad n gadskārtu platumu tikpat labi var izmērit uz stumbrā iecirstā roba malas, ja tā perpendikulāra stumbra asi. Robu iecērtot, gadskārtas var tikt nedaudz saspīestas, kas pie mērīšanas jāievēro.

1. Lietojot vienkāršoto viduslaukumu metodi absolūtā masas pieauguma noteikšanai (103. §, 2.), mēs varam tādā ceļā atrastos datus izlietot arī masas pieauguma procenta noteikšanai. Pieņemot stumbra garumu pirms n gadiem L_1 , šķērslaukumu šī garuma vidū pašreizējā vecumā γ , bet pirms n gadiem γ_1 (109. attēls), mēs varam noteikt masas pieauguma procentu

$$p_v = \frac{\gamma L_1 - \gamma_1 L_1}{\gamma L_1 + \gamma_1 L_1} \cdot \frac{200}{n} = \frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma + \gamma_1} \cdot \frac{200}{n},$$

t. i., stumbra masas pieauguma procents līdzinās šķērslaukuma pieauguma procentam atgarinātā stumbra vidū. Ņemot šķērslaukumu vietā caurmēru kvadrātus (102. §),

$$p_v = \frac{\gamma - \gamma_1}{\gamma + \gamma_1} \cdot \frac{200}{n} = \frac{d^2 - d_1^2}{d^2 + d_1^2} \cdot \frac{200}{n}.$$

Zinot, ka šķērslaukuma pieauguma procents līdzīgs divkāršam caurmēra pieauguma procentam

$$p_g = 2 p_a,$$

varam secināt, ka masas pieauguma procents līdzīgs divkāršam caurmēra pieauguma procentam atgarināta stumbra vidū:

$$p_v = \frac{d_{1/2a} - d_{1/2(a-n)}}{d_{1/2a} + d_{1/2(a-n)}} \cdot \frac{400}{n}, \quad (19)$$

$d_{1/2a}$ — caurmērs stumbra vidū a vecumā,

$d_{1/2(a-n)}$ — caurmērs stumbra vidū $a-n$ vecumā.

2. No iepriekšējā (102. §) jau zināms, ka

$$p_v = p_g + p_h + p_f, \quad \text{jeb}$$

$$p_v = 2 p_a + p_h + p_f$$

p_a un p_h gulošam kokam var diezgan viegli noteikt. Vecākiem kokiem p_r mainās nelielos apmēros un to var ignorēt. Pēc Matīsenā novērojumiem šādiem kokiem masas pieauguma procentu var samērā pareizi noteikt ar šādu formulu:

$$p_v = \frac{400(d_{1/2a} - d_{1/2(a-n)})}{n(d_{1/2a} + d_{1/2(a-n)})} + \frac{200(L_a - L_{a-n})}{n(L_a + L_{a-n})}. \quad (20)$$

3. Zviedrijas mežsaimniecības praksē lieto šādu formulu:

$$p_v = p_g + p_{hr}. \quad (21)$$

$p_{hr} = p_h + p_r$. Tuvinātā veidā p_{hr} var noteikt šādi:

$$p_{hr} = \frac{z_h \cdot 100}{(L + 2,5)}; \quad (22)$$

z_h ir tekošais augstuma pieaugums metros,

L — stumbra garums metros,

2,5 — pastāvīgs skaitlis.

Ērtākai p_{hr} atrašanai sastādīta neliela tabula:

Koka vecums g.	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
p_{hr} priedei:	2,2	1,5	1,1	0,9	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2
p_{hr} eglei:	2,5	1,8	1,3	1,0	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3

Arī p_g aprēķināšanai Preslera formulas vietā lieto vienkāršāku paņēmieni:

$$p_g = \frac{d_a^2 - d_{a-n}^2}{d_a^2} \cdot \frac{100}{n}. \quad (23)$$

Šī metode pārveidota, noteicot p_v ar tabulām pēc atrastā caurmēra pieauguma z_d un augstuma pieauguma z_h . Z_d atrod tieši, bet z_h pēc formulas:

$$z_h = z_d \frac{h - 10 d}{d}. \quad (24)$$

4. Guloša koka masas pieauguma procenta noteikšanai lietojama arī Matīsenā smagumpunkta metode. No savas stumbra tilpuma noteikšanas metodes (39. § 38. formula) Matīsens izveidojis metodi arī nocirsto koku pieauguma procenta noteikšanai. To noteic ar šādu formulu

$$p_v = \frac{\Sigma d_a - \Sigma d_{a-n}}{\Sigma d_a + \Sigma d_{a-n}} \cdot \frac{300}{n}, \quad (25)$$

kur Σd_a ir visu sekciju vidus caurmēru summa pašreizējā vecumā, bet Σd_{a-n} caurmēru summa visu sekciju vidū pirms n gadiem.

Matisens pierādījis, ka garenlaukuma pieaugums ir caurmēra pieauguma, augstuma pieauguma un vainaga augstuma funkcija un ka garenlaukuma pieauguma procents ir apmēram divi reizes lielāks par krūšaugstuma caurmēra pieauguma procentu. Caurmērus sekiju vidū pirms n gadiem noteic vai nu griezuma vietās, vai ar pieauguma svārpstu.

P i e m ē r s: egle, 99 g. $L = 31,4$ m; $d_{1,3} = 38,5$ cm.

Jānoteic tekošais masas pieauguma procents pēdējā 9 g. periodā.

$$1. \quad p_v = \frac{Y - Y_1}{Y + Y_1} \cdot \frac{200}{n}$$

$L_{90} = 30,1$ m; $\frac{L_{90}}{2} = \frac{30,1}{2} = 15,05$ m. Šai vietā $d_{99} = 25,4$ cm un $d_{90} = 23,8$ cm, bet šķērslaukumi $g_{99} = 0,0507$ m² un $g_{90} = 0,0445$ m²

$$p_v = \frac{0,0507 - 0,0445}{0,0507 + 0,0445} \cdot \frac{200}{9} = \frac{1,2400}{0,8568} = 1,4\%$$

Izejot no caurmēriem 90 g. stumbra vidū:

$$p_v = \frac{d_{1/2a} - d_{1/2(a-n)}}{d_{1/2a} + d_{1/2(a-n)}} \cdot \frac{400}{n},$$

$$2. \quad p_v = \frac{400}{n} \left(\frac{d_{1/2a} - d_{1/2(a-n)}}{d_{1/2a} + d_{1/2(a-n)}} \right) + \frac{200}{n} \left(\frac{L_a - L_{a-n}}{L_a + L_{a-n}} \right)$$

$$p_v = \frac{25,4 - 23,8}{25,4 + 23,8} \cdot \frac{400}{9} + \frac{640,0}{442,8} = 1,4\%$$

Zinot, ka $p_d = 0,7$ (97. §)

$$p_v = p_g = 2 p_d = 2 \cdot 0,7 = 1,4\%$$

$d_{1/2a} = 24,8$ cm; $L_a = 31,4$ m;

$d_{1/2(a-n)} = 23,8$ cm; $L_{a-n} = 30,1$ m.

$$p_v = \frac{400}{9} \left(\frac{24,8 - 23,8}{24,8 + 23,8} \right) + \frac{200}{9} \left(\frac{31,4 - 30,1}{31,4 + 30,1} \right) = 1,4\%$$

$$3. \quad p_v = p_g + p_{ht}$$

$p_g = 1,4\%$. 100 g. vecai eglei pēc tabulas $p_{ht} = 0,4$

$$p_v = 1,4 + 0,4 = 1,8\%$$

4.

$$p_v = \frac{\Sigma d_a - \Sigma d_{a-n}}{\Sigma d_a + \Sigma d_{a-n}} \cdot \frac{300}{n}$$

Sasumējot pēc Matisena paņēmiena caurmērus sekciju vidū 99 g. vecumā $\Sigma d_{99} = 363,2$, bet 90 g. vecumā $\Sigma d_{90} = 331,7$

$$p_v = \frac{363,2 - 331,7}{363,2 + 331,7} \cdot \frac{300}{9} = 1,5\%$$

No stumbra analizes atrasts, ka tekošā masas pieauguma procents pēdējo 9 g. periodā $p_v = 1,8\%$.

Apskatītajā piemērā tikai zviedru metode dod tādu pašu rezultātu. Tas arī saprotams, jo šeit mēs ievērojam visus stumbra masas komponentus, kamēr pārējās metodes, kas balstās tikai uz caurmēra vai šķērslaukuma, dod tikai tuvinātus rezultātus.

105. §. Tuvinātās metodes augošu koku masas pieauguma procenta noteikšanai

1. Augošu koku masas pieauguma procenta noteikšanai viena no visvecākajām un izplatītākajām ir Preslera metode. Šai metodei pamatā likta vispārējā pieauguma procentu formula:

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-n}}{v_a + v_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}$$

Minētā metode piemērota vairākiem gadījumiem atkarībā no masas pieauguma un pārējo taksācijas elementu pieauguma apmēriem.

Pieņemot zemāko masas pieauguma robežu, kad stumbrs pieaug tikai resnumā, bet augstuma pieaugums apstājies un formas pārmaiņas nav notikušas, a—n gadu laikā stumbra masa būs

pieaugusi no $v_{a-n} = \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf$ uz $v_a = \frac{\pi d_a^2}{4} hf$ un masas pieauguma procents

$$p_v = \frac{\frac{\pi d_a^2}{4} hf - \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf}{\frac{\pi d_a^2}{4} hf + \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf} \cdot \frac{200}{n} = \frac{d_a^2 - d_{a-n}^2}{d_a^2 + d_{a-n}^2} \cdot \frac{200}{n} = p_g = 2 p_d,$$

t. i., ja koks pieaug tikai resnumā un augstuma pieauguma un formas pārmaiņu nav, tad tā masas pieauguma procents līdzīgs šķērslaukuma pieauguma procentam, vai divkārtšam caurmēra pieauguma procentam krūšaugstumā.

Pēdējās formulas ērtākai lietošanai izmanto t. s. relatīvo caurmēru.

$d_a - d_{a-n} = z_d$ — caurmēra pieaugums par pagājušiem n gadiem

$$r = \frac{d_a}{d_a - d_{a-n}} = \frac{d_a}{z_d}. \quad (26)$$

No šejienes $d_a = rz_d$ un $d_{a-n} = d_a - z_d = rz_d - z_d = z_d(r-1)$

Aizstājot šajā formulā d_a^2 ar $r^2 z_d^2$ un d_{a-n}^2 ar $z_d^2(r-1)^2$,

$$P_v = \frac{r^2 z_d^2 - z_d^2 (r-1)^2}{r^2 z_d^2 + z_d^2 (r-1)^2} \cdot \frac{200}{n} = \frac{r^2 - (r-1)^2}{r^2 + (r-1)^2} \cdot \frac{200}{n}. \quad (27)$$

Ja pieauguma procents jānoteic par turpmākiem n gadiem, tad relatīvais caurmērs

$$r = \frac{d_{a-n}}{d_a - d_{a-n}} = \frac{d_{a-n}}{z_d}; \quad (26-a)$$

$$d_{a-n} = rz_d;$$

$d_a = d_{a-n} + z_d = rz_d + z_d = z_d(r+1)$ un tekošā masas pieauguma procents turpmāko n gadu periodā

$$P_v = \frac{z_d^2 (r+1)^2 - r^2 z_d^2}{z_d^2 (r+1)^2 + r^2 z_d^2} \cdot \frac{200}{n} = \frac{(r+1)^2 - r^2}{(r+1)^2 + r^2} \cdot \frac{200}{n}. \quad (27-a)$$

Preslers sastādījis speciālu tabulū, kurā visām relatīvā caurmēra vērtībām no 2 līdz 200 izrēķinājis atbilstošās P_v vērtības. Iepriekš jānosaka d_a un d_{a-n} , jāaprēķina r un pēc tā tabulās uzmeklē P_v .

Augošam kokam augstuma un formas pieaugumu nevar droši noteikt, bet par tā esamību var spriest tikai aptuveni, tādēļ masas pieauguma procentam jābalstās galvenokārt uz krūšaugstuma caurmēra pieaugumu.

Ja koks pieaug resnumā un augstumā, pie kam augstuma pieaugums proporcionāls caurmēra pieaugumam un formas pārmaiņas nav konstatējamas, tad

$$h_a : h_{a-n} = d_a : d_{a-n} \text{ un}$$

$$h_a = h_{a-n} \frac{d_a}{d_{a-n}},$$

$$v_a : v_{a-n} = \frac{\pi}{4} d_a^2 h_{a-n} \frac{d_a}{d_{a-n}} f : \frac{\pi}{4} d_{a-n}^2 h_{a-n} f, \text{ jeb}$$

$$v_a : v_{a-n} = d_a^3 : d_{a-n}^3$$

un masas pieauguma procents

$$p_v = \frac{v_a - v_{a-n}}{v_a + v_{a-n}} \cdot \frac{200}{n} = \frac{d_a^3 - d_{a-n}^3}{d_a^3 + d_{a-n}^3} \cdot \frac{200}{n} = \frac{r^3 - (r-1)^3}{r^3 + (r-1)^3} \cdot \frac{200}{n}. \quad (20-b)$$

Arī šai gadījumā masas pieauguma procentu var izteikt ar krūšaugstuma caurmēra pieauguma procentu. Caurmēru d_a un d_{a-n} attieksmi var izteikt ar pieauguma procentu p_a

$$\begin{aligned} v_a : v_{a-n} &= d_a^3 : d_{a-n}^3, \\ (100 + p_v) : 100 &= (100 + p_a)^3 : 100^3, \\ (100 + p_v) \cdot 100^3 &= (100 + p_a)^3 \cdot 100, \\ 100^3 + 100^2 p_v &= 100^3 + 3 \cdot 100^3 p_a + 3 \cdot 100 p_a^2 + p_a^3. \end{aligned}$$

Dalot abas puses ar 100^2

$$100 + p_v = 100 + 3 p_a + \frac{3 p_a^2}{100} + \frac{p_a^3}{100^2};$$

$$p_v = 3 p_a + \frac{3 p_a^2}{100} + \frac{p_a^3}{100^2}.$$

Atmetot divus pēdējos locekļus to niecīguma dēļ,

$$p_v = 3 p_a, \quad (28)$$

t. i., ja formas pārmaiņu nav un koka augstuma pieaugums ir proporcionāls caurmēra pieaugumam, tad masas pieauguma procents līdzīgs trīskāršam krūšaugstuma caurmēra pieauguma procentam.

Starp abiem apskatītiem gadījumiem var būt arī vairākas starppakāpes un reininātājs, kas rāda, cik reizes masas pieauguma procents lielāks par caurmēra pieauguma procentu, var svārstīties no 2—3.

Ja augstuma pieaugums ir proporcionāls caurmēra pieaugumam kvadrātā, tad

$$p_v = \frac{r^4 - (r-1)^4}{r^4 + (r-1)^4} \cdot \frac{200}{n}, \quad \text{vai} \quad (29)$$

$$p_v = 4 p_a. \quad (29-a)$$

Ja bez caurmēra un augstuma pieauguma notikušas arī formas pārmaiņas, tad masas pieauguma procenta formulu vispārējā veidā var uzrakstīt šādi:

$$p_v = \frac{r^x - (r-1)^x}{r^x + (r-1)^x} \cdot \frac{200}{n}.$$

Pētījumi rāda, ka pakāpes rādītājs x var svārstīties atkarībā no augstuma pieauguma un formas pārmaiņām, ko savukārt var ietekmēt vecums un audzes biežība. Preslers par pieturas punktiem šo pārmaiņu konstatēšanai pieņem vainaga lielumu un acurēšanas ceļā novērtēto augstuma pieauguma pakāpi (111. attēls). Uz



111. att. Augošu koku masas pieauguma procenta noteikšana; pakāpju rādītāji atkarībā no vainaga garuma un augstuma pieauguma

šo pazīmju pamata viņš noteic, cikārtīgs caurmēra pieauguma procents katrā atsevišķā gadījumā izteic stumbra masas pieauguma procentu (22. tabula).

Stumbra masas pieauguma procenta noteikšanai atrastais caurmēra pieauguma procents reizināms ar attiecīgu grupas faktoru:

22. tabula

Vainaga sākums	Augstuma pieaugums			
	Šķietami apstāties	Vidējs	Pilns	Spēcīgs
Stumbra vidū vai zemāk.	2,33	2,67	3,00	3,00—3,33
Starp $\frac{1}{2}$ un $\frac{3}{4}$ h	2,50	2,67—3,00	3,00—3,33	3,33
$\frac{3}{4}$ h un augstāk .	2,67	3,00	3,33—3,50	3,33—3,50

Jo augstuma pieaugums būs lielāks un jo mazāks koka vainags, jo lielāks arī stumbra masas pieaugums.

Lai gan tabulā nav aptvertas visas pieaugumu raksturotājas ārējās pazīmes, tomēr tā nodrošina pietiekami drošu pieturas punktu

faktora izvēlei. Zināmas grūtības var rasties tanīs gadījumos, kad augstuma pieaugums jau kulminējis un noslīdējis visai zemu, bet masas pieaugums var būt vēl krietni liels. Tad masas pieauguma procentu parasti aprēķina par zemu.

Salīdzinot stumbra analizē iegūtos datus par caurmēra un masas pieauguma procentiem (102. §), redzējām, ka vienā gadījumā reininātājs bija lielāks par 3,3.

Vēlāk noskaidrojās, ka Preslera uzdoto pakāpju rādītāju intervāls no 2,0 līdz 3,5 ir par šauru un ka tas sniedzas pat līdz 6,37. Attieksme $\frac{p_v}{p_a}$ ir jo lielāka, jo jaunāki ir koki un jo straujāka augšanas gaita.

Minētās Preslera tabulas masas pieauguma procenta noteikšanai pēc relatīvā caurmēra sastādītas četrām pakāpēm:

II	III	IV	V
$2\frac{1}{3}$	$2\frac{2}{3}$	3	$3\frac{1}{3}$
(Sk. 7. tabulu pielikumā.)			

Vēlāk noskaidrojies, ka stumbra masas pieauguma procents var pārsniegt caurmēra pieauguma procentu arī vairāk nekā 3,5 reizes. Tādēļ Preslera tabula papildināta vēl ar trim pakāpju rādītājiem 2,00, 3,67 un 4,00.

Grupas izvēle atkarīga no vainaga sākuma un augstuma pieauguma pakāpes, tāpēc diezgan viegli ir iespējama kļūdišanās. Lai drošāk noteiktu, kādu grupu izvēlēties, ieteicams vadīties no šādiem apsvērumiem.

Pēc Preslera norādījumiem, par pilnu augstuma pieaugumu uzskatāms tāds, kas proporcionāls caurmēram, t. i.

$$\frac{h_a}{h_{a-n}} = \frac{d_a}{d_{a-n}}$$

Šādam gadījumam atbilst IV grupa ar pakāpes rādītāju 3. No minētās attieksmes

$$\frac{h_a - h_{a-n}}{h_{a-n}} = \frac{d_a - d_{a-n}}{d_{a-n}}, \text{ vai}$$

$$\frac{z_h}{z_d} = \frac{h_{a-n}}{d_{a-n}}; \quad \frac{z_h}{z_d} = \frac{h_a}{d_a}; \quad \frac{h_a}{z_h} = \frac{d_a}{z_d}, \text{ no kurienes}$$

$$z_h = \frac{h_a}{z_d}$$

$$\text{Tā kā } \frac{d_a}{z_a} = r, \text{ tad } z_h = \frac{h_a}{r},$$

ko sauc par pilnu augstuma pieaugumu. Lai pareizāk noteiktu masas pieauguma procentu, jānoteic augstums, augstuma pieaugums un relatīvais caurmērs. Salīdzinot z_h ar konkrēto augstuma pieaugumu, konstatējam, vai tie ir vienādi. Ja vienādi, tad jāņem IV grupa, ja konkrētais augstuma pieaugums $\frac{2}{3} z_h$, jāņem III grupa, ja $\frac{1}{3} z_h$, jāņem II grupa, utt. Tā kā augošiem kokiem konkrētais augstuma pieaugums tikai aptuveni ar grūtībām noteicams, tad šī metode ar labākiem panākumiem lietojama nocirstu koku masas pieauguma procenta noteikšanai.

2. No iepriekšējā (102. §) redzējām, ka attiecīgs starp masas un caurmēra pieauguma procentiem $\frac{p_v}{p_a}$ svārstās noteiktās robežās. Masas pieauguma procents ir 2—4 un vairāk reizi lielāks par caurmēra pieauguma procentu. Apzīmējot reizinātāju ar k ,

$$p_v = K p_a.$$

Ja augstuma pieaugums pilnīgi apstājies, $K=2,0$, ja tas vidējs — $K=2,7$, ja pilnīgs — $K=3,3$ (112. attēls)



112. att. Augošu koku masas pieauguma procenta noteikšana; Turska rādītāji atkarībā no augstuma pieauguma

Tādēļ var teikt, ka

$$K = 2 + k.$$

Atkarībā no augstuma pieauguma pakāpes, k var mainīties no 0 līdz 1,3.

Prof. Turskis uz iepriekš minētā iztirzājuma pamata masas pieauguma procenta aprēķināšanai ieteicis šādu formulu:

$$p_v = (2 + k) \cdot p_d, \quad (23)$$

k noteikšanai Turskis ieteic iziet no attieksmes

$$\frac{h_{a-n}}{h_a} : \frac{d_{a-n}}{d_a},$$

bet šis paņēmieni prasa iepriekšēju augstuma pieauguma noteikšanu un tāpēc neērts. Ērtāk pieturēties pie šādiem norādījumiem:

- augstuma pieaugums pilnīgi apstājies — $k=0$;
- neliels augstuma pieaugums — $k=0,7$;
- vidējs augstuma pieaugums — $k=1,0$;
- ļoti spēcīgs augstuma pieaugums — $k=1,3$.

3. Stumbra masas pieauguma procenta noteikšanai var piemērot arī jau apskatīto vienkāršoto masas komponenta formulu (103. §)

$$z_v = \frac{2v_a}{d_a} z_d, \quad (24)$$

kur v_a — stumbra tilpums a vecumā, z_d — tekošais gada caurmēra pieaugums, d_a — caurmērs a vecumā.

$$p_v = p_g = 2p_d = \frac{200z_d}{d_a}.$$

Apzīmējot vienas gadskārtas platumu ar i , $z_d = 2i$

$$p_v = p_g = \frac{i}{d_a} \cdot 400, \quad (25)$$

kas atbilst Preslera pirmajai grupai ar reizinātāju 2.

4. Vienas gadskārtas platumu noteikšana ir grūtāka un nav tik precīza. Tāpēc parasti to aprēķina kā aritmetisko vidējo no vairākām gadskārtām. Ir pieņemts noteikt gadskārtu skaitu radija 1 cm. Ja gadskārtu skaits radija 1 cm ir n , tad vienas gadskārtas platumu līdzīgs $\frac{1}{n}$ cm un iepriekšējā formula (25) pieņem šādu veidu:

$$p_v = p_g = \frac{400}{nd} \quad (26)$$

d — caurmērs krūšaugstumā bez mizas, n — gadskārtu skaits radija 1 cm.

Šī formula meža taksacijā ir pazistama ar Šneidera formulas nosaukumu. Kā redzams, tā ir derīga šķērslaukuma pieauguma procenta noteikšanai un izteic stumbra masas pieauguma procentu tikai tai gadījumā, ja augstuma pieaugums apstāties un formas pārmaiņu nav. Šai ziņā tā analoga ar iepriekšējo (25.) formulu un Preslera formulu ar pakāpes rādītāju 2. Koeficients 400 nav uzskatāms par pastāvīgu lielumu. Tas pieaug līdz ar augstuma pieaugumu un formas pārmaiņām, tāpēc Šneidera formulu vispārējā veidā raksta šādi:

$$P_v = \frac{C}{nd} \quad (26-a)$$

Vēlāk Šneidera formula piemērota arī pārējiem Preslera apskatītiem gadījumiem. Ja augstuma pieaugums ir proporcionāls caurmēra pieaugumam, tad formulā jāņem $c=600$, ja augstuma pieaugums proporcionāls caurmēra pieaugumam kvadrātā un formas pārmaiņu nav, tad jāņem $C=800$. Visumā koeficientu C noteik pēc Preslera norādītām pazīmēm un vainaga garuma un augstuma pieauguma pakāpes. No minētiem C apmēriem redzams, ka vienai Preslera rādītāja vienībai atbilst Šneidera koeficients 200. Paplašinātos Preslera rādītājus un tiem atbilstošos Šneidera koeficientus atkarībā no vainaga garuma un augstuma pieauguma rāda šāda tabula (23. tabula):

23. tabula

Vainaga garums	Preslera rādītāji un Šneidera koeficienti, ja augstuma pieaugums					
	apstāties	ne-liels	vidējs	labs	spēcīgs	ļoti spēcīgs
Vainags aizņem vairāk par pusi no stumbra garuma	$\frac{2,00}{400}$	$\frac{2,33}{470}$	$\frac{2,67}{530}$	$\frac{3,00}{600}$	$\frac{3,33}{670}$	$\frac{3,67}{730}$
Vainags aizņem $\frac{1}{2}$ līdz $\frac{1}{4}$ no stumbra garuma	$\frac{2,00}{400}$	$\frac{2,50}{500}$	$\frac{2,84}{570}$	$\frac{3,17}{630}$	$\frac{3,50}{700}$	$\frac{3,84}{770}$
Vainags aizņem mazāk par $\frac{1}{4}$ no stumbra garuma	$\frac{2,00}{400}$	$\frac{2,67}{530}$	$\frac{3,00}{600}$	$\frac{3,33}{670}$	$\frac{3,67}{730}$	$\frac{4,00}{800}$

Norādījumus Šneidera koeficienta izvēlei dod arī koku vecums. Jaunākiem kokiem, valdītājiem $C=700$, apmāktajiem $C=400$; vidēja vecuma slēgtās audzēs augušiem kokiem $C=600$, brīvi

augušiems $C = 500$; vecās audzēs slēgumā augušiems kokiem $C = 450$, brīvi augušiems $C = 400$.

Novērojumi rāda, ka koeficientu sakarība ar vecumu dažreiz nav pietiekami droša. Prof. Bogoslovskis atzīmē, ka sakarība ar vecumu nav tik droša un koeficients mainās atkarībā no tā, cik lielā radija daļā noteic gadskārtu platumu.

Čehu profesors Van der Flits konstatējis, ka faktors C mainās pretēji veidskaitlim f un abu sakarību ilustrē šādi:

24. tabula

Veidskaitlis f	$\frac{1}{3}$	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	$\frac{2}{3}$
Koeficients C	600	590	570	550	530	510	500	480

Šo tabulu var izmantot kā pieturu pareizākai koeficienta C izvēlei.

5. Prof. Ostvalds sastādījis masas pieauguma procentu tabulu atkarībā no attieksmes starp vienas gadskārtas vidējo platumu un bezmizas caurmēru un vainaga garumu, augstuma pieaugumu un audzes biežību (25. tabula). Nosaka gadskārtas vidējo platumu n -gadu periodā un, dalot to ar bezmizas caurmēru, atrod attieksmes skaitli. Atkarībā no augstuma pieauguma, vainaga garuma un audzes biežības attiecīgajā grupā, pretim attieksmes skaitlim meklē stumbra masas pieauguma procentu. Vajadzības gadījumā starpskaitļus var interpolēt.

Stumbra masas pieauguma procenti
(pēc Ostvalda)

25. tabula

Gadskārtas vidējais platumas attiecās pret bezmizas		I	II	III
		Brīvi augoši koki ar zemu vainagu; aug- stuma pieau- gums šķietami apstājies	Vidējā biežībā augoši koki ar vidēji garu vai- nagu un nelielu augstuma pieaugumu	Slēgtā audzē augoši koki ar spēcīgu aug- stuma pie- augumu
apkārtmēru kā 1 pret	caurmēru kā 1 pret	Masas pieauguma procenti		
1900	600	0,8	0,9	1,1
1600	500	0,9	1,0	1,2
1300	400	1,1	1,3	1,5
"				
1100	350	1,2	1,4	1,7
950	300	1,4	1,7	2,0
800	250	1,8	2,1	2,4
700	220	2,0	2,3	2,7
630	200	2,2	2,6	3,0
600	190	2,3	2,7	3,2

Gadskārtas vidējais platums attiecās pret bezmizas		I	II	III
apkārtmēru kā 1 pret	caurmēru kā 1 pret	Brīvi augoši koki ar zemu vainagu; aug- stuma pieau- gums skīetami apstājies	Vidējā biežībā augoši koki ar vidēji garu vai- nagu un nelielu augstuma pieaugumu	Slēgtā audzē augoši koki ar spēcīgu aug- stuma pie- augumu
Masas pieauguma procents				
570	180	2,4	2,9	3,3
530	170	2,6	3,1	3,6
500	160	2,8	3,3	3,8
470	150	3,0	3,5	4,1
440	140	3,2	3,8	4,4
410	130	3,4	4,0	4,7
380	120	3,7	4,4	5,1
350	110	4,1	4,8	5,6
310	100	4,4	5,2	6,1
280	90	5,0	5,9	6,8
250	80	5,6	6,6	7,7
220	70	6,4	7,5	8,7

6. Stumbra masas tekošā pieauguma procentu vienkārši var noteikt ar Van der Flīta formulu:

$$p_v = 60 \frac{k}{d_a}, \quad (27)$$

kur 60 — koeficients,

k — pēdējo 10 gadskārtu platums,

d_a — pašreizējais krūšaugstuma caurmērs bez mizas.

Formula atvasināta, pieņemot, ka stumbra augstuma un caurmēra pieauguma procenti vienmēr ir vienādi, kas īstenībā nav. Augstuma pieauguma procents jauniem kokiem ir vienmēr augstāks nekā caurmēra pieauguma procents, bet vecākiem kokiem — otrādi. Tādēļ van der Flīta formula cērtama vecuma kokiem dod mazliet pārspīlētus rezultātus. Tomēr savas vienkāršības dēļ aptuveniem pieauguma procentu aprēķiniem tā ļoti piemērota.

Formulas lietošanu lielā mērā atvieglo tabula, kas dažādām gadskārtu platumiem un bezmizas krūšaugstuma caurmēram dod jau aprēķinātus masas pieauguma procentus (26. tabula).

Pēdējo 10 gads- kārtu platums cm krūšaugstumā	Tekošais masas pieauguma procents pie attiecīgā krūšaugstuma caurmēra cm						
	20	24	28	32	36	40	44
0,1	0,3	0,25	0,21	0,19	0,17	0,15	0,14
0,2	0,6	0,50	0,43	0,37	0,33	0,30	0,27
0,3	0,9	0,75	0,64	0,56	0,50	0,45	0,41
0,4	1,2	1,00	0,86	0,75	0,67	0,60	0,55
0,5	1,5	1,25	1,07	0,94	0,83	0,75	0,69
0,6	1,8	1,50	1,29	1,13	1,00	0,90	0,82
0,7	2,1	1,75	1,50	1,31	1,17	1,05	0,96
0,8	2,4	2,00	1,71	1,50	1,33	1,20	1,09
0,9	2,7	2,25	1,93	1,69	1,50	1,35	1,23
1,0	3,0	2,50	2,14	1,88	1,67	1,50	1,36
1,1	3,3	2,75	2,36	2,06	1,83	1,65	1,50
1,2	3,6	3,00	2,57	2,25	2,00	1,80	1,64
1,3	3,9	3,25	2,79	2,44	2,17	1,95	1,77
1,4	4,2	3,50	3,00	2,63	2,33	2,10	1,91
1,5	4,5	3,75	3,21	2,81	2,50	2,25	2,05

7. Augošu koku masas pieauguma procenta noteikšanai labi var lietot arī zviedru paņēmieni. p_g var noteikt tieši pēc d_a un d_{a-n} , ar pieauguma svārstību palīdzību atrodot d_{a-n} krūšaugstumā, bet p_{hr} atrod pēc palīgtabulām. Detalizētākai p_{hr} noteikšanai var iepriekš atrast augstuma pieaugumu z_h pēc vienkāršotā paņēmiena (104. §, 3.).

Saprotams, ka apskatītās metodes tikpat labi var lietot arī no-cirsta koka masas pieauguma procenta noteikšanai, izvēloties metodi, kas katrā konkrētā gadījumā labāk atbilst apstākļiem un dod vajadzīgo rezultātu precizitāti.

Preslera un Šneidera formulas mežsaimniecības praksē ir visai populāras. Tās abas dod rezultātus ar apmēram vienādu precizitāti. Precizitate ļoti lielā mērā atkarīga no tā, cik pareizi izdodas izvēlēties piemērotu faktoru vai koeficientu. Līdzīgus rezultātus dod arī Ostvalda tabula. Tai vēl zināmas priekšrocības, jo atkrīt iepriekšējā faktora vai koeficienta izvēle.

Piemērs: egle 99, g., $d_{1,3} = 38,5$ cm, $h = 31,4$ m.

Jānoteic tekošā masas pieauguma procents pēdējo 9 g. periodā.

1. Preslera metode:

$d_{99} = 37,2$ cm (bez mizas) Relatīvais caurmērs

$d_{90} = 34,9$ cm

$$r = \frac{37,2}{37,2 - 34,9} = 15,9 \text{ cm.}$$

Dotajam stumbram vidējs augstuma pieaugums un vainaga sākums starp $1/2$ un $3/4$ h, tātad jāņem faktors 2,67, kas atbilst III grupai. Pēc Preslera tabulas (7. tabula pielikumā) šai grupā pie $r = 15,9$ cm 9-gadīga pieauguma procents 17%, bet 1 gadā $17\% : 9 = 1,9\%$.

Ņemot 2,67-kārtīgu caurmēra pieauguma procentu,

$$p_v = 2,67 \cdot 0,7 = 1,9\%$$

2. Turska metode:

$$p_v = (2 + k) p_a;$$

$p_a = 0,7\%$. Pieņemot $k = 0,6$

$$p_v = (2 + 0,6) \cdot 0,7 = 1,8\%$$

3. Vienkāršotā masas komponentu metode:

$$p_v = \frac{i}{d_a} 400$$

$d_{99} = 37,2$ cm;

$i = 0,128$ cm;

$$p_v = \frac{0,128 \cdot 400}{37,2} = 1,4\%$$

Rīkojoties pēc Van der Flīta norādījumiem, Šneidera faktora C izvēlē atkarībā no veidskaitļa f mēs varam ņemt 530, jo tas vis-tuvāk atbilst dotā stumbra veidskaitlim $f = 0,471$. Tādā gadījumā

$$p_v = \frac{0,128 \cdot 530}{37,2} = 1,8\%$$

4. Šneidera metode:

$$p_v = \frac{C}{nd}$$

$d = 37,2$ cm;

$n = 8$;

koeficients $C = 530$.

No 23. tabulas redzam, ka dotajam stumbram atbilst Preslera faktors 2,67 un Šneidera

$$p_v = \frac{530}{8 \cdot 37,2} = 1,8\%$$

5. Pēc Ostvalda tabulas

$$p_v = 1,8\%$$

jo $i = 0,128$ cm;

$d = 37,2$ cm

$$\text{un } \frac{37,2 \text{ cm}}{0,128 \text{ cm}} = 291.$$

Šim faktoram otrā grupā atbilst $p_v = 1,8\%$.

6. Van der Flīta formula:

$$p_v = 60 \frac{k}{d_a}$$

$$d_a = 37,2 \text{ cm};$$

$$k = 1,2 \text{ cm};$$

$$p_v = 60 \frac{1,2}{37,2} = 1,9\%.$$

Dotajā piemērā visas metodes dod praktiski vienu un to pašu rezultātu, kas ļoti labi saskan ar stumbra analīzes rezultātu. Tas rāda, ka uzmanīgi izvēloties faktoros un koeficientus, tuvinātie paņēmieni dod praktiskām vajadzībām pieņemamus rezultātus.

C. KOKU AUGŠANAS GAITAS LIKUMSAKARĪBAS

106. §. Koku augšanas gaitu ietekmētāji faktori

Atsevišķa koka augšanas un attīstības gaitai var izsekot ar ilgstošiem pastāvīgiem novērojumiem vai arī ar stumbra analīzi. No daudzu novērojumu un stumbru analīžu vidējiem atrodam tādus skaitliskus lielumus, kas raksturo koka augšanu visā tā dzīves laikā. Noteiktos augšanas apstākļos koku attīstībā novērojamas raksturīgas parādības, kas atkarīgas, tādēļ mēdz runāt par augšanas un attīstības gaitas likumsakarībām.

Koku pieaugums rodas veģetācijas periodā kambiņa darbības rezultātā. Katru gadu virs iepriekšējo gadu pieauguma veidojas jauna gadskārtā, kas kā čaula aplāj iepriekšējos. Ar jaunu dziņumu rašanos koks stiepjas arī garumā.

Koku augšanas gaita ir dažāda, atkarībā no koku sugas, augtēnes apstākļiem, izcelšanās veida, koku nomāktības pakāpes, augšanas telpas utt. Sugu ziņā krasāka atšķirība parādās starp saulmīļu un ēnciešu sugām. Augtēnes apstākļu labumu mēdz izteikt ar bonitāti. Pēc izcelšanās veida kokus šķiro sēklaudžos un atvasa u d ž o s. Pirmajiem vēl jāveido visa sakņu sistēma, kamēr otrajiem pilnīgi izveidota mātes koka sakņu sistēma, kas dod iespēju jau pirmajā gadā radīt lielu pieaugumu. Vecā sakņu sistēma gan ātri nolietojas un aiziet bojā, tādēļ atvasaudžu mūžs ir isāks nekā sēklaudžiem. Ar koku diferencēšanos rodas dažādas nomāktības pakāpes un izveidojas koku attīstības klases. Dažādās nomāktības pakāpēs arī koku augšanas gaita ir dažāda. To ietekmē arī augšanas telpa, ko mēdz raksturot ar audzes biežību. Citos vienādos apstākļos pieaugums veģetācijas periodā atkarīgs arī no meteoroloģiskiem apstākļiem.

Augšanas gaita mainās līdz ar vecumu. Ja mēs gribam izsekot koka augšanas gaitai, tad jāizseko atsevišķu taksācijas elementu — augstuma, caurmēra, šķērslaukuma, formas un masas pārmaiņām līdz ar vecumu.

107. §. Stumbra taksācijas elementu attīstības gaitas raksturīgākās iezīmes

1. Augstums. Koka augšanu garumā raksturo augstuma attīstības un pieauguma liknes (93. un 94. attēls). Attīstības liknei kā visām augšanas liknēm ir S-veida izskats. Pieauguma liknes turpretim pieder t. s. optimuma liknēm. Tās ir nesimetriskas zvanveida liknes.

Sēklaudžiem abas liknes iesākas ar t. s. ja unības stadiju. Šai laikā jaunajiem kociņiem jāizveido sakņu sistema un asimilācijas organi. Sēklaudžiem šī stadija ir īsa, bet atvasaudžiem tās nemaz nav. Šī stadija ilgst līdz tam momentam, kamēr konkvāvē likne pāriet konveksajā. Pēc šā momenta augstums strauji pieaug un augstuma pieaugums sasniedz savu kulmināciju. Šo laiku mēdz apzīmēt par brieduma stadiju. Pēc kulminācijas augstuma pieaugums pakāpeniski samazinās un vecuma stadijā sāk tuvoties nullei.

Mūsu koku sugu absolūtais augstums atrodas ārpus cērtamā vecuma un stipri pārsniedz parasti sastopamo koku augstumu. Tā, piem., priede un egle mūsu apstākļos sasniedz 45 m absolūto augstumu, kamēr parasti par maksimālo mēs jau uzskatām 35 līdz 36 m augstumu. Bērzs un apse sasniedz 35—36 m augstumu.

Labākos augtēnes apstākļos koki aug ātrāk un izaug lielāki, tāpat lielāks ir arī pieaugums. Tekošais augstuma pieaugums saulmīju sugām un labākos augtēnes apstākļos (augstākā bonitate) kulminē agrāk, bet ēnciešu sugām un sliktākos augtēnes apstākļos — vēlāk. Tā priedei, bērzam, lapeglei tas sasniedz kulmināciju 10 līdz 15 g. vecumā, bet eglei, balteglei, osim 20—25 g. vecumā. Kulminācijas laikā diference starp atsevišķu bonitašu tekošo augstuma pieaugumu ir vislielākā, kamēr vēlākos gados tā stipri vien samazinās. Vidējais augstuma pieaugums kulminē par 20—30 gadiem vēlāk.

Augstuma pieaugums atkarīgs arī no nomāktības pakāpes. Valdītājiem koki pieaugums ir lielāks un kulminē agrāk nekā apmāktiem kokiem. Vislabāko augstuma pieaugumu nodrošina zināma optimālā biežība (ap 0,7).

Atvasaudžiem augstuma pieaugums iesākas ar maksimu, bet tas drīz vien noslid un lielākā vecumā ir mazāks nekā sēklaudžiem.

Vecuma stadija saulmiļu sugām (priedei, bērzam) ir īsāka, ģenciešu sugām (eglei, balteglei) garāka.

2. **Caurmērs.** Stumbra caurmēra pieaugums rodas no divkārša gadskārtas platuma (stumbra pretējās pusēs). Ja mēs aplūkotu caurmēra attīstību un caurmēra pieaugumu sakņu kaklā, tad novērotu līdzīgas parādības kā augstumam. Praktisku iemeslu un resgaļa blīvuma dēļ caurmēru mēri krūšaugstumā, pie 1,3 m, ko koki sasniedz 5—15 gados. Tāpēc arī caurmēra un šķērs-laukuma attīstības un pieauguma liknes nesākas nullpunktā, bet gan tanī vecumā, kad koki sasnieguši attiecīgo augstumu (96., 97., 98. un 99. attēls).

Ātri augošām saulmiļu sugām caurmēra pieaugums šai vietā iesākas jau ar maksimu, bet ģenciešu sugām kulminē ļoti drīz pēc šā momenta. Pēc kulminācijas saulmiļiem pieaugums kriet straujāk un noslid pat zem ģenciešu pieauguma.

Augtēnes apstākļi un nomāktības pakāpe caurmēra pieaugumu ietekmē tādā pašā mērā kā augstuma pieaugumu. Sarežģītāka ir augšanas telpas — biežības ietekme. Labos gaismas apstākļos un nelielā biežībā koki veido ļoti platas gadskārtas, bet biežākās audzēs un līdz ar to sliktākos gaismas apstākļos — šaurākas gadskārtas. Uz straujām apstākļu maiņām koks nereaģē tūlīt, bet tikai pēc zināma laika. Ja ap slēgtā audzē augošu koku pārējos kokus izcērt, tad pirmajos gados caurmēra pieaugums var pat samazināties un jāpaiet zināmam laikam, līdz tas sāks uzlaboties. Meža kopšanas cirtēm ir jādod kokiem optimāli apstākļi intensīvai caurmēra pieauguma attīstīšanai, jo labs caurmēra pieaugums dod arī labu šķērslaukuma un masas pieaugumu.

Visās stumbra daļās caurmēra pieaugums nav vienāds. Stumbru analīzes rāda, ka atkarībā no sugas, vecuma, augtēnes apstākļiem, biežības, attīstības klases un augstuma attīstības, stumbra apakšējā daļā ir kāda vieta, kurā gadskārtas ir visšaurākas. Šī vieta atrodas starp krūšaugstumu un vainaga sākumu. No šīs vietas uz abām pusēm gadskārtas kļūst atkal platākas. Resgali tādējādi izveidojas blīvums, bet vainaga sākumā — tilpīga, cilindram tuva forma. Jaunākiem kokiem vieta ar šaurākām gadskārtām ir tuvu zemei, un no šīs vietas galotnes virzienā gadskārtas pakāpeniski kļūst platākas. Bet ar vecumu vieta ar šaurākām gadskārtām „virzās“ arvien uz augšu, līdz apm. 7—9 m (priedei, ozolam).

Vidējos augšanas apstākļos vispārējās caurmēra pieauguma parādības ir šādas. Jaunībā koka gadskārtas platumu pieaug no sakņu kakla uz galotni. Vislielākais caurmēra pieaugums resp. platākās gadskārtas ir vainaga augšējā daļā zem pašas virsotnes.

Priedei, eglei, balteglei gadskārtu platums šai vietā 1,5—2,0 reizes lielāks nekā krūšaugstumā. Ozolam un skābardei gadskārtas no vietas, kur tās vissaurākas, virzienā uz galotni pieaug, sasniedz maksimu apm. pret stumbra vidu un virsotnē atkal sašaurinās. Šai vietā tās minētām sugām var būt pat šaurākas nekā krūšaugstumā. 0,3 m virs zemes gadskārtas eglei par 20—40%, bet citām sugām par 20—30% platākas nekā krūšaugstumā. Gadskārtu paplašināšanās no vietas ar šaurākām gadskārtām galotnes virzienā labākās bonitatēs, lielākā biežībā un kokiem ar mazāku vainagu ir lielāka nekā zemās bonitatēs un brīvi augošiem kokiem ar lielu vainagu; lielāka pie laba, nekā pie vāja augstuma pieauguma. Kokiem ar niecīgu augstuma pieaugumu gadskārtas no krūšaugstuma galotnes virzienā var pat sašaurināties. Brīvi, atklātā vietā augošiem kokiem ar lielu zemu vainagu gadskārtu platums no resgāja galotnes virzienā ir vai nu vienāds, vai pat drusku sašaurinās. P. S a r m a s pētījumi rāda, ka stiprāki kaitēkļu bojājumi var būt par iemeslu citādam, no minētā atšķirīgam caurmēra pieauguma novietojumam un krasākām gadskārtu platuma pārmaiņām dažādās stumbra daļās.

3. **Šķērslaukums.** Stumbra šķērslaukuma pieaugums līdzinās gadskārtas vidējam platumam i , reizinātam ar apkārtmēru $u = \pi d$, t. i. πdi . Tas atkarīgs no gadskārtas platuma, koka caurmēra un šķērslaukuma, ap kuru gadskārta veidojusies. Vienam un tam pašam caurmēra pieaugumam ar caurmēra palielināšanos seko arvien lielāks šķērslaukuma pieaugums. Tas iesākas, stumbram sasniedzot krūšaugstumu, un no šā momenta pieaug saulmīļu sugām un labākās augtenes apstākļos straujāk, ēnciešu sugām un sliktākos augtenes apstākļos — lēnāk. Sasniedzot kulmināciju 40—50 g. vecumā šķērslaukuma pieaugums atkal samazinās, bet mazāk strauji nekā caurmēra pieaugums. Zemākās bonitatēs, kas raksturo sliktākus augtenes apstākļus, kulminācija iestājas ļoti vēlu un pieaugumam pēc kulminācijas ir neliela slidoša tendence.

Liela audzes biežība ciršanas vecumā veicina stumbra šķērslaukuma pieauguma krišanos, kamēr pietiekami plašā augšanas telpā (izlases mežā) pieaugums līdz lielam vecumam turas pastāvīgā līmenī.

Sakarā ar gadskārtu mainīgo platumu dažādās stumbra daļās vislielākais šķērslaukuma pieaugums ir stumbra resgalī. No tuienes līdz krūšaugstumam tas strauji samazinās, tālāk — jau lēnāk, bet pret vainagu sāk atkal nedaudz palielināties. Pret koka virsotni tas noslīd un ir viszemākais.

4. **F o r m a.** Stumbra formu izteic ar attieksmi starp caurmēriem dažādās stumbra daļās pret caurmēru krūšaugstumā. Šī at-

tieksme noteic stumbra raukumu vai slaidumu, kas kopā ar taisnumu, zarainuma pakāpi u. c. īpašībām nosaka tā tehnisko vērtību.

Stumbra formas dažādības atkarīgas no gadskārtu platuma un caurmēra pieauguma dažādās stumbra daļās. Stumbra formas dažādību cēloņus mēģina izskaidrot ar dažādām teorijām. Agrāk to mēģināja izskaidrot tīri fizioloģiski, ka gadskārtu platums atkarīgs no koka prasības pēc ūdens vai barības vielām. Tādus uzskatus pārstāvēja Preslers, Žakars u. c. Jaunākā laikā pārsvarā ir teorijas, kas stumbra formu mēģina izskaidrot ar mechanikas likumiem. Te varētu pieminēt Mecgera, Kosičina u. c. uzskatus. Pēc tiem koks izveidojis savu stumbru kā vienādas un iespējami augstākas pretestības ķermeņi pret dažādiem ārējiem spēkiem, pret sava paša svaru un sevišķi pret vēja spiedienu uz vainagu, kas tiek pārnesti uz stumbra apakšējo daļu. Tā kā ārējie spēki darbojas no visām pusēm, tad piemērotākā stumbra forma ir apaļā. Pēc mechanikas likumiem vienādas pretestības ķermeņa idealākā forma ir kubiskais paraboloids. Novērojumi arī pierāda, ka tie koki, kas auguši no vēja vairāk aizsargātās vietās, ir tilpigāki par atklātās vietās augušiem kokiem. Plašais novērojumu materials rāda, ka egles, baltegles un lapegles stumbra forma ļoti labi atbilst šiem uzskatiem, kamēr priedei un lapu kokiem nevienmērīgā vainaga dēļ aprēķini nav tik droši. Arī daudzi eksperimenti devuši šai teorijai labvēlīgu apstiprinājumu. Tomēr tai piemīt arī savi trūkumi un tā nav pievērsusi vajadzīgo vērību vainaga garumam, skuju resp. lapu daudzumam dažādās vainaga daļās utt. Dažas pieauguma parādības šī teorija nespēj pietiekami izskaidrot.

P. Sarmas pētījumi par stumbra ekscentricitāti rāda, ka slēgtās audzēs, neatkarīgi no valdītājiem vējiem, gadījumu skaits, kad garākais stumbra caurmērs ir pret vienu vai otru debess pusi, ir puslīdz vienāds. Parastais uzskats ir tāds, ka platākās gadskārtas, līdz ar to ekscentricitāte, izveidojas kairinājuma pusē.

Formas attīstību ir daudz grūtāk izteikt skaitļos nekā augstuma, caurmēra un šķērslaukuma attīstību. Kā jau redzējām, formu mēdz raksturot ar veidskaitli, formas koeficientiem, raukuma skaitļiem u. c.

5. Masas pieaugums ir augstuma un šķērslaukuma pieauguma un formas pārmaiņu rezultāts.

Jaunībā līdz 15—20 gadiem, lai gan gadskārtas ir samērā platas, pieaugums ir visai niecīgs. Masas pieaugums kļūst lielāks līdz ar asimilācijas virsas un stumbra ķermeņa palielināšanos. Līdz ar to tekošais masas pieaugums strauji palielinās un saulmīļu sugām sasniedz kulmināciju 40—70 g. vecumā. Ēnciešu sugām tas

kulminē apm. starp 90 un 120 gadiem. Saulmījiem kulminācijas moments ir spilgtāk izteikts, pieaugums šai momentā augstāks, bet pēc tam arī straujāk krit nekā ēnciešu sugām. Pēdējie kulmināciju sasniedz garākā periodā un pēc tam pieaugums krit mazāk strauji.

Augtenes apstākļi masas pieaugumu ietekmē tāpat kā pārējo stumbra taksācijas elementu pieaugumu. Augstākās bonitatēs kulminācijas moments iestājas agrāk nekā zemākajās. Starp pieaugumiem dažādās bonitatēs ir ļoti ievērojama starpība. Zemākās bonitatēs pieaugums cērtamā vecumā sastāda tikai ap $1/4$ no augstāko bonitašu pieauguma.

Audzies biežībai ir tāda pati ietekme kā caurmēra un šķērs-laukuma pieaugumā. Pārāk liela biežība masas pieaugumu samazina, bet augšanas telpas paplašināšana normalos apstākļos masas pieaugumu ievērojami veicina. Ar atkārtotu retināšanu iespējams panākt vairākkārtīgu masas pieauguma kulmināciju. Tāds piemērs redzams arī 106. attēlā.

Nomāktības pakāpes ietekme jau pietiekami skaidri izpaužas dažādu attīstības klašu koku augumā. Valdītājiem kokiem masas pieaugums ir vairākkārtīgi lielāks nekā nomāktajiem.

Vidējais masas pieauguma maksims, izņemot gadījumus, kad pieaugums pārliecīgās biežības dēļ priekšlaikus noslidējis, atrodas ārpus cērtamā vecuma. Slēgtās audzēs valdītājiem kokiem tas iestājas ap 120—140 g. vecumā, bet atklāti auguļiem kokiem un ēnciešu sugām vēl labu tiesu vēlāk. Tikai vidējām koku klasēm, kam tekošais pieaugums jau priekšlaikus noslidējis, vidējā pieauguma kulminācija iestājas agrāk.

108. §. Koku augšanas gaitas likumsakarības

Koku augšanas gaitā novērotās likumsakarības vēl nevar uzskatīt par pilnīgi izpētītām. Līdzšinējos pētījumos tikai aptuveni izdevies uztvert šīs likumsakarības. Par sekmīgākiem jāatzīst *V e b e r a* mēģinājumi izteikt koku augšanas gaitas likumsakarības ar matemātiskām formulām.

Koka augšanu augstumā var izteikt šādi:

$$h_a = h_{max} \left(1 - \frac{1}{1,0 p^a} \right), \quad (20)$$

kur h_a — koka augstums kādā vecumā a ,

h_{max} — attiecīgās sugas koku maksimālais augstums,

p — procents, atkarīgs no sugas, bonitates u. c. faktoriem, svārstās no 1—2%. To atrod pēc līknes, kas konstruēta pēc formulas salīdzinājumā ar stumbra analīzes rezultātiem.

Minētā formula izteic augstuma attīstību, sākot ar brieduma stadiju, tādēļ vecums a samazināms par jaunības stadijas ilgumu.

Piemērs: egle, $h_{\max} = 38$ m, $p = 2\%$, $a = 100$ g.

Pieņemot jaunības stadijas ilgumu 10 g.

$$h_{100} = 38 \left(1 - \frac{1}{1,02^{100-10}} \right) = 31,6 \text{ m.}$$

Brieduma stadijā augšanas gaitu var izteikt ar rindu, kuras locekļi mainās pretēji proporcionāli diskontēšanas faktoru rindai

$$\frac{1}{1,0p}, \frac{1}{1,0p^2}, \frac{1}{1,0p^3} \text{ utt.}$$

p dažādām sugām mainās no 1,8 līdz 2,5, bet atkarībā no bonitātes no 0,5 līdz 2,5. Tas atkarīgs arī no koku nomāktības pakāpes. Labākām bonitatēm un valdītājiem kokiem tas ir augstāks. Maksimālo sugas augstumu noteic atkarībā no bonitātes.

Izpētīdams priedes un egles stumbru analīžu materialus, T i š e n d o r f s atradis, ka brieduma stadijā — pēc tekošā augstuma pieauguma kulminācijas augstuma attīstības gaitu var izteikt šādi:

$$h_{k+1} = h_k \cdot q, \quad (21)$$

t. i., ka katra nākošā perioda augstuma pieaugums ir līdzīgs iepriekšējā perioda pieaugumam, reizinātam ar kādu pastāvīgu pieauguma koeficientu. Periodus parasti rēķina desmitgadīgus. Koeficients q pieaug ar bonitātes pazemināšanos.

Koka augšanu resnumā parasti noteic krūšaugstumā pēc caurmēra vai šķērslaukuma. Šķērslaukums sākumā pieaug strauji, proporcionāli faktoru rindai $1,0p, 1,0p^2, 1,0p^3$ utt.

Brieduma stadijā šķērslaukums pieaug proporcionāli vecumam

$$g_a = pa, \quad (22)$$

kur a — vecums, p — koeficients, kas atkarībā no nomāktības pakāpes ir no 0,5 līdz 3,0.

Tā kā $g_a = \frac{\pi d_a^2}{4}$, tad

$$d_a = \sqrt{\frac{4pa}{\pi}} \quad (23)$$

Stumbra tilpuma attīstību Vebers izteic ar šādu vienādojumu:

$$v_a = (1,0 p^a - 1), \quad (24)$$

kur a — vecums, v_a — tilpums a vecumā un p — faktors, kas atkarīgs no sugas, bonitates, koku attīstības klases.

Ja augstuma attīstības gaitas izteikšanai ar iepriekš apskatīto Vebera formulu mēs varam dabūt istenībai diezgan tuvus rezultātus, tad pārējiem stumbra taksācijas elementiem minētās formulas vairs nav tik noderīgas. Koka augšana resnumā un pieņemšanās tilpumā lielā mērā atkarīga arī no mežsaimnieciskās darbības un tādēļ vairāk padota dažādām ietekmēm, nekā augstuma attīstība.

II. AUDŽU TAKSACIJA

1. AUDZES SASTĀVA UN STRUKTURAS PAMATJĒDZIENI

109. §. Jēdziens par audzi

Mežs ir savdabīgs ģeografiskās ainavas elements, lielāks kopums, kurā atsevišķi koki savā attīstībā savstarpēji saistīti un ietekmē apkārtējo vidi lielākā vai mazākā platībā (Tkačenko).

Mežs sastāv no atsevišķām meža audzēm, meža nogabaliem ar vienveidīgām bioloģiskām pazīmēm, kas savstarpēji pietiekami spilgti viens no otra atšķiras. Mežs var aizņemt milzīgas platības, bet atsevišķa meža audze kā meža sastāvdaļa samērā nelielu platību. Meža audzes jēdziens ietver sevī visus kokus, krūmus, lakstaugus, sūnas, ķērpjus, kas atrodas attiecīgajā platībā un kas savstarpējā ietekmē noteic to attīstību un attieksmes ar augtēnes apstākļiem. Šai ziņā meža audzes jēdziens ir ļoti tuvu ģeofitocenoza jēdzienam, bet atšķiras no tā ar organizatoriski ekonomiskās dabas elementiem.

Meža audzes kokaugu kopumu sauc par audzi (древострой). Lai pieietu audzei kā taksācijas objektam, vispirms nepieciešami to atdalīt, atšķirt no blakus esošām audzēm un analizēt tās raksturu. Audze no audzes var atšķirties ar dažādām pazīmēm. Svarīgākās no tām: audzes veids, izcelšanās veids, koku sugu sastāvs, vecums, biežība, augtēnes apstākļi, sortimentu sastāvs u. c.

Pēc sava veida audze var būt vienkārša vai salikta. Par saliktu sauc tādu audzi, kas izveido vairākus koku stāvus.

Pēc sastāva audzes var būt tīras un mistrotas. Audzi, kas sastāv no vienas sugas, sauc par tīraudzi, bet audzi, kas sastāv no vairākām sugām — par mistraudzi. Pārsvārā esošo sugu sauc par valdītāju, bet pārējās par pakļautām.

Saimnieciskā ziņā nozīmīgāko sugu sauc par galveno, bet pārējās — par blakus sugām.

No sēklām izcēlušos audzi dēvē par dižmežu, bet no atvasēm radušos — par atvasāju.

Audzi, kurā koku vecumi svārstās 10—20 gadu robežās, sauc par vienvecuma audzi. Ja koku vecumu svārstības ir lielākas, tad mēs runājam par dažāda vecuma audzi.

Atkarībā no audzes koku augšanas telpas, mēs izšķiram normas, pilnas, retas audzes un retaines.

Augsnas apstākļus raksturo audžu bonitates. Audzes koku kvalitāte noteic tās sortimentu strukturu.

Izpētījot un raksturojot audzes veidu, jāsaprotas ar paaugas un pameža jēdzieniem.

Par paaugu sauc jaunu kociņu kopumu, kas atrodas zem audzes vecajiem kokiem vai arī izcirtumā pēc veco koku nociršanas un kas nākotnē var izveidot jaunu audzi un tāklūt par mežsaimniecības objektu.

Pamežs ir krūmaugu (retākkokaugu) kopums vienā no saliktās audzes apakšējiem stāviem, kas nekad neaizsniedz augšējos stāvus un saimnieciskā ziņā nekad nevar aizstāt virsējo stāvu. Ja pamežs sastopams vienkāršajā audzē, tas to vēl par saliktu nepadara. Pamežu pašu par sevi atsevišķā stāvā neizdala, bet tikai piemin audzes aprakstā.

Sūnu, ķērpju, lakstaugu un puskrūmu kopumu, kas apklāj augsnu audzē zem koku vainagu klājas, vai arī izcirtumos, sauc par dzīvo zemsegu.

Daži musdienu taksatori arī audzi vēl sadala vienkāršākās sastāvdaļās. Prof. Tretjakovs audzi vēl uzskata par sarežģītu objektu un sadala to vienveidīgākās daļās — meža elementos. Meža elements tāpat būtu uzskatāms par zemāko vienību, līdz kādai mežs ir sadalāms. Ar to varētu apzīmēt audzes daļu, vienveidīgu sugas, vecuma, attīstības un augtenes apstākļu ziņā. Katrā stāvā var būt viens vai vairāki meža elementi. Ja mežā ir notikusi izlases cirte, tad no sākotnējiem audzes stāviem būs palikušas pāri tikai daļas un arī daļas no meža elementiem. Meža elementa raksturīgākais piemērs ir tīra, vienvecuma priežu audze ar vienādu izcelšanās veidu un vienādu raksturu visā platībā.

Meža elementa audzei ir noteikta struktūra, kas raksturojama ar taksācijas elementu attieksmju likumsakarībām.



113. att. Priedulājs (*Pinetum vaccinioso-moliniosum*)

Audzū raksturotāju pazīmju pakāpes, pēc kādām tās viena no otras atdalāmas, tāpat audzū izdalīšanas tehniku tuvāk un pamatīgāk apskatīsim nodaļā par meža novadu taksaciju. Pirms pārejam uz audzū raksturotāju pazīmju analīzi, apskatīsim meža elementa audzes struktūras pamatus un dažas audzes taksācijas elementu likumsakarības. Šīs likumsakarības dod iespēju audzes masas noteikšanai izveidot īpašas piemērotas metodes.

110. §. Vienkāršas tīraudzes koku sadalījums caurmēru pakāpēs; vidējais caurmērs

Vienkārša tīraudze ir tāds koku kopums, kas izveido tikai vienu stāvu, t. i., kad koku augstumi daudz nesvārstās un virsotnes atrodas apmēram vienā plāksnē, tādā atstatumā no zemes, kāds ir dominējošo koku vidējais augstums. Koku augstumu svārstības ir atkarīgas no sugas, vecuma, augšanas apstākļiem u. c. faktoriem un tādēļ nav droši pieņemt kādu noteiktu procentu, kura robežās vienu stāvu veidojošo koku augstumi drīkst svārstīties.

Katrā vienvēidīgā audzē koki var būt ļoti dažādi gan pēc resnuma un augstuma, gan pēc formas. Tomēr, ja audzē koku ir daudz, tad tos var sadalīt sīkākos kopumos ar apmēram vienādu resnumu, augstumu un formu. Ja visi audzes koki ir izdastoti, t. i., ir izmērīti to caurmēri krūšaugstumā, tad varam konstatēt, ka daudzi koki ir ar vienādu caurmēru un katrs caurmērs (d) būs sastopams vēselai rindai koku (n) un kopējo koku skaitu (N) pēc resnuma varēs sadalīt atsevišķās grupās — caurmēru pakāpēs. Šādā pakāpju veida sadalījumā katra nākošā pakāpe atšķiras no iepriekšējās par noteiktu lielumu Δd . Mežsaimniecības praksē visbiežāk lieto 2 cm pakāpju iedalījumu.

Katra koka šķērslaukumu noteic pēc caurmēra $d \frac{\pi d^2}{4} = g$.

Ja šķērslaukumu reizina ar pakāpes koku skaitu n , kam visam vienāds caurmērs d , tad atradīsim visu pakāpes koku kopējo šķērslaukumu. To apzīmē ar G un pakāpes indeku, piemēram:

$$G_1 = g_1 n_1$$

$$G_2 = g_2 n_2$$

.....

$$G_n = g_n n_n$$

Saskaitot atsevišķu pakāpju koku šķērslaukumus, atradīsim kopējo audzes šķērslaukumu:

$$G_1 + G_2 + G_3 + \dots + G_n = G.$$

Schematiski to var parādīt šādi:

Caurmēru pakāpes	Koku skaits caurmēru pakāpēs	Šķērslaukums caurmēru pakāpēs
d_1	n_1	G_1
d_2	n_2	G_2
d_3	n_3	G_3
\vdots	\vdots	\vdots
d_n	n_n	G_n
	N	G

Dalot audzes kopējo šķērslaukumu G ar kopējo koku skaitu N , dabūsim kādu šķērslaukumu g_v , kas izteiks audzes vidējā koka šķērslaukumu, kura caurmērs ir d_v . d_v un g_v sakarību var izteikt šādi:

$$\frac{\pi d_v^2}{4} = g_v,$$

no kurienes $d_v^2 = \frac{4 g_v}{\pi}$; $d_v = 2 \sqrt{\frac{g_v}{\pi}}$.

Šādi aprēķināto caurmēru sauc par audzes vidējo caurmēru. Tā kā tas atvasināts no audzes vidējā šķērslaukuma, to mēdz saukt par audzes šķērslaukuma vidējā koka caurmēru.

Audzes vidējais caurmērs ir viens no audzes svarīgākiem taksācijas elementiem un tam ir liela nozīme audzes raksturošanā.

Dažkārt vidējo caurmēru atrod arī kā aritmetisko vidējo no visiem audzes koku caurmēriem pēc formulas:

$$d_N = \frac{d_1 n_1 + d_2 n_2 + d_3 n_3 + \dots + d_n n_n}{N}$$

$d_1, d_2 \dots$ — caurmēru pakāpes,

$n_1, n_2 \dots$ — koku skaits caurmēru pakāpēs,

N — audzes kopējais koku skaits.

Tādā veidā noteikts caurmērs d_N mazāks par d_v un sastāda no pēdējā 98%. Variācijas statistika pierāda, ka

$$d_v = \sqrt{d_N^2 + \sigma^2}, \text{ kur } \sigma \text{ ir vidējais novirzījums.}$$

P i e m ē r s: priežu audze 80 g.

Caurmērs d/cm	Koku skaits		Šķērslaukums g/m ²
	n	%	
12	1	0,4	0,011
14	5	2,0	0,077
16	13	5,1	0,261
18	34	13,3	0,865
20	38	14,8	1,194
22	31	12,1	1,178
24	29	11,3	1,312
26	27	10,5	1,434
28	24	9,4	1,478
30	22	8,6	1,555
32	15	5,8	1,206
34	9	3,5	0,817
36	3	1,2	0,305
38	2	0,8	0,227
40	2	0,8	0,251
42	1	0,4	0,139
	256	100,0	12,310

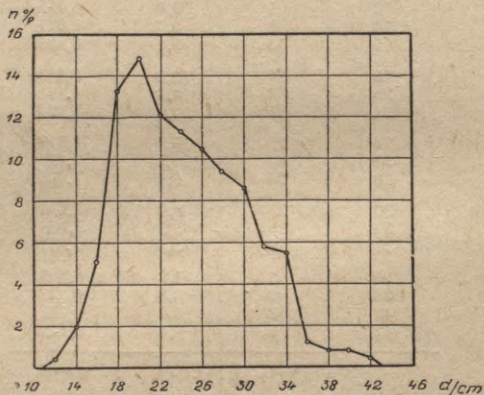
Izdalot šķērslaukumu sumu ar koku skaitu,

$$\frac{12,310}{256} = 0,0481 \text{ m}^2 = g_v, \text{ tam atbilst caurmērs } d_v = 24,8 \text{ cm.}$$

Noteicot d_N kā aritmetisko vidējo:

$$d_N = \frac{12 \cdot 1 + 14 \cdot 5 + 16 \cdot 13 + 18 \cdot 34 + 20 \cdot 38 + 22 \cdot 31 + 24 \cdot 29 + 26 \cdot 27 + 28 \cdot 24 + 30 \cdot 22 + 32 \cdot 15 + 34 \cdot 9 + 36 \cdot 3 + 38 \cdot 2 + 40 \cdot 2 + 42 \cdot 1}{256} = \frac{6166}{256} = 24,1 \text{ cm.}$$

Izteicot grafiski relatīvo koku skaitu pret caurmēru pakāpēm, dabūjam zvanveida sadalījuma poligonu (114. attēls), kuru ar likni var izlīdzināt. Šādu likni sauc par stumbru sadalījumu jeb frekvences likni. Tā neatbilst normalajai Gausa sadalījumu liknei, bet parasti ir ar kreiso asimetriju. Tikai lielāka vecuma audzēs, kur pārsvarā resnākās caurmēra pakāpes, asimetrija var pārvietoties uz labo pusi. Šāda likne ir raksturīga visām audzēm, starpība var būt vienīgi virsotnes augstumā un attiecsmē pret vidējo caurmēru.



114. att. 80 g. vecas priežu audzes stumbru relatīvais sadalījums caurmēru pakāpēs

Audzēs koku sadalījuma liknes raksturu vēl labāk var izprast, ja koku skaitu izteic nevis pa absolūtām caurmēru pakāpēm, bet pa t. s. dabiskajām pakāpēm, ko ieteicis prof. Tjurins, izteicot šīs pakāpes daļās no vidējā caurmēra, pieņemot pēdējo par 1. Šādā veidā visas liknes ir iespējams savilkt uz kopējo vidējo caurmēru, jo tas visos gadījumos būs vienāds. Izteicot koku skaitu procentos pa dabiskajām pakāpēm un salīdzinot šādā kārtā dažādas audzes, prof. Tjurins atradis, ka koku sadalījums dabiskajās pakāpēs nav atkarīgs no koku sugas, bonitātes un audzes biežības, bet nelielā mērā mainās atkarībā no audzes vecuma un kopšanas cirtēm.

Vienveidīgās audzēs Tjurins atradis šādas sadalījuma rindas:

Dabiskās pakāpes

	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
Kopējā rinda	—	0,7	3,5	9,5	16,1	18,4	18,1	13,1	8,9	6,3	3,3	1,5	0,5	0,1	—	—	—
Ar d_v virs	—	0,4	2,5	7,7	15,7	20,1	20,3	13,6	9,1	6,2	2,8	1,2	0,3	0,1	—	—	—
Ar d_v zem	0,2	1,5	5,6	12,1	15,4	15,7	15,0	11,7	8,7	6,1	3,9	2,1	1,0	0,5	0,3	0,1	0,1

No koku skaita sadalījuma rindas var atvasināt arī šķērslaukumu sadalījuma rindas, ņemot dabisko pakāpju apzīmējumus kvadrātā un reizinot tos ar relatīvo koku skaitu attiecīgās pakāpēs, piem., 0,5 pakāpē šķērslaukums būs $0,5^2 \times 0,7 = 0,25 \times 0,7 = 0,175$.

Ja mēs audzes piemēra tabulā saskaitīsim relatīvo koku skaitu caurmēru pakāpēs līdz vidējam caurmēram, tad dabūsim 58,4%. Tas rāda, ka vidējais koks daļa audzes koku skaitu divās nevienādās daļās. Vienā pusē atradīsies 58% tievāko caurmēru pakāpju koki, bet otrā pusē 42% resnāko pakāpju koki. Šāda audzes koku sadalījuma likumsakarība bija konstatēta jau 19. gs. beigās. Praktiskām vajadzībām pieņem, ka vidējais caurmērs atrodas egļu audzēs 60% pēc koku skaita no tievākām caurmēru pakāpēm, vai 40% no resnākām caurmēru pakāpēm, bet priežu audzēs attiecīgi 55% (no tievākām pakāpēm) vai 45% (no resnākām pakāpēm).

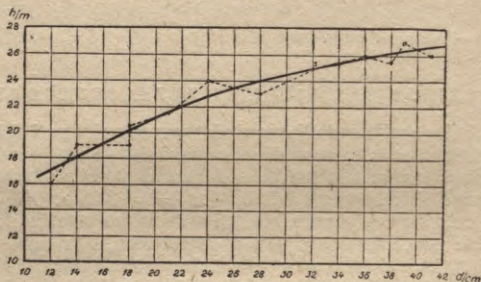
111. §. Audzes koku caurmēru un augstumu attieksmes, augstuma likne, vidējais augstums

Arī vienveidīgā audzē visiem vienas caurmēra pakāpes kokiem nav vienāds augstums. Bet aprēķinot katrā pakāpē vidējo, redzēsim, ka pārējie augstumi sevišķi tālu no tā nenovirzās. Atsevišķu caurmēru pakāpju augstumi atrodas noteiktā likumsakarībā ar pašām pakāpēm.

Ja pret abscisām — caurmēriem uz ordinātu ass atliekam dažāda resnuma koku augstumus, tad redzam, ka tie atrodas šaurā joslā. Caur augstuma punktiem var izvilkt izlīdzinošu likni, lai apm. tikpat daudz punktu paliktu kā vienā, tā otrā pusē. Rūpīgi izvilktā likne dos iespēju nolasīt katrai caurmēru pakāpei atbilstošu augstumu. Šādu likni sauc par **a u g s t u m a l i k n i** (115. attēls).

Pareizas augstuma liknes konstruēšanai jāizmēri koku augstumi

dažāda caurmēra stumbriem, vislabāk — katrā caurmēru pakāpē. Svarīgi, lai pietiekami būtu pārstāvēti paši tievākie un resnākie koki un lai liknes galos būtu pietiekami daudz drošu punktu. Ideālākais būtu, izmērīt katrā caurmēru pakāpē vairāku koku augstumus un no tiem ņemt aritmetiskos vidējos un uzlikt tīklā augstuma liknes konstruēšanai. Jo vairāk būs augstuma mērījumu, jo drošāk varēs izvilkt likni, bet no otras puses tas prasīs vairāk laika un



115. att. Augstuma likne

darba. Tādēļ praktiskām vajadzībām apmierinās ar mazāko pieļaujamo mērījumu skaitu. Vismaz 9—12 augstuma mērījumi katrā gadījumā ir nepieciešami. Lielākās un nevienmērīgākās audzēs augstuma liknes konstruēšanai nepieciešami vairāki augstuma mērījumi. Vislabākais ir izmērītos augstuma punktus tūlīt mežā uzlikt uz milimetru vai rūtiņu papīra un ar likni izlīdzināt. Tādā gadījumā būs redzams, kādās resnuma pakāpēs likne vēl nedroša un kur vajadzīgi papildus mērījumi. Ja vienā caurmēra pakāpē ir vairāki mērījumi, tad uzliek to aritmetisko vidējo, bet izvelkot likni, šādi punkti ir sevišķi jāievēro. Lai likni pareizāk izvilktu, augstuma punkti vispirms jāsavieno ar taisnu līniju un tad jāizlīdzina ar likni tā, lai trīsstūrīši starp lauztajām līnijām abpus liknes savstarpēji segtos.

Izmērītos augstuma punktus var izlīdzināt arī matemātiski pēc mazāko kvadrātu metodes. Šī metode ir precīzāka un izslēdz subjektīvismu, kas var rasties augstuma likni izvelkot. Praktiskām vajadzībām tomēr iztieks ar likni kā vienkāršāko paņēmieni. Lai to dabūtu pareizāku, caurmēra un augstuma mērījumus izdara ar iespējamo noteiktību.

Ir sastādītas tabulas, kurās parādīts, cik augstuma mērījumi nepieciešami ar dažāda tipa augstummēriem, lai dabūtu augstuma likni ar vienu un to pašu pareizību. Tādējādi zināmos apstākļos ar mazāk precīzu augstummēru var īsākā laikā izdarīt vairākus mērījumus un dabūt labākus gala rezultātus, nekā ar komplicētāku augstummēru.

Ja uzliktie augstuma punkti atrodas stipri izklaidus un tos grūti ar likni izlīdzināt, tad nākas caurmēra mērīšanu izdarīt no jauna pa augstuma grupām.

Iepriekš minētās priežu audzes piemērā (100. §) izmērīti šādu koku augstumi:

Caurmērs krūšaugstumā cm	Augstums m
12	16,0
14	19,0
18	19,0
18	20,5
21	21,5
24	24,0
28	23,0
32	24,0
32	25,0
32	26,0
36	26,0
38	25,5
39	27,0
41	26,0

Uzliekam minētās augstuma vērtības kā ordinātes pret caurmēriem — abscisām (115. attēls), iepriekš aprēķinot aritmetisko vidējo no trim mērījumiem 32 cm pakāpē. Savienojam punktus ar pārtrauktām līnijām un izvelkam caur tiem likni tā, lai punkti abpus liknei būtu līdzsvaroti. No liknes varam nolasīt katrai caurmēru pakāpei atbilstošo vidējo augstumu:

Caurmēru pakāpes cm

12 14 16 18 20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40 42

Augstumi m

17 18 19 20 21 22 23 23 24 24 25 25 26 26 26 27

No liknes varam nolasīt arī vidējam caurmēram atbilstošu augstumu. Dotajā audzes piemērā vidējais caurmērs $d_v = 24,8$ cm.

Pēc augstuma liknes šādam caurmēram atbilst augstums $h_v = 23,0$ m. Šo augstumu sauc par audzes vidējo augstumu un blakus vidējam caurmēram tas ir viens no svarīgākajiem audzes raksturotājiem.

Vidējo augstumu var noteikt arī tieši mežā, izmēriot augstumus vairākiem kokiem ar vidējo caurmēru un ņemot no tiem aritmētisko vidējo. Šis paņēmieni ir vienkāršāks, bet arī mazāk precīzs. No augstuma liknes nolasītais vidējais augstums ir vienmēr precīzāks.

Vidējā augstuma noteikšanai sekmīgi var lietot īpašu formulu, ar kuru to atrod kā svērto vidējo pēc atsevišķu pakāpju šķērslaukumiem un augstumiem

$$h_v = \frac{h_1 g_1 n_1 + h_2 g_2 n_2 + h_3 g_3 n_3 + \dots + h_n g_n n_n}{g_1 n_1 + g_2 n_2 + g_3 n_3 + \dots + g_n n_n},$$

kur $h_1, h_2, h_3 \dots$ ir atsevišķu caurmēra pakāpju vai resnuma grupu vidējais augstums; $g_1, g_2, g_3 \dots$ — atsevišķu caurmēra pakāpju viena koka šķērslaukums; $n_1, n_2, n_3 \dots$ — koku skaits caurmēra pakāpēs. Tā kā $g_1 n_1 = G_1$; $g_2 n_2 = G_2$ utt., tad formulu var pārveidot

$$h_v = \frac{h_1 G_1 + h_2 G_2 + h_3 G_3 + \dots + h_n G_n}{G}$$

Piemērs:

$$h_v = \frac{17 \cdot 0,011 + 18 \cdot 0,077 + 19 \cdot 0,261 + 20 \cdot 0,865 + 21 \cdot 1,194 + 22 \cdot 1,178 + 23 \cdot 1,312 + 23 \cdot 1,434 + 24 \cdot 1,478 + 24 \cdot 1,555 + 25 \cdot 1,206 + 25 \cdot 0,817 + 26 \cdot 0,305 + 26 \cdot 0,227 + 26 \cdot 0,251 + 27 \cdot 0,139}{12,310} = \frac{285,458}{12,310} = 23,2 \text{ m.}$$

Ja augstuma likne labi izvilktā, tad abi paņēmieni — pēc liknes un Loreja formulas — dod ļoti tuvus rezultātus.

Pārējie audzes augstumi atrodas noteiktā sakarībā ar audzes vidējo augstumu. Pēc prof. Tjurina pētījumiem šī sakarība izteicama šādi: ja vidējo augstumu pieņem par 1, tad resnākās pakāpes augstums būs 1,15, bet tievākās — 0,8. Jaunākās audzēs šīs robežas plašinās, bet vecākās — sašaurinās.

Praktiskās taksācijas vajadzībām ir mēģināts tipizēt augstuma līknes atkarībā no audzes vidējā augstuma un caurmēra. Vairāki pētījumi rāda, ka praktiski pietiek ar četriem augstuma līkņu tipiēm, vidējiem augstumiem svārstoties šādās robežās: no 15—20 m, 20—25 m, 25—30 m un 30—35 m.

Izteicot grafiski koku skaita relatīvo sadalījumu augstuma pakāpēs, dabūjam sadalījuma poligonu ar labo jeb negatīvo asimetriju. Pēc autora pētījumiem par egles audzēm asimetrija pieaug līdz ar vecumu, bet vienāda vecuma audzēm līdz ar vidējo augstumu.

112. §. Audzes vecuma noteikšana

Ar sēšanu vai stādīšanu mākslīgi radītās audzēs visi koki ir vienādā vecumā. Tas pats mēdz būt arī atvasājos, ja audzes koki radušies tikai no atvasēm. Šādās audzēs koku vecums izteic arī audzes vecumu.

Ja audze ir radusies no dabiskās atjaunošanās ar sēklām, tad koki ir dažādā vecumā, jo atjaunošanās notiek pakāpeniski vairāku gadu laikā. Šādā gadījumā vecuma svārstības var būt ne pārāk lielas. Ja tās nepārsniedz 10—20 gadu, tad arī šādas audzes mēs saucam par vienvecuma audzēm. Ja vecuma svārstības ir lielākas, mēs runājam par dažāda vecuma audzēm.

Praktiski nemaz nav tik vienkārši konstatēt, vai audze ir vienvecuma vai dažāda vecuma, jo vienvecuma audzēm dažkārt var būt lielas caurmēra un augstuma starpības, bet dažāda vecuma audzēm dažreiz pilnīgi otrādi. Vecuma svārstības jāmēģina noteikt zondēšanas ceļā — dažādās audzes daļās nosakot atsevišķu koku vecumu.

Jaunākās, sevišķi skuju koku audzēs, koku vecumu noteic pēc dzinumu posmiem. Mistrotās vai lapu koku audzēs ar skuju koku piemistrojumu vecumu vieglāk noteikt skuju kokiem. Ja koku augums un citas ārējās pazīmes neliecina, ka atsevišķās sugas ir dažāda vecuma, tad skuju koku vecumu attiecina arī uz lapu kokiem. Vecākās audzēs, kur koku dzinuma posmi vairs tik skaidri neizdalās, jācenšas atrast svaigus celmus, uz kuriem tad izskaita gadskārtas. Pieskaitot gadskārtu skaitam 3—4 gadus, kas nepieciešams celma augstuma sasniegšanai, atrod koku vecumu. Ja celmi nav no attiecīgā gada, bet ir vecāki, tad jāpieskaita arī celmu vecums. Gadskārtu skaitīšana uz celmiem jāizdara dažādās audzes daļās un šim nolūkam jāizlieto kā resnāki, tā tievāki celmi. Visdrošākos rezultātus dod pieauguma svārstps. Ieurbjot līdz serdei,

uz skaidas cilindriša var izskaitīt gadskārtas un tā atrast kura katra koka vecumu. Cērtamā vecuma audzēs koki jau celma daļā sasniedz ievērojamu resnumu, tādēļ nepieciešams pietiekami garš svārpsts, kas sniegtos līdz koka serdei. Nosakot koka vecumu ar svārpsta palīdzību, urbumi jāizdara izklaidus pa visu audzes platību, izvēloties gan resnākus, gan tievākus kokus. No izcili resniem un tieviem kokiem tomēr jāizvairās.

Ja audzē nav sastopami svaigāki celmi, koku gadu dzinumi grūti atšķirami un taksatora rīcībā nav arī svārpsta, tad audzes vecums jānoteic ar acumēru. Šeit jāvadās no koku caurmēra un augstuma attiecībām, no mizas, vainagu formas un citām pazīmēm. Veciem kokiem, kas pārsnieguši apm. 120 g., augstuma pieaugums jau ievērojami samazinājies vai pat apstājies, tādēļ vainagu virsotnes izveidojas apaļākas (111. un 112. attēls). Vecām priedēm vainagi kļūst apaļi, piniņveidīgi. Miza šādām priedēm kļūst gluda, kā nodilusi, jo plānās plāksnes atlūp. Cērtama vecuma kokiem par pieturas punktu var noderēt arī stumbra notīrīšanās no zariem. Šādā vecumā vidējas biežības apstākļos skuju koku stumbru apakšējā trešdaļa ir samērā bezzaraina, eglēm vairāk vai mazāk aplāta ķērpjiem. Lielāka zarainība, priedēm plānāka, gaišāka, bet eglēm gludāka, brūna miza citos vienādos apstākļos norāda uz mazāku vecumu. Acumēra metode nav tik droša, bet ar zināmu ievingrināšanos audzes vecumu var noteikt 10—20 g. robežās.

Konstatējami pēc vienas vai otras metodes vairāku audzes koku vecumu un vecuma svārstības, mēs varam noteikt, vai audze ir vienvecuma vai dažāda vecuma. Ja vecuma svārstības nepārsniedz 10—20 gadu, tad tādu mēs saucam par vienvecuma audzi. Arī šādai audzei ir jādod konkrētāks vecuma apzīmējums. Vienvecuma audzei var noteikt vidējo un valdošo vecumu. Ja vecuma svārstības ir nelielas, tie abi būs diezgan līdzīgi. Vidējo vecumu noteiksim, ņemot no atrastiem vecumiem aritmetisko vidējo. Valdošais vecums ir tāds vecums, kāds ir lielākam koku daudzumam, citiem vārdiem, kāds ir lielajai daļai no noteiktiem paraugiem. Ievērojot, ka koku vecumu mēs nevarām noteikt absolūti pareizi, bet tikai vairāk vai mazāk tuvināti, nav nozīmes arī audzes vecumu noteikt ar viena gada noteiktību. Parasti to noteic ar noteiktību līdz 5 vai 10 gadiem. Tādēļ vienvecuma audzes vidējais un valdošais vecums praktiski iznāk vienāds.

Vecuma kategorijas, kādās audzes iedala, sauc par vecumklasēm. Skuju kokiem un cietajiem lapu kokiem vienu vecumklasi pieņem 20 gadu apmērā, bet mīkstajiem lapu kokiem —

10 gadu. Ātraudzīgajām lapu koku sugām retāk lieto 5 g. vecumklases. Vecumklašu iedalījums gados ir šāds:

Vecumklase	Skuju kokiem gadi	Lapu kokiem gadi
I	1—20	1—10
II	21—40	11—20
III	41—60	21—30
IV	61—80	31—40
V	81—100	41—50
VI	101—120	51—60
VII	121—140	61—70
utt.		

Skuju kokiem vecumklases mēdz vēl iedalīt pirmajā un otrā pusē, liekot vecumklases apzīmējumam blakus indeku, piem., I₁, I₂ vai IV₁, IV₂.

Vecumklasi noteic pēc valdošā vecuma, bet audzes vecuma svārstības izteic vēl papildus ar gadu daudzumu.

Vispārējai vecuma raksturošanai dažkārt lieto vēl rupjāku iedalījumu, piem., kā r š u v e c u m s (II, III), b r i e d u m a v e c u m s (III, IV), c ē r t a m a i s v e c u m s (V, VI). Šādu vecuma kategoriju robežas var svārstīties atkarībā no cirtmeta, augtenes un citiem apstākļiem.

Ja vecuma svārstības audzē pārsniedz vienu vecumklasi, tad tādu jau dēvē par dažāda vecuma audzi. Vecuma svārstības audzē var dažādi izpausties. Dažos gadījumos audze sastāv no vairākām vienvecuma audžu platībām, kas tomēr ir tik sīkas un tā novietotas, ka nav atsevišķi atdalāmas. Citos gadījumos tikai atsevišķi puduri vai koku grupas atšķiras no audzes valdošā vecuma. Beidzot var būt arī atsevišķi vecāki koki, izkaisīti pa visu audzi. Tādēļ arī mēdz runāt par grupveida, pudurveida vai izklaidus savrupkoku vecuma dažādībām. Vislielākās vecuma dažādības sastopamas izlases mežā, kur blakus cērtamā vecuma kokiem atrodas jaunu kociņu un paaugas puduri un tāpat arī vidējo vecumklašu koki.

Ja vien tas iespējams un ir saimnieciski lietderīgi, tad jācenšas no dažāda vecuma audzes atdalīt vienvecuma audžu platības. Ja vecuma dažādībām ir sīki pudurveida raksturs, tad tas nebūs iespējams, un tādā gadījumā vecuma dažādības jāparāda vecuma aprakstā. Jāatzīmē, ka praktisku iemeslu dēļ nav iespējams katras vecuma pakāpes līdzdalību izteikt ar platību, vai attiecīgas grupas šķērslaukumu vai koku skaitu. To var tikai tuvināti novērtēt,

pieturoties pie dastošanas datiem. Ja arī valda vispārējs uzskats, ka resnākie koki ir vecāki un tievākie jaunāki, tad nereti gadās arī gluži pretēji, un šāds pieturas punkts var dot maldīgus rezultātus.

Sarežģītāks ir jautājums par dažāda vecuma audzes vidējo vecumu. Vēl līdz šim mācību grāmatās var atrast paņēmienus vidējā vecuma aprēķināšanai. Populārākās ir masas un masas pieauguma vidējā vecuma formulas.

Pēc masas vidējā vecuma formulas audzes vidējais vecums

$$A = \frac{V_1 A_1 + V_2 A_2 + V_3 A_3 + \dots + V_n A_n}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n},$$

kur A — vidējais vecums,

V_1, V_2, V_3 — atsevišķu vecuma grupu masa,

A_1, A_2, A_3 — atsevišķu vecuma grupu vidējais vecums.

Prof. Tjurins ieteic šo formulu arī vienvecuma audzes vidējā vecuma aprēķināšanai. Teoretiski tas, protams, iespējams, bet praktiski tas nekādā gadījumā neattiecināms un tam nav arī nekādas nozīmes.

Līdzīga arī otrā formula, ar kuru audzes vidējo vecumu noteic pēc atsevišķu vecuma grupu masas vidējā pieauguma:

$$A = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{\frac{V_1}{A_1} + \frac{V_2}{A_2} + \frac{V_3}{A_3} + \dots + \frac{V_n}{A_n}}.$$

Dažreiz audzes vidējo vecumu ieteic aprēķināt arī kā vidējo platības vecumu.

Nerunājot par to, ka audzes vidējais vecums, aprēķināts kā aritmetiskais vidējais, ir formāli nepareizs, tas arī matemātiski nav pierādāms. Un beidzot, tam nav arī nekādas praktiskas nozīmes.

Piemērs: 1 ha egļu audze 40 g. veca ar masu 188 m³
 1 " " " 100 " " " " 571 m³

$$A = \frac{188 \cdot 40 + 571 \cdot 100}{188 + 571} = \frac{64620}{759} = \sim 85 \text{ g.}$$

Ko dod šāds vidējais vecums? Tas neizteic audzes tehnisko gatavību un pēc tā vēl nevar spriest, vai audze cērtama. Tas

nedod arī nekādus norādījumus citu mežsaimniecības paņēmieni lietošanā. Ja pastāv tik liela vecuma starpība, kā piemērā minētai audzei, tad atkarībā no vecuma grupu novietojuma vecāko koku grupas nāksies izmantot vai nu iepriekš atsevišķi, vai tās nocirtis rīlīt kopā ar jaunāko vecuma grupu, vai arī atstās tik ilgi, kamēr pēdējā pieaugs un sasniegs tehnisko gatavību un tad nocirtīs abas vecuma grupas reizē. Vidējais vecums te nedod nekādu norādījumu, bet drīzāk gan atsevišķo grupu vecums.

Arī audzes pieauguma noteikšanai vidējais vecums nedod nekādus pakalpojumus, tādēļ dažāda vecuma audzēs vidējā vecuma noteikšana pēc vienas vai otras formulas pilnīgi atmetama.

Divu dažāda vecuma audžu salīdzināšanai nepieciešami tādi paņēmieni, ko lieto izlases meža saimniecībā, vai arī jāizpalīdzas ar augšanas gaitas tabulām.

Audzēs saimniecisko nozīmi galvenokārt noteic tāds resnāko koku skaits uz platības vienību, kāds atbilst normalam stāvoklim cērtamā vecumā, tādēļ taksācijas praksē dažkārt ieteic noteikt audzes vidējo vecumu pēc paraugkokiem, kas izraudzīti no 500 resnākiem kokiem uz 1 ha. Tādā gadījumā vidējais vecums būs tuvu valdošam vecumam.

Runājot par atsevišķu koku vecuma noteikšanu mēs jau redzējām, ka kokiem, kas jaunībā kaut kādu traucējumu dēļ nav varējuši normali attīstīties, mēs blakus fiziskajam vecumam noteicam arī saimniecisko vecumu. Ja šādus kokus izraugāties par paraugkokiem audzes vecuma noteikšanai, tad mēs arī audzei varam noteikt saimniecisko vecumu.

Audzi atkārtoti uzņemot pēc zināma perioda un katru reizi noteicot tās vidējo vecumu, mēs varam sadurties ar parādību, ko literatūrā sauc par audzes *relatīvo novecošanos*. Tā, piemēram, uzņemot audzi pirmo reizi, esam noteikuši tās vidējo vecumu 75 gadi, bet pēc 10 gadiem, uzņemot šo pašu audzi otru reizi, vidējais vecums izrādās 90 gadi. Šāda nesaskaņa rodas no vecuma pārmaiņām dažādās resnuma grupās. 10 gadu starplaikā zināms koku skaits dabiski izkrīt, lielāko tiesu tievākās caurmēru pakāpēs, tāpat arī ekstensīvākās starpcirtēs izcērt pa lielākai daļai šo pašu pakāpju kokus. Ja tievākie koki ir arī jaunāki, tad ar to izkrišanu no audzes pēdējā arī it kā netieši kļūst vecāka, kas parādās pie atkārtotas audzes uzņemšanas. Lai no šādām nesaskaņām izvairītos, ieteicams audzes vecuma noteikšanai paraugkokus izraudzīt no tiem kokiem, kuru stāvoklis liecina, ka tie varētu palikt audzē līdz cērtamam vecumam.

113. §. Saliktās audzes

Par saliktu audzi sauc tādu, kur koki izveido divus vai vairākus stāvus. Šādās audzēs koku augstumi svārstās ļoti plašās robežās. Koku virsotnes var atrasties divās vai vairākās atsevišķās plāksnēs, vai arī mainīties no individa uz individu un izveidot t. s. vertikālo slēgumu. Vertikālā griezumā caur vienkāršu audzi koku virsotne veido viļņotu līniju, bet saliktā audze — vairākas tādas viļņotas līnijas vienu virs otras, vai arī vienu — stipri lauztu un svārstīgu līniju.

Vienkāršā audzē koku vainagi, vairāk vai mazāk saslēgdamies, izveido blīvāku vai irdenāku viļņotu vainagu slāni, ko sauc par vainagu klāju. Saliktās audzēs koku vainagi daudzkārt tā mijas un savstarpēji nosedzas, ka izveido nepārtrauktu vainagu masu. Bet arī tādos gadījumos pēc koku augstumu diferencēm audzē mākslīgi izdala stāvus un atsevišķas vainagu klājas.

Stāvu izdalīšanu mēdz dažādi pamatot. Vienā stāvā apvieno tos kokus, kuru augstums nenoslīd zem 68% un nepārsniedz 16% no vidējā augstuma. Ja, piemēram, pirmā stāva vidējais augstums ir 30 m, tad šai stāvā ieskaita kokus no 20—35 m. Kokus, zemākus par 20 m, pieskaita otrajam stāvam.

Prof. Orlovs vienā stāvā apvieno visus tos kokus, kuru augstuma svārstības nepārsniedz 10% no lielākās daļas koku augstumiem. Ja, piemēram, vienā stāvā lielākai daļai koku ir augstums 29 m, tad šim stāvam pieskaitāmi koki ar augstumu no 26 līdz 32 m.

Dažās instrukcijās norādīts, ka otrs stāvs izdalāms tikai tad, ja tā vidējais augstums atšķiras no pirmā stāva vidējā augstuma vairāk par 20% un krāja ir ne mazāka par 20% no pirmā stāva krājas, bet pēc absolūtā lieluma ne mazāka par 30 m³ uz 1 ha.

Ja otrs stāvs ir apšaubāms un nevar droši izšķirties par tā izdalīšanu, tad audze jāpieņem par vienkāršu — vienstāva audzi.

Pamežs un paauga vienkāršu audzi par saliktu nepadara. Bet ja paauga pārklāj visu audzes platību un sasniegusi tādu vecumu, ka nav jāšaubās par tās palikšanu, tad praktiskās taksācijas vajadzībām ir pieņemtas zināmas robežas, no kādām sākot, to uzskata par stāvu. Tā, piemēram, ja tās augstums pārsniedz pusi no dominējošā stāva augstuma un tās biežība pārsniedz 0,4, tad paaugu pieņem par atsevišķu stāvu un kā tādu arī notaksē. Tādi piemēri sastopami priežu-egļu un bērzu-egļu audzēs, priedeglājā, priedulājā un eglājā ar spēcīgu egles paaugu. Pamežs, kas lielāko

tiesu sastāv no krūmu sugām, atsevišķu stāvu neizveido. Ja tās pietiekami izveidots, to attiecīgi apraksta.

Saliktu audzi nevar uzskatīt par atsevišķu stāvu sumu. Tā ir vesela nedalāma vienība. Analītiska pieeja saliktām audzēm, lai to sadalītu meža elementos, ir tikai līdzeklis praktiskās taksācijas vajadzībām. Dodot šādas audzes pilnīgu novērtējumu, ir jāpatur redzes lokā visas tās sastāvdaļas, jo tikai tā uz taksācijas datu pamata būs iespējams spriest par nepieciešamo mežsaimniecības papēmienu lietošanu. Tikai pēc tam, kad saliktai audzei ir pieiets kā veselam un noteikts tās sintētiskais raksturs, jāpāriet uz tās analīzi, noteicot atsevišķu sastāvdaļu taksācijas datus: sastāvu, vecumu, vidējo augstumu, caurmēru u. c. Jāatzīmē arī saliktās audzes katras sastāvdaļas saimnieciskā nozīme, iesākot ar svarīgāko un beidzot ar mazāk svarīgo.

Audzēs saliktais raksturs var dažādi izpausties un tādēļ ne katru reizi viegli izšķirties, kuram stāvam ir svarīgāka nozīme. Tā, piemēram, mums ir lielāka platība ar 130 g. vecu priedi, kas sasniedz vidējo augstumu 28 m. Zem priedes atrodas egles, bērza u. c. lapu koku sugu mīstrots stāvs 70 g. vecumā ar vidējo augstumu 20 m. Priedes stāva biežība ir neliela, acīm redzot palikušie koki atstāti no iepriekšējā cirtmeta, tomēr koku skaits ir lielāks nekā parasti atstātais sēklinieku skaits. Vietām arī labi izveidots pamežs, no kura sastāva daudzi vītoli aizsniedz arī egles-lapu koku stāvu.

Piemērā minētā audze ir salikta audze ar priedi pirmajā un egli-lapu kokiem otrajā stāvā. Katrs no šiem stāviem taksējams atsevišķi. Par galveno šeit jāpieņem otrs stāvs, kura biežība lielāka, bet kura ciršanas gatavība vēl nav iestājusies. Priede pirmajā stāvā jau pārsniegusi ciršanas vecumu, tās pieaugums jau stipri samazinājies un to nepieciešami izcirst tuvākajā nākotnē, kas šī stāva nelielās biežības dēļ tehniski arī iespējams.

Ja līdzīgā audzē priede būtu sastopama vēl mazāk, izkaisīta pa visu audzes platību, tad taksējot to apraksta tikai atsevišķu koku veidā, uzdodot skaitu, vecumu un vidējos datus par augstumu un caurmēru.

Kādā citā audzes piemērā, ar 70 g. vecu bērzu pirmajā stāvā un vidējo augstumu 27 m, bet ar 60 g. vecu egli otrajā stāvā un vidējo augstumu 14 m, arī noteikti saskatāmi divi stāvi (116. attēls). Šai gadījumā pirmajam stāvam daudz lielāka saimnieciska nozīme un tas arī vispusīgi raksturojams. Par otru stāvu dodami tādi dati, kas nepieciešami, ievērojot visas saliktās audzes nozīmi un paredzamo saimniecisko ricību.



116. att. Saliktās audzes schema

Ja starp saliktās audzes stāviem nav tik spilgtas atšķirības kā minētajos piemēros, bet tā tas parasti ir priedulāja audzēs, tad dodams viens kopējs sintētisks sastāva raksturojums un vajadzības gadījumā atsevišķi dati par katras sugas atšķirīgām dimensijām.

Audzēs analīzei un tā veida noteikšanai ir nopietna saimnieciska nozīme, jo saliktām audzēm, salīdzinot ar vienkāršām audzēm, ir zināmas priekšrocības. Tās labāk izmanto augšanas telpu, jo saulmīļu un ēnciešu sugām ir dažādas prasības pēc gaismas un tās dod kopā lielāku masu uz platības vienības. Saliktās audzēs ir lielāka koksnes sortimentu izvēle, tiklab pēc dimensijām, kā pēc sugām. Saliktās audzes mazāk padotas dažādām kaitēm un kaitēkļiem, vējgāzēm, vējlauzām, meždegām utt. un tātad nav novērojamas izretināšanas nevēlamās sekas.

114. §. Audzes sastāvs

Audzēs aprakstu parasti iesāk ar sugu sastāvu, atzīmējot katrai koku sugai daļu, kādu tā sastāda no audzes kā no veselā. Ja audzēs sastāv tikai no vienas sugas, tad sugas apzīmējums izteiks arī šādas tīraudzēs sastāvu. Ja audzē ir mistrota, t. i., sastāv no vairākām sugām, tad sastāvs jāizteic kā ar sugu apzīmējumiem, tā arī ar sugu līdzdalības apmēriem. Dabā reti sastopamas lielas

tīraudžu platības. Parasti gandrīz vienmēr ir lielāks vai mazāks citu sugu piejaukums. Audzes ar niecīgu citu sugu piejaukumu tāpat mēdz saukt par tīraudzēm.

Visas audzes sastāvu apzīmē ar desmit vienībām un katras sugas līdzdalību izteic atsevišķās vienībās. Ja pārsvarā esošā suga ir vairāk par pusi, tad tā ir absolūti valdošā, ja tā ir pārsvarā par katru piemistrotu sugu atsevišķi, tad tā ir relatīvi valdošā.

Raksturojot audzes sastāvu, pirmā vietā liek valdošo sugu un aiz tās pārējās sugas krītošā secībā.

Par galveno sugu mistraudzē pieņem saimnieciski svarīgāko. Ļoti bieži tā ir valdošā suga. Bet stipri mistrotās audzēs, kur atsevišķām sugām ir vienāds mistrojuma koeficients, par galveno pieņem to, kam pēc dažādiem apsvērumiem ir lielākā nozīme.

Katras koku sugas mistrojuma koeficientu mistrotas audzes sastāvā var noteikt pēc vairākiem paņēmieniem: pēc koku skaita, šķērslaukuma un masas. Dažos gadījumos pēc visiem paņēmieniem iegūsim vienādus koeficientus, bet citos gadījumos tie ievērojami atšķirsies. Tādēļ vispareizākais ir noteikt mistrojuma koeficientus pēc masas, jo masa vislabāk raksturo audzes saimniecisko nozīmi. Apzīmējot audzes kopējo masu ar 10, atsevišķu sugu mistrojuma koeficientus atrod, dalot šo sugu masu ar audzes masu.

Audzēs sastāvu izteic ar sastāva formulu, kurā ieiet mistrojuma koeficients un sugas pirmais burts. Sugas saīsināti apzīmē šādi: P — priede, E — egles, B — bērzs, A — apse, M — melnalksnis, Os — osis, O — ozols, Ba — baltalksnis, L — liepa utt. Priedes tīraudzes sastāvu izteic 10 P, egles tīraudzes sastāvu — 10 E utt. Ja pakļautās sugas piemistrojums nesastāda pilnu desmito daļu, tad sugas apzīmējumu formulā pieraksta ar plus (+), piemēram: 10 P + B, vai 10 E + A, un tādu audzi vēl skaita par tīraudzi. Praktiski tīraudzēm pieskaita arī tādas audzes, kur citas sugas piemistrojums nepārsniedz 10%. Ja pakļautās sugas piemistrojums ir tikai atsevišķu koku veidā, tad to izteic šādi: 10 P + ats. B, 10 P + ats. (B + E) u. tml.

Tīraudze ar vienu stāvu ir tikai viens meža elements, bet mistrraudzē — vairāki meža elementi. Ja, piemēram, mistraudze sastādās no priedes ar masu 280 m³ un egles ar masu 130 m³, tad priedes līdzdalība izteiksies ar $\frac{7}{10}$, bet egles — ar $\frac{3}{10}$ un sastāva formula būs: 7 P 3 E. Šādā audzē saskatāmi divi meža elementi. Ja kādas sugas līdzdalība audzes sastāvā izpaužas grupu vai atsevišķu puķuru veidā, tad sastāva formulā to apzīmē šādi: 5 P 3 E gr. 2 B. Ja šādā audzē sastopami vēl atsevišķi citas sugas koki, tad var rakstīt 5 P 3 E gr. 2 B + A.

Saliktās audzēs sastāvu nosaka atsevišķi katram stāvam, sastāva formulu rakstot daļas veidā ar pirmā stāva sastāvu virs un otra stāva sastāvu zem svītras vai apzīmējot stāvus ar romiešu cipariem, piemēram:

$$\frac{8 P \ 2 B}{9 E \ 1 B} ; \quad \begin{array}{l} I \ 7 B \ 3 A + O s \\ II \quad \quad 10 E \end{array}$$

Trešā stāva sastāvu, ja tas nepieciešams, izteic tikai ar sugu atzīmēšanu, jo tās biežība parasti ir neliela. Arī paaugā un pamežā, ja tie pietiekami izveidoti un tiem ir saimnieciska nozīme, uzskaita sugu sastāvu, minot to savrupējo vai grupveida raksturu.

Audzēs sastāva aprakstu parasti kombinē ar vecuma aprakstu, liekot aiz katras sugas apzīmējuma indeka veidā tās vecumu, piemēram:

$$7 P_{120} \ 3 E_{100} ; \quad 8 E_{80-100} \ 2 B_{80}$$

Dažāda vecuma audzēs atsevišķu grupu vecumu izteic ar savu apzīmējumu, piemēram:

$$9 E_{(80-100) + (40-50) + 140} \ 1 B_{80}$$

Praktiskajā taksacijā mežierīcības darbos audzēs sastāvu nosaka ar acumēru. Rezultātu pareizība atkarīga no taksatora pieredzes, redzes asuma un no audzēs rakstura. Mazāk sarežģītās audzēs mistrojumu var noteikt ar lielāku precizitāti nekā saliktās audzēs. Saliktās audzēs par pieturas punktu var izmantot atsevišķu sugu koku skaitu, ņemot vērā šo koku dimensijas. Laiku pa laikam ieteicams audzē dažādos virzienos uz taisnas līnijas apvērtēt pēc kārtas 10 kokus un provizoriski izkalkulēt to tilpumu attieksmes. Labu pieredzi taksators var gūt pastāvīgos parauglaukumos, kur visi taksācijas dati jau iepriekš noteikti, tāpat arī speciālos taksācijas parauglaukumos pēc visu koku uzskaites. Sevišķi precīzi jānosaka sastāvs cērtama vecuma audzēs, kamēr jaunaudzēs pielaistām kļūdām nav tik liela nozīme. Pietiekami ievērinājies taksators audzēs mistrojuma noteikšanā kļūdisies ne vairāk par $\frac{1}{10}$.

115. §. Audzēs biežība

Biezība līdz ar veidu, sastāvu un vecumu ir viena no svarīgākajām audzēs raksturotājām pazīmēm. To noteic koku skaits uz platības vienības, kā arī šo koku vecums. Prof. T r e t j a k o v s koku skaitu uz platības vienības — uz 1 ha nosauc par audzēs b i e z u m u (рычота).

Lai spriestu par audzes biežību, ir jāpieņem kāds standarts, ar ko katru konkrēto audzi salīdzina. Meža taksacijā biežību noteic, salīdzinot dotu audzi ar tādās pašas sugas, veida, vecuma normalas biežības audzi, kas attīstījusies tādos pašos augtēnes apstākļos. Par normalas biežības audzi sauc tādu, kas attiecīgas sugas, vecuma, bonitātes un tipa apstākļos ir iespējami pilnīgākā. Šādā audzē visa augšanas telpa pilnīgi aizņemta. Tur nav tukšu laukumu. Koku sakņu sistēmas aizņem vienmērīgi visu augšņu un koku vainagi saslēgdamies izveido noslēgtu vainagu klāju. Šādu audzes stāvokli lielā mērā ietekmē kopšanas ciršu intensitāte, radot pārmaiņas koku skaitā un vainagu attīstībā. Tādēļ par pastāvīgāko elementu jāuzskata audzes koku šķērslaukums, ko arī pieņem par mērauklu salīdzināšanai un biežības noteikšanai.

Galveno sugu normalo audžu šķērslaukumi dažādām bonitatēm un vecumiem sakopoti augšanas gaitas tabulās (8.—10. tabulas pielikumā). Šādas tabulas izstrādātas uz liela skaita novērojumu pamata un atspoguļo dažādu sugu audžu augšanas gaitu dažādos augtēnes apstākļos. Normalas audzes biežību pieņem par 1,0. Salīdzinot konkrētas audzes šķērslaukumu uz 1 ha ar tādās pašas sugas, vecuma un augtēnes apstākļos augušas normalas audzes šķērslaukumu augšanas gaitas tabulās, atradīsim tās biežību. Parasti audžu biežība ir zem normalās un tādēļ izteiksies desmitdaļās no tās, piem., 0,9, 0,8, 0,7 utt. Audzes ar biežību no 0,3—0,1, dažos gadījumos tikai ar 0,2 un 0,1, sauc par r e t a i n ē m. Ja pirmo divu vecumklašu audzēm biežība ir zem 0,3, tad uzskata, ka šādi nogabali ir neapmežojušies, tātad retains apzīmējums lietojams tikai sākot ar trešo vecumklasi, t. i., skuju kokiem ar 40 g. un lapu kokiem ar 20 g. Audzes ar biežību no 0,5—0,4 mēdz saukt par r e t a u d z ē m, ar vidēju biežību 0,7—0,6 par s k r a j a u d z ē m, bet ar biežību 0,9—0,8 par p i l n a u d z ē m.

Audzē šķērslaukums pie vienas un tās pašas biežības, vecuma un citiem apstākļiem diezgan stipri mainās atkarībā no sugas. Ēnciešu sugām tas ir lielāks, saulmīļiem — mazāks. Vienai un tai pašai sugai audzes šķērslaukums mainās atkarībā no augtēnes apstākļiem un vecuma. Ar augtēnes apstākļu uzlabošanos un ar lielāku vecumu audzes šķērslaukums pieaug.

Lai noteiktu audzes biežību, vispirms jāatrod audzes koku šķērslaukums krūšaugstumā un tas jāattiecina pret līdzīga rakstura normalas audzes šķērslaukumu.

Piemērs: 90 g. vecas egļu audzes šķērslaukums $G_k = 31,3 \text{ m}^2$ un vidējais augstums $h_v = 23 \text{ m}$. Pēc 9. tabulas pielikumā atrodam, ka 90 g. veca egļu audze ar $h_v = 23 \text{ m}$ pieskaitāma otrai boni-

tatei. Otrās bonitates 90 g. vecas normalas egļu audzes šķērslaukums $G_n = 39,4 \text{ m}^2$. Biezības faktoru b atrod:

$$b = \frac{G_k}{G_n} = \frac{31,3}{39,4} = 0,8.$$

Ja audze nav izdastota un nav zināms audzes šķērslaukums, tad biezība jānosaka ar acumēru. Tas prasa no taksatora asu redzi, labu pieredzi un redzes atmiņu, jo šādā gadījumā konkrētā audze jāsalīdzina ar agrāk redzētu audzi, tāda paša vecuma un tādos pašos augtēnes apstākļos.

Taksators, kam laba pieredze, audzes biezību var noteikt diezgan nekļūdīgi. Tomēr divu vienādi kvalificētu taksatoru vienas un tās pašas audzes biezības novērtējums var atšķirties par 0,1. Zināms subjektīvisms šeit ir neizbēgams. Vecās priežu audzēs, kas labi pārskatāmas, biezība šķiet mazāka, turpretim egļu audzēs, sevišķi ar paaugu un pamežu, biezība šķiet lielāka par faktisko.

Prof. T r e t j a k o v s biezības noteikšanai ieteic izpalīdzēties ar audzes vidējo caurmēru un biežumu, jo

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot d_v^2 \cdot N,$$

bet koku skaita un vidējā caurmēra noteikšana un turpmākā biezības aprēķināšana prasa daudz laika un tāpat var būt saistīta ar dažādām nejausībām.

Nereti audzes biezības noteikšanā vadās no audzes koku vainagu slēguma. To ieteic arī dažas mācības grāmatas. Tas ir principiāli nepareizi. Audzes biezība un vainagu klājas slēgums ir divas dažādas lietas. Starp tiem pastāv zināma korelācija, bet tās pakāpe var mainīties dažādu apstākļu ietekmē.

Par vainagu klājas slēgumu var spriest pēc vainagu projekciju kartes. To izteic audzes koku vainagu projekciju laukumu summa, attiecināta pret audzes platību. Pat normalās audzēs vainagu projekciju laukums jeb klājlaukums nav pilnīgi blīvs. Tanī vienmēr būs lielākas vai mazākas spraugas, t. s. „logi”. Daudzos gadījumos koku vainagi daļēji cits citu pārsedz. Ja vainagu klājlaukumu šādās vietās rēķina divkārtos apmēros, arī tad kopējais vainagu klājlaukums, attiecināts pret audzes platību, būs mazāks par vienu. Pēc dažiem pētījumiem vainagu klājlaukuma procents priežu audzēs sasniedz savu maksimu līdz 30. gadam, pēc tam sāk kristies. P. S a r m a noskaidrojis,

ka normalās egļu audzēs vainagu klājlaukuma procents svārstās atkarībā no vecuma:

Audzis vecums	Vainaga klājlaukums %
50	73
60	70
70	68
80	67
90	66
100	65
110	64
120	63
130	62
140	61
150	61

Citos pētījumos mēreni koptās egļu audzēs vainagu klājlaukuma procents ir 69—83, bet pie stipras zemās skrajcirtes 65—71%. Tas rāda, ka 100 g. vecās normalās audzēs vainagu slēgums nav ciešs, bet dažādu spraugu un lauču ir apmēram 30%. Saulmiļiem un ēnciešiem ir dažādas prasības pēc gaismas, tādēļ, ja vainagu klājlaukuma procents ir vienāds, saulmiļu sugām būs lielāks koku skaits resp. lielāks šķērslaukums uz 1 ha. Pārējos vienādos apstākļos vienai un tai pašai sugai dažādos ģeogrāfiskos apgabalos arī ir dažāds vainagu slēgums. Viss tas rāda, ka audzes biežības noteikšanai pēc vainagu slēguma nav droša pamata, un pārpratumu novēršanas dēļ no šāda paņēmiena pilnīgi jāizvairās. Jāatzīmē tomēr, ka vainagu slēguma noteikšanai daudzkārt var būt nozīme pašai par sevi, piemēram, dabiskās atjaunošanas, augšanas apstākļu u. c. parādību noskaidrošanā.

Sarežģītāka ir biežības noteikšana mistrotās un saliktās audzēs. Saliktas audzes vispirms sadalāmas stāvos un katrs stāvs aplūkojams par sevi. Ja tam ir tīraudzes raksturs, tad biežību nosaka iepriekš aprakstītā ceļā. Ja tūrpretim kāds atsevišķs stāvs pēc sastāva ir mistraudze, tad biežību noteicot jāņem vērā visas sugas, kas ieiet audzes sastāvā. Ja kādas sugas piemistrojums ir neliels, tad to var skaitīt kopā ar valdošo sugu. Sakarā ar iepriekš teikto arī mistrotu audzi vajadzētu salīdzināt ar tāda paša vecuma un tādos pašos augtēnes apstākļos augušu normalu audzi. Bet tā kā audžu mistrojumi dabā sastopami tik dažādās variācijās, ka tās grūti apvienot un iekļaut kopējos ietvaros, tad vēl līdz mūsu dienām nav izstrādātas normalo mistrotu audžu augšanas gaitas tabulas.

Ir tikai daži mēģinājumi šai virzienā. Tādēļ noteicot mistrotas audzes biežību jārikojas pēc iepriekš apskatītā paņēmiena. Ja audze izdastota, tad atrod katras sugas kopējo šķērslaukumu uz 1 ha atsevišķi. Tāpat katrai sugai atsevišķi noteic vecumu un vidējo augstumu. Katras atsevišķas sugas biežību noteic tāpat kā tīraudzē un kopējo audzes biežību dabū, sasumējot atsevišķu sugu biežības faktoros.

P i e m ē r s: 5 P₆₀ 3 E₅₀ 2 B₆₀.

Audzi izdastojojot, atrasti šādi šķērslaukumi: G_P = 17,0 m², G_E = 10,5 m², G_B = 7,0 m². Attiecīgie vidējie augstumi: priedei — 21,0 m, eglei — 17,0 m, bērzam — 22,0 m. Pielikuma 8. tabulā 60 g. vēca priežu audze ar h_v = 21,0 m atbilst pirmajai bonitātei ar normālo šķērslaukumu 33,5 m².

Pielikuma 9. tabulā egles pirmajā bonitātē 50 g. vecumā G_n = 32,0 m².

Pielikuma 10. tabulā bērza pirmajā bonitātē 60 g. vecumā G_n = 31,8 m².

$$b_P = \frac{17,0}{33,5} = 0,51$$

$$b_E = \frac{10,5}{32,0} = 0,33$$

$$b_B = \frac{7,0}{31,8} = 0,22.$$

Kopējā audzes biežība

$$0,51 + 0,33 + 0,22 = 1,06 \approx 1,1.$$

Mistrotām audzēm tāpat kā tīraudzēm tātad iespējama biežība arī lielāka par 1,0, jo ēnciešu un saulmīļu sugas, būdamas ar dažādām gaismas prasībām, daudz pilnīgāk izmanto augšanas telpu. Tā kā mistraudze ir atsevišķu meža elementu kopums, tad arī loģiski, ka tās biežība sastāv no šo elementu biežības. Gluži citos ieskatos ir prof. O r l o v s, neatzīdams mistraudzēm biežību lielāku par 1,0, arī tādā gadījumā, kad tā pēc viņa ieteiktā salīdzināšanas paņēmiena pārsniedz 1,0. Lai dabūtu mazāku biežības faktoru, viņš ieteic salīdzināt konkrētās mistraudzes šķērslaukumu ne ar valdītājas sugas normālo šķērslaukumu, bet ar tādās pakļautās sugas normālo šķērslaukumu, kurai tas valdītājas sugas vecumā ir vislielākais. Tāds paņēmieni ir principā nepareizs un praksē no tā jāizvairās.

Mazāk piemērots arī prof. Tretjakova ieteiktais paņēmieni mistraudzes biežības noteikšanai, salīdzinot mistraudzi ar valdītājas sugas normalu tīraudzi pie tāda vidēja augstuma, kas atrasts no mistraudzes atsevišķu sugu vidējiem augstumiem, izsvērtiem ar šo sugu šķērslaukumiem. No iepriekš teiktā jau redzējām, ka dažādām sugām ir dažādi biežību noteicēji faktori.

Mistrotu audžu biežības noteikšana ar acumēru prasa vēl lielāku pieredzi un praksi. Acumēra vingrināšanai izmantojami parauglaukumi. Kā pieturas punkti biežības noteikšanai noder atsevišķu sugu koku skaits un resnums. Jāmēģina konstatēt, uz cik valdītājas sugas kokiem sastopams viens pakļautās sugas koks. Audzes mistrojums un koku novietojums visā platībā nav pilnīgi vienmērīgs, tādēļ biežības noteikšanai visa audzes platība jāpārstaigā.

Īpatnēju metodi audzes biežības noteikšanai ieteicis Medvedjevs pēc attieksmes $h:d$, kas atkarīga no vainagu slēguma un biežās audzēs ir lielāka nekā atklāti augošiemi kokiem. Attieksme mainās arī no sugas, bonitates un vecuma. Medvedjevs noteicis, ka katrai bonitātei attieksmes $h:d$ reizinājums ar audzes šķērslaukumu G un attiecināts pret platības vienību ir konstants lielums. Biežības resp. biežoknības (гущина) noteikšanai, kā to apzīmē minētais autors, lietojama šāda formula:

$$S = \frac{hG}{2400 d \cdot C}$$

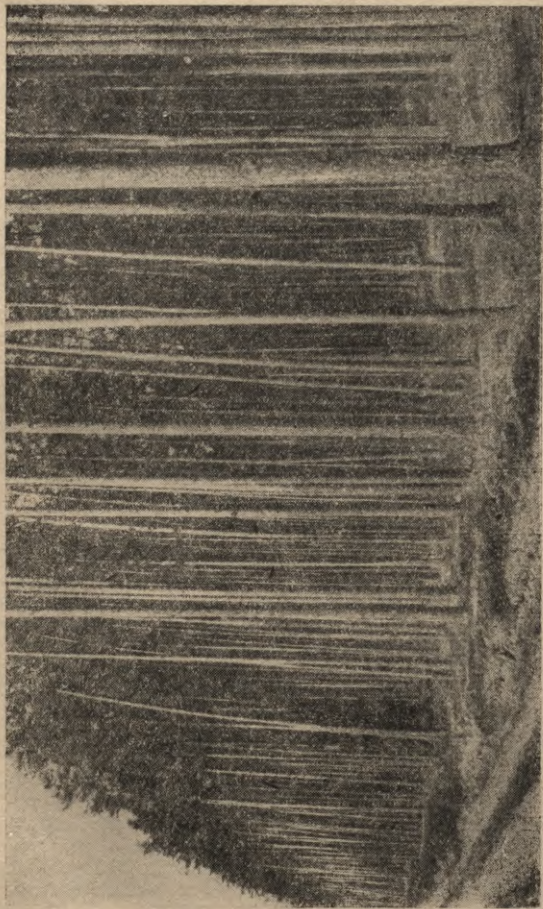
kur S — biežības faktors, h — vidējais augstums, G — audzes šķērslaukums, d — vidējais caurmērs, C — katrai sugai un bonitātei konstantais lielums, 2400 — kvadratasu skaits 1 desetinā.

Prof. Tretjakovs atzīst, ka zināmos gadījumos šis paņēmieni var dot absurdus rezultātus. Tas arī prasa vairāku pazīmju iepriekšējo noteikšanu nekā šķērslaukumu salīdzināšana.

Audzēs biežības noteikšana ar konkrētās un normalās audzes šķērslaukumu salīdzināšanu jāuzskata par drošāko metodi, un ar to arī jākorrigē acumēra biežības novērtējumi.

116. §. Audzes koku diferenciācija, galvenā audze un starpaudze

Audzē auguši koki gan pēc ārējā izskata, gan pēc tehniskām īpašībām, gan bioloģiski atšķiras no savrup augušiemi kokiem. Audzes koku attīstība norit savstarpējā ciešā atkarībā un ietekmē, un eksistences cīņā rodas lielas atšķirības atsevišķu koku starpā. Katrā audzē mēs varam vērot vislielāko dažādību, gan augstuma,



117. att. S1s (*Pinetum cladrinoso-callanosum*)

caurmēra, vainaga formas un lieluma, gan citā ziņā. Tā 120 g. vecā egļu audzē var sastapt kokus, kas paceļ savu vainagu pāri citiem kokiem, gan arī tādus, kas slēpjas zem citu, vairāk attīstītu koku vainagiem. Vieni indivīdi ir attīstīti sevišķi labi, kamēr citi tikko velk dzīvību.

Šī parādība mežsaimniecībā jau labi sen atzīmēta un izstrādāta pat koku klasifikācija pēc to attīstības pakāpes. Viena no vecākām un populārākām ir Krafta klasifikācija. Sākumā to lietoja tikai audzes kopšanas raksturošanai, bet vēlāk prof. Morozovs attīcināja to uz audžu attīstību vispār.

Pēc koku ārējā izskata un vainagu attīstības Krafts izdalījis piecas klases:

1) virsvaldu koki, ar sevišķi labi attīstītiem vainagiem, priēju audzēs apm. 10—12% no koku skaita;

2) valditāji koki ar samērā labi attīstītiem vainagiem, kas sastāda galvenās vainagu klājas pamatu, priēju audzēs 25—45% no kopējā koku skaita;

3) līdzvaldu koki ar puslīdz normalu, retāk no sāniem saspīestu vainagu, skaitā no 25—35%;

4) pakļautie jeb nomāktie koki, ar vairāk vai mazāk panīkušu, no visām vai no divām pusēm saspīestu vai arī vienpusīgu vainagu, skaitā no 12—15%;

a) visumā vēl nenomākts, pa daļai saspīests vainags;

b) vainagi pa daļai nomākti; virsējā daļa vēl brīva, apakšējā daļa apēnota vai no apēnojuma nokaltusi;

5) pilnīgi nomākti koki (7—8%);

a) ēnciešu sugām vēl ar dzīves spējīgu vainagu;

b) ar nokaltušu vai kalstošu vainagu.

Pirmās trīs klases veido audzes valdošo daļu, bet pārējās divas — nomākto daļu.

Šāds iedalījums tomēr uzskatāms par mākslīgu, tāpat kā daudzas citas klasifikācijas, jo mēs nekad nevaram ar tām izsmelt visas tās kvalitatīvās un kvantitatīvās dažādības, kādas audzē sastopamas. Pēc prof. Tkachenko domām mēs varam konstatēt dažādības un pretrunas audzes dzīvē, bet ne pāreju no viena procesa uz otru. Stingri ņemot, sadalījums valditājos un nomāktajos neatbilst procesu būtībai. Katra audze kā vesela raksturojama ar koku savstarpējo ietekmi, kas izteicas kā konkurences attieksmēs, tā labvēlīgā mijiedarbībā starp audzi un vidi. Audzē katrs koks savā individualā attīstības procesā padots šādai ietekmei, zināmā mērā arī pakļautībai.

Izsekojot meža elementa audzes attīstībai no jaunības līdz

vecumam, varam vērot pakāpenisku individu skaita samazināšanos. Labvēlīgos apstākļos izcirtumos notiek dabiskā atjaunošanās. Pirmajos gados iesejas desmitiem un simtiem tūkstošu uz 1 ha. Bet jau 10—20 g. vecumā paliek tikai 5—7 tūkstoši kociņu un cērtamā vecumā vairs tikai daži simti. Jauno kociņu vaināgiem saslēdzoties sākas jau intensīvāka savstarpējā sacensība dēļ augšanas telpas, gaismas, mitruma un barības. Mazākā atpalicība augumā draud individam ar bojā eju. Krafta klasifikācija tikai tuvināti atspoguļo šo procesu.

Pēdējā laikā pilnīgi jaunus uzskatus izteicis akademiķis Lisenko, proti: vienas sugas individu starpā nenotiek ne cīņa dēļ eksistences, nedz arī labvēlīga mijiedarbība.

Mēs tuvāk nepakāvēsimies pie šā koku diferenciācijas procesa bioloģiskajām parādībām, bet apskatīsim dažus jautājumus, kas var mūs interesēt no taksācijas viedokļa.

Krafta klasifikācija dod iespēju tuvāk analizēt audzi pēc koku vaināgu attīstības pakāpes. Koku vaināgu lielums atrodas sakarībā ar stumbra formu un pieaugumu, tādēļ koku iedalījums attīstības klasēs atvieglo noskaidrot audzes sortimentu strukturu un pieaugumu.

Pirmo trīs Krafta klašu koku vaināgi izveido virsējo jeb valdošo vaināgu klāju, tādēļ šo koku kopumu mēdz saukt par virsaudzi jeb valdītājaudzi. Divu zemāko klašu koki veido t. s. pakļauto audzi. Visā audzes attīstības laikā, turpinoties koku diferenciācijas procesam, koki maina savu piederību vienai vai otrai attīstības klasei un var pāriet no vienas klases otrā (Taraškevičs, P. Sarmā). Prof. Naumenko pētījumi rāda, ka jaunībā — no 20—40 g. — diferenciācijas procesā sauseņu veidā izkritī tikai pakļautās audzes koki, bet vēlāk — 50 g. vecās un vecākās audzēs — arī valdītājas audzes koki. To relatīvā līdzdalība sauseņu daudzumā ar vecumu vienmēr pieaug. Šo parādību apstiprina arī prof. Eitingena un Kolpikova novērojumi ilggadīgajos pastāvīgajos parauglaukumos.

Naumenko un Sarmā novērojumi liecina, ka pakļautās audzes vidējais caurmērs lielāko tiesu ir 45—65% no valdītājas audzes vidējā caurmēra. P. Sarmā konstatējis, ka egļu audzēs pakļautās audzes masa ir tikai 7—8% no visas audzes masas.

Slaidākie un tiepīgākie ir III Krafta klases koki, kas dod relatīvi visvairāk lietkoku stumbru. Audzes vidējais koks parasti meklējams II Krafta klasē. I Krafta klases koki ir resnākie un ar vislielākiem vaināgiem. Daļa no I un II klases kokiem ir audzē visaugstākie.

Krafta klasifikacija īsti vairs neatbilst mūsu dienu prasībām. Saliktās audzes analīzei tā ir nepiemērota un nedod arī pietiekami skaidru ieskatu par koku saimniecisko noderīgumu. Tādēļ uz šīs klasifikācijas pamata pakāpeniski izveidotas pilnīgākas un aptverošākas. Tā Heks 1897. g. Krafta klasifikāciju papildinājis ar tīri saimniecisku stumbru novērtējumu.

Uz bioloģiskiem un saimnieciskiem principiem ir dibināta 1902. g. pieņemtā starptautiskā mežu pētīšanas iestāžu savienības klasifikācija. Arī tā audzes kokus iedalā 2 lielās grupās — valditājā audzē un pakļautajā audzē.

A. Valdītājās audzes koki, kas izveido virsējo vaināga klāju un iedalās:

1. kl. — koki ar normali attīstītu vaināgu un labu stumbra formu;
2. kl. — koki ar nenormali izveidotu vaināgu un sliktu formu, kā arī ar dažādiem defektiem un vainām; šeit ietelp:
 - a) koki ar saspīestu vaināgu;
 - b) koki ar slikti veidotu vaināgu un stumbra formu;
 - c) koki ar defektīvu stumbra formu, ar divām galotnēm, liki un stipri zaraini, t. s. ķeburi;
 - d) tievi, lokani koki ar apberztu galotni, t. s. pātagotāji;
 - e) koki ar visāda veida slimībām un vainām (puvuši, sausgāji u. c.).

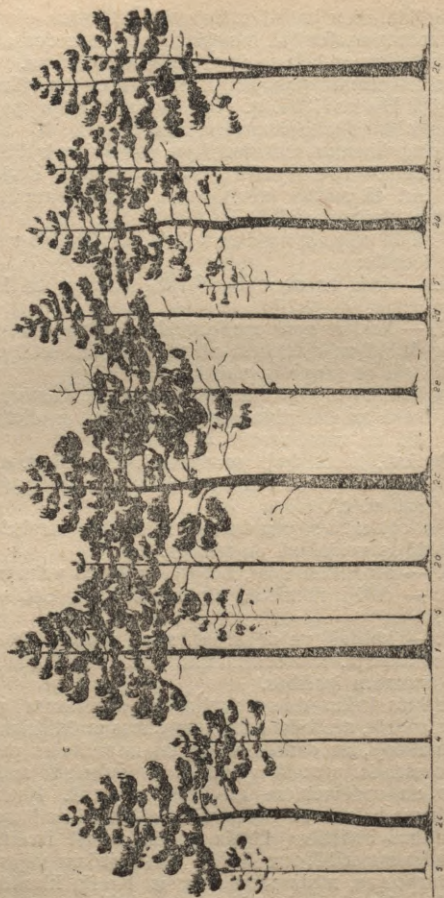
B. Pakļautās audzes koki, kas nepiedalās virsējās vaināgu klājas veidošanā un iedalās:

3. kl. — atpalikuši koki, bet vēl ar brīvu vaināgu;
4. kl. — daļēji nomākti, atpalikuši koki, bet vēl ar dzīvu vaināgu;
5. kl. — kalstoši un nokaltuši, stipri nomākti koki.

Šī klasifikācija, kas schematiski parādīta 118. attēlā, pilnīgāk raksturo stumbru īpašības.

Stichiskais koku diferenciācijas un atmišanas process, kāds norisinās audzēs, neatbilst mežsaimniecības praktiskām vajadzībām. Tādēļ mežkopji, ar dažāda veida un intensitātes pakāpju starpcirtēm, cenšas šai procesā iejaukties un ievirzīt to mežsaimniecības mērķiem un uzdevumiem atbilstošā virzienā. Katras kopšanas cirtes shēma balstās uz vienu vai otru koku klasifikācijas sistēmu, jo iedalījums attīstības klasēs palīdz atlasīt izcērtamos kokus. Mūsu mežsaimniecībā, kur lielāko tiesu izdara vājas un mērenas zemās starpcirtes, mēdz pamatoties uz Krafta klasifikāciju.

Neatkarīgi no koku klasifikācijas sistēmas un starpcirtes veida un intensitātes pakāpes, katrā apsaimniekotā audzē pēc saimnie-



118. att. Starptautiskās koku klasifikācijas shēma

ciskas nozīmes var izšķirt: a) galveno audzi un b) starpaudzi. Galvenajā audzē kādā noteiktā vecumā ietelp visi tie koki, kas palikuši pēc dabiskās izretināšanās vai izdarītās starpcirces, bet starpaudzē — tie koki, ko visā audzes pastāvēšanas laikā periodiski izcērt vai kas izkrit koku skaita samazināšanas procesā. Koksnes masas iegūšanu galvenajā audzē, nocērtot to pēc viena vai otra circes veida, sauc par galveno izmantošanu, bet koksnes masas iegūšanu starpciršu ceļā — par starpizmantošanu.

Iedalījumam galvenajā un starpaudzē ir ļoti svarīga nozīme audžu taksacijā. Parasti audzes taksācijas elementus noteic un taksācijas aprakstu sastāda atsevišķi galvenajai audzei un starpaudzei. Arī augšanas gaitas tabulās (8., 9., 10. tabula pielikumā) mēdz uzdot datus atsevišķi galvenai audzei, starpaudzei un kopaudzei. Lielākā uzmanība vienmēr pievēršama galvenajai audzei kā svarīgākai sastāvdaļai.

117. §. Audzes bonitate

Ar bonitati saprot augtēnes apstākļu labumu. Augtēnes apstākļi var būt dažādi, vairāk vai mazāk labvēlīgi. Tie atkarīgi no klimata, vietas stāvokļa, augšanas un bioloģiskiem procesiem augsnā. Atkarībā no šo faktoru savstarpējam attieksmēm augtēnes apstākļu labums izpaužas dažādās pakāpēs. Tādēļ arī izšķir augstākas un zemākas bonitates.

Bonitate izteic audzes ražību dotajos augtēnes apstākļos. Arī otrādi — audzes ražība, ko atspoguļo koksnes krāja vai pieaugums noteiktā vecumā uz 1 ha, var izteikt bonitati. Tādā gadījumā katrai sugai bonitašu skalu var konstruēt pēc koksnes krājas un vecuma attieksmes. Sākumā tā arī mēģināja bonitati izteikt. Mežzinātniskajā literatūrā var sastapt daudzus piemērus, kur bonitati izteic ar koksnes krāju vai pieaugumu. Jo augstāks pieaugums, jo vienos un tanīs pašos apstākļos augstāka bonitate. Bet izrādījies, ka pieaugums atkarīgs ne tikai no bonitates, bet arī no sugas, vecuma, audzes izretināšanas pakāpes u. c. apstākļiem. Šie paši apstākļi ietekmē arī koksnes krājas apmērus. Tomēr pagājušajā gadījumā gandrīz visās augšanas gaitas tabulās pastāvēja iedalījums bonitatēs pēc audzes koku masas uz platības vienības, 100 g. vecumā. Bonitēšana pēc šādas metodes atdūrās uz lielām grūtībām. Pirmkārt, bonitates noteikšanai vajadzēja iepriekš noteikt audzes masu un, otrkārt, nebija drošības, ka

kādai bonitatei atbilstoša audze, sasniedzot 100 g. vecumu, sasnies arī bonitašu skalā paredzēto masu. Minēto iemeslu dēļ bonitēšana pēc audzes krājas mūsu dienās gandrīz visur atmešta.

Daudzi pētījumi rāda, ka bonitates noteikšanā par labu kritēriju atzīstams audzes vidējais augstums noteiktā vecumā. Jau 18. gs. otrā pusē bija izplatīts atzinums, ka koku augstums noder par augsnes labuma rādītāju, bet meža taksacijā ilgu laiku nebija skaidrības, vai bonitates noteikšanu var balstīt vienīgi uz koku augstuma. Savā laikā ieteica kompromisu — par bonitates kritēriju pieņemt $V : h_v$, t. i., krājas attieksmi pret vidējo augstumu. Tomēr vēlākie pētījumi rādīja, ka minētā attieksme atkarīga no kopšanas ciršu veida un tādēļ vienai un tai pašai audzei var būt dažādas bonitates, ja tani izdara dažādas intensitātes kopšanas cirtes. Mežsaimniecības literatūrā sastopami arī asi iebildumi pret audzes vidējo augstumu kā bonitates izteicēju, bet tie tomēr nav varējuši šo jautājumu izšķirīgi ietekmēt.

Mežsaimniecības literatūrā atrodami arī ļoti dažādi uzskati par bonitašu skaitu un intervalu. Tā, piem., zviedru mežsaimniecības praksē pirmajā bonitatē ieskaita katras koku sugas audzes ar augstāko ražību. Pieņemot šīs bonitates audžu ražību par 1, otrās bonitates ražība raksturojas kā 0,8, trešās — 0,6, ceturtās — 0,4 un piektās — 0,2.

Šifels izdala 9 bonitates pēc šādas shēmas:

Bonitates	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Audzes krāja 100 g. vecumā m^3	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100

Paraleli krājai, Šifels vērojis arī audžu vidējā augstuma un faktora $N : d_v$ mainīšanos līdz ar bonitati. Sevišķu vērību viņš pievērsis attieksmei starp audzes koku skaitu un vidējo caurmēru. Viņš norāda, ka bonitates noteikšana dažādām biežības pakāpēm iespējama tikai ar trim pazīmēm — vecumu, vidējo augstumu un attieksmi $N : d_v$.

Vēl lielāks bonitašu skaits izdalīts Bādenes augšanas gaitas tabulās: priedei — 10 bonitates, eglei — 13 bonitates. Bonitates viena no otras atšķiras ar 100 m^3 masas uz 1 ha 100 g. vecumā.

Arī vecākās krievu tabulās vērojama liela bonitašu skaita dažādība. Tā prof. Dobrovjanskis priežu audzēm pieņēmis 3 bonitates, Kļimovs — 2, Ugljickichs — 5 bonitates.

Pieņemot dažādu bonitašu skaitu, katrā skalā līdz ar to ir arī citāds vidējais augstums, pēc kā nosaka bonitati, tāpat citāds intervāls starp atsevišķām bonitatēm un citāds arī bonitates apjoms. Labāko bonitati parasti pieņemts apzīmēt par pirmo un katru nākošo zemāko par 2., 3. utt. Tādējādi vienādam bonitates apzīmējumam dažādās skalās atbilst dažāds saturs un apjoms. Turpretim, salīdzinot normālo audžu attīstības gaitu dabā, redzam, ka, neskatoties uz dažādām augšanas vietām, ar vienādiem audžu pamatelementiem, vecumu un vidējo augstumu, arī pārējie taksācijas elementi mainās stipri vienādi. Dabā nav ne vecumklašu, ne bonitašu, bet gan ļoti daudz audžu ar dažādu vecumu un ražību. Mežsaimniecības organizatoriski tehnisko iemeslu dēļ tās pēc vecuma iedala vecumklasēs, un tie paši iemesli prasa iedalīšanu bonitatēs. No meža taksācijas viedokļa ir ļoti svarīgi raksturot augtēnes apstākļus, jo tikai uz šo raksturojumu pamata var salīdzināt dažādas audzes. Līdzšinējie mēģinājumi raksturot augtēnes apstākļus ar augšanas dažādību aprakstu un dibināt uz tā audžu klasifikāciju nav devuši apmierinošus panākumus. Daudzie pētījumi ir pierādījuši, ka audzes vidējā augstuma pārmaiņām seko arī analogas audzes krājas un citu taksācijas elementu pārmaiņas. Tā vairs nav šaubu, ka vidējais augstums, kā samērā viegli noteicams elements, ir atzīstams par piemērotu bonitates raksturotāju.

Atliek tikai noteikt bonitašu skaitu un intervālus. Bonitēšanas sistēma, tāpat kā katra klasifikācija, ir mākslīga, tādēļ noteicot tās ietvarus jāvadās no lietderības principa. Bonitašu skaitu nevar pieņemt pārāk lielu, jo tad būs grūti atsevišķas pakāpes atšķirt, tāpat nedrīkst pieņemt to par mazu, jo līdz ar to intervāli palielināsies un vienā bonitatē vajadzēs ieskaitīt diezgan atšķirīgas audzes.

Apsverot visus šos apstākļus, prof. O r l o v s 1911. gadā ieteica schemu audžu bonitēšanai pēc vidējā augstuma 100 g. vecumā, ko arī tagad lieto Padomju Savienības mežsaimniecībā. Orlovs izdala piecas pamatbonitates: no I—V, bet lai varētu aptvert visas galējības, tad šīs pamatbonitates uz abām pusēm papildināmas. Virs pirmās bonitates vēl var izdalīt 1_a un 1_b un zem piektās — V_a un V_b bonitati. Noteicot bonitašu skalu 100 g. vecām audzēm un zinot dažādu audžu augstuma attīstības gaitu, var sastādīt tabulu audžu iedalījumam bonitatēs pēc vidējā augstuma (28. tabula).

Dižmeža audžu bonitates

28. tabula

Vecums	B o n i t a t e s						
	I-a	I	II	III	IV	V	V-a
	K o k u a u g s t u m s m e t r o s						
10	6-5	5-4	4-3	3-2	2-1	—	—
20	12-10	9-8	7-6	6-5	4-3	2	1
30	16-14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
40	20-18	17-15	14-13	12-10	9-8	7-5	4-3
50	24-21	20-18	17-15	14-12	11-9	8-6	5-4
60	28-24	23-20	19-17	16-14	13-11	10-8	7-5
70	30-26	25-22	21-19	18-16	15-12	11-9	8-6
80	32-28	27-24	23-21	20-17	16-14	13-11	10-7
90	34-30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8
100	35-31	30-27	26-24	23-20	19-16	15-13	12-9
110	36-32	31-29	28-25	24-21	20-17	16-13	12-10
120	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
130	38-34	33-30	29-26	25-22	21-18	17-14	13-10
140	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	17-14	13-10
150	39-35	34-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10
160	40-36	35-31	30-27	26-23	22-19	18-14	13-10

Šo bonitēšanas schemu Orlovs uzstādījis kā kopēju visu galveno koku sugu dižmeža audžēm. Līdzīgu tabulu viņš sastādījis arī atvasāja audžēm, ievērojot to īpatnējo augšanas un attīstības gaitu (29. tabula).

Atvasāja audžu bonitates

29. tabula

Vecums	B o n i t a t e s						
	I-a	I	II	III	IV	V	V-a
	K o k u a u g s t u m s m e t r o s						
5	5	4	3	2	1,5	1	—
10	7	6	5	4	3	2	1
15	11	10-9	8-7	6	5	4-3	2-1,5
20	14	13-12	11-10	9-8	7-6	5-4	3-2
25	16	15-13	12-11	10-9	8-7	6-5	4-3
30	18	17-16	15-13	12-11	10-8	7-6	5-4
35	20	19-17	16-14	13-12	11-10	9-7	6-5
40	21	20-19	18-16	15-13	12-11	10-8	7-5
45	23	22-20	19-17	16-14	13-11,5	10-8,5	8-5,5
50	25	24-21	20-18	17-15	14-12	11-8,5	8-6
55	26	25-23	22-19	18-16	15-13	12-9	8-6
60	27	26-24	23-20	19-16,5	16-13,5	13-9,5	9-6,5
65	28	27-24,5	24-21	20-17	16-13,5	13-10	9-7
70	28,5	28-25	24-21,5	21-18	17-14	13-10,5	10-7,5
75	29	28-25,5	25-22	21-18,5	18-14,5	14-11	10-8
80	30	29-26	25-23	22-19	18-15	14-12	11-8,5

Profesora Tjurina novērojumi liecina, ka dažādu sugu un botanisku ģinšu atvasāja audzes labi iekļaujas Orlova vispārējā bonitāšu tabulā. Turpretim dižmeža audzēm vispārējā bonitēšanas tabula ir mazāk piemērota. Egļei, kā ēnciešu sugai, jaunībā ir lēnāka augstuma attīstības gaita nekā saulmīļu sugām.

Mežsaimniecības literatūrā jau diezgan sen radies jautājums par standartizētas vispārīgas bonitēšanas shēmas ieviešanu. Ar to būtu rasta iespēja salīdzināt audžu attīstības gaitu dažādos apstākļos un tas ienestu skaidrību daudzos saimnieciskos jautājumos. Prof. Orlova shēma ir jāuzskata par soli uz priekšu šai virzienā.

1924. g. Latvijas Universitātes meža taksācijas un ierīcības katedra prof. E. Ostvalda vadībā izstrādāja jaunu vispārēju bonitēšanas shēmu. Tā balstās uz vidējo augstumu 60 gadu vecumā. Šai vecumā bonitate no bonitates atšķiras ar vidējo augstumu starpību 3 m. 60 g. vecums pieņemts par izšķirēju tādēļ, ka galveno sugu audzēs jau diferenciacija pilnā mērā ir izpaudusies un tekošais pieaugums jau kulminējis. Turklāt daudzas lapu koku sugu audzes praktiski 100 g. vecumu nesasniedz un tiek nocirstas jau agrāk. Bonitates vietā Ostvalds lieto augstumklases nosaukumu, dodot tai tādu apzīmējumu, kas izteic, cik reižu pa 3 m ieiet audzes vidējā augstumā 60 g. vecumā. Parastajām vajadzībām pietiek ar 6 augstumklasēm. Augstumklašu uzbūves shēma ir šāda:

Augstumklases apzīmējums	Vidējais augstums 60 g. vecumā
III	9
IV	12
V	15
VI	18
VII	21
VIII	24

Arī šī shēma ļauj paplašināties gan uz augšu, gan uz leju, kas sevišķi svarīgi audžu bonitēšanai purvainās un nosusinātās augsnās.

Ostvalds izstrādājis arī augstumklasēs iedalītas augšanas gaitas tabulas. Bonitēšana augstumklasēm ar labiem panākumiem lietota arī Latvijas PSR meža nosusināšanas jautājumā pētniecībā un tā atradusi labvēlīgas atsauksmes arī speciālistu starpā.

Jautājums par vienveidīgu bonitēšanas sistemu vēl vienmēr ir akuts, un tas mežsaimniecības literatūrā pēdējos gados atklāti izvirzīts.

Mūsu republikas mežsaimniecībā audžu bonitātes nosaka pēc 1924. g. pagaidu augšanas gaitas tabulām. Vairākkārtīgi pārstrādātas, šīs tabulas tagadējā veidā galveno sugu audzes pēc vidējā augstuma un vecuma iedala piecās bonitātes. Praksē tomēr izrādījās, ka priežu, bet it īpaši egļu audzes labākos augtēnes apstākļos atrodas ārpus pirmās bonitātes. Tas pamudināja P. Sarmu un R. Princi 1947. g. šīs tabulas papildināt. Uz esošo materialu pamata priedei un eglei tabulas vēl papildinātas ar I-a bonitāti (8., 9. tabula pielikumā).

Bonitāšu tabulu izstrādāšanu parasti saista ar augšanas gaitas tabulu sastādīšanu (151. §).

Praktiskai bonitātes noteikšanai vienkāršā tīraudzē nosaka audzes vecumu (vajadzības gadījumā saimniecisko) un vidējo augstumu pēc aprakstītiem paņēmieniem un meklē augšanas gaitas tabulās, kādai attiecīgās sugas bonitātei tie atbilst. Mistrotā audzē bonitāti noteic pēc valditājas sugas vidējā augstuma un vecuma. Var gadīties, ka mistrotās audzēs, lai gan augtēnes apstākļi ir vienādi, katrai sugai var būt sava ražība un līdz ar to arī sava bonitāte. Saliktās audzēs visas audzes bonitāti noteic pēc virsējā stāva valditājas sugas, bet arī šeit atsevišķām sugām var būt atšķirīgas bonitātes.

Sarežģītāka ir bonitātes noteikšana izlases mežā, kur ar izlases veida ciršanu audžu struktūra kļuvusi citādāka nekā tīraudzēs. Šādas audzes jāsalīdzina ar vienkāršām audzēm līdzīgos augtēnes apstākļos.

Mežierīcības darbos bieži jānosaka bonitāte arī tādiem nogabaliem, kas pašlaik nav ar mežu apklāti, kā: izcirtumiem, laucēm, degumiem u. c. Arī šādos gadījumos bonitāti noteic, salīdzinot šos nogabalus ar audzēm līdzīgos augtēnes apstākļos. Ja tādu tuvumā nav, tad bonitāte jānoteic pēc augsnas un tās attieksmēm pret šādos apstākļos piemēroto sugu.

Dažreiz bonitāte jānoteic ne tikai vienai audzei, bet visām vienās sugas audzēm. Tādā gadījumā to aprēķina kā svērtu vidējo; piemēram, jānosaka visu egļu audžu vidējā bonitāte, ja I bonitātē audžu ir 30 ha, II — 16 ha un III — 8 ha;

$$\text{vidējā bonitāte} \frac{30 \cdot I + 16 \cdot II + 8 \cdot III}{30 + 16 + 8} = \frac{86}{54} = 1,6.$$

118. §. Meža tipi

Audzū iekšējās likumības ir atkarīgas no edafiskajiem apstākļiem un tā veida, kādā koku sugas spēj šos apstākļus izmantot, tātad tās atkarīgas no augu ekoloģiskajām īpašībām. Mežaudzes dabu tādēļ lielāko tiesu noteic tās koku sugu sastāvs un augšnas īpašības. Augšnas īpašības atrod savu atspoguļojumu bonitatēs, kas izteic audzes ražību noteiktos augtenes apstākļos. Vienāda rakstura mežaudzes ar bioloģiski vienvērtīgiem augtenes apstākļiem sastāda meža tipu. Pēc prof. Sukačeva definīcijas meža tips apvieno mežaudzes, kas atkarīgi no augtenes apstākļiem vienādi organizētas cīņai par pastāvību, proti, ar vienādu audžu sugu sastāvu, uzbūvi un galvenos vilcienos ar vienādu sinuziju iekārtu. Vienā meža tipā tātad iedalāmas mežaudzes ar vienādu kopēju fiziognomiju un līdzvērtīgiem augtenes apstākļiem, pie tam pēdējos noteic tieši iedarbīgo faktoru viendabīgs komplekss.

Prof. Tkačenko blakus meža tipam izšķir vēl augtenes apstākļu tipu. Tas plašāks jēdziens, jo viena augtenes apstākļu tipā var būt vairāki meža tipi.

Visām audzēm, ko apvieno viens meža tips, vienā un tai pašā vecumā un saimnieciskajā režīmā ir ļoti līdzīgas mežsaimnieciskas, taksācijas un tehniskas īpašības. Audzes, kas izveidojušās vietās ar dažādu reljefu, augšnas apstākļiem, klimatu, pamatūdeņu līmeni utt., ir ar dažādām īpašībām. Tā dažādos tipos ir dažādas mātes sugas atjaunošanas iespējas, vai nu zem veco koku vainagu klājas, vai arī izcirtumos. Atšķirības pastāv arī taksācijas pazīmēs un tehniskajās īpašībās. Silā un priedulājā koku stumbri ir tilpīgi, koksne ar šaurām gadskārtām un tehniski augstvērtīga; priedēglājā stumbri zaraināki, gadskārtas platākas, koksne irdenāka. P. Sarma noskaidrojis, ka vienas un tās pašas sugas un bonitates audzēm dažādos tipos ir dažāda augšanas un attīstības gaita un dažāda sortimentu struktūra.

Mūsu republikas mežsaimniecībā audžu klasificēšana meža tipos iesākta 1923. g. saskaņā ar mežierīcības instrukcijas noteikumiem un pašreiz pēc tiem ierīkoti visi valsts meži.

Latvijas PSR mežiem piemērota Morozova-Sukačeva tipu mācība, jo tās klasifikācijas principi vislabāk atbilst mūsu zemes ļoti dažādām un saliktām augsnām. Somijas klimatiskos un edafiskos apstākļos, kur koku sugas nespēj jūtami ietekmēt augšnas

īrskārtas pārveidošanos, meža tipus iespējams iedalīt pēc zemsegas, turpretim mūsu un līdzīgu zemju ļoti mainīgās augsnās tas vairs nav iespējams un šeit meža tipi visbiežāk jāizdala pēc augsnu rakstura un audžu koku sugu sastāva, kā netiešu indikatoru izlie-
tojojot zemsegas augus.

Morozova-Sukačeva meža tipu klasifikācijas veicinātāji Lat-
vijas PSR teritorijā bija vispirms Morozova skolnieki. Pirmie mēģi-
nājumi izdalīt meža tipus datējami ar 1890. g. Tipoloģiskās klasi-
fikācijas izveidošanā un popularizēšanā lieli nopelni K. Mel-
deram un K. Kiršteīnam. Tipu apzīmējumiem plaši
izmantoti tautas nosaukumi īpatnējā rakstura mežiem, piemē-
ram, sils, priedulājs, gārša u. c. Zinātniskām vajadzībām līdzās
latviskajam tipa nosaukumam ieteicams lietot arī latīņu nosaukumu,
kas parasti sastāv no diviem vārdiem — valdītājas sugas un rakstu-
rīgā zemsegas auga apzīmējuma. Tā, piemēram, sils — *Pinetum*
cladinoso-callunusum, eglājs — *Piceetum hylocomiosum*, gārša—
Piceetum compositum utt. Meža tipu saraksts atrodams gramatas
pielikumā (12. tabula). Tajā pavisam 13 pamattipu ar dažiem
apakštīpiem. Ievērojot to, ka mūsu republikas apstākļos meža
tipu ļautājums vēl nav pilnīgi izpētīts, tipu iedalījuma schemā likts
pamatprincips — par tipu apzīmēt lielākas plašākas vienības,
bet sīkākus iedalījumus uzskatīt par apakštīpiem. Raksturīgāko
tipu audzes redzamas foto attēlos.

Meža taksacijā, sevišķi mežierīcības vajadzībām, meža tipi
sniedz lielu atbalstu. Noteicot nogabala tipu, līdz ar to gūstam
priekšstatu par veselu apstākļu kompleksu. Tas palīdz mums
orientēties tādu mežsaimniecības līdzekļu un paņēmīnu izvēlē,
kas vislabāk atbilst visiem nogabaliem dotajos augtenes apstākļos.
Bonitatēs, kā redzējam, sagrupē audzes pēc noteiktiem skaitliskiem
izmērijumiem, nešķīrojot augtņu dažādību pēc dziļākās būtības.
Tā vienā bonitatē apvieno sausu nabadzīgu smilts augsnu un neaug-
līgu slapju kūdrāju audzes.

Kaut gan audžu klasifikacija pēc tipiēm un bonitatēm ir divas
pašas par sevi patstāvīgas lietas, tomēr starp tām pastāv noteikta
sakarība. Katrs tips raksturojas ar noteiktu bonitati vai arī atrodas
zināmu bonitašu robežās.

Augtenes apstākļu, bonitates un meža tipa sakarību ļoti uzska-
tāmi parāda Ukrainas skolas tipologs prof. P. S. Pogrebnaks
t. s. „ekoloģiskajos attēlos“, kas dod iespēju noteikt koku
sugu augsšanas apstākļu amplitudu un optimālos augtenes ap-
stākļus.

119. §. Audzes stāvoklis

Līdzās bonitātei, kas izteic augtenes apstākļu labumu, mēdz raksturot arī pašas audzes labumu dotajos augtenes apstākļos. Nereti bonitāte ir laba, bet audzes stāvoklis slihts, un tāpat otrādi.

Padomju Savienības mežsaimniecībā jau kopš daudziem gadiem lieto apzīmējumu *audzes labuma klase* (класс добротности). Noteiktas sugas, vecuma un bonitātes vislabākās un pilnīgākās audzes ieskaita pirmajā labuma klasē, vissliktākās — piektajā klasē. Vidēja labuma audzes sadala trijās starppakāpēs — otrajā, trešajā un ceturtajā. Par audzes labuma klasi spriež pēc biežības, sastāva, pieauguma, krājas un dažādu kaitēkļu bojājumiem. Pārējos vienādos apstākļos audzes labuma klase mainās proporcionāli biežībai.

Pēdējos gados mežierīcības praksē vērojama tendence, noteikt labuma klasi neatkarīgi no biežības un audzes labuma klases apzīmējumu aizstāt ar *audzes īpašību klasi* (класс качества насаждения). Prof. Tjurins atzīmē, ka šai jautājumā vēl nav noteiktas skaidrības.

Sastādot taksācijas aprakstu, Latvijas PSR mežierīcības praksē pieņemts noskaidrot audzes stāvokli, un ja tas atšķiras no normalā, tad izdara vajadzīgās atzīmes. Audzes normalu stāvokli noteiktā vecumā un bonitatē raksturo zināms pieaugums, krāja, biežība, koku augums un veselība. Daudzi un dažādi cēloņi var būt par iemeslu novirzījumam no normalā stāvokļa, tā, piemēram, nekārtīgas cirtes, meždegas, vējgāzes, vējlauzas, kustoņu bojājumi, lopu ganišana, kaitēkļu un sēņišu bojājumi utt. Ja šo cēloņu radītie traucējumi ir nelieli, tie audzes stāvokli jūtamī neietekmē, bet citos gadījumos tie var radīt veselās katastrofas. Viena faktora radītas sekas var sagādāt labvēlīgus apstākļus cita faktora izpausmei. Tā nekārtīgai cirtei var sekot vējgāzes un masveida kaitēkļu savairošanās, lopu ganišanai — trupes un citas kaites. Audzes stāvokļa pasliktināšanās prasa neatliekamu cilvēka iejaukšanos, kaitīgo apstākļu ierobežošanu un dažkārt audzes steidzīgu nociršanu. Šādos gadījumos taksācijas aprakstā audzes apzīmē ar burtu *c* — „cirst“ un īsumā paskaidro destruktīvos cēloņus.

Audzes pārliecīgu izretināšanos rāda biežības faktors, tādēļ par to īpašas atzīmes nav vajadzīgas. Ja šādai izretināšanai seko vējgāzes vai citas postošās parādības, tad par to min audzes raksturojumā. No jaunības retas audzes parasti nes sev līdzīgas

nelabvēlīgas parādības — zarainumu, greizšķiedrainumu, raukumu un citas koksnes vainas, kas stipri pazemina lietkoku sortimentu iznākumu un koksnes tehniskās īpašības.

Audzēs stāvokļi un sortimentu iznākumu lielā mērā noteic meža sanitārie apstākļi. Tie katrā audzē ir jānoskaidro un jāappraksta un ja tie ir nelabvēlīgi, tad neatliekami jāierosina tāda mežsaimnieciska rīcība, kas šos apstākļus uzlabotu. Sevišķi liela uzmanība pievēršama dažādiem kaitēkļu bojājumiem, likvidējot kaitēkļu izplatībai labvēlīgus apstākļus, lai tādējādi ierobežotu to savairošanās epidēmisko raksturu.

Egļu un apšu audzēs, sevišķi cērtamā vecumā, uzmanība jāvērs uz serdes trupi un tās izplatības pakāpi, jo tā ļoti ievērojamos apmēros samazina lietkoksnes iznākumu.

120. §. Audzes sortimentu struktūra

Katrā audzē ir dažādu dimensiju koki, tādēļ no tiem var izstrādāt ļoti dažādus sortimentus. Tomēr atkarībā no sastāva, vecuma, bonitātes, biežības, audzes stāvokļa u. c. apstākļiem katrā audzē lielāko daudzumu sastāda t. s. pamatsortimenti. Tie dod audzei ekspluatācijas ziņā noteiktu nozīmi. Tā vecākās priežu audzēs labākās bonitatēs galvenais sortiments ir zāgbaļķi, sliktākās bonitatēs — balsteņi; bērza audzēs — finiermateriāli vai dedzināmā malka utt. Pamatsortimentus lielāko tiesu iegūst no audzes vidējo dimensiju kokiem, kas grupējas ap audzes vidējo caurmēru. Tādēļ arī vidējais caurmērs noder par audzes ekspluatācijas iespēju raksturotāju.

Audzēs sortimentu struktūras noteikšanai izstrādātas sevišķas tabulas, kas rāda galveno sortimentu procentuālo iznākumu atkarībā no audzes vidējā caurmēra, vai arī no vidējā caurmēra un vidējā augstuma. Pazīstamākās ir prof. Anučina un prof. Tretjakova un Gorska tabulas. Sortimentu iznākums lielā mērā atkarīgs no audzes stāvokļa. Labās audzēs lietkoku iznākums ir daudz lielāks nekā sliktākās audzēs. Pēdējās lielāks dedzināmās malkas un atkritumu procents. Tādēļ tabulas audzes sortimentu struktūras noteikšanai sastādītas dažādām audzes stāvokļa pakāpēm vai labuma klasēm (Anučins), vai arī atsevišķi dabiskām, neskartām audzēm un audzēm, kurās jau iepriekš cirsts izlases veidā (Tretjakovs un Gorskis).

Padomju Savienībā pēc 1946. g. mežierīcības instrukcijas izdala 3 audžu labuma klases pēc šādas shēmas:

30. tabula

Sortimentu strukturā klase	Skuju koku audzes	Lapu koku audzes
	Lietkoku iznākums procentos	
1.	Pāri 50	Pāri 40
2.	30—60	10—40
3.	Līdz 30	Līdz 10

Parasti lietkoku iznākuma procentu novērtē ar acumēru, pieturoties pie parauglaukumos iegūtajiem rezultātiem un ievērojot visus tos apstākļus, kas katrā audzē sortimentu iznākumu var ietekmēt.

Latvijas PSR mežierīcības praksē pamata sortimentu iznākumu tāpat nosaka ar acumēru. Iepriekšējo gadu taksācijas aprakstos var sastapt trīs burtu (Z, B un M) dažādu kombinējumu, kas izteic zāģkoku, būvkoku un maikas koku savstarpējās attiecības. Pārsvārā esošās kategorijas apzīmējumu raksta pirmo un pārējos kritošā secībā. Pēdējā laikā sortimentu iznākumi skuju koku audzēs vecākās par 80 un lapu koku audzēs vecākās par 50 gadiem noteikti procentos no krājas.

121. §. Nogabals kā taksācijas vienība

Katrā meža masīvā sastopams liels daudzums visdažādāko audžu, tāpat arī dažādu citu zemju kategoriju platības. Meža taksācijas vajadzībām mežierīcības nolūkos katru mežsaimnieciskās darbības pamatvienību — kvartālu sadala sīkākās, savās robežās saimnieciski viendabīgās vienībās — taksācijas nogabalos. Nogabals no nogabala atdalāms pēc vienas vai vairākām raksturīgām pazīmēm. Saimnieciski viendabīgi nogabali nav jāsaprot kā absolūti viendabīgi. Dabā nav absolūti viendabīgu lietu un nav arī viendabīgu audžu. Tās aug un attīstās un pastāvīgi mainās dažādu faktoru ietekmē un tikai praktisku nolūku dēļ, lai fiksētu audzes taksācijas elementus zināmu svārstību robežās, mēs nelielā periodā pieņemam tās par nemainīgām. Bet arī tad mēs nevaram aplūkot tās izolēti, bet tikai kopsakarā ar visu meža teritoriju. Lai zināmu meža teritoriju sadalītu vienveidīgos nogabalos, vispirms jāiepazīstas ar tās raksturu visā visumā un jāizšķiras par tām raksturīgajām pazīmēm, pēc kādām nogabals no nogabala atdalāms.

Ar mežu aplātājās platībās nogabalus izdala pēc šādām raksturīgām pazīmēm: tipa, audzes veida, sastāva, vecuma, biežības, bonitates, dimensijām, stāvokļa, sortimentu strukturas u. c. Kādās pazīmju atšķirības pakāpju robežās nogabali izdalāmi, nogabalu minimalās platības un izdališanas tehniku tuvāk apskatīsim nodaļā par meža masīvu taksāciju.

Nogabals, uz kura atrodas atsevišķa audze, uzskatāms par taksācijas vienību.

2. AUDZES MASAS UN SORTIMENTU NOTEIKŠANA

A. AUDZES KRĀJAS NOTEIKŠANA UZŅEMŠANAS CEĻĀ

122. §. Audzes krājas noteikšanas pamatprincipi

Audzės masu uz noteiktas platības vienības mežsaimniecībā mēdz saukt par audzes krāju. Tā sastāv no atsevišķu koku masas. Lai iespējami pareizi noteiktu audzes krāju, tad visu audzes koku masu vajadzētu aprēķināt pēc sekciju metodēm. Bet atsevišķa augoša koka masas aprēķināšana ir jau saistīta ar zināmām neērtībām un grūtībām, tādēļ vēl jo vairāk tas sakāms par visu audzes koku masas noteikšanu. Tādu paņēmieni iespējams lietot tikai uz ļoti ierobežotām platībām zinātniskās pētniecības vajadzībām.

Bez kādām tehniskām grūtībām ir iespējams izmērit visu audzes koku krūšaugstuma caurmēru. Bet tīri tehnisku iemeslu dēļ augstumus var izmērit tikai samērā nelielam koku skaitam. Veidskaitļu noteikšanai rodas vēl vairāk grūtību un tos var noteikt tikai dažiem kokiem, ko speciāli nocērtam. Minēto iemeslu dēļ, stingri ņemot, nevar runāt par koku tilpuma mērīšanu un tāpēc arī audzes krājas noteikšanas metodēm nevar pieiet ar tādu noteiktības mērauklu kā metodēm, kas balstās uz tiešiem mērījumiem. Rezultātu noteiktība atkarīga no tā, ar kādu noteiktību iespējams iegūt audzes masas noteikšanai nepieciešamos elementus un kādā savstarpējā attieksmē tie atradīsies. Vissvarīgākā nozīme ir pareizai un uzmanīgai audzes koku caurmēru mērīšanai resp. šķērslaukumu noteikšanai. 1 cm caurmēra kļūda var būt par iemeslu 7—8% lielai šķērslaukuma un tilpuma kļūdai (27. §), kamēr tikai 2 m lielai garuma kļūdai ir tāda pati ietekme (40. §). Izmēriņot daudzu koku krūšaugstuma caurmērus, var sagaidīt, ka mērīšanas kļūdas zināmā mērā izlīdzināsies, ievērojot, ka tieši šo lielumu noteikšana audzē iespējama visvieglāk un ar lielāko noteiktību.

Augstuma kļūdai ir vismazākā ietekme, tādēļ arī iespējams lietot piemērotas vienkāršākas metodes. Mazāka nozīme ir mērīto augstumu kļūdām, kā nedrošībai, ar kādu netieši atvasina pārējos augstumus.

Vienkāršās, vienvecuma un vienmērīgi koptās tīraudzēs, kur visiem kokiem puslīdz vienādi attīstības apstākļi un kur dabisko izlases procesu atbalsta ar mežsaimniecības papēmieniem, pat tur koku caurmēriem ir nesalīdzināmi lielāka dažādība nekā augstumiem un veidskaitļiem. Tam izskaidrojums: cīņa dēļ pastāvēšanas, kas, sevišķi saulmiņu sugām, izpaužas cīņā dēļ gaismas un tāpēc augstuma pieaugums, praktiski ņemot, samazinās agrāk. Nomākti koki neatlaidīgi cenšas izspraukties cauri citu koku vainagiem un stiepties garumā. Tie koki, kas nespēj pacelties pietiekami augstu, atpaliel arī resnumā. Tādēļ pat vienvecuma cērtama vecuma audzēs augstumi svārstās ļoti maz, bet caurmēros toties ir ļoti liela dažādība. Visumā tomēr resnākie koki mēdz būt arī augstākie.

Vēl mazākas augstuma svārstības novērojamas atsevišķā caurmēra pakāpē, tāpēc arī tur var pieņemt vienu konstantu augstumu. Tādēļ, izmantojot likumsakarīgās attiecības starp koku caurmēriem un augstumiem, rodas iespēja konstruēt augstuma likni (111. §).

Veidskaitļi svārstās vēl šaurākās robežās (74. §). Neistie jeb krūšaugstuma veidskaitļi visvairāk atkarīgi no augstuma, tādēļ pie lielākiem augstumiem to svārstības ir pavisam nelielas un nepārsniedz 10%. Arī atsevišķā caurmēra vai augstuma pakāpē veidskaitļi ir visai stabili.

Apskatītām likumsakarībām par koku sadalījumu caurmēru pakāpēs (110. §) ir liela praktiska nozīme audzes masas noteikšanā. Uz to balstās vairākas metodes.

Citādi apstākļi ir saliktās audzēs, kas sastāv no vairākiem meža elementiem. Apskatītās likumsakarības attiecas tikai uz tīriem meža elementiem. Meža elementu daļām tās vairs tik pilnīgi neizpaužas. Tādēļ audzēs, kur cilvēku iejaukšanās stiprāk skārusi audzes sākotnējo strukturu, vairs nepastāv tik noteiktas attiecības starp audzes taksācijas elementiem. Sevišķi tas sakāms par saliktām audzēm. Arī šeit vislielākās dažādības ir caurmēros, bet tā kā arī augstuma svārstības ir daudz lielākas, tad iepriekš apskatītās normalās attiecības starp caurmēru, augstumu un veidskaitļi vairs nevar saskatīt. Šādās audzēs nereti vecākie koki ir tievāki un zemāki par jaunākajiem, tievākie koki augstāki par resnākajiem. Tādi gadījumi sastopami sevišķi nekoptās audzēs un audzēs, kur cirsts izlases veidā. Šādos apstākļos vairs nepie-

tiek ar vienu augstuma likni, jo vienā caurmēra pakāpē augstumu svārstības var būt pārāk lielas. Lielās dispersijas dēļ arī audzes vidējais caurmērs un vidējais augstums vairs neattaisnos savus nolūkus.

Šādas audzes tādēļ sadalāmas meža elementos, jo tikai katrā atsevišķā elementā atkal parādīsies apskatītās likumsakarības un izzudīs lielās svārstības.

Balstoties uz audžu raksturu un uzbūves likumsakarībām ir izveidotas vairākas metodes krājas noteikšanai. Viena daļa no šīm metodēm prasa visu audzes koku izmērīšanu, citas turpretim tikai daļēju, jo mērīšanu papildina ar novērtēšanu. Tomēr mērīšanas un novērtēšanas metodes nevar stingri atšķirt vienu no otras, jo pat tad, kad izmērījam visu audzes koku caurmērus, mēs pārējos elementus daļēji novērtējam. Visumā tomēr audzes krājas noteikšanas metodes var iedalīt divās grupās: viena grupa balstās uz pilnīgu audzes uzņemšanu, otra — uz daļēju. Kāda metode katrā atsevišķā gadījumā lietojama, ir atkarīgs no darba mērķa un audzes rakstura un bieži tas jau noteikts ar oficiāliem norādījumiem.

123. §. Audzes koku dastošana

Audzes krājas noteikšanai iepriekš jāatrod visu audzes koku caurmērs resp. šķērslaukums. Kā jau augošiemi kokiem, caurmēru mēri krūšaugstumā. Pēc izmēritiem caurmēriem atrod kopējo audzes šķērslaukumu. Kā jau apskatījām (26. §), koku šķērsgriezums ne vienmēr līdzinās aplim, bet daudzkrāt no tā novirzās, tuvodamies gan elipsei, gan nenoteiktai viļņotai liknei. Tādēļ ir svarīgi noskaidrot, kā jā mēri koku caurmēri, lai pēc tiem noteiktu īstenībai iespējami atbilstošus šķērslaukumus.

Plaša pieredze rāda, ka praktiskām vajadzībām pilnīgi pietiek, ja izmēri vienu caurmēru. Slēgtās audzēs gandrīz vienādā daudzumā sastopami stumbri ar garāko caurmēru uz dažādām debess pusēm, tādēļ, dastojot kokus šādos apstākļos, kļūdas izlīdzinās. Dastojot ieteicams pieiet kokiem no dažādām pusēm, lai tādējādi stumbru caurmēru izmēritu dažādos virzienos un mērījums nevarētu izpausties kāda viena virziena ietekme. Ja audzē ir pārsvarā koki ar garāko caurmēru vienā noteiktā virzienā, kā tas mēdz būt mežmalās valdošo vēju pusē vai arī kalnu nogāzēs, tad jā mēri divi caurmēri — isākais un garākais un jāņem no tiem aritmetiskais vidējais. Tādu pašu noteiktību var panākt, ja mēri vienu caurmēru 45° leņķi pret garāko caurmēru. Abi šie paņēmieni ir mazliet neērti, jo garākais caurmērs ir jāatrod mēģinājuma ceļā,

taustot to ar dastmēru. Tas pats sakāms arī par īsāko caurmēru. Un tikai tad, kad garākā caurmēra virziens noteikts, pēc acumēra 45° leņķi pret to jāmēri caurmērs, kuru tuvināti var pieņemt par vidējo.

Ērtāks paņēmieni ir mērit divus caurmērus savstarpēji perpendikularā virzienā, virzienus speciali neizvēloties, bet ņemot, kādi pagadās. Šis paņēmieni dod apmēram tikpat noteiktus rezultātus, kā mērijojot īsāko un garāko caurmēru. Zinātniskiem nolūkiem un sevišķi vērtīgiem un vecākiem stumbriem visi koki mērijami divos savstarpēji perpendikularos virzienos. Jaunās audzēs koku stumbri mēdz būt apaļāki, kamēr vecās audzēs novirzumi no apaļa sastopami daudz biežāk.

124. §. Dastošanas noteikumi un tehnika

Jau redzējām, ka no visiem taksācijas elementiem, kas noteic audzes masu, vislielākā uzmanība pievēršama caurmēram. Tādēļ arī koku caurmēra mērīšana — dastošana — jāveic apzinīgi, ievērojot dažādus noteikumus, jo tikai tādējādi iegūsim drošākus rezultātus. Dastošanas noteikumi ir šādi:

1) pirms darba sākšanas jāpārbauda dastmērs, pārliecinoties, vai tveri ir paraleli un vai iedaļas ar attiecīgiem apzīmējumiem labi saskatāmas; tai pašā laikā jākonstatē, vai mērlīnēlam ir parastā vai pašnoapaļotāja skala; arī strādājot, dastmērs laiku pa laikam jāpārbaudāms;

2) caurmēri jāmēri noteiktā — 1,3 m augstumā virs sakņu kakla, tādēļ dastotājam pirms darba sākšanas šāds augstums jāatzīmē pie sava apģērba;

3) mērijojot audzes kokus, tiem jāpieiet no dažādām pusēm;

4) nogāzē augošiem kokiem jāpieiet no kalna puses, iesākot no augšas un ejot pa horizontālēm izņemt audzi pa slejām līdz apakšai;

5) nepareizas formas stumbri, kā arī zinātniskos nolūkos caurmēri mērijami divos savstarpēji perpendikularos virzienos;

6) tveri pietiekami plaši viens no otra jāatbīda, lai, pieliekot pie koka, stumbrs starp tveriem nesprauktos un tos nedeformētu;

7) jāmēri stumbra caurmērs un nevis chords, tādēļ tveriem jābūt garākiem par pusi no caurmēra;

8) dastmērs jāpieliek pie koka perpendikulari stumbra asij tā, lai mērlīnēals saskartos ar stumbra mizu;

9) ja mērīšanas vieta apaugusi ar sūnām vai ķērpjiem, vai tur atrodas čaugana atkārusies miza, tad tā iepriekš jānotīra;

10) ja mērišanas vietā atrodas zari, puni, izaugumi vai sasveķojumi, tad caurmērs mērijams vienādos atstatumos virs un zem šīs vietas un jāņem aritmetiskais vidējais;

11) caurmērs nolāsāms, kamēr dastmērs atrodas pielikts pie koka;

12) caurmērs nosaucams tekoši vienā paņēmienā ar sugas, labuma un citiem apzīmējumiem, lai taksatoram nebūtu velti jāgaida uz visiem datiem;

13) ja strādā reizē divi vai trīs dastotāji, tad tiem izmēritie dati jānosauc citam pēc cita, jo saucot reizē var rasties sajukums;

14) katrs izdastotais koks ir jāapzīmē, lai to nedastotu otru reizi, tāpat jāraugās, lai kādu koku neatstātu neizmēritu.

Visu to ievērojot, ļoti labi var nodrošināt audzes masas novērtēšanas rezultātu noteiktību. Darbs lielā mērā atkarīgs no mēritāju pieredzes un prakses, un taksatoram stingri jāraugās, lai mēritāju kaut kādu personīgu ērtību dēļ no šiem noteikumiem neatkāptos.

125. §. Caurmēru noapaļošana

Stumbra caurmērus var izmērit ar dažādu noteiktību, gan milimetru, gan centimetru, gan pāra, trīs, četru un piecu centimetru pakāpēs. Koku caurmēru mērišana sīkās caurmēru pakāpēs, to lielākā skaita dēļ, ir aprūtināta. Tāpēc caurmērus mēri ar zināmu noapaļojumu. Mežsaimniecības praksē visbiežāk caurmērus mēri ar 2 cm noapaļojumu, bet resnākos kokus atsevišķos gadījumos arī ar 3 vai 4 cm noteiktību. Zinātniskās pētniecības vajadzībām caurmērus mēri ar noapaļojumu līdz 1 cm, bet pieauguma pētīšanas nolūkos pat ar 1 mm noteiktību. Mērišana ar lielāku noteiktību vairs nav iespējama, jo mizas nelīdzenumu un dastmēra elastības dēļ tverus vieglāk vai stingrāk stumbram piespiežot, rodas svārstības par vairākiem milimetriem. Ar caurmēru pakāpju skaita samazināšanu taksācijas praksei rodas lielākas ērtības, bet līdz ar caurmēru noapaļošanu rodas arī zināma kļūda.

Noapaļošanas kļūdas uzskatāmas par neizbēgamām tikai ekonomisku iemeslu dēļ un tāpēc tām nav tādas īpašības, kā patiesajām neizbēgamām kļūdām. Tās ir apzinīgi pielaistas rupjas kļūdas, jo nav nozīmes mērit stumbru caurmērus ar tādu noteiktību, kā tas ir iespējams.

Ar vienpusīgu caurmēru noapaļošanu uz 1 cm rodas arī vienpusīgas masas kļūdas, kas, ja koku skaits ir liels, dod ļoti ievērojamu masas zaudējumu — 5 līdz 13%. Kļūdas, kas rodas mērijot ar pašnoapaļotāju dastmēru, svārstās starp nulli un pusi no pakāpes,

tāpēc ir vienāda varbūtība sagaidīt pozitīvu vai negatīvu kļūdu. Ja koku daudzums ir lielāks, sagaidāms vienādi daudz pozitīvu un negatīvu kļūdu. Šajā ziņā noapaļošanas kļūdām ir liela līdzība ar neizbēgamām novērošanas kļūdām.

Iepriekš iespējams aprēķināt, ar kādu noteiktību jāmēri katrs caurmērs, lai kļūda nepārsniegtu zināmas robežas. Ja pieļaujamo caurmēra noapaļojumu apzīmējam ar a , bet caurmēru ar d , tad noapaļojuma robežas sniegsies no $d - \frac{a}{2}$ līdz $d + \frac{a}{2}$, bet šādu caurmēru stumbriem būs tilpumi:

$$\frac{\pi}{4} \left(d - \frac{a}{2} \right)^2 hf \text{ un } \frac{\pi}{4} \left(d + \frac{a}{2} \right)^2 hf.$$

Šo tilpumu aritmetiskais vidējais ir $\frac{\pi}{4} d^2 hf$.

Saistot pieļaujamo caurmēru noapaļojumu ar tilpuma kļūdas procentu:

$$\frac{1}{2} \left[\left(d + \frac{a}{2} \right)^2 + \left(d - \frac{a}{2} \right)^2 \right] - d^2 : d^2 = p : 100,$$

$$\frac{1}{4} \left(\frac{a}{d} \right)^2 = \frac{p}{100} \text{ un } a = \frac{d}{5} \sqrt{p}.$$

Ja, piemēram, pieļaujama noapaļošanas kļūdas procents ir 1, tad pēc noteiktās formulas 20 cm resnus kokus var mērit ar noteiktību līdz 4 cm, jo

$$a = \frac{20}{5} \sqrt{1} = 4 \text{ cm},$$

bet 30 cm resnus kokus var mērit ar noteiktību līdz 6 cm, jo

$$a = \frac{30}{5} \sqrt{1} = 6 \text{ cm}.$$

Noapaļojuma kļūdu var izteikt arī vidējās kļūdas nozīmē. Neapstājoties pie teoretiskās puses, to var uzrakstīt šādi:

$$\sigma = \frac{a}{2\sqrt{3}} = \pm 0,289 a \text{ vai noapaļojot } \sigma = \pm \frac{a}{3},$$

t. i., ka mērījuma vidējo kļūdu var pieņemt līdzīgu trešai daļai no caurmēra pakāpes noapaļojuma, piemēram, ja mēri ar 2 cm noapaļojumu resp. 2 cm pakāpēs, tad $\sigma = \pm 7$ mm.

Ja mērijot koka caurmēru pieļauj kļūdu Δd , tad arī šķērslaukumā būs sastopama kļūda:

$$\Delta g = \frac{\pi}{2} d \Delta d \quad (27. \text{ §}),$$

kas procentuali izteiksies:

$$p_g = \frac{200 \Delta d}{d} = 2 p_d.$$

Ja visi audzes koki būs mērīti ar zināmu noapaļojumu resp. caurmēra kļūdu σ_d , kas visās caurmēru pakāpēs būs vienāda, tad audzes šķērslaukuma

$$G = g_1 + g_2 + \dots + g_n$$

absolutā kļūda pēc kļūdu sakrāšanās likuma (32. §) izteiksies šādi:

$$\sigma_G = \sqrt{\left(\frac{\partial G}{\partial d_1}\right)^2 \sigma_{d_1}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial d_2}\right)^2 \sigma_{d_2}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial d_3}\right)^2 \sigma_{d_3}^2 + \dots}$$

$$\frac{\partial G}{\partial d_1} = \frac{\pi}{2} d_1; \quad \frac{\partial G}{\partial d_2} = \frac{\pi}{2} d_2; \quad \frac{\partial G}{\partial d_3} = \frac{\pi}{2} d_3 \text{ utt.}$$

$$\text{tādēj } \sigma_G = \frac{\pi}{2} \sqrt{d_1^2 \sigma_{d_1}^2 + d_2^2 \sigma_{d_2}^2 + d_3^2 \sigma_{d_3}^2 + \dots} = \frac{\pi}{2} \sqrt{\Sigma d^2 \sigma_d^2}.$$

Ja ir notikusi noapaļošanas kļūda, tad

$$\sigma_{d_1} = \sigma_{d_2} = \sigma_{d_3} \dots = \sigma_d$$

$$\text{un tādēj } \sigma_G = \frac{\pi}{2} \sigma_d \sqrt{\Sigma d^2} = \sigma_d \sqrt{\pi G}$$

un relatīvā kļūda

$$p_G = \frac{100 \sigma_G}{G} = \frac{100 \sigma_d \sqrt{\pi G}}{G} = 100 \sigma_d \sqrt{\frac{\pi}{G}}.$$

Tātad relatīvā kļūda pieaug līdz ar noapaļojuma apmēriem, bet samazinās ar audzes šķērslaukuma palielināšanos. Jo lielāks ir koku skaits, jo lielāka varbūtība, ka kļūdas savstarpēji izlīdzināsies; no otras puses, jo resnāki koki, jo mazāk būs jūtama noapaļošana.

G var izteikt arī ar audzes vidējā šķērslaukuma reizinājumu ar audzes koku skaitu:

$$G = gN = \frac{\pi}{4} d^2 N.$$

Ieliekot šādu G nozīmi iepriekšējā formulā

$$p_G = 100 \sigma_d \sqrt{\frac{\pi}{G}} = 100 \sigma_d \sqrt{\frac{\pi}{\frac{\pi c^2}{4} N}} = 100 \sigma_d \sqrt{\frac{4}{d^2 N}} =$$

$$= \frac{2 \cdot 100 \sigma_d}{d \sqrt{N}} = \frac{200 \sigma_d}{d \sqrt{N}} = \frac{2 p_d}{\sqrt{N}}.$$

Tādējādi tuvinātai šķērslaukuma relatīvās kļūdas aprēķināšanai vidējā koka divkāršotā relatīvā kļūda jādala ar kvadrātsakni no koku skaita. Ja, piemēram, $p_d = 3\%$ un koku skaits N ir 900, tad

$$p_G = \frac{2 p_d}{\sqrt{N}} = \frac{2 \cdot 3}{\sqrt{900}} = \frac{6}{30} = 0,2\%.$$

Šāda veida teoretiski apsvērumi labi saskan ar *Matvejeva-Motina, Sarmasu.* c. empiriskas dabas pētījumiem.

Pēc *Matvejeva-Motina* pētījumiem 8 parauglaukumos, kur audzes šķērslaukums aprēķināts kokiem, izmēritiem vispirms ar noteiktību līdz 0,1 cm un pēc tam ar noapaļojumu līdz 1 cm, 2 cm, 4 cm un 5 cm, faktiskās noapaļojuma kļūdas dažos gadījumos nesaskan ar iepriekš minētās formulas rezultātiem.

Sarmas pētījumos šķērslaukumi aprēķināti pēc caurmēra mērījumiem ar 0,1 cm noteiktību un ar noapaļojumu uz 1 cm, 2 cm, 3 cm un 5 cm apm. 15.000 kokiem. Konstatēts, ka šķērslaukuma kļūda pieaug līdz ar noapaļojuma vienības palielināšanos. Noapaļojuma kļūdai ir tendence būt pozitīvai, kas izskaidrojams ar koku skaita samazināšanās intensitāti no tievākajām uz resnākajām pakāpēm, jo stumbru sadalījumam caurmēru pakāpēs ir kreisā asimetrija (110. §). Tādēļ pie jebkādas noapaļošanas katras caurmēru pakāpes (sevišķi pēc kulminācijas) zemākajā pusē ir lielāks koku skaits nekā augstākajā, un tādēļ ar pakāpes viduscaurmēru aprēķinātais pakāpes šķērslaukums iznāk mazliet par augstu.

Noapaļojums uz 2 cm var dot šķērslaukuma kļūdu no +0,2 līdz 1,0%, bet noapaļojums uz 5 cm vidēja vecuma audzēs pat līdz 4%.

Apskatījuši noapaļošanas kļūdu sekas, pievērsīsimies jautājumam par to, kādi noapaļojumi praktiski ir pieļaujami. Tā kā caurmēra noapaļošanas kļūdas ietekmē audzes masu tāpat kā šķērslaukumu, tad viegli saprotams, ka no 1% kļūdas rodas starpība audzes masā par dažienu ciešmetriem. Tāda pati starpība var rasties arī citu kļūdu dēļ, un ja šīs kļūdas izpaužas vienā virzienā, tad masas kļūda var būt jau visai ievērojama, tādēļ intensīvas mežsaimnie-

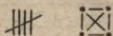
cības apgabalos nebūtu pieļaujama pārāk liela caurmēru noapaļošana. Mūsu apstākļos parastais noapaļojums ir 2 cm, kas jāatzīst par pilnīgi pieļaujamu.

126. §. Audzes uzņemšanas darbu organizācija

Audzes dastošana un citu taksācijas datu ievākšana tikai tad dod apmierinošus rezultātus, ja uzņemšanas darbus veic noteiktā kārtībā, jo lielas audžu platības, lielais koku skaits, kļūdas no nepareizas mērišanas, koku izlaišanas vai atkārtotas izmērišanas var radīt tādas grūtības, kas nespēcīalistam liekas nepārvaramas. Iekārtojot darbu pēc noteiktas sistēmas, tas kļūst vienkāršs un ir veicams bez grūtībām.

Pirms stājas pie audzes uzņemšanas, jāiepazīstas ar tās figuru un robežām, lai vēlāk darbā nerastos pārpratumi ar robežu pāriešanu. Līdz ar to audze jāpārstaigā un jāizpēti tās veids, sugu sastāvs, galējās dimensijas un jāizšķiras, kā uzņemt koki klasificējami. Pēc visu šo apstākļu noskaidrošanas taksators vai uzņemšanas darbu vadītājs sagatavo dastošanas lapu jeb reģistru, ņemot attiecīga lieluma papīra lapu. Ja šādu reģistru sagatavo uz finiera dēlīša, tad dastošanu var izdarīt arī lietainā laikā.

Dastošanas lapas augšpusē atzīmē audzes platību, atrašanās vietu (mežsaimniecība, novads, kvartals) un vispārēju raksturojumu. Lapā paredz tik daudz horizontālu nodalījumu, cik dažādi paredzami audzes caurmēri. Vertikalās ailes izdala atsevišķi katrai sugai, kas ieiet dastojamās audzes sastāvā. Ja kāda suga piemistota atsevišķu koku veidā, tad dažkārt to atsevišķi nedasto, bet pieskaita valdītājam sugai. Katras sugas aili var vēl sadalīt sīkāk atkarībā no tā, ko mēs īsti gribam atzīmēt, piemēram, lietkokus un malkas kokus, valdītājus un starpaudzes kokus, speciāliem sortimentiem piemērotus kokus utt. Koku skaitu attiecīgajās ailēs atzīmē divējādi, pa piecniekiem — ar četrām vertikālām un vienu šķērssvītru — un pa desmitniekiem ar punktiem un svītrām:



Pirmais paņēmieni prasa vairāk telpas, un to var lietot, ja koku skaits nav liels. Lielam koku skaitam ieteicams otrs paņēmieni,

Dastošanas lapas paraugu rāda šāds piemērs:

Dastošanas lapa

..... mežsaimniecība. Audzes platība ha. Datums:
 novads. Audzes vecums g. Paraksts:
kvartals.

Caurmēru pakāpes cm	Suga: priede		Kopā	Suga: egle		Kopā
	Lietkoki	Malkaskoki		Lietkoki	Malkaskoki	
10		∴	3		∴	2
12		∴	6	∴	∴	2
14	☒	∴	14	∴	∴	4
16	☒∴	☒	21	☒∴	∴	14
24	☒☒∴	∴	26	☒∴	∴	8
26	☒☒☒∴	∴	33	∴	∴	5
28	☒☒∴	∴	27	☒	∴	9

Vajadzības gadījumā lapā var atstāt aili arī izmēritiem augstumiem un šķērslaukumiem. Izmēritos augstumus labāk atzīmēt atsevišķi piezīmju ailē vai citur, jo labas augstumu liknes konstruēšanai vēlams caurmērus izmērit ar lielāku precizitāti, tos līdz 2 cm nenoapaļojot. Ja audzē izdaļāmi vairāki stāvi, tad katram stāvam jākonstruē sava augstumu likne un dati ievācami atsevišķi.

Sagatavotā dastošanas lapa ar saspraudēm piestiprināma attiecīgā formata finiera dēlītim. Dēlīti taksators var turēt rokā vai arī ar piestiprinātu saiti uzkārt kaklā un dēlīša vienu galu atbalstīt pret krūtim.

Audzēs uzņemšanas darbu veic taksators — darba vadītājs un viens vai divi dastotāji. Pirms darba sākuma taksators norāda dastotājiem, ar kādu noteiktību caurmēri jāmēri, kādas pazīmes

katram kokam ir jānovēro un kādā secībā dati ir izsaukami. Taksators pārliecinās par dastmēru pareizību un norāda, kādā virzienā un cik platās slejās audze izejama.

Dastošanu iesāk no nogabala šaurākās vietas un izdara pa slejām paraleli audzes šaurākai malai. Sleju platums atkarīgs no audzes sastāva, dastotāju skaita un vēlamās noteiktības. Jo retāka audze, bez pameža un paaugas, un jo dastotāju vairāk un prasības pēc noteiktības mazākas, jo sleja var būt platāka. Tomēr slejas platumam jābūt tādām, lai taksators varētu dastotāju darbam sekot un izsauktos datus bez kavēšanās pierakstīt. Sākot no vienas audzes malas, pēc acumēra ieturētā zināma platuma slejā, pāriet no koka uz koku. Ievērojot visus dastošanas noteikumus, dastotāji izmēri krūsaugstuma caurmēru, novērtē arī pārējās nepieciešamās pazīmes un datus izsauca skaļā balsī. Ja viens dastotājs sācis datus izsaukt, otram jāuzgaida, kamēr tas nobeidz. Taksators seko dastotājiem nelielā atstatumā, izsauktos datus ieraksta dastošanas lapā un vēro dastotāju darbu, vai tie kādas pazīmes novērtēšanā nekļūdās. Lai vienreiz



119. att. Skripsts.

izmēritos kokus nemēritu otru reizi, tos apzīmē, parasti no tās puses, kas vērsta pret neizdastoto audzes daļu. Ja audze domāta nociršanai, tad apzīmēšanu izdara ar skripstu (119. attēls), ieraujot mizā svitru vai citu kādu zīmi, ja turklāt grib apzīmēt arī koku labumu. Lai nebojātu koka mizu, apzīmēšanu var izdarīt ar balto kritu. Ja nav nekādu citu palīglīdzekļu, tad pie izdastotā koka ar kāju norauš nedzīvo zemsegu.

Ja viena sleja šādā veidā izdastota, tad pāriet uz nākošo sleju, ejot pretējā virzienā. Darba veiksmē atkarīga no dažādiem apstākļiem. Jo noteiktāk audze ir jāuzņem, jo tā saliktāka un jo lauztāks ir reljefs, jo darbs veicas lēnāk un jo uzmanīgāk taksatoram jāseko dastotāju darbam. Sevišķi jāraugās, lai dastotāji pareizi novērtētu lietkoku stumbrus, šķirojot tos veselos, puslietkoku un ceturtdaļlietkoku stumbros. Vecās un retās tīraudzēs līdzinā vietā darbs sokas veikli un ātri. Viens taksators ar diviem dastotājiem var dienā izmērit vidēji 5000—6000 koku, kas vērtējama vecuma audzēs ir apmēram 10—15 ha.

Kad visu koku caurmēri izmēriti, jāizmēri koku augstumi. Vienkāršā tīraudzē pietiek ar vienu augstuma likni. Augstumus izmēri dažādā resnuma kokiem, ņemot tos izklaidus pa visu audzes platību. Tai pašā laikā noteic arī audzes vecumu.

Pēc darba paveikšanas taksators un dažreiz arī dastotāji paraksta dastošanas lapu.

127. §. Audzes masas noteikšana ar stumbru masas tabulām

Audzes uzņemšanas datus no dastošanas lapas pārraksta tabulas veidā, katrai caurmēru pakāpei rakstot pretim attiecīgo koku skaitu un no augstuma līknes nolasīto izlīdzināto augstumu. Lietojot parastās stumbru masas tabulas, kas orientētas pēc caurmēriem un augstumiem, nolasā tanīs viena koka masu pēc dotā caurmēra un augstuma un, reizinot ar koku skaitu caurmēru pakāpē, atrod visu vienas caurmēru pakāpes koku masu. Saskaņot visu caurmēru pakāpju masas, dabū audzes masu.

Audzes masas aprēķināšanu ar masas tabulām rāda šāds piemērs:

31. tabula

0,5 ha 80 g. veca priežu audze

Caurmēru pakāpes d/cm	Koku skaits n	Izlīdzinātie augstumi h/m	Atsevišķa koka masa m/m ³	Caurmēru pakāpes koku masa m/m ³
12	1	17	0,096	0,096
14	5	18	0,135	0,675
16	13	19	0,183	2,379
18	34	20	0,242	8,228
20	38	21	0,311	11,818
22	31	22	0,394	12,214
24	29	23	0,490	14,210
26	27	23	0,573	15,471
28	24	24	0,692	16,608
30	22	24	0,789	17,358
32	15	25	0,926	13,890
34	9	25	1,044	9,396
36	3	26	1,212	3,636
38	2	26	1,349	2,698
40	2	26	1,488	2,972
42	1	27	1,691	1,691
	256			133,344

Piemērā lietotas Latvijas PSR masas tabulas priecdei (5. tabula pielikumā).

Ja audzes masas aprēķināšanai lieto komplicētākas tabulas, kas orientētas pēc vairākām pazīmēm, tad līdz ar audzes uzņemšanu jānoteic arī tās formas klase resp. jānoteic vairāku koku formas koeficienti, lai tādējādi spriestu par vidējo formas koeficientu. Tabulu izvēlas tādu, kas vistuvāka šim vidējam formas koeficientam.

128. §. Masas tabulu metodes noteiktība

Apzīmējot audzes masu ar V un atsevišķu koku masu ar $v_1, v_2, v_3 \dots$

$$V = v_1 + v_2 + v_3 + \dots$$

Ja atsevišķa koka masa noteikta ar relatīvu kļūdu p' , tad visas caurmēru pakāpes koku masas relatīvā kļūda būs \sqrt{n} reiz mazāka $p = \frac{p'}{\sqrt{n}}$, kur n koku skaits caurmēru pakāpē.

Ja caurmēru pakāpju atsevišķu koku masas vidējās kļūdas ir $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3 \dots$, tad pēc kļūdu sakrāšanās likuma

$$\sigma_v = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + \dots}$$

Ar masas tabulām noteikto atsevišķa koka masas kļūdas procentu var izteikt

$$p = \frac{100 \sigma}{V}$$

Ar diezgan lielu tuvinātību var pieņemt, ka

$$p_1 = p_2 = p_3 = \dots$$

un tādēļ, lietojot p vidējo vērtību:

$$\sigma_1 = \frac{p v_1}{100}, \quad \sigma_2 = \frac{p v_2}{100}, \quad \sigma_3 = \frac{p v_3}{100} \text{ utt. un audzei}$$

$$\sigma_v = \pm \frac{p}{100} \sqrt{v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots} = \pm \frac{p}{100} \sqrt{\Sigma v^2}$$

un audzes masas relatīvā kļūda

$$P_v = \frac{100 \sigma_v}{V} = \pm \frac{p}{V} \sqrt{\Sigma v^2}$$

Izteiksme rāda, ka, noteicot audzes masu ar masas tabulām, relativā kļūda ir jo mazāka, jo precizāk noteikta atsevišķa koka masa un jo piemērotākas ir masas tabulas. Konkrētas audzes koki ne katru reizi ir ar tādāmpašām dimensijām un tādu formu kā masas tabulu koki. Atšķirības var būt tiklab caurmērā, kā augstumā un veidskaitlī. Ja tās ir pozitīvas un negatīvas, tad pastāv varbūtība, ka lielam koku skaitam tās savstarpēji izlīdzināsies. Bīstamākas ir vienpusīgas kļūdas, jo tās neizlīdzinās arī lielā novērojumu skaitā. Minētais audzes masas relativās kļūdas atvasinājums attiecas tikai uz nejaušām kļūdām, kas rodas no caurmēru noapaļošanas, nepareizas krūšaugstuma ieturēšanas, viena caurmēra mērīšanas divu savstarpēji perpendikularu caurmēru vietā u. c. Mērijot daudzus kokus, šādas kļūdas pilnīgi izlīdzinās. Tādēļ arī audzes masas relativā kļūda ir jo mazāka, jo lielāks ir koku skaits un jo lielāka audzes masa.

Visiem vienas caurmēru pakāpes kokiem mēs pieņemam vienu vidējo augstumu, kas arī iespējams, jo ja pakāpē ir pietiekami daudz koku, tad pastāv varbūtība, ka pārējie augstumi atradīsies vienādi izklidēti virs un zem vidējā. Augstuma kļūdas var rasties no nepareizas augstuma liknes. Tādēļ tās konstruēšanai vajadzīgs pietiekams skaits mērījumu un darbs veicams uzmanīgi.

Veidskaitļu vai formas koeficientu kļūdas lielā mērā atkarīgas no tabulu piemērotības un šai ziņā lielas priekšrocības ir tabulām ar iedalījumu formas klasēs. Atrodot audzes vidējo formas koeficientu, jāņem tam atbilstošas formas klases masas tabula. Ja iespējams novērst visus vienpusīgo sistematisko kļūdu cēloņus, tad audzes masu ar parastajām masas tabulām var noteikt ļoti pareizi un kļūda nepārsniegs $\pm 3\%$.

129. §. Audzes masas noteikšana ar augstumšķiru un bonitašu masas tabulām

Iepriekš apskatītā metode audzes masas noteikšanai ar parastajām stumbru masas tabulām mežsaimniecības praktiskām vajadzībām dažkārt ir par sarežģītu, jo prasa vairāku augstumu mērīšanu, augstuma liknes konstruēšanu un augstuma noteikšanu atsevišķi katrai caurmēru pakāpei. Tādēļ to bieži aizstāj ar vienkāršāku metodi. Vienkāršāk audzes masu var noteikt ar augstumšķiru masas tabulām (82. §). Augstumšķira ir attiecīgs starp koku krūšaugstuma caurmēriem un tiem atbilstošiem augstumiem. Augstumšķiru masas tabulu piemērs redzams

16. tabulā. Tā, piemēram, kokam ar krūšaugstuma caurmēru 26 cm var būt dažāds augstums: 23 m, 21 m, 19 m, 17 m, 15 m un 11 m, un atkarībā no tā tas ieskaitāms vienā no sešām augstumšķirām.

Būtībā augstumšķira raksturo stumbra vidējo raukumu. Bet raukums ir koku sugas un biežības funkcija, tātad teoretiski katras koku sugas vidējam stumbra raukumam vienā un tai pašā nogabalā, vienādos biežības apstākļos jābūt vienādam. No tā izriet, ka nogabala atsevišķas sugas augstumšķiru var noteikt pēc vienas pašas augstuma pakāpes. Praktiski tomēr augstumšķiru noteic pēc tās caurmēru pakāpes, kurā lielāks koku skaits, vai kuras koki sastāda lielāku procentu no masas, vai arī pēc vairākām pakāpēm. Augstumšķira jānosaka katrai sugai atsevišķi. No dastošanas lapas izmeklē to caurmēru pakāpi, kuras krāja liekas būt vislielākā, un audzē izvēlas 3—4 tāda resnuma kokus ar audzei raksturīgo vidējo formu, un izmēri koku augstumus. Aprēķinot no tiem aritmetisko vidējo pēc caurmēru pakāpes un tai atbilstošā vidējā augstuma, meklē augstumšķiru tabulās (12. tabula pielikumā), kādai augstumšķirai atbilst dotā audze. Ja audzē atrastais, kādai caurmēru pakāpei atbilstošais vidējais augstums pilnīgi nesakrīt ar augstumšķiras tabulu augstumu, tad jāņem tuvākais un tam atbilstošā augstumšķira. Piemēram, priežu audzē 36 cm caurmēru pakāpē izmērīti 3 koku augstumi: 27,5 m, 28,0 m un 27,0 m. Aritmetiskais vidējais ir 27,5 m. No augstumšķiru tabulas redzams, ka tas vistuvāk atrodas tabulas augstumam 27 m, kas atbilst II augstumšķirai. Ja audzē atrastais 36 cm pakāpes vidējais augstums būtu 28 m, tad tas atrastos vidū starp 27 m un 29 m un audzes augstumšķira būtu vidējā starp I un II. Tādā gadījumā pieņem tuvāko augstāko augstumšķiru — I, jo masas tabulām ir tendence dot nedaudz zemākus rezultātus.

Dažreiz precīzākai augstumšķiras noteikšanai ņem trīs caurmēru pakāpes ar paredzamo lielāko masu. Ja pēc visām trim pakāpēm iznāk vienāda augstumšķira, tad to pieņem arī par visas audzes augstumšķiru. Ja augstumšķiras atšķiras, tad tās izsver pēc pakāpju koku skaita, reizinot katrā pakāpē atrasto augstumšķiru ar koku skaitu un sumu dalot ar šo pakāpju kopējo koku skaitu. Ļoti labi un ērti audzes augstumšķiru var noteikt pēc audzes vidējā koka, sevišķi, ja vidējā koka augstums noteikts pēc augstuma līknes.

Augstumšķiras noteikšanai jāpieiet ar lielu uzmanību, jo, to nepareizi noteicot, var rasties masas kļūda līdz 20%. Prof. M o r o c h i n a pētījumi liecina, ka audzes dažādas caurmēru pakāpes

var atbilst dažādām augstumšķirām un pat vienas caurmēru pakāpes kokiem augstumšķira var svārstīties.

Katras parastās masas tabulas iespējams pārstrādāt augstumšķiru masas tabulās. To vislabāk var izdarīt grafiski, uzliekot visu paraugkoku caurmērus uz x ass un augstumus uz y ass. Visi punkti veidos it kā kūli. Novelkot gar tā augšējo malu likni, nodalīto joslu sadala tik daudzās vienādās joslās, cik augstumšķiru vēlams izdalīt. Katras joslas vidū izvelk viduslikni, no kuras nolasītie augstumi uzskatāmi par vidējiem dotajai augstumšķirai.

Augstumšķiru masas tabulas jau labi sen pazīstamas. Padomju Savienībā līdz 1928. g. lietoja 1886. g. izdotas pagaidu augstumšķiru tabulas (82. §). Pārstrādātā veidā tās pašas tabulas lietoja arī Latvijas mežsaimniecības praksē. A. Zviedra un citu autoru pētījumi rāda, ka šo tabulu iedalījumam augstumšķirās ir dažādi trūkumi. Augstumšķiru sistema ir par šauru, un lai to pārkārtotu, tā jāpaceļ par vienu augstumšķiru.

Augstumšķiru masas tabulām zināmā mērā analogas ir bonitašu masas tabulas. Šādu tabulu katrai sugai ir tikpat daudz, cik bonitašu. Tās lietojot, iepriekš jānoteic audzes bonitate, un bonitates robežās audzes masu nosaka tikai pēc caurmēru pakāpēm, pieņemot, ka audzes koku augstumi būs tādi paši kā tabulas attiecīgai bonitatei.

Tomēr lietojot šādas tabulas, jāsauc par zināmām grūtībām, jo ne katru reizi iespējams noteikt pareizi audzes vecumu, sevišķi, ja vecuma svārstības audzē ir lielākas. No pareizas vecuma noteikšanas savukārt atkarīga bonitate un līdz ar to piemērotās tabulas izvēle. Daudzajos gadījumos konkrētie audzes augstumi atšķirsies no tabulas augstumiem un tādēļ, audzes masu noteicot, dabūsim nepareizus rezultātus.

Tādēļ, visu to ievērojot, bonitašu tabulas lieto kā augstumšķiru tabulas, t. i., izvēlas piemēroto tabulu ne pēc audzes vecuma un vidējā augstuma, bet pēc caurmēru un augstumu attiecībām. Tabulas lieto tāpat kā augstumšķiru tabulas un šādā veidā rezultāti jau ir daudz tuvāki īstenībai.

Bonitašu masas tabulas pēc prof. Orlova idejas ar 1928. g. ieviestas lietošanā Padomju Savienības mežsaimniecībā. Pret bonitašu tabulu principiem ļoti asu kritiku vārsis prof. Tretjakovs, atzīdams masas tabulu iedalījumu bonitatēs par lieku.

1931. g. PSRS mežsaimniecībā sāka lietot jaunas bonitašu masas tabulas priedei, eglei, ozolam, bērzam un apsei. Tās

sastādījuši prof. Tovstoļess, prof. Zacharovs, prof. Šustovs, prof. Tjurins. Katras sugas tabulas dalās bonitātēs, bet bonitātes robežās izdalītas vēl 3 klases atkarībā no formas koeficienta (32. tabula).

32. tabula

Koku suga	Vidējais formas koeficients šādās formas klasēs		
	augstā	vidējā	zemā
Priede	0,71	0,65	0,59
Egle	0,80	0,70	0,60
Ozols	0,78	0,68	0,58
Bērzs	0,75	0,66	0,57
Apse	—	0,69	—

Vislielākā praktiskā nozīme ir vidējās formas klašu tabulām. Stumbru tilpums tabulās dots ar mizu un bez mizas, stumbriem līdz 20 cm pa 2 cm pakāpēm, bet resnākiem — pa 4 cm pakāpēm. Zaru un mizas masa izteikta procentos atsevišķi katrai caurmēru pakāpei. Šo tabulu paraugs priedes III bonitātei parādīts 33. tabulā.

33. tabula

Caurmēru pakāpes cm	Aug- stums m	$q_2 = 0,71$			$q = 0,65$			$q = 0,59$			
		Masa m^3 ar mizu		Mizas %	Zaru %	Masa m^3 ar mizu		Mizas %	Zaru %	Masa m^3 ar mizu	
		bez mizas	Mizas %			bez mizas	Mizas %			bez mizas	Mizas %
20	19	0,322	11	13	0,282	14	15	0,258	17	17	
		0,287			0,243			0,214			
24	21	0,486	10	13	0,436	13	15	0,400	16	16	
		0,437			0,380			0,337			
28	22	0,691	10	12	0,628	12	15	0,576	16	16	
		0,625			0,551			0,485			
32	23	0,925	9	12	0,845	12	14	0,778	15	15	
		0,840			0,743			0,659			

Lai gan šīs tabulas saucas par bonitāšu tabulām, tās tomēr lieto kā augstumšķiru tabulas, noteicot augstumšķiru pēc caurmēru un augstumu attieksmēm (Orlovs). Ja nav noteikta audzes vidējā forma, tad lieto tabulas vidējai formas klasei ar $q_2 = 0,65$.

Ja vēlama lielāka noteiktība, tad nosaka audzes formas klasi un lieto šai klasei piemērotu tabulu.

Minētās masas tabulas apvienotas ar raukumu tabulām.

Ar 1946. g. šis paša tabulas, nedaudz pārveidotas, ieviestas arī vietējā mežsaimniecības praksē. Caurmēriem virs 20 cm interpolācijas ceļā vidējai formas klasei ar $q_2 = 0,65$ aprēķināta masa ik pa 2 cm pakāpēm. Izmantojot prof. Anučiņa sortimentu tabulas, parādīts lietkoku stumbru masas sadalījums resnajos, vidējos, tievajos sortimentos un malkā. Tabulām paturēts tas pats bonitašu iedalījums, tikai tās apzīmētas par augstumšķirām un tādēļ arī lietojamas kā augstumšķiru tabulas.

Piemērs: priežu audze 80 g. veca,
vidējais caurmērs $d_v = 24,8$ cm,
vidējais augstums $h_v = 23,0$ m.

Spriežot pēc vidējā koka, pēc caurmēru pakāpes ar lielāko koku skaitu un pēc 3 blakus esošām caurmēru pakāpēm ar sagaidāmo lielāko masu, dotā audze vistuvāk ir II augstumšķirai. Tās masas aprēķināšana ar augstumšķiru tabulām parādīta 34. tabulā.

34. tabula

Caurmēru pakāpes cm	Koku skaits	Atsevišķa koka masa m^3	Masa caurmēru pakāpēs m^3	Augstumšķira
12	1	0,08	0,08	II
14	5	0,13	0,65	
16	13	0,17	2,21	
18	34	0,24	8,16	
20	38	0,30	11,40	
22	31	0,38	11,78	
24	29	0,47	13,63	
26	27	0,57	15,39	
28	24	0,67	16,08	
30	22	0,79	17,38	
32	15	0,91	13,65	
34	9	1,05	9,45	
36	3	1,18	3,54	
38	2	1,33	2,66	
40	2	1,48	2,96	
42	1	1,65	1,65	
	256		130,67	

130. §. Audzes sortimentu noteikšana ar sortimentu tabulām

Sortimentu tabulas ir tādas tabulas, kas katras caurmēru pakāpes stumbriem līdzās masai uzrāda arī izstrādājamo sortimentu apmērus un daudzumu. Tās izstrādā no masas un raukumu tabulām.

No vierta un tā paša koka stumbra var izstrādāt dažādus sortimentus. No normala, vesela, t. s. lietkoku stumbra var iegūt labākus sortimentus un lielākā daudzumā nekā no stumbra ar defektiem, bet stipri defektīvs stumbrs noder tikai dedzināmās malkas izstrādāšanai.

Sastādot sortimentu tabulas, jāorientējas uz svarīgākajiem sortimentiem, kas patērētājam vajadzīgi. Bet tabulas nedrīkst kalpot arī tikai noteiktam šauram mērķim. Tām jābūt visdažādāko sortimentu iznākums un tādēļ tām ir jābūt vispārējām tabulām.

Sortimentu tabulu lietošana audzes sortimentēšanai visvairāk izplatīta PSRS mežsaimniecībā. Vakareiropas valstīs to praktizē mazāk un tur arī piemērotu tabulu ir mazāk.

Padomju Savienībā izplatītākās ir 1931. g. izdotās Anučina, Groševoja un Jegorova sortimentu tabulas un 1936. g. izdotās Anučina tabulas, kas uzskatāmas par iepriekšējo tabulu otru izdevumu. Tās izstrādātas uz 1931. g. masas un raukumu tabulu pamata un tāpat iedalītas bonitatēs. Baltkrievijas mežu pētīšanas institūts 1940. g. izdevis Moisejenko un Muraško sortimentu tabulas priedei, eglei, ozolam, alksnim, bērzam, apsei un skābardei. Arī tās sastādītas uz 1931. g. masas un raukumu tabulu pamata, bet uzdod par 5—7% lielāku sortimentu iznākumu nekā Anučina tabulas.

Ūdensaizsardzības zonas mežu ziemeļu daļai Abramovs un Pankovs, bet ziemeļaustrumu daļai Kraņņevs un Dvoreckis sastādījuši sortimentu tabulas bērzam un apsei. Pašas jaunākās ir 1946. g. izdotās Moisejenko sortimentu tabulas priedei un eglei, derīgas visiem ūdensaizsardzības zonas rajoniem.

Bez minētām ir vesela virkne vietējās nozīmes tabulu, no kurām lielāka nozīme ir Tretjakova un Gorska tabulām Karielijai.

Pēdējā laikā sortimentu tabulas sastādītas arī Igaunijai, bet mūsu republikai tādu vēl nav. Augstumšķiru masas tabulas gan uzrāda dažādu dimensiju lietkokiem resno, vidējo un tievo lietkoku sortimentu un malkas iznākumu ciešmetros, bet nedod šo sortimentu klašu apzīmējumu, garumu un tievgaju caurmēru un tādēļ tām ir maza praktiska nozīme. Ar resniem sortimentiem apzīmēti I un II klases, ar vidējiem III un IV klases un ar tieviem V un VI klases bajķi.

Ar sōrtimentu tabulām var izkalkulēt, kādus sōrtimentus un kādos apmēros no audzes iespējams iegūt. Tabulas rāda, kā vidējas formas dažādu dimensiju stumbru tilpums sadalāms daļās, no kurām var izstrādāt vajadzīgos sōrtimentus. Tabulas var būt dažādi konstruētas, bet visās vispārējās sōrtimentu tabulās ievērots viens princips — tās rāda lietkoksnes nogriežņu sadalījumu grupās atkarībā no stumbru dimensijām un sadalījumu šķirās atkarībā no stumbru īpašībām, neizceļot atsevišķi kādu noteiktu sōrtimentu. Daudzos gadījumos sagatavošanas uzdevumu programmas specifika-cija ļoti labi sakrīt ar tabulā uzrādītiem standarta sōrtimentiem. Citos gadījumos sagatavošanas programā atradīsies tādi sōrtimenti, kas tabulās nebūs minēti (telegrafa stabi, gulšņi, balsteņi), bet ko tikpat labi var izstrādāt no tabulās uzrādītiem pamat-sōrtimentiem.

Dažādu sōrtimentu iznākumu no stumbra noteic 3 apstākļi: stumbra resnums un tā attieksme pret sōrtimenta noteiktām dimensijām, stumbra bezzaru daļas garums, kā arī veselīgums un raukums. Tādēļ, audzi uzņemot, visi stumbri sašķirojami lietkoku, puslietkoku un malkas koku stumbros. Lietkoku stumbros ieskaita tādus, no kuru bezzaru daļas var iegūt pamatnogriežņi vismaz 6,5 m garumā. Ja stumbra resgaļa daļā atrodas kādi defekti un ja pirmo 2,3 m garo resgaļa kluci atzāģējot vēl iespējams iegūt 6,5 m garu baļķi, arī tad tādu stumbru ieskaita lietkoku stumbros. Puslietkoku stumbros ieskaita tādus, no kuru pamatnogriežņiem vai arī virs defektīviem pamatklučiem vēl var izgriezt 2—6,5 m nogriežņus. Malkas kokos ieskaita zarainus, bojātus, defektīvus stumbrus, no kuriem iegūstamais lietkoksnes nogriežnis ir zem 2 m. Pirms sōrtimentu noteikšanas puslietkoku stumbrus sadala starp lietkoku un malkas koku stumbriem. Piemēram, ja vienā caurmēru pakāpē ir 4 puslietkoku stumbri, tad 2 pieskaita lietkoku un 2 malkas koku stumbriem.

Lietojot sōrtimentu tabulas, tikai tad var iegūt labus rezultatus, ja, audzi uzņemot, pareizi novērtē koku labumu un ja tabulu uzdotos sōrtimentus attiecīgā rajonā tādos izmēros sagatavo. Kļūdas visbiežāk rodas tā iemesla dēļ, ka parasti pieturas pie vienas noteiktas bonitates vai augstumšķiras tabulas. Ieteicamāk ir katrai caurmēru pakāpei pēc caurmēra un augstuma attieksmes izvēlēties tuvāko un piemērotāko augstumšķiru.

Audzes sōrtimentācijas piemērs parādīts 35. tabulā. Lietotas M o i s e j e n k o sōrtimentu tabulas, kas uzdod zāģbaļķu, būvbaļķu un sīkbaļķu iznākumu pa šķirām no I—VI, tāpat dedzināmās malkas un atkritumu daudzumu.

80 g. vecas priežu audzes sortimentācija pēc Moisejenko sortimentu tabulīšm

d/cm	Audzes uzņemšanas dati				Pārskaitītie dati				Augstums m	Augstumskātra	Stumbra masa m ³	Lietkoka stumbra sortimentu masa bez mizas m ³				Malkas koka masa m ³				Sortimentu masa caurmēru pakāpēs m ³				
	Lietkoki	Malkas koki	Kopa	-	Lietkoki	Malkas koki	Kopa	-				Zāģ- un būv- daļi	Sīkdaļi	Dez. malka	Atkritumi	-	-	-	-	Stumbra masa	Zāģ- un būv- daļi	Sīkdaļi	Dez. malka	Atkritumi
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,09	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,09	0,07	0,07	0,01	0,01	0,01		
14	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0,14	0,10	0,01	0,01	0,01	0,03	0,03	0,70	0,50	0,50	0,05	0,05	0,15		
16	12	12	12	12	12	12	12	12	12	0,17	0,14	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	2,21	1,68	1,68	0,29	0,29	0,24		
18	32	34	33	34	34	34	34	34	34	0,24	0,13	0,01	0,03	0,03	0,03	0,24	8,16	4,29	4,29	0,57	0,57	0,99		
20	37	38	37	38	37	38	37	37	37	0,36	0,14	0,11	0,01	0,04	0,04	0,30	11,40	4,07	4,07	0,67	0,67	1,48		
22	28	2	1	31	29	2	31	22	22	0,38	0,27	0,06	0,01	0,07	0,07	0,38	11,78	1,74	1,74	1,05	1,05	2,03		
24	25	4	29	27	2	29	23	23	23	0,47	0,33	0,06	0,01	0,07	0,07	0,47	13,63	1,62	1,62	1,21	1,21	1,89		
26	27	2	27	27	1	27	23	23	23	0,57	0,40	0,07	0,02	0,08	0,08	0,57	15,39	1,89	1,89	0,54	0,54	2,16		
28	22	2	24	23	1	24	24	24	24	0,67	0,47	0,10	0,02	0,08	0,08	0,67	16,08	2,30	2,30	1,14	1,14	1,83		
30	22	2	22	22	2	22	24	24	24	0,79	0,10	0,02	0,10	0,10	0,10	0,79	17,38	2,20	2,20	0,44	0,44	2,20		
32	15	1	15	15	1	15	25	25	25	0,91	0,72	0,06	0,02	0,11	0,11	0,91	13,65	0,90	0,90	0,30	0,30	1,65		
34	8	1	9	8	1	9	25	25	25	1,05	0,84	0,07	0,02	0,12	0,12	1,05	9,45	0,56	0,56	1,21	1,21	0,96		
36	3	3	3	3	3	3	26	26	26	1,18	0,94	0,08	0,02	0,14	0,14	1,18	3,54	0,24	0,24	0,06	0,06	0,42		
38	2	2	2	2	2	2	26	26	26	1,33	1,15	0,03	0,03	0,15	0,15	1,33	2,66	0,06	0,06	0,06	0,06	0,30		
40	2	2	2	2	2	2	26	26	26	1,48	1,28	0,03	0,03	0,17	0,17	1,48	2,96	0,06	0,06	0,06	0,06	0,34		
42	1	1	1	1	1	1	27	27	27	1,65	1,42	0,03	0,03	0,19	0,19	1,65	1,65	0,04	0,04	0,04	0,04	0,19		
			256				256										130,73	84,13	22,06	7,70	16,84			
																	100,0%	64,3%	16,9%	5,9%	12,9%			
																						81,2%		

131. §. Paraugkoku metodes

Noteicot audzes masu un sortimentus ar masas tabulām, mēs pieņemam, ka visi vienas caurmēru pakāpes koki pēc saviem tak-sācijas elementiem un tātad arī pēc masas atbilst tam kokam, kas masas tabulās attiecīgajā caurmēru pakāpē uzdod stumbra masu. Pēc viena tabulas koka masas mēs noteicam visu tās pašas caurmēru pakāpes audzes masu, vai citiem vārdiem — pēc daļas noteicam veselo. Tādēļ arī no masas tabulām ņemtos kokus mēs varam uzskatīt par ideālajiem paraugkokiem.

Ja nav piemērotu tabulu vai kādai koku sugai pavisam nav masas tabulu, vai arī pastāvošās tabulas kaut kādu iemeslu dēļ nav lietojamas, tad par audzes pārstāvjiem, pēc kuriem aprēķināt tās masu, jāizvēlas konkrēti paraugkoki audzē.

Par paraugkoku vispārīgā nozīmē var nosaukt tādu koku, kas kaut kādā nozīmē ir noteikta koku daudzuma pārstāvis. Audzes masas noteikšanai svarīgākais elements mums ir stumbra masa $v = ghf$, tādēļ arī no paraugkoka būtu prasāms, lai tas pārstāvētu visus šos elementus. Līdz ar to tas varēs pārstāvēt arī sortimentu attieksmes.

Paraugkokus lieto, lai noteiktu to pārstāvamo koku kopumu masu, sortimentus, zināmos gadījumos arī augšanas un attīstības gaitu. Paraugkoka masu vai sortimentu daudzumu reizinot ar kopuma koku skaitu, atradīsim masu vai sortimentu iznākumu visam kopumam.

Svarīgākais uzdevums ir paraugkoku izvēle. Audzi var raksturot ar vienu vidējo paraugkoku vai ar vairākiem paraugkokiem, kas ņemti katrā caurmēru pakāpē proporcionāli koku skaitam, vai arī noteiktās klasēs vai grupās, kas nodalītas pēc vienas vai otras vienvēidīgas pazīmes. Ja visi audzes koki būtu vienādi, tad ikkatru no tiem varētu izvēlēties par paraugkoku un attiecīgā koku kopuma masu varētu noteikt, reizinot paraugkoka masu ar kopuma koku skaitu:

$$V = vN.$$

Bet tā kā audzes kokiem ir dažāds caurmērs, augstums, dažāda stumburu un vainagu forma, tad arī to pārstāvim jāatbilst noteiktām prasībām, kuras varētu izteikt šādi:

$$v = V : N.$$

Noteiktos un audzē izmeklētos paraugkokus nocērt, rūpīgi izmēri un aprēķina masu un sortimentus. Tā kā šeit pēc daļas spriež par veselo, tad, lai izvairītos no lielākām kļūdām, visi aprēķini izdarāmi iespējami precīzi.

132. §. Audzes vidējā paraugkoka metode

Izejot no prasības, lai audzes vidējais paraugkoks pārstāvētu audzes vidējo masu, t. i., lai $v = V : N$, būtu jāmeklē koks ar masu v , kas praktiski nav realizējams, kamēr audzes masa nav zināma. Tādēļ, ievērojot, ka no audzes masas komponentiem svarīgākais ir šķērslaukums, var pieņemt, ka audzes vidējam šķērslaukuma kokam vajag būt visai līdzīgam audzes masas vidējam kokam. To var pamatot šādi:

Apzīmējot audzes masu ar V , atsevišķu caurmēru pakāpju koku masu ar

$$v_1 = g_1 h_1 f_1 n_1,$$

$$v_2 = g_2 h_2 f_2 n_2,$$

$$v_3 = g_3 h_3 f_3 n_3,$$

.....

$$V = v_1 + v_2 + v_3 + \dots = g_1 h_1 f_1 n_1 + g_2 h_2 f_2 n_2 + g_3 h_3 f_3 n_3 + \dots$$

Apzīmējot meklējamā audzes vidējā koka masu ar

$$v = g_v h_v f_v,$$

$$v = g_v h_v f_v = \frac{V}{N} = \frac{g_1 h_1 f_1 n_1 + g_2 h_2 f_2 n_2 + g_3 h_3 f_3 n_3 + \dots}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots}$$

Ja $h_1 f_1$, $h_2 f_2$, $h_3 f_3$ vietā ņem vidējo hf , un

$$g_1 n_1 + g_2 n_2 + g_3 n_3 + \dots = G,$$

tad
$$v = g_v h_v f_v = hf \frac{G}{N}.$$

Katrā vienveidīgā audzē ar pietiekami lielu koku skaitu būs atrodams koks ar vidējo veidaugstumu hf , jo koka augstums pieaug līdz ar caurmēru, kamēr veidskaitlis samazinās. Bet praktiski tādu koku audzē nevarēs noteikt. Tādēļ ar diezgan lielu tuvinātību var pieņemt, ka

$$hf = h_v f_v$$

un tādēļ $g_v = \frac{G}{N}$, t. i., dalot audzes šķērslaukumu ar koku skaitu, atrodam audzes vidējo šķērslaukumu.

Vidējā šķērslaukuma koka caurmēra un augstuma noteikšana apskatīta jau iepriekš 110. un 111. §.

Starp audzes šķērslaukuma un masas vidējā koka caurmēriem vienmēr ir neliela atšķirība, kas saistīta ar konstantu kļūdu masas aprēķināšanā. Caurmēru atšķirības būs jo mazākas, jo atsevišķu

caurmēru pakāpju hf savā starpā mazāk atšķirsies resp. jo mazāka būs audzes caurmēru amplituda. Tā kā veidaugstumi pieaug līdz ar caurmēru pakāpēm, tad audzes masas vidējais koks ir par 2—5 mm resnāks par šķērslaukuma vidējo koku. Bet tā kā līdz ar caurmēra palielināšanos veidskaitlis samazinās, tad praktiski var pieņemt, ka šķērslaukuma vidējais koks var pilnīgi aizstāt masas vidējo koku.

Ja vidējā koka caurmērs un augstums noteikts, tad atliek to audzē uzmeklēt un nocirst. Ne katru reizi būs iespējams atrast aprēķinātām dimensijām pilnīgi atbilstošu koku, tādēļ izvēlas tādu, kura caurmērs un augstums ir iespējami tuvi aprēķinātajam. Arī stumbra formas un vainaga ziņā tam jābūt tādām, kas atspoguļo audzes raksturu. Jāizvēlas koks ar normalu sazarojumu, taisnu apaļu stumbru, bez defektiem, kas audzis audzes vidējas biezības apstākļos.

Grūtības, kādas rodas uzmeklējot visām prasībām atbilstošu paraugkoku, pamudina domāt, ka ar vienu paraugkoku vien nav iespējams gūt pietiekami noteiktus rezultātus. Kļūdu teorija māca, ka rezultātu noteiktība pieaug ar paraugkoku skaitu. Bet šai gadījumā nav iespējams iepriekš noteikt, cik paraugkoku jāņem, lai kļūda nepārsniegtu zināmas robežas, jo, lai gan ārēji ir šķietama līdzība, paraugkokiem tomēr būs zināmas atšķirības. Ir nesaimnieciski ņemt daudzus paraugkokus, tādēļ jāiztiek ar nedaudziem. Tie tad arī rūpīgi jāizvēlas un ar vislielāko uzmanību jāizmēri un jāaprēķina to tilpums ar sekciju metodēm.

Visas audzes masu atrod, reizinot paraugkoka masu ar audzes koku skaitu

$$V = v \cdot N.$$

Parasti konkrētā paraugkoka dimensijas pilnīgi nesakrīt ar aprēķinātajām, tādēļ audzes masu ieteicams aprēķināt šādi:

$$V = v \frac{G}{g},$$

kur G — audzes šķērslaukums un g — paraugkoka šķērslaukums, jo visas audzes šķērslaukums G , dalīts ar koku skaitu N , dod audzes ideālā vidējā koka šķērslaukumu

$$g = \frac{G}{N}, \text{ un tādēļ } N = \frac{G}{g}.$$

Ja nocirsti un aprēķināti vairāki paraugkoki ar masu $v_1, v_2, v_3 \dots$ un šķērslaukumu $g_1, g_2, g_3 \dots$, tad

$$V = \frac{(v_1 + v_2 + v_3 + \dots) G}{g_1 + g_2 + g_3 + \dots} = \frac{\Sigma v G}{\Sigma g}$$

Salīdzinājumi rāda, ka vidējā paraugkoka metode audzes masas noteikšanai dod labus rezultātus un, rūpīgi strādājot, kļūda nepārsniedz $\pm 3\%$. Tā ir ērta un vienkārša, bet nedod ieskatu par audzes sortimentu sastāvu, jo pēc vidējā koka sortimentu iznākuma nevar spriest par sortimentu iznākumu pārējās caurmēru pakāpēs.

Lietojot šo metodi, vidējais paraugkoks jānoteic atsevišķi katrā meža elementa audzē. Ja audze ir mistrota, tad atsevišķi katrai sugai, ja audze ir salikta — atsevišķi katram stāvam.

Piemērs: 0,5 ha 80 g. veca priežu audze (36. tabula).

36. tabula

Caurmēru pakāpes cm	Koku skaits	Augstums m	Šķērslaukums m ²
12	1	17	0,011
14	5	18	0,077
16	13	19	0,261
18	34	20	0,865
20	38	21	1,194
22	31	22	1,178
24	29	23	1,312
26	27	23	1,434
28	24	24	1,478
30	22	24	1,555
32	15	25	1,206
34	9	25	0,817
36	3	26	0,305
38	2	26	0,227
40	2	26	0,251
42	1	27	0,139
	256		12,310

$$\frac{G}{N} = \frac{12,310}{256} = 0,0481 \text{ m}^2;$$

tam atbilst caurmērs $d_v = 24,8$ cm. Pēc augstuma līknes $h_v = 23,0$ m.

Audzē nocirsts koks ar $d = 24,7$ cm, $g = 0,0479 \text{ m}^2$ un $h = 23,0$ m.

Pēc sekciju metodes noteiktā koka masa $v = 0,519 \text{ m}^3$

$$V = v \cdot \frac{G}{g} = 0,519 \cdot \frac{12,310}{0,0479} = 133,380 \text{ m}^3.$$

133. §. Divu vidējo paraugkoku metode

Izejot no apsvēruma, ka šķērslaukuma un masas vidējie koki, teoretiski ņemot, nav identiski un, lietojot tos audzes masas noteikšanai, jāsaduras ar vienusīgu kļūdu, izveidota un ieteikta labi izdomāta, oriģinālametode. Tā pamatojas uz diviem vidējiem kokiem — tievāko un resnāko. Pēc audzes izdastošanas aprēķina

aritmetisko vidējo audzes caurmēru d_N un vidējo kvadrātisko kļūdu σ . Tievākā un resnākā vidējā koka caurmēru noteic

$$d_- = d_N - \sigma$$

$$d_+ = d_N + \sigma.$$

No augstuma liknes nolasa šiem caurmēriem atbilstošos augstumus. Pēc noteiktām dimensijām uzmeklē audzē paraugkokus, rūpīgi aprēķina to tilpumu un abu paraugkoku aritmetisko vidējo tilpumu. Reizinot pēdējo ar koku skaitu, atrod audzes masu.

Izmēģinājumi rāda, ka šo metodi var kombinēt arī ar masas tabulām un abu paraugkoku masu noteikt pēc tām. Praktiskām vajadzībām šāds paņēmiens ir ļoti ērts.

Pastāv ieskaits, ka, noteicot audzes masu ar paraugkokiem, ar vienu un to pašu paraugkoku skaitu lietderīgāk ir ņemt tos vidējās resnuma klasēs un no tiem tad noteikt vidējo koku.

Ar abiem vidējiem paraugkokiem var noteikt ne tikai audzes masu, bet arī gūt pārskatu par audzes raksturu, sevišķi izmēģinājumu salīdzinājumos.

Metodi var ilustrēt ar praktisku piemēru (37. tabula).

80 g. veca priežu audze

37. tabula

Caurmēru pakāpes d/cm	Koku skaits n	$\frac{d-A}{2}$ $= x_1$	nx_1	nx_1^2
12	1	-6	-6	36
14	5	-5	-25	125
16	13	-4	-52	208
18	34	-3	-102	306
20	38	-2	-76	152
22	31	-1	-31	31
A = 24	29	0	0	0
26	27	+1	+27	27
28	24	+2	+48	96
30	22	+3	+66	198
32	15	+4	+60	240
34	9	+5	+45	225
36	3	+6	+18	108
38	2	+7	+14	98
40	2	+8	+16	128
42	1	+9	+9	81
N = 256			-292	S ₂ = 2059
			+303	
			S ₁ = +11	

$$d_N = A + \frac{S_1 \cdot \Delta}{N} = 24 + \frac{11}{256} \cdot 2 = 24,1 \text{ cm}$$

$$\Sigma x^2 = (S_2 - \frac{S_1^2}{N}) \Delta^2 = (2059 - \frac{11^2}{256}) 2^2 = 2058,53 \cdot 4 = 8234,12$$

$$\sigma^2 = \frac{8234,12}{256}$$

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{8234,12}{256}} = 5,7 \text{ cm}$$

$$d_- = d_N - \sigma = 24,1 - 5,7 = 18,4 \text{ cm}$$

$$d_+ = d_N + \sigma = 24,1 + 5,7 = 29,8 \text{ cm}$$

$$h_- = 19,3 \text{ m}; \quad v_- = 0,2456 \text{ m}^3$$

$$h_+ = 24,4 \text{ m}; \quad v_+ = 0,7895 \text{ m}^3$$

$$v = \frac{0,2456 + 0,7895}{2} = 0,5176 \text{ m}^3$$

$$V = v \cdot N = 0,5176 \cdot 256 = \underline{132,506 \text{ m}^3}$$

Kritikas atzīst apskatīto paņēmieni par ļoti vērtīgu, tomēr atzīmē, ka tam ir tie paši trūkumi, kā visām paraugkoku metodēm, proti: paraugkoku aprobežotais skaits un zināma subjektivitāte paraugkoku izvēlē. Katrā paraugkoku metodē vislielākās grūtības sagādā piemērotu paraugkoku izvēle. Šī metode, kas balstās uz minimāla paraugkoku daudzuma, zināmā mērā ir pasargāta no subjektivitātes.

134. §. Klašu paraugkoku metodes

Vidējā koka principu var attiecināt ne tikai uz audzi kā veselu, bet arī uz atsevišķām audzes daļām, t. s. klasēm vai grupām. Klases izdala pēc kādas vienveidīgas pazīmes. Mistraudzēs, kur atsevišķu sugu koku taksācijas elementiem nav lielu svārstību, katru sugu iedala savā klasē. Ja audzē ir lielākas augstumu svārstības, tad izdala klases pēc augstumiem, apvienojot vienā klasē kokus, kuru augstumi neatšķiras vairāk par 4—5 metriem. Ja līdz ar augstumiem arī caurmēri svārstās plašākās robežās, tad izdala klases pēc resnuma. Klases var izdalīt arī pēc audzes saimnieciskām pazīmēm un koksnes praktiskās izlietošanas iespējām, ievērojot audzes sortimentu strukturu.

Kā arī klases būtu izdalītas, ņemot tanis vienu vidējo paraugkoku, audzes dažādu daļu masa netiktu aprēķināta ar vienādu noteiktību. Katras klases paraugkoks pārstāvētu dažādu koku skaitu un dažādu masu. Turklāt, ņemot katrā klasē tikai vienu vidējo paraugkoku, var gadīties dažādas nejausības paraugkoku izvēlē, bet, ņemot vairākus — paņēmieni kļūst komplicēti un rodas grūtības paraugkoku sadalīšanā.

Meža taksacijā vēl līdz pēdējam laikam valda dažādas domas par pareizāko un lietderīgāko paraugkoku sadalījumu.

1. Audzes masas noteikšana ar caurmēru pakāpju vidējiem paraugkokiem

Šis paņēmieni ir analogs masas tabulu metodei, tikai ideālo masas tabulu paraugkoku vietā ņem konkrētus paraugkokus audzē. Pēc audzes izdastošanas un augstuma līknes konstruēšanas katrā caurmēru pakāpē izvēlas vienu vai vairākus paraugkokus tādās dimensijās, kas atbilst pakāpes vidējam caurmēram un augstumam. Paraugkokus nocērt, rūpīgi izmēri un aprēķina masu pēc saliktās viduslaikumu formulas. Atrasto paraugkoka masu vai vidējo no vairākiem vienas pakāpes paraugkokiem reizina ar caurmēru pakāpes koku skaitu un atrod visu to masu. Saskaitot masu pa caurmēru pakāpēm, dabū audzes masu.

Paraugkokus var sastrādāt arī sortimentos un, reizinoš katras caurmēru pakāpes paraugkoka sortimenta daudzumu ar koku skaitu, noteic to iznākumu caurmēru pakāpē, bet sasumējot pa pakāpēm — visā audzē.

Mistrotās audzēs šādu aprēķinu izdara katrai sugai atsevišķi.

Šāds paņēmieni prasa samērā daudz paraugkoku. Piemēram, apskatītajā 80 g. vecajā priežu audzē sastopamas caurmēru pakāpes no 12—42 cm, tad būtu nepieciešami 16—48 paraugkoki. Lielas grūtības sastopamas paraugkokus izvēloties, jo nepieciešami, lai tie atbilstu katras caurmēru pakāpes vidējām dimensijām un vidējai formai. Beidzot, pēc šā paņēmiena visas caurmēru pakāpes pārstāv vienāds paraugkoku skaits, turpretim vidējās pakāpēs koku skaits ir daudz lielāks, bet resnākām pakāpēm savukārt relatīvi lielāka līdzdalība audzes masā. Bet tieši šīs pakāpes ir relatīvi vajāk pārstāvētas.

2. Audzes masas noteikšana ar kļāšu vidējiem paraugkokiem

Šo paņēmieni lieto gadījumos, kad audzes koku caurmēri un augstumi ir stipri svārstīgi. Audzes kokus apvieno resnuma klasēs,

ieskaitot vienā klasē blakus esošās caurmēru pakāpes. Parastī audzi iedala 3—5 tādās klasēs.

Katrā klasē aprēķina vidējā koka caurmēru un noteic augstumu pēc augstuma liknes. Pēc noteiktām dimensijām uzmeklē audzē katrai klasei 2—3 paraugkokus. Tos nocērt, rūpīgi izmēri, aprēķina masu un katras klases kokiem noteic aritmetisko vidējo masu. Reizinot to ar klases koku skaitu vai attieksmi starp klases kopējo šķērslaukumu un paraugkoka šķērslaukumu, atrod klases koku masu. Saskaitot klašu koku masu, atrod audzes masu.

Par šo paņēmieni sakāms tas pats, kas par iepriekšējo — katru klasi pārstāv viens un tas pats paraugkoku daudzums, tādēļ resnākās caurmēru pakāpes netiek pienācīgi ievērotas.

3. Paraugkoku proporcionālais sadalījums caurmēru pakāpēs

Iepriekšējos paņēmienos lietotie paraugkoki uzskatāmi par pietiekamiem atsevišķās caurmēru pakāpēs vai resnuma klasēs, bet ne visai audzei, jo tām ar audzi nav īsta kopsakara.

Jau 1814. g. Vidzemes mežkopis Levis izteicis principu, ka paraugkokī audzes caurmēru pakāpēs sadalāmi atkarībā no koku skaita, ņemot vienu un to pašu paraugkoku procentu. Dažus desmitus gadu vēlāk šo pašu principu atdzīvināja Drauts un tādēļ tas arī saistīts ar viņa vārdu.

Ja koku skaits caurmēru pakāpēs ir $n_1, n_2, n_3 \dots$ un kopējais — N , tad, ņemot paraugkokus $p\%$ apmērā, tie sadalīsies pa caurmēru pakāpēm $n'_1, n'_2, n'_3 \dots$ un visā audzē būs pavisam n' .

Lai ievērotu metodēs principu, ka paraugkoku skaitam jābūt proporcionālam koku skaitam caurmēru pakāpēs, tad nepieciešams, lai

$$\frac{n'_1}{n_1} = \frac{n'_2}{n_2} = \frac{n'_3}{n_3} = \dots = \frac{n'_n}{n_n} = \frac{n'}{N} = \frac{p}{100}.$$

Apzīmējot atsevišķa koka tilpumu caurmēru pakāpēs ar $v_1, v_2, v_3 \dots$, audzes masu var izteikt

$$V = v_1 n_1 + v_2 n_2 + v_3 n_3 + \dots + v_n n_n.$$

No augšējās attieksmes

$$n_1 = \frac{100}{p} n'_1; \quad n_2 = \frac{100}{p} n'_2 \text{ utt.}$$

Ieliekot šīs izteiksmes audzes krājas formulā

$$V = \frac{100}{p} v_1 n'_1 + \frac{100}{p} v_2 n'_2 + \frac{100}{p} v_3 n'_3 + \dots + \frac{100}{p} v_n n'_n \text{ vai}$$

$$V = \frac{100}{p} (v_1 n'_1 + v_2 n'_2 + v_3 n'_3 + \dots + v_n n'_n).$$

Analogi varam izteikt arī audzes šķērslaukumu

$$G = \frac{100}{p} (g_1 n'_1 + g_2 n'_2 + g_3 n'_3 + \dots + g_n n'_n).$$

Apzīmējot visu paraugkoku šķērslaukumu ar G'

$$G = \frac{100}{p} G' \text{ vai } \frac{100}{p} = \frac{G}{G'}.$$

Ievietojot attieksmes pēdējo locekli audzes krājas formulā

$$V = \frac{G}{G'} (v_1 n'_1 + v_2 n'_2 + v_3 n'_3 + \dots + v_n n'_n),$$

t. i., audzes masa līdzināsies paraugkoku masai, reizinātai ar attieksmi starp audzes un paraugkoku šķērslaukumiem.

Paraugkokus ņem proporcionāli koku skaitam caurmēru pakāpēs, tādēļ tos var novērtēt visus kopā, tāpat arī kopīgi sastrādāt dažādos sortimentos. Tas dod iespēju noteikt ne tikai audzes kopējo masu, bet arī sortimentu daudzumu, reizinot dažādo sortimentu daudzumu ar attieksmi starp $\frac{G}{G'}$.

Paraugkoku daudzums 2—3%. Procents uzskatāms tikai par norādītāju, bet paraugkoku skaitu noapaļo līdz veselam paraugkokam. Paraugkoku daudzumu katrā caurmēru pakāpē noteic ar redukcijas faktoru $c = \frac{n'}{N}$, reizinot c ar pakāpes koku skaitu.

Metodes praktiskā lietošana parādīta piemērā (38. tabula). 80 g. vecā priežu audzē paredzēts ņemt ap 3% paraugkoku. Audzē pavisam 256 koki un 3% no tiem sastāda 7,7, noapaļojot 8. Tātad uz viena audzes koka iznāk $c = \frac{8}{256} = 0,03125$ paraugkoka, vai otrādi — viens paraugkoks pārstāv 32 audzes kokus. Piemēram, 18 cm pakāpē iznāk $0,03125 \cdot 34 = 1,06 \sim 1$ paraugkoks.

Caurmēru pakāpes d/cm	Koku skaits n	Augstums h/m	Šķērslaukums g/m ²	Paraugkoku skaits		Nocirsto paraugkoku		
				Aprēķi- nātais	Noapaļo- tais	caur- mērs d/cm	aug- stums h/m	šķērs- laukums g/m ²
12	1	17	0,011	0,03	—	—	—	—
14	5	18	0,077	0,16	—	—	—	—
16	13	19	0,261	0,41	—	—	—	—
18	34	20	0,865	1,06	1	18	20	0,025
20	38	21	1,194	1,19	1	20	21	0,031
22	31	22	1,178	0,97	1	22	22	0,038
24	29	23	1,312	0,91	1	24	23	0,045
26	27	23	1,434	0,84	1	26	23	0,053
28	24	24	1,478	0,75	1	28	24	0,062
30	22	24	1,555	0,69	1	30	24	0,071
32	15	25	1,206	0,47	1	32	25	0,080
34	9	25	0,817	0,28	—	—	—	—
36	3	26	0,305	0,09	—	—	—	—
38	2	26	0,227	0,06	—	—	—	—
40	2	26	0,251	0,06	—	—	—	—
42	1	27	0,139	0,03	—	—	—	—
256			12,310		8			0,405

Paraugkoki audzē nocirsti un kopīgi sastrādāti sortimen-
tos — dažādu kategoriju baļķos, sīkbaļķos un dedzināmā malkā.
Nōteicot katram paraugkokam stumbra masu un atsevišķu sorti-
mentu masu, konstatēts arī, cik daudz koksnes aiziet atkritumos.

Visu 8 paraugkoku masa sadalās šādi:

Baļķi	2,630 m ³
Sīkbaļķi	0,887 m ³
Malka	0,370 m ³
Atkritumi	0,530 m ³

Audzēs koku kopējā masa pa minētām kategorijām sadalās šādi:

Baļķi 2,630	$\frac{12,310}{0,405} = 79,9390 \text{ m}^3$
Sīkbaļķi 0,887	$\frac{12,310}{0,405} = 26,9604 \text{ m}^3$
Malka 0,370	$\frac{12,310}{0,405} = 11,2472 \text{ m}^3$
Atkritumi 0,530	$\frac{12,310}{0,405} = 16,1094 \text{ m}^3$
	<hr/>
	134,2550 m ³

Teoretiski pret šo paņēmieni nevar neko iebilst, bet, lietojot praksē, var sastapties ar zināmām grūtībām, sevišķi, ja paraugkoku ir daudz un ja vairākās caurmēru pakāpēs ir neliels koku skaits. Ar koku resnumu pieaug arī to masa, bet reizē samazinās koku skaits caurmēru pakāpē. Tādējādi pēc apskatītā paņēmiena resnie koki tiek pārstāvēti ar tādu pašu paraugkoku daudzumu, kā tievie koki, bet to līdzdalība audzes masā ievērojami lielāka. Jāatzīmē arī, ka no resnākām caurmēru pakāpēm iegūstami vērtīgākie lietkoku sortimenti, mazā koku skaita dēļ tie ar paraugkokiem nav pārstāvēti. Iepriekšējā piemērā caurmēru pakāpēm no 34—42 cm nav neviena paraugkoka.

No otras puses, šis paņmiens atļauj visus paraugkokus kopīgi izstrādāt sortimentos un paraugkoku izvēlē nesagādā lielas grūtības. Tādēļ tas ieteicams tādos gadījumos, kur audzes masas un sortimentu iznākuma aprēķināšanai iespējams nocirst ievērojamu paraugkoku skaitu.

4. Paraugkoku proporcionālais sadalījums klasēs ar dažādu koku skaitu

Aprēķinot pēc iepriekšējā paņēmiena paraugkoku daudzumu katrā caurmēru pakāpē, reizinot reducēšanas faktoru c ar pakāpes koku skaitu, dabūtais reizinājums jānoapaļo līdz veselam kokam. No šādas noapaļošanas var izvairīties, ja blakus esošas caurmēru pakāpes apvieno klasēs un paraugkokus sadala proporcionāli kļušu koku skaitam. Šai gadījumā tāpat kā iepriekšējā paņēmienā

$$V = \frac{G}{G'} (v_1 n'_1 + v_2 n'_2 + v_3 n'_3 + \dots + v_n n'_n)$$

un paraugkokus tāpat iespējams kopīgi izstrādāt.

Audzi iedala 3—5 resnuma klasēs ar dažādu koku skaitu. Pirmajā un pēdējā klasē apvieno tievākās un resnākās caurmēru pakāpes, līdz ar to šais klasēs iznāk mazāks koku skaits nekā vidējās klasēs. Sadalot paraugkokus proporcionāli audzes koku skaitam klasēs, vidējās klases ar lielāku koku skaitu tiks pilnīgāk pārstāvētas. Šādu metodi ar labiem panākumiem mēdz lietot augšanas gaitas pētīšanai ierikoto parauglaukumu uzņemšanai. (Uricha metodes I variants 1881. g.).

Šajā 80 g. vecās priežu audzes piemērā koki iedalīti 5 resnuma klasēs pēc šādas attiecības: 1 : 2 : 2 : 2 : 1

$$\frac{N}{n'} = \frac{256}{8} = 32.$$

Tātad uz katrēm 32 kociem iznāk 1 paraugkoks. Paraugkoku dimensiju aprēķināšanu rāda piemērs 39. tabulā.

39. tabula

Klases	Caurmēru pakāpes d'/cm	Koku skaits n	Svērsaukums G'/m ²	Klases vidējais šķērslaukums $g' = \frac{G}{N}$	Klases vidējais caurpērs d'/cm	Paraugkoku skaits n'	Paraugkoku šķērslaukums G'/m ²	Paraugkoku augstums m	Paraugkoku masa vti'/m ³
I	12	1	0,011	$\frac{0,680}{32} = 0,0212$	16,4	1	0,0212	19	0,193
	14	5	0,077						
	16	13	0,261						
	18	13	0,331						
		32	0,680						
II	18	21	0,534	$\frac{1,918}{64} = 0,0300$	19,5	2	0,0600	21	0,592
	20	38	1,194						
	22	5	0,190						
		64	1,918						
III	22	26	0,988	$\frac{2,778}{64} = 0,0434$	23,5	2	0,0868	23	0,940
	24	29	1,312						
	26	9	0,478						
		64	2,778						
IV	26	18	0,956	$\frac{3,989}{64} = 0,0623$	28,2	2	0,1246	24	1,404
	28	24	1,478						
	30	22	1,555						
		64	3,989						
V	32	15	1,206	$\frac{2,945}{32} = 0,0920$	34,2	1	0,0920	26	1,089
	34	9	0,817						
	36	3	0,305						
	38	2	0,227						
	40	2	0,251						
	42	1	0,139						
	32	2,945							
		256	12,310			8	0,3846		4,218

$$\frac{G}{G'} = \frac{12,310}{0,3846} = 32,0, \quad V = 4,218 \cdot 32,0 = \underline{134,976 \text{ m}^3}.$$

5. Paraugkoku proporcionālais sadalījums klasēs ar vienādu koku skaitu

Visus audzes kokus var sadalīt arī resnuma klasēs ar vienādu koku skaitu un katru klasi pārstāvēt ar vienu un to pašu paraugkoku skaitu. Arī tad proporcionālītes princips paliek spēkā un

visus paraugkokus var izstrādāt kopīgi. Vēlams izvēlēties tādu paraugkoku skaitu, lai ar to pēc iespējas dalītos audzes koku skaits. (U r i c h a metodes II variants.)

Arī to vislabāk ilustrēt ar audzes piemēru. 80 g. vecā priežu audze sadalīta 4 resnuma klasēs, pa 64 stumbriem katrā klasē, jo

$$\frac{256}{4} = 64.$$

Ņemot 8 paraugkokus, katrā klasē iznāks 2 (40. tabula).

40. tabula

Klases	Caurmēru pakāpes d/cm	Koku skaits n	Šķērslaukums G/m ²	Klases vidējais šķērslaukums $\bar{G} = \frac{G}{n}$	Klases Vidējais caurmērs d'/cm	Paraugkoku skaits n'	Paraugkoku šķērslaukums G'/m ²	Paraugkoku augstums m	Paraugkoku masa vu'/m ³
I	12	1	0,011	$\frac{1,560}{64} =$	17,6	2	0,0488	20	0,46
	14	5	0,077						
	16	13	0,261						
	18	34	0,865						
	20	11	0,346						
	64	1,560	= 0,0244						
II	20	27	0,848	$\frac{2,297}{64} =$	21,4	2	0,0718	22	0,73
	22	31	1,178						
	24	6	0,271						
		64	2,297						
III	24	23	1,040	$\frac{3,336}{64} =$	25,7	2	0,1042	23	1,14
	26	27	1,434						
	28	14	0,862						
		64	3,336						
IV	28	10	0,616	$\frac{5,116}{64} =$	31,9	2	0,1598	25	1,86
	30	22	1,555						
	32	15	1,206						
	34	9	0,817						
	36	3	0,305						
	38	2	0,227						
	40	2	0,251						
	42	1	0,139						
	64	5,116	= 0,0799						
	256	12,309				8	0,3846		4,19

$$\frac{G}{G'} = \frac{12,309}{0,3846} = 32,0, \quad V = 4,19 \cdot 32,0 = \underline{134,03 \text{ m}^3}.$$

Arī šajā gadījumā varam aprēķināt sortimentu iznākumu.

Daudzie novērojumi liecina, ka šī metode dod ļoti labus rezultātus, jo vidējā kļūda nepārsniedz $\pm 3\%$. Vienīgais trūkums, ka paraugkokus sadala proporcionāli koku skaitam, kamēr audzes masu nosaka ne tikai audzes koku skaits, bet arī koku resnums. Kā to pierāda pētījumi, vispareizākais ir sadalīt paraugkokus proporcionāli audzes masai.

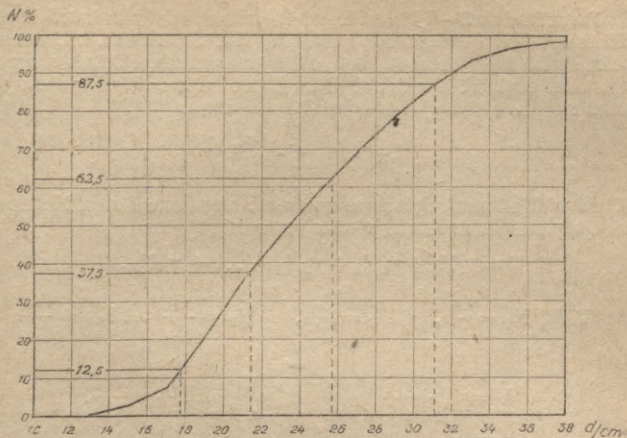
Minētai metodei ir vēl III, vienkāršāks variants, kas neparedz klašu vidējo koku aprēķināšanu, bet gan aptuvenu novērtēšanu.

Paraugkoku aprēķināšanai prof. Tjurins ieteic lietot grafisko metodi. Kad audze izdastota, aprēķina koku relatīvo sadalījumu caurmēru pakāpēs un konstruē sumaro sadalījuma līkni. Uz x ass atliek caurinērus, bet uz y ass pakāpeniski sasumēto relatīvo koku skaitu. Savienojot punktus, dabū S-veida līkni, t. s. ogivi (120. attēls).

Piemērs:

Caurmēru pakāpes d/cm	Pakāpeniski sasumētais koku skaits %
12	0,4
14	2,4
16	7,5
18	20,8
20	35,6
22	47,7
24	59,0
26	69,5
28	78,9
30	87,5
32	93,3
34	96,8
36	98,0
38	98,8
40	99,6
42	100,0

Nemot pēdējo audzes piemēru un sadalot kokus 4 klasēs, katrā klasē būs pa 25%. Vidējais paraugkoks atradīsies apmēram katras klases vidū. Tā, piemēram, pirmajā klasē pie 12,5%, skaitot no tievākās pakāpes, otrā klasē pie 37,5%, trešajā pie 62,5% un ceturtajā pie 87,5%. Šajās vietās uz līknes nolasītie caurmēri ir



120. att. Ogive — grafiskai klašu paraugkoku noteikšanai.

17,7 cm, 21,4 cm, 25,7 cm un 31,1 cm, kas visumā diezgan labi saskan ar piemērā aprēķinātajiem klašu vidējiem caurmēriem.

Grafiskais paņēmieni ir ļoti ērts, prasa maz laika un tādēļ ļoti labi var aizstāt klašu vidējo koku aprēķināšanu pēc šķērslaukumiem.

6. Paraugkoku proporcionālais sadalījums klasēs ar vienādu šķērslaukumu

1868. g. R. Hartigs ieteica audzi sadalīt klasēs ar vienādu šķērslaukumu un katrai klasei ņemt vienu un to pašu paraugkoku skaitu. Ar to tiek panākts, ka paraugkoku sadala ne proporcionāli koku skāitām, bet gan proporcionāli šķērslaukumam un visumā arī masai.

Pēc audzes izdastošanas aprēķina visu caurmēru pakāpju koku šķērslaukumu

$$G = g_1 n_1 + g_2 n_2 + g_3 n_3 + \dots + g_n n_n.$$

Ja domāts audzi sadalīt m klasēs, tad vienas klases šķērslaukumam jābūt

$$\frac{G}{m} = G_m.$$

Parasti izdala 3—5 klases. Zinot G_m , atrod, cik koku katrā klasē jāiedala, lai to šķērslaukums sastādītu G_m . Saprotams, ka, ņemot koku skaitu līdz pilnam veselam, dabūsim katrā klasē šķērslaukumu, kas tikai tuvināti būs līdzīgs G_m . Dabūt klases šķērslaukumu ar koku skaitu, atrod vidējā koka šķērslaukumu:

$$g'_1 = \frac{G_1}{N_1}; \quad g'_2 = \frac{G_2}{N_2} \text{ utt.}$$

Klašu vidējo koku augstumus nolasa no augstuma līknes. Noteicot vidējo paraugkoku masu, audzes masu atrod

$$V = v_1 N_1 + v_2 N_2 + v_3 N_3 + \dots + v_m N_m.$$

$$\text{Tā kā } N_1 = \frac{G_1}{g'_1}, \quad N_2 = \frac{G_2}{g'_2}, \quad N_3 = \frac{G_3}{g'_3} \dots N_m = \frac{G_m}{g'_m}$$

tad

$$V = v_1 \frac{G_1}{g'_1} + v_2 \frac{G_2}{g'_2} + v_3 \frac{G_3}{g'_3} + \dots + v_m \frac{G_m}{g'_m}.$$

Ņemot katrā klasē k paraugkokus

$$V = \frac{v_1 k G_1}{g'_1 k} + \frac{v_2 k G_2}{g'_2 k} + \frac{v_3 k G_3}{g'_3 k} + \dots + \frac{v_m k G_m}{g'_m k}.$$

Tā kā $\frac{G}{m} = G_m$, tad

$$V = \frac{G}{m} \left(\frac{v_1 k}{g'_1 k} + \frac{v_2 k}{g'_2 k} + \frac{v_3 k}{g'_3 k} + \dots + \frac{v_m k}{g'_m k} \right).$$

Audzes masu tātad noteic, saskaitot atsevišķu klašu masu, bet klases masu — reizinot klases paraugkoku masu ar attieksmi starp klases un paraugkoku šķērslaukumiem. Tā kā attieksmes

$\frac{G_1}{g'_1 k}, \frac{G_2}{g'_2 k}, \frac{G_3}{g'_3 k} \dots$ nav līdzīgas, tad visu klašu paraugkokus nevar kopīgi sastrādāt sortimentos, kā tas bija iepriekšējās metodēs.

Metodi ilustrēsim ar to pašu 80 g. vecās priežu audzes piemēru (41. tabula).

Sadalot audzi 5 klasēs, katrā klasē jāieskaita tik daudz veselu koku, lai to šķērslaukumu suma būtu iespējami tuva 2,462 m³, jo

$$\frac{G}{m} = \frac{12,310}{5} = 2,462 \text{ m}^2.$$

Sadališanu klasēs vislabāk veikt ar šķērslaukumu tabulu palīdzību.

Metodes rezultāti atkarīgi no tā, cik labi izdodas izvēlēties paraugkokus. Vēlams, lai katrā klasē būtu 2—3 paraugkoki. Saļidzinot ar pārējām paraugkoku metodēm, Hartiga metodei ir šaurāka nozīme un tā lietojama lielāko tiesu zinātniski pētniecisko taksācijas darbu vajadzībām.

41. tabula

Klases	Caurmēru pakāpes cm	Koku skaits	Šķērslaukums m ²	Klases vidējais šķērslaukums m ²	Klases vidējais caurmērs cm	Paraugkoku skaits	Paraugkoku šķērslaukums m ²	Paraugkoku augstums m	Paraugkoku masa m ³
I	12	1	0,011	$\frac{2,446}{92} =$	18,4	2	0,0532	20	0,50
	14	5	0,077						
	16	13	0,261						
	18	34	0,865						
	20	38	1,194						
	22	1	0,038						
	92	2,446							
II	22	30	1,140	$\frac{2,452}{59} =$	23,0	2	0,0832	22	0,86
	24	29	1,312						
		59	2,452						
III	26	27	1,434	$\frac{2,481}{44} =$	26,8	2	0,1128	23	1,26
	28	17	1,047						
		44	2,481						
IV	28	7	0,431	$\frac{2,469}{35} =$	30,0	2	0,1410	24	1,62
	30	22	1,555						
	32	6	0,483						
		35	2,469						
V	32	9	0,724	$\frac{2,463}{26} =$	34,7	2	0,1894	26	2,24
	34	9	0,817						
	36	3	0,305						
	38	2	0,227						
	40	2	0,251						
	42	1	0,139						
		26	2,463						
	256	12,311			10	0,5796			

$$V = \frac{0,50 \cdot 2,446}{0,0532} + \frac{0,86 \cdot 2,452}{0,0832} + \frac{1,26 \cdot 2,481}{0,1128} + \frac{1,62 \cdot 2,469}{0,1410} + \frac{2,24 \cdot 2,463}{0,1894} = 133,56 \text{ m}^3.$$

135. §. Grafiskās metodes

Apsvērumi, ka vispārējās masas tabulas atsevišķos gadījumos nedod pietiekami drošus rezultātus, bet ka reti kāds cits paņēmieni ērtību ziņā ar masas tabulām var konkurēt, pamudinājuši mežkopjus katrā konkrētā gadījumā aizstāt masas tabulas ar masas likni (Špeidela metode).

Pēc audzes izdastošanas izmēri tik daudz koku augstumu, cik nepieciešams augstuma liknes konstruēšanai. Pēc tam dažādās caurmēru pakāpēs patvaļīgi izvēlas paraugkokus tā, lai būtu pārstāvētas visas pakāpes vai to lielākā daļa un lai būtu paraugkoki arī no pašām tievākām un resnākām pakāpēm. Paraugkokus nocērt, rūpīgi izmēri un precīzi aprēķina tilpumu. Koordinātu tīklā noteiktā mērogā uz abscisas atliek caurmēru pakāpes uz ordinātes atrasto koku tilpumu. Punktus savieno ar laužu līniju un pēc tam izvelk starp tiem izlīdzinātāju likni, t. s. masas likni. Jo vairāk būs paraugkoku, jo labāk un drošāk būs iespējams izvilkt likni. Tādēļ tos mēdz ņemt 3—5% no audzes koku skaita. Lai likni varētu pareizāk novilkt, sevišķi galos, kur paraugkoku ir mazāk, tad ar parastajām stumbru masas tabulām visām pakāpēm pēc augstumiem un caurmēriem noteic stumbru masu, uzliek punktu koordinātu tīklā un izvelk caur tiem likni. Pēc tabulu datiem izvilktā likne norāda masas liknes virzienu un tendences un pēc tās iespējams koriģēt paraugkoku masas likni. Ja paraugkoku masas punkti nav stipri izkliedēti un atrodas uz liknes, tad paliglikne pēc masas tabulu datiem nav nepieciešama.

Ja masas likne izvilkota, tad no tās var nolasīt katrai caurmēru pakāpei atbilstoša stumbra masu.

Ja caurmēru pakāpēs $d_1, d_2, d_3 \dots$ ir $n_1, n_2, n_3 \dots$ koku skaits un no liknes nolasīto koku masa $v_1, v_2, v_3 \dots$, tad audzes masa

$$V = v_1 n_1 + v_2 n_2 + v_3 n_3 + \dots$$

Mistrotās audzēs katrai sugai konstruē savu masas likni. Ja jānoteic audzes masas sadalījums sortimentos, tad aprēķina paraugkoku sortimentu iznākumu un katra paraugkoka sortimentu daudzumu un tilpumu pārreķina uz pakāpi, bet sasumējot pa pakāpēm, atrod audzes sortimentu iznākumu.

Metodi ilustrēsim ar piemēru. 80 g. veca priežu audze 0,5 ha platībā izdastota pa 2 cm caurmēru pakāpēm. Izklaidus pa visu audzi izvēlēti un nocirsti 14 šādi paraugkoki:

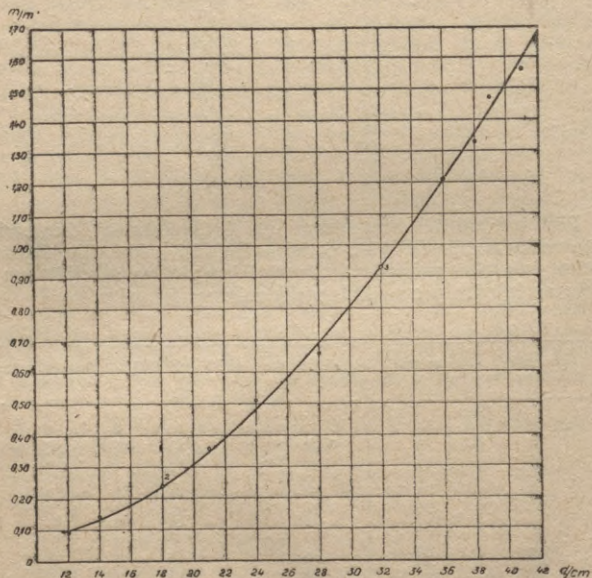
Caurmērs krūšaugstumā cm	Augstums m
12	16,0
14	19,0
18	19,0
18	20,5
21	21,5
24	24,0
28	23,0
32	24,0
32	25,0
32	26,0
36	26,0
38	25,5
39	27,0
41	26,0

Pēc izmēriem augstumiem un krūšaugstuma caurmēriem konstruēta augstuma likne, no kuras nolāsiti izlīdzinātie augstumi visām caurmēru pakāpēm. Stumbri izmēriti pa sekcijām un to masa aprēķināta pēc saliktās viduslaukumu formulas.

42. tabula

Caurmēru pakāpes d'cm	Koku skaits n	Augstums pēc liknes hlm	Atsev. koka masa pēc masas liknes m ³	Masa caurmēru pakāpē m ³
12	1	17	0,10	0,10
14	5	18	0,13	0,65
16	13	19	0,18	2,34
18	34	20	0,24	8,16
20	38	21	0,31	11,78
22	31	22	0,39	12,09
24	29	23	0,48	13,92
26	27	23	0,58	15,66
28	24	24	0,69	16,56
30	22	24	0,81	17,82
32	15	25	0,93	13,95
34	9	25	1,06	9,54
36	3	26	1,21	3,63
38	2	26	1,36	2,72
40	2	26	1,51	3,02
42	1	27	1,68	1,68
	256			133,62

Pēc aprēķinātās paraugkoku masas konstruēta masas līkne (121. attēls). Tā kā masas punkti nav visai izkliedēti, tad nav vajadzīgs konstruēt palīglikni pēc masas tabulu datiem. No masas līknes nolāsīta stumbra masa katrai caurmēru pakāpei un ierakstīta tabulas 4. ailē. Reizinot to ar caurmēru pakāpes koku skaitu, atrasta masa caurmēru pakāpēs, bet tās sasumējot, dabūta visa audzes masa 133,62 m³ (42. tabula).



121. att. Masas līkne

Jau paša Špeidela un vēl jo vairāk jaunākie salīdzinājumi rāda, ka šai metodei ir lielas priekšrocības. Patvaļīga paraugkoku izvēle neprasa iepriekšējus aprēķinus un paraugkoki nav audzē speciāli jāmeklē. Masas līkne ļoti uzskatāmi rāda audzes taksācijas elementu attieksmes un ir katrai audzei raksturīga. Ar tās palīdzību

var konstruēt arī audzes veidaugstumu hf un veidskaitļu f liknes. Dalot no masas liknes nolasītās stumbru masas ar attiecīgo pakāpes šķērslaukumu, var atrast hf

$$hf = \frac{v}{g},$$

bet dalot dabūtās hf vērtības ar attiecīgās caurmēru pakāpes augstumu, var atrast f

$$f = \frac{hf}{h}.$$

Attēlojot šos taksācijas elementus grafiski likņu veidā, var gūt labu pārskatu par to raksturu, kas sevišķi svarīgi, pētījot audzes attīstības gaitu.

Jaunākie pētījumi liecina, ka šī metode dod ļoti labus un pareizus rezultātus un tādēļ tā ieteicama, sevišķi parauglaukumu uzņemšanai un zinātniskās pētniecības vajadzībām.

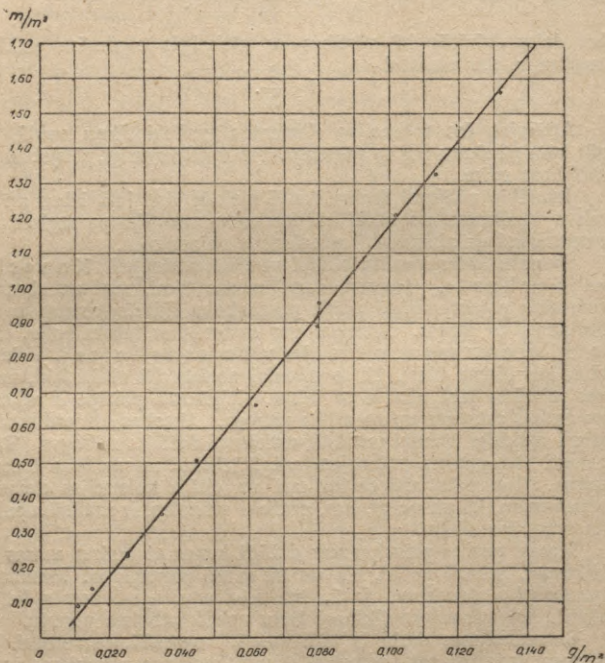
Šo pašu ideju mazliet citādā virzienā attīstījuši Kopeckis un Gerharts. Konstruējami masas likni, viņi uz abscisām caurmēru pakāpju vietā atliek paraugkoku šķērslaukumus, bet uz ordinātes to masas. Punktus var savienot ar taisnu līniju, tādēļ to arī sauc par masas līniju vai masas taisni. Faktiski tā ir ļoti lēzena līkne, kā to dibināti norāda citi zinātnieki, un to var diezgan labi aizstāt ar taisni. Izliekuma pakāpe ir atkarīga no audzes rakstura un no attēla mēroga. Abscisas un ordinātes ir stipri atšķirīgi lielumi un tādēļ uzliekami dažādos mērogos. Tādēļ parasti lietojamiem mērogiem viegli izliktā masas līkne izskatās taisna. Tas pats attiecināms arī uz citām taksācijas elementu attieksmēm, kā gh un gf , kas, grafiski attēlotas, ir ar tādām pašām lineārām īpatnībām.

Masas taisnes principu var dažādi izmantot audzes masas noteikšanai, atkarā no tā, cik un kā ņemti paraugkoki. Minimalais paraugkoku daudzums ir 2, bet ieteicams ņemt tomēr lielāku skaitu, lai taisnes novilkšanai būtu vairāk atbalsta punktu.

Sagatavošanas darbi ir tādi paši kā masas liknes metodei. Pēc audzes izdastošanas patvaļīgi izvēlētiem paraugkokiem noteic šķērslaukumu krūšaugstumā un masu pēc sekciju metodes. Uz abscisas atliek paraugkoku šķērslaukumus un uz ordinātes to masas. Caur dabūtiem punktiem izvelk taisnu līniju un no tās, pēc katrai caurmēru pakāpei atbilstošā šķērslaukuma, nolasa stumbru masu. Apzīmējot nolasīto stumbru masu ar $v_1, v_2, v_3 \dots$ un koku skaitu caurmēru pakāpēs ar $n_1, n_2, n_3 \dots$, audzes masu atrod

$$V = v_1 n_1 + v_2 n_2 + v_3 n_3 + \dots$$

Audzės masas aprēķināšanas piemērs parādīts 43. tabulā. 0,5 ha lielā, 80 g. vecā priežu audzē ņemti 14 paraugkoki tādās pašās dimensijās kā iepriekšējā — masas liknes piemērā. Uz



122. att. Masas taisne

paraugkoku pamata konstruēta masas taisne (122. attēls) un pēc tās nolasītās stumbru masas izlietotas audzes masas aprēķināšanai (43. tabula).

Caurmēru pakāpes d/cm	Koku skaits n	Atsev. koka šķērslaukums g/m ²	Atsev. koka masa pēc taisnes m ²	Masa caurmēru pakāpē m ²
12	1	0,011	0,06	0,06
14	5	0,015	0,11	0,55
16	13	0,020	0,17	2,21
18	34	0,025	0,23	7,72
20	38	0,031	0,31	11,78
22	31	0,038	0,40	12,40
24	29	0,045	0,49	14,21
26	27	0,053	0,59	15,93
28	24	0,062	0,70	16,80
30	22	0,071	0,81	17,82
32	15	0,080	0,93	13,95
34	9	0,091	1,06	9,54
36	3	0,102	1,20	3,60
38	2	0,113	1,33	2,66
40	2	0,126	1,50	3,00
42	1	0,139	1,66	1,66
	256			133,49

Šai piemērā iegūtie rezultāti ir ļoti līdzīgi tiem, kādus iegūst, lietojot masas līknes metodi. Par metodes noteiktību sakāms tas pats, kas par masas līknes metodi. Masas taisnes konstruēšanai nav vajadzīgi papildus dati no masas tabulām.

Pie šī paša tipa pieskaitāma arī pakāpeniskā sadalījuma paraugkoku metode, ko kopš 1890. g. mēdz lietot mežu pētīšanas darbos.

Kad audze izdastota, visus kokus iedala klasēs ar dažādu koku skaitu. 1 ha lielas audzes 400 resnākos kokus iedala 4 klasēs pa 100 kokiem katrā, nākošos 600 kokus — 3 klasēs pa 200 kokiem katrā, bet atlikušos kokus iedala pa 400 kokiem katrā klasē. Katrā klasē noteic vidējo koku. Dalot klases šķērslaukumu ar koku skaitu, atrod vidējo šķērslaukumu un tam atbilstošo caurmēru. Konstruējot augstuma līkni, no tās nolasa visiem klašu vidējiem kokiem atbilstošās augstuma vērtības.

Pēc šīs metodes audzes masu noteic

$$V = g_1 h_1 f_1 N_1 + g_2 h_2 f_2 N_2 + g_3 h_3 f_3 N_3 + \dots$$

kur V = audzes masa, $g_1, g_2, g_3 \dots$ atsevišķu klašu vidējie šķērslaukumi, $h_1, h_2, h_3 \dots$ klašu vidējie augstumi, $f_1, f_2, f_3 \dots$ klašu vidējie veidskaitļi un $N_1, N_2, N_3 \dots$ klašu koku skaits.

Lai noteiktu audzē vidējos veidskaitļus, katrā klasē patvaļīgi izvēlas un nocērt paraugkokus. Paraugkokus ņem tādus, kas vislabāk atspoguļo katras klases koku raksturu. Vienveidīgās audzēs pietiek ar 5 paraugkokiem, vecākās un ar ciršanu skartās audzēs — līdz 10. Aprēķina paraugkoku veidskaitļus un konstruē veidskaitļu likni, atliekot uz abscisas caurmērus un uz ordinates veidskaitļus. Punktus izlīdzina ar likni un no tās nolasa katras klases vidējam caurmēram atbilstošo veidskaitli.

Metodes priekšrocības ir tādas, ka, sadalot kokus pastāvīgās klasēs, var izsekot masas un pieauguma sadalījumam dažādās resnuma grupās. Noteicot attiecsmes starp caurmēriem, augstumiem un veidskaitļiem un izteicot tās ar liknēm, rodas iespēja izslēgt asus novirzījumus un iegūt izlīdzinātus vidējos datus. Patvaļīgi izvēloties paraugkokus, nav vajadzīgi nekādi iepriekšējie aprēķini.

No otras puses, metode ir kļūpīgāka par iepriekšējām un taksācijas praktiskām vajadzībām mazāk noderīga. Turpretim zinātniskai pētniecībai tā var sniegt vērtīgus pakalpojumus.

136. §. Kombinētās metodes

Apmēram vienā laikā (1925. g.) radās divi dažādi ieteikumi audzes masas noteikšanai vidējā šķērslaukuma koka vietā lietot vidējo masas koku. Lai aprēķinātu vidējā masas koka dimensijas, pēc audzes izdastošanas noteic tās masu ar masas tabulām. Tā kā abi šie paņēmieni apvieno masas tabulu un paraugkoku metodes, tās dēvē par k o m b i n ē t ā m m e t o d ē m.

Pirmais, Tišendorfa ieteiktais paņemiens masas vidējā koka noteikšanai paredz iepriekšēju audzes masas noteikšanu ar parastajām masas tabulām. Dalot atrasto masu ar audzes koku skaitu, atrod vidējā koka masu

$$v = \frac{V}{N}.$$

Tā caurmēru var atrast ar masas liknes palīdzību. Šai vajadzībai nav jākonstruē masas likne visā garumā, bet pietiek ar nelielu gabaliņu, pieņemot to par taisni. Caurmēru var atrast arī interpolācijas ceļā. Vidējam kokam atbilstošo augstumu nolasa no augstuma liknes. Tālākais uzdevums ir uzmeklēt audzē paraugkokus. Tā kā viens paraugkoks var būt pakļauts kādām nejausībām, tad vēlams ņemt 2—3 paraugkokus un, rūpīgi noteicot to masu un veidskaitli, aprēķināt aritmetisko vidējo. Mazāk svarīgi ir, lai paraugkoki

pilnīgi atbilstu aprēķinātām dimensijām, bet gan, lai caurmēra un augstuma attieksmes paliktu negrozīgas un tā būtu nodrošināts apmēram viens un tas pats veidskaitlis.

Aprakstīto paņēmieni tikpat labi var lietot, sadalot audzi klasēs un ņemot masas vidējos paraugkokus katrā klasē, sadalot tos proporcionāli klašu masai.

80 g. vecās priežu audzes piemērā ar parastajām masas tabulām aprēķinātā audzes masa $V = 133,344 \text{ m}^3$ un koku skaits $N = 256$. Vidējā masa

$$v = \frac{V}{N} = \frac{133,344}{256} = 0,521 \text{ m}^3.$$

Interpolācijas ceļā atrastais vidējais caurmērs $d_v = 24,75 \text{ cm}$ un augstums no augstuma līknes $h_v = 23,0 \text{ m}$ pilnīgi atbilst šķērslaukuma vidējā koka dimensijām. Tātad šai piemērā audzes šķērslaukuma un masas vidējie koki ir identiski. Arī citos piemēros starpība starp abu vidējo koku caurmēriem ir tikai daži milimetri.

Ar otru, Neibauera paņēmieni masas vidējo koku noteic kā centrālo koku. Audzes masu iepriekš aprēķina ar parastajām masas tabulām un to caurmēru, pie kura masa dalās divās līdzīgās daļās, pieņem par vidējā masas koka caurmēru. Augstumu nolasā no augstuma līknes.

Arī šis paņēmiens paredz audzes iedalīšanu klasēs ar vienādu masu. Katrā klasē nosaka centrālo koku un pēc atrastām klašu centrālo koku dimensijām uzmeklē audzē paraugkokus. Tos nocērt, izmēri dimensijas un aprēķina tilpumu. Attieksmi starp klašu aprēķināmo un ar tabulām aprēķināto masu izteic attieksmes starp tabulu un konkrēto paraugkoku masām. Audzes masu aprēķina

$$V = V' \frac{v}{v'} \text{ vai } V = \frac{V'}{X} \left(\frac{v_1}{v'_1} + \frac{v_2}{v'_2} + \dots + \frac{v_x}{v'_x} \right)$$

kur V ir meklētā, bet V' — ar tabulām aprēķinātā audzes masa, v — konkrēto paraugkoku un v' — ar tabulām aprēķināto vidējo koku masa, X — vienādas masas klašu skaits.

Ņemot tikai vienu vidējo paraugkoku visā audzē vai klasē, tas var būt padots dažādām nejaušībām un tādēļ var ietekmēt audzes masas rezultātus.

Abas minētās metodes teoretiski interesantas un pret tām nav ko iebilst. Novērojumi rāda, ka aprēķinot audzes masu pēc šķērslaukuma vai masas vidējā koka, praktiski nav nekādas starpības.

137. §. Paraugkoku metožu novērtējums

Par dažādu audzes masas noteikšanas metožu pareizību un lietderību var spriest salīdzinājuma ceļā, aprēķinot vienu un to pašu audzi pēc kārtas ar visām salīdzināmām metodēm. Pareizo audzes masu, ar ko salīdzināt visus pārējos rezultātus, atrod, visus audzes kokus nocērtot, precīzi izmērijot un noteicot masu pēc saliktās viduslaukumu formulas. Tādus salīdzinājumus mēdz izdarīt mežu pētišanas iestādēs, lai iegūtos atzinumus pēc tam ieviestu mežsaimniecības praksē.

Tādus salīdzinājumus izdarījušas vairākas pētišanas iestādes un ieguvušas datus par vidējo kļūdu apmēriem.

Ņemot audzē tikai vienu vidējo paraugkoku, rezultātu pareizība lielāko tiesu atkarīga no paraugkoka izvēles. Ja neizdodas izvēlēties piemērotu paraugkoku, audzes masas kļūda var sasniegt pat 20%. Ņemot vairākus paraugkokus un aprēķinot no tiem vidējo, rezultāti kļūst labāki. Kādā salīdzinājumā ar 28 objektiem, ņemot katrā audzē 3—25 paraugkokus, tikai vienā gadījumā vidējā paraugkoka metode devusi īstenībai atbilstošu rezultātu. 11 gadījumos rezultāti bijuši mazāki, vidēji par $-2,8\%$, bet 16 gadījumos lielāki, vidēji par $+2,8\%$.

Vairāku meža pētišanas iestāžu salīdzinājumi rāda, ka ļoti labus rezultātus dod klašu vidējo paraugkoku metode ($\pm 1,4\%$), tālāk seko Špeidela ($\pm 1,8\%$), Drauta ($\pm 1,9\%$) audzes vidējā paraugkoka ($\pm 2,7\%$), Uricha un Hartiga ($\pm 3\%$) metodes.

No šādiem salīdzinājumiem vēl nevar spriest par metodes lietderību un piemērotību, jo visas metodes nav pārbaudītas ar vienādu objektu skaitu. Turklāt kļūdas procents atkarīgs arī no tā, cik labi katrā gadījumā izdevies izmeklēt piemērotus paraugkokus. Ar visām paraugkoku metodēm var sasniegt vienādi noteiktus rezultātus, lietojot ar vienādu rūpību izmeklētos paraugkokus noteiktā daudzumā.

Audzis masa lielāko tiesu tiek noteikta ar nelielu pārspilējumu. Paraugkoku skaita pavairošana ne katru reizi dod labākos rezultātus. Paraugkoku skaitam jābūt ne par mazu un ne par lielu, bet gan saskaņā ar audzes koku skaitu un to sadalījumu caurmēru pakāpēs. Visumā paraugkokiem jābūt no 3 līdz 10% no audzes koku skaita.

Tālāk apskatīsim paraugkoku sadalījumu teoretiskos pamatus un audzes masas noteikšanas rezultātu precizitāti.

Apzīmējot audzes koku skaitu ar N , izmērīto augstumu daudzumu ar η , caurmērus ar $d_1, d_2 \dots$, to augstumu ar h_1 ,

$h_2 \dots$, veidskaitļus ar $f_1, f_2 \dots$, vidējā koka caurmēru ar Φ , augstumu ar λ un veidskaitli ar φ , un ja, noteicot šos elementus, pieļauj kļūdas m_d, m_h, m_φ , tad šo kļūdu procentus var izteikt šādi:

$$p_d = \frac{100m_d}{d} = \frac{100 m_d}{\Phi};$$

$$p_h = \frac{100 m_h}{h} = \frac{100 m_h}{\lambda};$$

$$p_\varphi = \frac{100 m_\varphi}{\varphi}.$$

Audzē masas kļūdu var izteikt ar šādu formulu:

$$P = \sqrt{\frac{4 p_d^2}{N} + \frac{p_h^2}{\eta} + p_\varphi^2}.$$

η — augstumu mērijumu skaits.

Piemērs:

$N = 256$, $\Phi = 25$ cm, $\lambda = 23$ m, $\varphi = 0,48$, $\eta = 14$, $m_d = \pm 0,25$ cm,
 $m_h = \pm 0,5$ m, $m_\varphi = \pm 0,02$, $p_d = \pm 1$, $p_h = \pm 2,2$, $p_\varphi = \pm 4,2$

$$P = \sqrt{\frac{4}{256} + \frac{4,84}{14} + 17,64} = \sqrt{0,016 + 0,35 + 17,64} = \pm 4,24\%.$$

No piemēra redzam, ka trešais skaitlis zem radikāla ir pats lielākais, tātad audzes masas kļūda lielāko tiesu rodas no veidskaitļa kļūdas, kas savukārt izskaidrojama ar nepiemērotas formas paraugkoka izvēli. Tādēļ praktiski var pieņemt $P = p_\varphi$.

Ja vidējo paraugkoku noteic kā aritmetisko vidējo no R paraugkokiem, tad audzes masas kļūdas procents

$$P' = \frac{P}{\sqrt{R}} = \frac{p_\varphi}{\sqrt{R}}.$$

Ja, piemēram, ņemti 4 paraugkoki, tad

$$P' = \frac{4,24}{\sqrt{4}} = 2,12\%.$$

No šejienes iespējams arī aprēķināt, cik nepieciešams paraugkoku, lai audzes masas kļūdas nepārsniegtu zināmu procentu

$$R = \frac{P^2}{p'^2} \quad \text{vai} \quad R = \frac{p_\varphi^2}{p'^2}.$$

Pieņemot $P' = 1\%$ un noapaļojot P uz 4%

$$R = \frac{16}{1} = 16,$$

tātad būtu nepieciešami 16 paraugkoki.

Ja audzes masu aprēķina pa resnuma klasēm, tad, apzīmējot resnuma klašu masu ar $v_1, v_2, v_3 \dots$ paraugkoku skaitu resnuma klasēs ar $n'_1, n'_2, n'_3 \dots$, veidskaitļa kļūdas procentu ar p_φ

$$P = \frac{p_\varphi}{V} \sqrt{\frac{\sum v^2}{n'}},$$

kur $\sum \frac{v^2}{n'}$ apzīmē visu klašu $v^2 : n'$ sumu.

Ja audze iedalīta klasēs ar vienādu masu, tad

$$v_1 = v_2 = v_3 = \dots \text{ un } n'_1 = n'_2 = n'_3 = \dots \text{ un}$$

$$P = \frac{p_\varphi}{\sqrt{R}},$$

kur R ir visu klašu kopējais paraugkoku skaits. Tātad, iedalot audzi klasēs un aprēķinot tās masu ar klašu vidējiem paraugkokiem, rezultātu noteiktība pieaug līdz ar paraugkoku skaitu klasēs.

Apskatītās sakarības ļauj noteikt arī, cik caurmēru un augstumu mērījumi nepieciešami, lai audzes masas kļūda nepārsniegtu noteiktās robežas. Ņemot audzes masas kļūdas formulas pirmo locekli,

$$P = \frac{2p_a}{\sqrt{N}}, \text{ no kurienes } N = \frac{4p_a^2}{P^2}.$$

Ja $p_a = \pm 1\%$ un $P = 0,5\%$, tad $N = \frac{4 \cdot 1}{0,25} = 16$.

Ja $p_h = \pm 2,2\%$ un $P = 0,5\%$, tad $P = \frac{p_h}{\sqrt{\eta}}$, no kurienes

$$\eta = \frac{p_h^2}{P^2} = \frac{4,84}{0,25} = 19.$$

Tādējādi iespējams noteikt nepieciešamo paraugkoku caurmēru un augstumu mērījumu skaitu, lai, uz tiem balstoties audzes masas aprēķināšanā, kļūda nepārsniegtu noteiktas robežas. Par iespējamo noteiktības robežu mēdz uzstādīt $\pm 0,4\%$, ko praktiski nemēdz sasniegt.

138. §. Jēdziens par parauglaurkumiem

Ne katru reizi ir nepieciešams uzņemt kokus uz visas audzes platības un visus iegūtos datus izlietot audzes masas noteikšanai. Plašākos taksācijas darbos un lielākās platībās lieto metodes, kas prasa mazāk laika un darba spēka, bet līdz ar to ir arī mazāk noteiktas. Ar šīm metodēm pēc daļas spriež par veselo, ar daļēju audzes uzņemšanu noteic visas audzes masu. Šādu audzes daļu, pēc kuras spriež par visu audzi, sauc par parauglaurkumu. Parauglaurkumam tādēļ jābūt tipiskam un audzei raksturīgam, lai tas tiešām samazinātā mērogā atspoguļotu audzes raksturīgās iezīmes. Tādēļ saprotams, ka vienkāršās un vienvēidīgās audzēs parauglaurkumu vieglāk izvēlēties, jo katra audzes daļa gandrīz vienlīdz labi raksturo visu veselo. Parauglaurkumu izvēle ir viens no svarīgākajiem audžu taksācijas uzdevumiem. Lai arī cik rūpīgi parauglaurkumu uzņemtu, tas nedos pareizu priekšstatu par audzi, ja nebūs pareizi un raksturīgā vietā izvēlēts. Pirms parauglaurkuma vietas izvēles audze krustām šķērsām jāizstaigā un ar tās raksturu rūpīgi jāiepazīstas. Līdz ar audzes apskati arī jāizšķiras par to, vai ar parauglaurkumiem sasniegs izraudzīto mērķi.

Parauglaurkumi noder dažādiem uzdevumiem. Izšķir: 1) taksācijas parauglaurkumus, ko lieto viena nogabala masas noteikšanai; 2) mežierīcības parauglaurkumus, kas raksturo kāda novada veselu audžu kategoriju, un 3) pētniecības jeb pastāvīgos parauglaurkumus, kuros novērojums izdara ilgāku laiku.

Nogabalu taksācijai parauglaurkumu paņēmieni tikai tad atbilstoši, ja tā platība būs pietiekami liela, sastāvs samērā viengabalains un laika ekonomijas dēļ būs pieņemama rezultātu mazāka noteiktība. Mežierīcības nolūkiem parauglaurkumiem jābūt tādiem, kas var raksturot vispār noteiktas kategorijas audzes. Pētījumu vajadzībām lieto tikai parauglaurkumus, jo šim nolūkam parasti izvēlas īpaši piemērotas un raksturīgas audzes daļas ar noteiktu un norobežotu platību, lai tani laiku pa laikam taksāciju atkārtotu.

Ļoti neviendabīgās, vecās un retās audzēs, nelielās vai šaurās platībās un audzēs ar nenoteiktām robežām parauglaurkumi nemaz nav piemēroti. Tādos gadījumos audzes pilnīgi izdastojamas. Turpretim viendabīgās, vienvecuma, brieduma vai cērtamā vecuma tiraudzēs tie ir isti piemēroti.

Lietojot parauglaurkumus audzes masas noteikšanai, rezultāti atkarīgi ne tikai no rūpīgiem taksācijas darbiem, bet arī no parauglaurkumu vietas izvēles, ierīkošanas tehnikas, veida un lieluma.

139. §. Parauglaukumu izvēle, lielums un veids

Ne katrā audzē izdodas parauglaukumus labi izvēlēties. Jo ar skaidrākām pazīmēm audze no audzes nodalīta, jo vieglāk būs atrast tādu vietu audzē, kur parauglaukums aptvers audzes raksturīgās īpatnības. Audzes biežība un mistrojums ir galvenās pazīmes, kam parauglaukumos pareizi jāatspoguļojas. Parauglaukums zināmā mērā ir samazināts audzes attēls, tādēļ tam jāskar arī lauces, „logi“, ceļi, grāvji u. c. Bet, no otras puses, parauglaukumus nedrīkst piesaistīt mežmalām, štigām, lielceļiem u. c. neradnieciskām platību kategorijām. Šādās vietās audzes raksturs vienmēr ir īpatnējāks nekā audzes vidienē. Prof. Tjurina, Naumenko, Babenko un Lazarenko pētījumi rāda, ka vienas un tās pašas audzes atsevišķās daļās var būt dažāda masa. Normalos 0,25 ha lielos parauglaukumos tā var svārstīties no 3—10%, bet pēc sortimentiem pat no 10—20%. Pētniecības pastāvīgie parauglaukumi, ja tie atrodas mežmalās vai ceļmalās, padoti dažādiem nelabvēlīgiem apstākļiem, kas var negatīvi ietekmēt pētījumu rezultātus. Nav arī pareizi parauglaukumus ierīkot audzes labākajā daļā, kā to bieži dara maz piedzīvojuši taksatori.

Vienveidīgās audzēs parauglaukuma vietas izvēle nesagādā nekādas grūtības. Sarežģītākos apstākļos atkarībā no darba mērķa jāapsver, kāds parauglaukumu veids vislabāk piemērots. Ar parauglaukumu veidu ciešā sakarā ir arī parauglaukumu daudzums un lielums, vai citiem vārdiem — kādās attieksmēs jāatrodas daļai pret veselo.

Parauglaukumu platība atkarīga no audzes rakstura. Jo audze nevienveidīgāka, jo parauglaukumu platībai jābūt lielākai. Lielākās un vienveidīgākās audzēs parauglaukumu platība var būt mazāka. Nav tomēr nozīmes pārāk maziem parauglaukumiem un vienmēr vēlāmāk audzē ņemt vairākus parauglaukumus. Ja vienveidīgā audzē ar 0,25 ha lielu parauglaukumu audzes masu var noteikt ar vidējo kļūdu $\pm 10\%$, tad ar parauglaukumu skaita palielināšanu rezultātu noteiktība pieaug. Ja ņem n parauglaukumus, tad noteiktības rādītājs $p = \frac{c}{\sqrt{n}}$, kur c — koeficients, kas vienveidīgās audzēs svārstās no 3—10%.

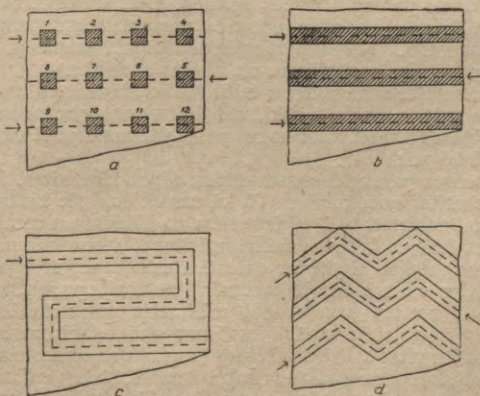
Pieredze rāda, ka normalos apstākļos parauglaukumu platība var būt 3—5% no audzes platības, bet audzēs ar lielāku dažādību — līdz 10%. Novērojumi liecina, ka par audzes struktūras likumsakarībām var spriest tikai tad, ja uzņemts ne mazāk par 200—400 koku. No tā arī var secināt, cik lielam ir jābūt parauglaukumam.

Jaunaudzēs, kur uz 1 ha ir daudz koku, pietiek ar nelielām platībām līdz 0,1 ha, bet cērtamā vecumā nepieciešami vismaz 0,5 ha lieli parauglaukumi un retās, vecās audzēs pat līdz 1 ha. Starptautiskās mežu pētīšanas iestāžu apspriedēs pieņemts minimālais pētniecības parauglaukumu lielums 0,25 ha.

Parauglaukumus ierīkojot, gadās, ka uz to robežlinijām atrodas koki. Parauglaukumus uzņemot, tie vai nu jāieskaita, vai jāignorē, ar ko var rasties zināma kļūda. Lai no tās izvairītos, ir jāizvēlas tāda parauglaukumu forma, lai ar mazāko apkārtmēru būtu ierobežots maksimālais laukums. Tādai prasībai vislabāk atbilst aplis, bet tehnisku iemeslu dēļ parauglaukumus visbiežāk ņem kvadrata vai iegarena četrstūra veidā. Sevišķi iecienīta ir pēdējā forma, jo to labāk var iekļaut audzes figurā un uzņemšanai tā ir pārskatāmāka.

Ierīkojot audzē vairākus parauglaukumus, ir lietderīgi tos novietot izklaidus pa visu audzi vienādos atstatumos vienu no otra. Ieteicams iepriekš nospraust audzē paralelas taksācijas stidziņas un uz tām vienādos atstatumos novietot parauglaukumus (123. att. a).

Dažkārt vienam aiz otra sekojošu parauglaukumu vietā ņem slejveida parauglaukumus. Šādas slejas novieto šķērsām audzei, citu citai paraleli vai arī likloču, vai cikcakveidīgi pa audzes platību (123. attēls b, c un d). Sleju platums 10 m, bet garumu parasti sadala 100 vai 200 m nogriežņos.



123. att. Parauglaukumu novietošanas schema.

Izklaidus pa visu audzi sadala arī apaļos parauglaukumus, ko veido ar noteikta garuma kārts palīdzību. Ar šiem parauglaukiem var aptvert visdažādākās audzes figuras un tādēļ tie visai piemēroti audžu taksacijai un mežierīcības vajadzībām.

140. §. Parauglaukumu ierīkošana un uzņemšana

Parauglaukumu ierīkošanas un uzņemšanas tehnika ir atkarīga no parauglaukumu veida. Tādēļ apskatīsim pēc kārtas katru parauglaukuma veidu atsevišķi.

Pētījumiem un izmēģinājumiem ierīko stacionarus, pastāvīgus parauglaukumus visam pētījumu periodam. Izvēlēta vietā provizoriski ar soļiem ieprojektē paredzamo parauglaukumu. Ja tādā veidā konstatē, ka tas bez šķēršļiem audzes figurā novietojas, tad nosprauž to ar ģeodezisku instrumentu palīdzību. Vispirms nosprauž ar stigmietīņiem vienu garāko malu, cenšoties to ņemt tādā virzienā, lai uz tās nebūtu neviena koka, vai arī būtu to iespējami maz. Ar eķera, goniometra vai busoles palīdzību perpendikulāri nospraustai malai nosprauž divas šaurākās malas un pēc tam vēl atlikušo ceturto malu.

Parauglaukumu nosprauž un malas izmēri ļoti rūpīgi, lai pareizi noteiktu platību līdz hektara simtai daļai.

Stacionaros parauglaukumus apstabo, t. i., stūros ierok stabus, kuru ietēsēs ar eļļas krāsu uzraksta parauglaukuma numuru un ierīkošanas gadu. Nereti parauglaukumā īpašā stabā piestiprina izkārtņi ar sīkāku apzīmējumu un audzes aprakstu.

Lai parauglaukuma robežas būtu labāk atšķiramas, sevišķi, ja uz tām atrodas nenocirsti koki, tad ārpus parauglaukuma esošos, bet to malām tuvu stāvošos kokus parauglaukuma pusē viegli ietēs līdz sarkanai mizai.

Stacionaros parauglaukumus uzņem tāpat kā audzes, ievērojot visus apskatītos noteikumus. Tā kā uzņemšanu pēc zināma laika mēdz atkal atkārtot, tad, lai izvairītos no kļūdām un nesaskaņām, visiem izmēritiem kokiem atzīmē mērīšanas vietu krūšaugstumā. Vietā, kur mērijot pieskāries dastmēra mērlīneals, ar eļļas krāsu uzvelk svītru vai krustu. Ja koki mēriti no divām pusēm, tad tādas svītras vai krustus uzvelk abās mērlīneala pieskaršanās vietās. Mērīšanu atkārtojot, dastmēru iespējams pielikt tanīs pašās vietās. Lai reģistrētu visas audzē notikušās pārmaiņas un izsekotu augšanas gaitai, tad visus parauglaukuma kokus numurē, blakus krūšaugstuma svītrai pierakstot koka kārtējo numuru. To vispirms uzraksta ar krītu, bet pēc tam uzkrāso ar baltu vai melnu eļļas krāsu. Numurus

var uzspiest arī ar speciāliem mīksta gumijas ciparu šabloniem. Visus parauglaukuma uzņemšanas datus vēlāk ieraksta īpašā parauglaukuma žurnālā, kuru uzglabā turpmākiem salīdzinājumiem.

Lai pastāvīgo parauglaukumu izolētu no nevēlamām ietekmēm, ap to atstāj ap 20 m platu audzes sleju, kas ietvara veidā apņem parauglaukumu no visām pusēm. Paraugkokus cērt tikai šīnī aizsargslejšā, neskarot pašu parauglaukumu. Dažkārt paraugkokus nemaz nenocērt, bet izmēri, pieliekot pie koka garas, vieglas kāpnes. Dažkārt parauglaukumu ar visu aizsargsleju ierobežo ar seklu grāvīti vai stieplju žogu.

Ja parauglaukuma datus grib izlietot audzes raksturošanai, tad, ja parauglaukums ir piemēroti izvēlēts, datus vienkārši attiecina arī uz audzi. Audzes masu noteic, reizinot parauglaukuma koku masu ar attiecsmi starp audzes un parauglaukuma platību:

$$V = V' \frac{P}{p}$$

V — audzes masa, V' — parauglaukuma koku masa, P — audzes platība, p — parauglaukuma platība.

Visbiežāk audzes šķērslaukumu un masu nosaka uz platības vienības — 1 ha. Tādā gadījumā audzes platība iepriekš nav jāaprēķina.

Audzū taksacijai un mežierīcības vajadzībām mēdz lietot īslaicīgos, izkaisītos parauglaukumus, kas novietoti izklaidus pa visu taksējamā nogabala platību. Audzes taksācijas elementu noteikšanai un acumēra vingrināšanai taksatori izlieto arī visus iepriekšējā veida parauglaukumus.

Izkaisītie parauglaukumi — laukumiņu, sleju vai apļu veidā — ir īslaicīgi. Tie ir fiksēti tikai uzņemšanas brīdī, bet pēc tam nekas vairs neliecina, ka tur bijis parauglaukums. Tie ir vienreizēji un noder tikai noteiktam mērķim — audzes taksācijas elementu noteikšanai un raksturīgo īpatnību uztveršanai. Pēdējo gadu desmitu pieredze rāda, ka ar šāda tipa parauglaukumiem iespējama arī lielāku meža platību taksācija, nesadalot tās vienveidīgos nogabalos. Lielās platībās iespējamas arī lielas audžu dažādības, kā sugu, vecuma, bonitates, biežības u. c. ziņā. To visu aptvert var tikai liels parauglaukumu skaits.

Padomju Savienības pētnieki prof. Kondratjevs un Richards konstatējuši, ka, lietojot 0,25 ha lielus parauglaukumus lielu platību taksacijai, masas variē 20—50%, bet masas sadalījums sortimentos — 30—80% apmērā. Tātad, lai noteiktu ar parauglau-

kumiem lielāka meža gabala masu un sortimentus ar noteiktību, piemēram, līdz 5%, tad jautājuma atrisināšanai jāpieiet šādi: tā kā formula $p = \frac{c}{\sqrt{n}}$ izteic noteiktības (p), variācijas koeficienta un parauglaukumu skaita sakarību, tad, ja $p = 5\%$

$$5 = \frac{c}{\sqrt{n}}$$

Ja meža platība ir liela un dažāda, jāpieņem lielāks variācijas koeficients, pretējos apstākļos — mazāks. Pieņemot lielāko variācijas koeficientu, attieksmē pret masu 50%, bet pret sortimentiem 80%, nepieciešams šāds parauglaukumu skaits:

$$5 = \frac{50}{\sqrt{n}}, \quad \sqrt{n} = \frac{50}{5} \quad \text{un} \quad n = \left(\frac{50}{5}\right)^2 = 100.$$

$$5 = \frac{80}{\sqrt{n}}, \quad \sqrt{n} = \frac{80}{5} \quad \text{un} \quad n = \left(\frac{80}{5}\right)^2 = 256.$$

Ar 100 parauglaukumiem visas meža platības masu varēs noteikt ar 5% precizitāti, bet sortimentus ar 8%, jo

$$p = 8 = \frac{80}{\sqrt{100}}$$

Izkaisītos parauglaukumus vienādos atstatumos mehāniski novieto viscaur pa taksējamo platību. Četrstūrains un sleju parauglaukumu ierīkošanai cauri taksējamai platībai iepriekš nosprauž taksācijas stidziņas, vienu no otras noteiktos atstatumos. Šīs stidziņas izmēri un ik pa 100 vai vairāk m atzīmē ar mietiņiem. Ik pēc zināma gabala abpus stidziņai izveido vienu parauglaukumu 16×40 m vai 10×50 m apmērā. To parasti nosprauž uzņemšanas laikā, atliekot no stigas uz katru pusi pa 5 m, ko ērti var izdarīt ar 5 m garu kārti. Tehniski izdevīgi ir atzīmēt uz stidziņas noteiktos atstatumos 40 vai 50 m posmu un, šajā posmā ejot pa stidziņu, atlikt 5 m garu kārti uz vienu un otru pusi un norādīt dastotājam, kādi koki ietilp parauglaukumā.

Tāpat var veidot arī sleju parauglaukumus, atliekot no stidziņas uz katru pusi ar kārti 5 m. Šādu parauglaukumu uzņemšanu tehniski visērtāk veikt ar 5—6 cilvēkiem. Divi kārtsnesēji katrpus stidziņai atzīmē slejas platumu, divi dastotāji katrs savā pusē izdasto visus slejā ietilpstošos kokus. Piektais darbinieks mērī koku augstumu un noteic vecumu, bet taksators vada darbus un reizē piepilda dastošanas lapu.

Audzēs stidziņas iepriekš var arī nenospraust, bet slejas projektēšanai izvelk noteiktā virzienā dzelzs stiepli vai mērsloksni. Ja 10 m platā sleja stieples vai mērsloksnes garumā ir izdastota, ar stiepli vai mērsloksni iet tai pašā virzienā uz priekšu un izvelk no jauna. Sleju posmu skaits rūpīgi jāreģistrē, lai pareizi varētu aprēķināt izdastotā laukuma platību. Sleju virzienu var ieturēt cikcakkveidīgu, likloču, kā tas parādīts 123. attēlā, c un d schemās.

Slejas var veidot šādi: taksators ar diviem palīgiem, ejot likloču gājienā caur audzi, gājiena līniju iezīmē ar zemsegas noraušanu. Gājiena līnijas garumu mēri ar 3,20 m garu kārti, bet slejas platumu atzīmē ar 4 m garu kārti no gājiena līnijas uz katru pusi. Viens palīgs ar kārti atzīmē slejas platumu, otrs dasto, taksators reģistrē uzņemšanas datus.

Pēc slejas platuma un garuma aprēķina izdastoto platību resp. parauglaukuma lielumu. Lielās platībās slejas sadala 200—1000 m garos posmos.

Slejuveida parauglaukumus plašā mērogā lieto lielu meža masīvu uzņemšanai un inventarizēšanai. Šai metodei īpatnēja ir vienmērīga parauglaukumu izvietošana pa visu taksējamo teritoriju un iegūto datu apstrādāšana ar variācijas statistikas metodēm. Tādā veidā lietotu, to sauc par statistisko jeb izlases metodi un tuvāk ar to iepazīsimies grāmatas trešajā daļā.

Parauglaukumu platībai ir jāastāda zināms procents no taksējamā meža vai audzes platības, tādēļ atkarībā no meža vai audzes platības un slejas platuma iepriekš jāaprēķina, cik tālu jāņem sleja no slejas. Attieksmes starp taksējamās teritorijas un slejas platību rāda 44. tabula.

44. tabula

Taksējamās teritorijas platība ha	Atstatums starp sleju gājieniem m	Parauglaukumu % no taksējamās teritorijas platības
Līdz 400	100	10,00
1.600	200	5,00
6.400	400	2,50
25.600	800	1,25
102.400	1.600	0,62
409.600	3.200	0,31
1.600.000	6.400	0,16
6.400.000	12.800	0,08
25.600.000	25.600	0,04

Nelielās platībās, ar noteiktu parauglaukumu procentu, atstatumu starpsleju gājieniem aprēķina šādi:

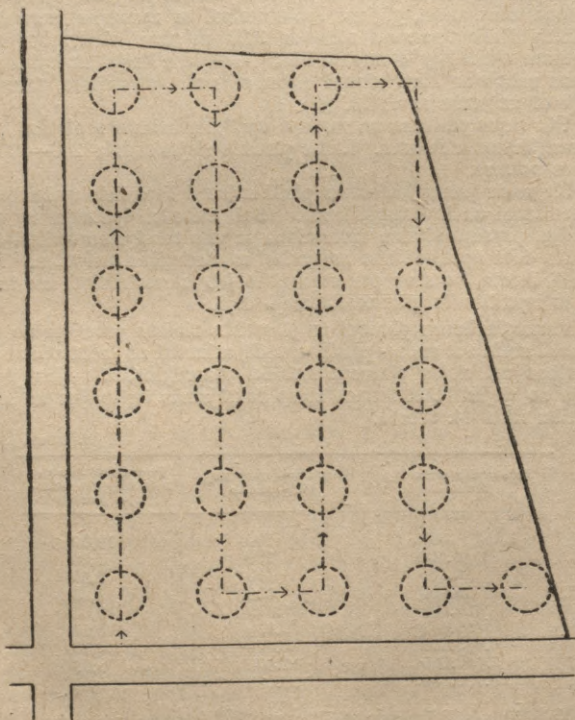
$$x = \frac{S}{0,0 p}$$

x = atstatums starp sleju viduslinijām,

S = sleju platums,

p = parauglaukumu procents.

Piemēram, ja $p = 10\%$ un $S = 10$ m, tad $x = \frac{10}{0,10} = 100$ m.



124. att. Apažo parauglaukumu novietošanas schema

Ari apajos parauglaukumus veido tikai uzņemšanas brīdī. Apļa radiju izvēlas tādu, lai tas dotu laukumu, kas izteiktos veselos desmitos. Praksē par izdevīgu ir atzīts 50 m² liels apļa laukums. Šāda apļa radiju atrod

$$S = \pi r^2; r = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = 3,99 \sim 4 \text{ m,}$$

S = apļa laukums.

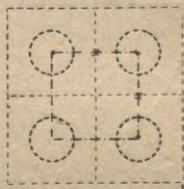
Apļus veido zināmos atstatumos paralelos vai likloču gājienos (124. attēls). Gājienu virzienu iepriekš nenosprauž, bet ietur pēc busoles, vai saulainā laikā pēc saules un ēnu virziena. Atstatumu starp apļu centriem noskaita soļos, parasti 20—50. Ja parauglaukumiem jābūt noteiktā procentuālā attieksmē pret audzes platību, tad ieturamo atstatumu starp apļu centriem iepriekš aprēķina.

Apzīmējot ar x atstatumu starp apļu centriem, ar S — apļa platību un ar p — procentu (125. attēls)

$$S : x^2 = p : 100,$$

$$x^2 = \frac{S}{0,0 p} = \frac{S \cdot 100}{p} = \frac{S}{\frac{p}{100}};$$

$$x = \sqrt{\frac{S}{0,0 p}}$$



125. att. Schema apājo parauglaukumu procenta aprēķināšanai

Piemēram, parauglaukumu procentam jābūt 10, S = 50 m²

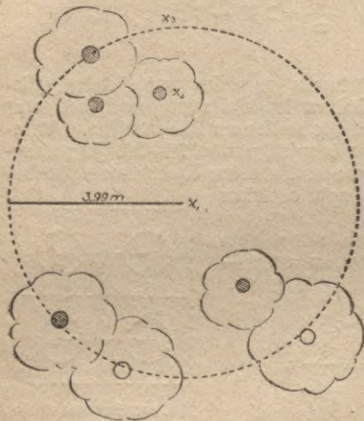
$$x = \sqrt{\frac{50}{0,10}} = 22,4 \text{ m.}$$

Pieņemot vidēju soļa garumu 0,85 m, starp apļu centriem būtu jāietur apmēram 26 soļu atstatums.

Kārtnesējam stingri jāietur uzņemtais virziens, jo parasti viņam ir tendence virzīties uz audzes biežāku vietu un izvairīties no laucēm.

Nostājoties izejunktā un turot kārts galu piespiestu ķermenim perpendikulāri ķermeņa asij, kārtsnesējs, griezdamies ap sevi, veido apli. Dastotājs seko viņa kustībām, izdastodams visus kokus, kas atrodas aplī. Ja kārts gals kokam tikai pieskaras, tad koku nedasto, ja tas sniedzas pāri pusei, koku dasto. Ja kārts gals sniedzas līdz stumbra vidum, tad pārmaiņus vienu tādu koku

dasto, otru nedasto (126. attēls). Šie paši noteikumi jāievēro, ņemot citu veidu parauglaukumus. Taksators seko dastotāja darbam un izsauktos datus atzīmē dastošanas reģistrā. Katrs parauglaukums noteikti jāatzīmē, arī tad, ja tas gadās laucē un tanī nav neviena koka. Kontroles dēļ ieteicams parauglaukumu skaitu reģistrēt arī kārtsnesējam un laiku pa laikam to salīdzināt.



126. att. Apažo parauglaukumu uzņemšanas schema

Parasti katrā piektajā aplī izmēri dažu koku augstumus. To var darīt arī vēlāk, audzi no jauna pārstaigājot. Visus uzņemšanas datus reģistrē kopīgi vienā sarakstā. Darbu nobeidzot, saskaita parauglaukumus un, reizinot apļa platību ar skaitu, atrod uzņemtā laukuma platību. Izejot no tā, aprēķina audzes masu uz 1 ha.

Audzes masu parauglaukumos mēdz aprēķināt gan ar masas tabulām, gan ar paraugkokiem. Apvidos, kur pastāv drošas masas tabulas, parasti lieto masas

tabulu metodi, bet lielāku meža platību taksacijai parauglaukumos nocērt paraugkokus un pēc tiem aprēķina masu. Ja līdz ar masu vēlams noteikt arī sortimentu iznākumu, tad paraugkokus sastrādā sortimentos un ar vienu vai otru no apskatītām metodēm aprēķina audzes sortimentu daudzumu uz 1 ha.

Par parauglaukumu metodes noteiktību izdarīti daudzi salīdzinājumi. Pārāk mazi parauglaukumi var dot stipri nepareizus, parasti pārspīlētus rezultātus. Saskaņojot parauglaukumu platību ar audzes vai taksējamās teritorijas platību, var iegūt pilnīgi apmierinošus rezultātus.

141. §. Audzes masas noteikšana pēc cirtes rezultātiem

Mežsaimniecībās, kurās kārtīgi reģistrēti dati par notikušām cirtēm, par cirmsmās iegūto masu un sortimentiem, šos datus var

izlietot audžu taksacijai. Daudzās audzēs, kur ieprojektētas cirsmas ar tiešu pieslēšanos, pēc pirmo atdaļu cirtes datiem var labi spriest par palikušo audzes daļu. Tādā ceļā var noteikt ne tikai audzes krāju, bet arī sortimentu sastāvu.

Šo paņēmieni taksatori jo plaši mēdz lietot mežiericības vajadzībām.

Zināmos gadījumos datus par ciršu rezultātiem var attiecināt arī uz citām tādas pašas sugas, bonitātes, vecuma, biežības un labuma audzēm.

142. §. Tuvinātās metodes audzes krājas noteikšanai un acumēra taksacija

Taksatori, kam pietiekami liela pieredze, audzes krāju noteic arī bez koku dastošanas un bez parauglaukumu vai paraugkoku ņemšanas. Bet arī šāda acumēra metode faktiski balstās uz mērīšanu un salīdzināšanu, ko taksators izdara galvā, salīdzinot konkrētas audzes taksācijas elementus ar tiem dažādo tipisko audžu elementiem, kas uzglabājušies viņa atmiņā.

Acumēra metodei ir ļoti liela praktiska nozīme, tā ātri dod rezultātus, ir ražīga un lietojama visdažādākos apstākļos. Noteiktības ziņā acumēra metode nevar sacensties ne ar vienu no apskatītajām. Ar pietiekamu praksi un pieredzi un labvēlīgos apstākļos tā var dot rezultātus ar $\pm 10\%$ kļūdu, bet daudzos gadījumos pat vairāk. Taraškevičs novērojis, ka piedzīvojušiem taksatoriem 70% gadījumos kļūda nav lielāka par $\pm 10\%$, bet 90% gadījumos — nav lielāka par $\pm 20\%$. Ar acumēra palīdzību izdarītie novērtējumi pa lielākai daļai mēdz būt nedaudz par maziem. Lielāku platību taksacijā pozitīvās un negatīvās kļūdas lielā mērā kompensējas un vidējā kļūda tad nepārsniedz 5—10%.

Lai ar acumēru sasniegtu apmierinošus rezultātus, ir nepieciešami to vingrināt un pārbaudīt. To vislabāk var izdarīt, salīdzinot iepriekšējos novērtējumus ar pilnas uzņemšanas vai parauglaukumu rezultātiem, tāpat salīdzinot katru parauglaukumu ar tā taksācijas aprakstu. Pirms sezonas darbu sākšanās taksatoram ieteicams ierīkot vairākus parauglaukumus tipiskākās audzēs, lai acumēru atsvaidzinātu. Sevišķi tas nepieciešams sortimentu iznākuma novērtēšanai. Šai nolūkā jo plaši izmantojami arī dati par notikušām cirtēm un tanis iegūtiem materiāliem.

Reizē ar audzes krājas novērtēšanu acumēra taksacijā, mēdz novērtēt arī citus audzes elementus, vai pat otrādi — atkarībā no audzes taksācijas elementiem spriež par krājas apmēriem. Tīrā

acumēra taksacija ir vienmēr nedroša. Piedzīvojuši taksatori arī acumēra taksacijā laiku pa laikam ar mērīšanu koriģē viena vai otra audzes taksācijas elementa vērtējumu, vai arī izlieto dažādas sakarības, kādas pastāv starp audzes taksācijas elementiem. Tā šad un tad nepieciešams izskaitīt svaigu celmu gadskārtas, lai spriestu par audzes vecumu, nepieciešams ar augstummēru izmērīt koku augstumu, vai ar dastmēru — koku caurmērus, lai koriģētu vidējā caurmēra un vidējā augstuma vērtējumus.

Nepieciešams palīglīdzeklis acumēra taksacijai ir pieauguma jeb augšanas gaitas tabulas, kas taksacijai mežiericības vajadzībām ir taksatora galvenais ierocis. Vai tiešā, vai arī pārstrādātā veidā tās lietojamas bonitates, krājas, pieauguma, starpaudzes apmēru un dažkārt arī vecuma noteikšanai. Augšanas gaitas tabulu izstrādāšanu, iekārtojumu un lietošanu sīkāk apskatīsim nodaļā par audzes augšanas gaitu (II, 3.B.).

Acumēra taksācijas vajadzībām lieto arī dažas tuvinātas metodes, kas atvasinātas no audzes taksācijas elementu sakarībām. Populārākās ir Gerdinga-Borggreves un prof. Tretjakova metodes.

Ar Gerdinga-Borggreves metodi normalas audzes krāju noteic, reizinot vidējo augstumu ar kādu pastāvīgu skaitli; priedei — 16 un eglei — balteglei — 18. Reducējot to uz faktisko biežību, atrod konkrētās audzes krāju.

Minētā metode pamatojas uz tā, ka normalās audzēs pēc augšanas gaitas tabulām šķerslaukuma un veidskaitļa reizinājums GF mainās nelielās robežās, priedei no 14—18 un eglei no 16—22. Tā kā audzes krāju var izteikt $V = GFH$, tad, pieņemot GF kā zināmā mērā pastāvīgu lielumu, reizinot to ar vidējo augstumu un reducējot uz biežību, atrod audzes krāju:

$$V = A \cdot H \cdot b.$$

A — no koku sugas atkarīgs pastāvīgs lielums (GF),

H — audzes vidējais augstums,

b — biežības faktors.

Gerdinga-Borggreves metode ir gan ļoti vienkārša, bet arī visai nedroša, jo GF svārstās daudz lielākās robežās. Vidējās bonitatēs tā dod apmierinošus rezultātus, kamēr augstākās bonitatēs pazeminātus, bet zemākās — pārspīlētus rezultātus.

Gerdinga-Borggreves paņēmieni papildinājis prof. Tretjakovs šādi:

$$V = A (H+a) b.$$

A un a ir katrai sugai pastāvīgi koeficienti, ko atrod empiriskā ceļā, H — audzes vidējais augstums un b — biežības faktors.

Dažādu sugu audzēm Tretjakovs ieteicis šādas formulas:

$$\text{Priedei } V = 22 (H - 5) \cdot b$$

$$\text{Eglei } V = 33 (H - 6) \cdot b$$

$$\text{Bērzam } V = 18 (H - 6) \cdot b$$

$$\text{Apsei } V = 25 (H - 8) \cdot b$$

Piemērs: 0,5 ha liela, 80 g. veca priežu audze

$$H = 23 \text{ m}; b = 0,7$$

$$V = 22 (23 - 5) \cdot 0,7 = 277,2 \text{ m}^3 \text{ (uz 1 ha)}$$

$$\text{Uz 0,5 ha } \frac{277,2}{2} = 138,6 \text{ m}^3.$$

Ar precizākām metodēm noteikta krāja 133 m³, tā ka kļūda + 3,8%.

Daudz grūtāk ar acumēru noteikt audžu sortimentu iznākumu. Daudz maz aptuveni var noteikt vispārējo lietkoku iznākumu, nešķirojot to sortimentos. Novērtējot sortimentu iznākumu, jāievēro audzes labums, sanitārais stāvoklis un stumbru lietkoku daļas garums. Ar masas un raukuma tabulām var izkalkulēt attieksmes starp stumbru relatīvo lietkoksnes daļas garumu un to relatīvo tilpumu:

Lietkoksnes daļas garums procentos no stumbra garuma	10	20	30	40	50	60	70
Nogriežņa tilpums procentos no stumbra tilpuma	22	40	56	70	80	90	95

Ja piemērā minētai priežu audzei ar H = 23 m stumbru vidējais lietkoksnes daļas garums ir 10 m, t. i., ap 45%, tad lietkoksnes iznākums ir ap 75%.

Vērtīgs papildinājums acumēra sortimentu taksacijai ir t. s. komercialās jeb preču tabulas, kas atkarībā no audzes vidējā caurmēra, augstuma un stāvokļa uzdod audzes relatīvo sortimentu sastāvu. Sevišķi labi šādas tabulas piemērojamas daudzu audžu taksacijai, jo audžu kopumā kļūdas nolīdzinās. Vairākas šādas tabulas sastādījis prof. Tretjakovs ar saviem līdzstrādniekiem.

143. §. Audzes masas noteikšanas metodes izvēle atkarībā no taksācijas uzdevumiem

Apskatītās audzes masas noteikšanas metodes ir gan vienkāršāka, gan komplicētāka rakstura un dod rezultātus ar dažādu precizitāti. Piemērotas audzes masas noteikšanas metodes izvēle vienmēr saistāma ar darba uzdevuma mērķi un raksturu.

Visas audzes masas noteikšanas metodes iedalītas divās lielākās grupās. Viena grupa dibinās uz visas audzes uzņemšanu, otra — uz daļēju uzņemšanu. Pirmās grupas metodes vairāk piemērotas atsevišķu audžu taksacijai. Praktiskuma un ērtību ziņā neviena metode nevar sacensties ar masas tabulu metodi. Mežsaimniecības praktiskajā darbā audžu taksacijai arī visvairāk lieto masas tabulas vienā vai otrā iekārtojumā. Sevišķi ērtas šai ziņā ir augstumšķiru masas tabulas. Kombinētas ar sortimentu tabulām, tās dod pietiekami drošu priekšstatu par audzes sortimentu sastāvu.

Arī vidējā paraugkoka metode atzīstama par vienkāršu un ērti lietojamu un noteiktības ziņā tā pilnīgi var apmierināt praktiskās mežsaimniecības prasības. Praksē šai metodei būtu pievēršama vēl lielāka uzmanība.

Zinātniski pētnieciskām vajadzībām par piemērotākām jāatzīst paraugkoku metodes. Jaunākie pētījumi daudz laba liecina par grafiskajām metodēm, sevišķi par masas liknes metodi. Īpaši izmēģinājumu parauglaukumu uzņemšanai tā ir piemērota, jo tā spēj attēlot lokālās īpatnības labāk par daudzām citām metodēm. Masas likne arī viegli konstruējama un neprasa pārāk daudz paraugkoku. Apmēram to pašu var teikt par masas taisni.

Arī Uricha metode ieteicama parauglaukumu uzņemšanai un zinātniskā rakstura taksacijai, sevišķi, ja nepieciešams zināt arī audzes masas sadalījumu sortimentos. Jāatzīmē tikai, ka lielākās audzēs ar lielāku paraugkoku skaitu paraugkoku sastrādāšana un atsevišķu sortimentu uzmērīšana un tilpuma noteikšana prasa visai daudz laika un darba.

Otras grupas metodes ir tipiskas audžu kopumu taksacijai, tās piemērotas plašam taksācijas darbam, ar kādu jāsastopas mežierīcībā. Šīs metodes ir ar mazāku noteiktību, bet toties praktiskas un ekonomiskas. Acumēra taksācija, ja to kombinē ar augšanas gaitas tabulām un balsta uz parauglaukumiem, pietiekami pārbauda un koriģē, vislabāk atbilst mežierīcības masveida taksācijas uzdevumiem.

Nav jāizmirst, ka visāda veida audžu taksacijā darba sekmes un rezultātu noteiktība lielā mērā atkarīga no skaidras un pamatotas audžu izdališanas un audzes sapratīgas sadalīšanas vienveidīgās sastāvdaļās — meža elementos. Ar labu audzes kvalitatīvo analīzi iespējama arī laba audzes kvantitatīvā analīze.

3. AUDZES PIEAUGUMS UN AUGŠANAS GAITA

A. AUDZES PIEAUGUMA NOTEIKŠANA

144. §. Audzes pieaugums un tā ietekmētāji faktori

Audzis pieauguma noteikšana ir viens no meža taksācijas grūtākajiem uzdevumiem. Bet tas arī svarīgs uzdevums, sevišķi mežierīcībai, jo uz tā pamatojas meža izmantošanas gada normas noteikšana.

Atsevišķiem kokiem pieaugums rodas visā dzīves laikā; dažādos vecuma periodos un dažādu faktoru ietekmē mainās tikai pieauguma intensitāte. Audzē kā saliktā veidojumā jāstopas ar koku dabisko izkrišanu. Ja kādā audzē noteiktā starplaikā, piem., n gados arī nekas netiktu cirsts, tad tomēr šai laikā rastos vairāki nokaltuši koki, kas sanitāro apstākļu dēļ no audzes jāizvāc. Tai pašā laikā rodas arī visu pārējo dzīvo koku pieaugums. Tātad audzē noris divas pretējas parādības — pieaugums un koku dabiskā izkrišana, jo tur atmirst novājinātie un kaitēkļu bojātie koki. No šo divu parādību savstarpējās attiecības arī atkarīgi audzes pieauguma apmēri kādā noteiktā vecuma periodā. Tādēļ, noteicot jebkura audzes elementa (vidējā caurmēra, vidējā augstuma, šķērslaukuma, masas) pieaugumu, jāiziet no koku skaita attiecīgā momentā un no izkritušo koku daudzuma aprēķināmā periodā.

Audzis pieaugumu ietekmē dažādi ārēji faktori. Pirmajā vietā jāmin koku suga, vecums, bonitāte, biežība un dažādi mežsaimnieciski paņēmieni. No augšanas gaitas tabulām redzams, ka vienā un tai pašā bonitatē un vecumā dažādu koku sugu audzēm ir dažāds tekošais pieaugums (45. tabula).

No mūsu koku sugām ļoti liels pieaugums ir baltalksnim, ap 10 m³ uz 1 ha. Ar sevišķi lielu pieaugumu izceļas Kanādas apse un citas ātraudzīgas apšu sugas. Šīm sugām nākotnē neapšaubāmi būs liela nozīme koksnes deficīta izlīdzināšanā.

Šās tabulas dati rāda, ka pieaugums mainās arī līdz ar vecumu.

45. tabula

Vecuma periodi	II bonitātes audžu tekošais masas pieaugums m ³			
	K o k u s u g a s			
	Priede	Egle	Bērzs	Apse
30—40	5,3	6,5	5,6	6,6
40—50	4,9	6,8	5,3	6,6
50—60	4,3	6,9	4,5	5,4
60—70	3,7	6,1	4,4	5,4
70—80	3,2	5,2	3,5	4,3
80—90	2,6	4,2	2,6	3,2
90—100	2,1	3,0	1,6	2,0

Kā atsevišķam kokam, tā arī audzei pieaugums pazeminās līdz ar bonitāti. 46. tabulā parādīts galveno koku sugu audžu masas pieaugums dažādās bonitātēs 80—90 g. vecuma periodā.

46. tabula

Koku suga	Audzes tekošais masas pieaugums m ³				
	I	II	III	IV	V
Priede	3,0	2,6	2,2	1,6	1,1
Egle	5,1	4,2	3,5	2,8	1,7
Bērzs	3,4	2,6	1,7	1,2	0,6
Apse	4,2	3,2	2,0	1,2	0,6

Minētā piemērā tekošais pieaugums aprēķināts normalām audzēm ar normalu biežību 1,0. Biezības pamazināšana vai palielināšana var būt par iemeslu pieauguma samazināšanai. Pārāk biežās audzēs koku vainagi vāji attīstīti, saņem mazāk gaismas un tādēļ pieaugums nevar labvēlīgi attīstīties. Biezība 0,8—0,9 uzskatāma par optimālu. Audzes pārāk izretinot, no tām izņem dzīvus kokus — pieauguma producētājus.

Daudzi mežsaimnieciski paņēmieni ļoti labvēlīgi ietekmē pieauguma uzlabošanu. Sevišķi jāatzīmē nosusināšana, kas ļoti ievērojami var pacelt audzes pieaugumu, pat par 2—3 bonitātēm. Labvēlīga ietekme ir arī mēslošanai, pameža ieaudzēšanai, dažādām kopšanas cirtēm utt. A. Z v i e d r a pētījumi par regulētām izlases cirtēm Latvijā rāda, ka izlases veida saimniecībās, egļu audzēs ir sastopams ļoti liels pieaugums, ap 7 m³ uz 1 ha.

Tā kā pieauguma celšana ir viens no mežsaimniecības svāri-

gākajiem uzdevumiem, tad kļūst arī skaidrs, kāda nozīme ir audzes masas pieauguma noteikšanai.

145. §. Audzes vidējā pieauguma noteikšana

Audzes vidējā masas pieauguma noteikšanai iepriekš jānoteic audzes krāja. To aprēķina pēc vienas vai otras metodes atkarībā no vēlamās rezultātu noteiktības. Vidējo pieaugumu A vecumā atrod, dalot masu ar vecumu

$$Z_m = \frac{V}{A}.$$

Aprēķinot audzes masas pieaugumu no A vecumā esošās audzes krājas, dabūsim tikai esošo koku pieaugumu. Turpretim visā audzes pastāvēšanas laikā liels koku skaits ir izkritis dabiskās izretināšanās ceļā, kā arī izlasīts starpcirtēs. Ja gribam noteikt audzes vispārējo vidējo pieaugumu, tad pie pašreizējās audzes masas jāpieskaita arī visa līdz A vecumam izcirsto koku masa. Tā tomēr noteikti nav zināma, vai arī nav pa nogabaliem reģistrēta, tādēļ praktiski apmierinās ar audzes vidējā pieauguma noteikšanu, izejot no pašreizējās audzes masas.

Saliktās audzēs vidējo pieaugumu aprēķina atsevišķi katram stāvam.

Vidējam pieaugumam liela praktiska nozīme, jo II grupas mežiem gada izmantošanas normai jābūt vidējā pieauguma robežās.

146. §. Audzes tekošā pieauguma noteikšana

1. Par drošāko paņēmieni audzes tekošā pieauguma noteikšanā uzskatāma audzes atkārtota uzņemšana. Parastajām saimnieciskajām vajadzībām audzes nemēdz periodiski uzņemt un tādēļ nav arī noteiktāku datu par audzes pagātni un notikšajām pārmaiņām. Tādēļ šādām audzēm par tekošo pieaugumu var spriest tikai aptuveni.

Audzes pieauguma un attīstības gaitai vislabāk var izsekot pastāvīgajos parauglaukumos (140. §), kur visi koki ir numurēti un tiek periodiski izmērīti. Šādos parauglaukumos audzes apsaimnieko zināmā režīmā. Kā dabiski atmirušos, tā kopšanas cirtēs izlasītos kokus izmēri, aprēķina tilpumu un visus datus rūpīgi reģistrē, ierakstot ipašā parauglaukumu grāmatā. Paraugaudžu uzņemšanu atkārtoti ik pa 3—5—10 gadiem, un tā var izsekot katra atsevišķa koka un visas audzes attīstības un augšanas gaitai.

Jo ilgāk turpina novērojumus pastāvīgos parauglaukumos, jo pilnīgāk iespējams izpētīt audžu attīstības gaitu un jo drošāk noteikt audžu pieaugumu. Padomju Savienībā un arī ārzemēs tādi novērojumi uzsākti jau pirms daudziem gadu desmitiem un vecie parauglaukumi tādēļ uzskatāmi par ļoti vērtīgiem un saudzējamiem objektiem. Pie visvecākajiem parauglaukumiem pasaulē pieskaitāmi pastāvīgie parauglaukumi Timirjazeva vārdā nosauktās lauksaimniecības akadēmijas izmēģinājumu mežniecībā, kur sistematiski novērojumi turpinās jau 80 gadu. Latvijas PSR mežos šādi novērojumi turpinās tikai otru gadu desmitu.

Parauglaukumus ierīko atsevišķi katrai koku sugai, dažādas bonitates, tipa un vecuma audzēs un apsaimnieko pēc noteikta plāna, lietojot noteiktas sistēmas un pakāpes kopšanas cirtes.

Visas darbības, ko izdara pastāvīgos parauglaukumos audzes augšanas un attīstības gaitas noskaidrošanai, mēdz saukt par **a u d z e s a n a l i z i**.

Audzē atkārtoti uzņemot, mēs novērojam koku skaita pakāpenisku samazināšanos un palikušo koku pāriešanu resnākās caurmēru pakāpēs. Līdz ar to mainās visi pārējie audzes taksācijas elementi.

Kokiem kļūstot resnākiem, tie pieņemas arī augstumā. Tādēļ ar koku pieaugumu pieaug arī audzes vidējais caurmērs un vidējais augstums. Bet tie pieaug arī vēl otra, netieša iemesla dēļ: izcērtot kopšanas cirtēs relatīvi tievākos un zemākos kokus. Līdz ar to vidējais caurmērs un vidējais augstums it kā mehāniski pārvietojas augstākās pakāpēs. Šā iemesla dēļ nemēdz aprēķināt audzes vidējā caurmēra un vidējā augstuma tekošā pieauguma procentu, bet gan tikai absolūto pieaugumu.

Audzē vidējais caurmērs un vidējais augstums nav tieši mērijami, bet gan atvasināti lielumi, ko var aprēķināt no audzes katrreizējās uzņemšanas datiem. Diference starp divos dažādos vecuma momentos aprēķinātiem vidējiem caurmēriem vai vidējiem augstumiem izteiks to pieaugumu n -gadīgā periodā. Dabot to ar perioda gadu skaitu, dabū tekošo pieaugumu:

$$Z_D = \frac{D_A - D_{A-n}}{n} \quad \text{un} \quad Z_H = \frac{H_A - H_{A-n}}{n},$$

Z_D — audzes vidējā caurmēra pieaugums,

Z_H — audzes vidējā augstuma pieaugums,

D_A un H_A — audzes vidējais caurmērs un augstums A vecumā,

D_{A-n} un H_{A-n} — audzes vidējais caurmērs un vidējais augstums pirms n gadiem.

Audzes šķērslaukuma un masas pieaugums atkarīgs no diviem apstākļiem: no koku pieaugšanas resnumā un garumā un no koku skaita samazināšanās. Ja n gadu laikā dabiski atmirušo vai starpcirtēs izcirsto koku šķērslaukumu apzīmē ar $G_{st(n)}$, tad audzes šķērslaukuma tekošo pieaugumu var izteikt šādi:

$$Z_G = \frac{G_A - G_{A-n} + G_{st(n)}}{n},$$

G_A — audzes šķērslaukums A vecumā,

G_{A-n} — audzes šķērslaukums pirms n gadiem $A-n$ vecumā,

n — perioda gadu skaits.

Šķērslaukuma pieauguma procentu var noteikt ar Preslera formulu:

$$P_G = \frac{G_A - G_{A-n} + G_{st(n)}}{G_A + G_{A-n}} \cdot \frac{200}{n}.$$

Līdzīgi var noteikt arī audzes masas tekošo pieaugumu:

$$Z_V = \frac{V_A - V_{A-n} + V_{st(n)}}{n}$$

Z_V — audzes masas pieaugums,

V_A — audzes masa A vecumā,

V_{A-n} — audzes masa pirms n gadiem $A-n$ vecumā,

$V_{st(n)}$ — n gadu laikā starpcirtē izcirsto koku masa.

Audzes masas pieauguma procentu noteic

$$P_V = \frac{V_A - V_{A-n} + V_{st(n)}}{V_A + V_{A-n}} \cdot \frac{200}{n}.$$

Periodus, par kādiem aprēķina audzes tekošo pieaugumu, mēdz pieņemt ātri augošām sugām 5 gadus, bet lēni augošām — 10 gadus. Ievērojot, ka pieauguma noteikšana ir saistīta ar vairākkārtīgu audzes un starpcirtes masas aprēķināšanu, sakrājas dažādas kļūdas, no kurām grūti izvairīties. Tādēļ audzes pieauguma noteikšanā arvien jārēķina ar $\pm 10\%$ lielu kļūdu.

2. Audzes masas pieauguma noteikšanai var lietot arī masas tabulas un masas likni (Feketes metode). Audzes masu perioda beigās noteic, kā parasti, ar masas tabulām. Tāpat ar masas tabulām masu nosaka n -gadīga perioda sākumā. Audzes caurmērus šai vecumā atrod ar pieauguma svārpsta palīdzību, atņemot no caurmēra perioda beigās n -gadīgu pieaugumu. Urbumus izdara kokiem dažādās caurmēru pakāpēs, un ar caurmēra pieaugumu

aprēķinātus caurmērus A-n vecumā izlīdzina grafiski. Koku augstuma noteikšanai izlieto perioda beigās konstruēto augstuma likni. Diference starp masu perioda beigās un sākumā izteiks audzes masas pieaugumu.

Šis paņēmieni dod apmierinošus rezultātus tikai noteiktos apstākļos. Ar pieauguma svārpstu noteiktais caurmēra pieaugums nav pietiekami drošs, lai pēc tā spriestu par visas resnuma pakāpes pieaugumu un caurmēru perioda sākumā. Kas attiecas uz caurmēru un augstumu sakarībām, tad nelielā periodā var lietot vienu kopēju augstuma likni. Turklāt šāds paņēmieni lietojams starplaikā starp divām starpcirtēm.

Šai metodē var lietot arī paraugkokus, pēc kuriem konstruē masas likni, ar kuru nosaka masu perioda beigās, pieņemot, ka šī pati masas likne lietojama audzes masas noteikšanai perioda sākumā. Audzes caurmērus noteic ar pieauguma svārpstu tāpat kā iepriekšējā gadījumā. Arī šādā veidā audzes pieaugumu var noteikt visai apmierinoši, ja vien periods nav pārāk garš.

3. Izpētījot galveno koku sugu audžu 2327 parauglaukumus, prof. Naumenko konstatējis, ka audzes tekošais pieaugums atkarīgs no sugas, augtēnes apstākļiem, vecuma, biežības un cilvēku saimnieciskās darbības. Atkarībā no minētiem faktoriem var iegūt pietiekami drošus vidējos skaitļus par audzes tekošā pieauguma apmēriem. Izrādījies, ka dažādām sugām, vecumam, biežībai un bonitātei noteiktie audžu pieauguma procenti nav atkarīgi no augšanas apgabala un visumā ir ļoti līdzīgi. Tādēļ kļuvis iespējams noteikt audžu tekošā pieauguma procentu tikai atkarībā no koku sugas, vecuma, biežības un bonitātes. Pēc šiem procentiem un audžu krājas (bez mizas) aprēķinātas audžu tekošā pieauguma absolūtās vērtības.

Prof. Naumenko sastādījis tekošā pieauguma procentu tabulas priežu, egļu, ozolu, bērzu, apšu un melnalkšņu audzēm dažādam vecumam un dažādai audžu biežībai. Lietojot šīs tabulas, kļūdas atsevišķas audzes tekošā pieauguma noteikšanai var svārstīties līdz + 25 %, turpretim vairākām audzēm kļūda samazinās pretēji proporcionāli kvadratsaknei no audžu skaita.

Salīdzinot ar augšanas gaitas tabulām, Naumenko pieauguma tabulas dod mazliet augstākus rezultātus, ko var izskaidrot ar to, ka augšanas gaitas tabulās nav pietiekami uztverts izkritošo koku daudzums dažādās resnuma klasēs.

4. Viens no visizplatītākajiem paņēmieniem ir audzes tekošā pieauguma noteikšana ar augšanas gaitas tabulām. Noteicot konkrētas audzes bonitāti, vecumu un biežību, tekošo pieaugumu

atrod augšanas gaitas tabulās no starpības starp krāju attiecīgā perioda beigās un sākumā. Augšanas gaitas tabulu lietošana sīkāk apskatīta 156. §.

147. §. Tuvinātas metodes audzes tekošā pieauguma procenta noteikšanai

Audzēs tikai reti tiek atkārtoti uzņemtas, izņemot pastāvīgos parauglaukumus. Tādēļ audzes masas tekošo pieaugumu visbiežāk nākas aprēķināt tuvinātā ceļā — kā pieauguma procentu.

Ja būtu iespējams noteikt katra audzes koka pieaugumu, tad audzes pieaugums būtu vienlīdzīgs ar atsevišķu koku pieaugumu summu. Tas tomēr tīri tehnisku iemeslu dēļ nav iespējams. Tādēļ rodas jautājums, vai audzes pieaugumu, tāpat kā masu, nevar noteikt ar paraugkokiem, sevišķi īsākā periodā, kad nav jāaprēķinās ar koku skaita samazināšanos. Audzes vidējam kokam ir gan vidēja masa, bet nav vidējais pieaugums. Mēs jau redzējām, ka zināmā periodā vidējā koka dimensijas palielinās ne tikai no pieauguma, bet arī tīri* mehāniski pārvietojoties augstākās pakāpēs, zemākos un tievākos kokus izcērtot. Atsevišķa koka tekošā masas pieauguma līkne atšķiras no audzes masas pieauguma līknes. Tādēļ, stingri ņemot, audzē nav tāda koka, kura pieauguma procents būtu līdzīgs audzes pieauguma procentam.

Praktiski tomēr var pieņemt, ka īsākā periodā zināmu koku pieauguma gaita ir visai līdzīga. Tādēļ šaurāka apjoma resnuma klasēs vairāku koku vidējo pieauguma procentu var attiecināt uz visu klasi. Tātad pieauguma paraugkokus audzē nav ko meklēt. Lai iegūtu pietiekami drošus skaitļus par audzes tekošā pieauguma apmēriem, jāizvēlas iespējami daudz koku no visām resnuma klasēm un jānosaka to pieaugums. Vislabāk šo uzdevumu saistīt ar audzes masas noteikšanu. Prof. K o n d r a t j e v a pētījumi rāda, ka vienveidīgās audzēs stuburu masas pieauguma procenta variācijas koeficients V svārstās ap 30. Tā kā noteiktības rādītājs $P = \frac{V}{\sqrt{n}}$, tad var aprēķināt, cik kokiem nepieciešams noteikt pieauguma procentu, lai ar zināmu noteiktību to varētu attiecināt uz visu audzi. Tā, piemēram, lai audzes masas pieauguma procentu aprēķinātu ar noteiktību ne zemāku par $\pm 10\%$, jānoteic 10 dažādiem audzes kokiem pieauguma procents, jo

$$P = \frac{30}{\sqrt{10}} \approx 10\%.$$

Drošāk tomēr noteikt audzes masas pieauguma procentu pēc vairākiem kociem, vislabāk katrā caurmēru pakāpē vai resnuma klasē.

Apzīmējot ar $Z_1, Z_2, Z_3 \dots$ pieaugumu, ar $p_1, p_2, p_3 \dots$ vidējo pieauguma procentu katrā resnuma klasē vai caurmēru pakāpē, ar $V_1, V_2, V_3 \dots$ to masu, pēc vispārējas procentu formulas

$$P = \frac{100 Z}{V}$$

$$Z_1 = \frac{p_1 V_1}{100}; \quad Z_2 = \frac{p_2 V_2}{100}; \quad Z_3 = \frac{p_3 V_3}{100} \dots$$

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots = \frac{p_1 V_1}{100} + \frac{p_2 V_2}{100} + \frac{p_3 V_3}{100} + \dots$$

un audzes tekošais pieauguma procents

$$P = \frac{100 Z}{V_1 + V_2 + V_3 + \dots} = \frac{100 Z}{V}$$

Audzes masas pieauguma procenta noteikšanu var savienot ar audzes masas noteikšanu pēc klašu paraugkoku metodēm. Nocirstajiem paraugkociem nosaka pieaugumu $Z_1, Z_2, Z_3 \dots$ un audzes masas pieaugumu kā pēc Uricha metodes (134. §, 4.).

$$Z_v = \frac{G}{G'} (Z_1 + Z_2 + Z_3 + \dots)$$

Ja no caurmēru pakāpēm $d_1, d_2, d_3 \dots$ ņemts pa vienam paraugkokam un ja koku skaits pakāpēs $n_1, n_2, n_3 \dots$, tad audzes absolūtais masas pieaugums

$$Z_v = Z_1 n_1 + Z_2 n_2 + Z_3 n_3 + \dots$$

Audzes masas pieauguma noteikšanai var izmantot arī masas liknes un taisnes metodes. Ja masas liknes konstruēšanai nocirstajiem paraugkociem noteic pieaugumu un pieauguma vērtības uzliek koordinātu tīklā kā ordinātes pret caurmēriem uz abscisām un punktus ar likni izlīdzina, tad no liknes var nolasīt masas pieaugumu katrā caurmēru pakāpei. Reizinot to ar pakāpes koku skaitu un sasumējot pa visām pakāpēm, atrod audzes masas pieaugumu.

Noteicot audzes masas pieaugumu ar paraugkoku metodēm, rodas iespēja noskaidrot arī caurmēra un augstuma pieauguma gaitu.

Tuvināti audzes masas pieauguma procentu var aprēķināt arī kā aritmetisko vidējo no vairāku koku pieauguma procentiem

$$P_V = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots}{n}$$

$P_1, P_2, P_3 \dots$ atsevišķu koku pieauguma procenti,
 n — izpētīto koku skaits.

Pieauguma procentu kokiem var noteikt ar Preslera, Šneidera vai citiem paņēmieniem, lietojot pieauguma svārpstu. Šī metode ir ļoti vienkārša, un tuvinātai audzei masas pieauguma procenta noteikšanai pietiek jau ar apmēram 10 kokiem.

Audzes masas pieauguma procentu pēc atsevišķu koku pieauguma var noteikt ar Borggreves formulu. Īsam periodam šķērslaukuma pieaugumu var izteikt

$$Z_g = \frac{pg}{100}.$$

Aizstājot g ar $\frac{\pi d^2}{4}$ un p ar Šneidera formulu

$$Z_G = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{400}{nd}$$

Visu audzes koku šķērslaukumu var izteikt

$$G = \frac{\pi}{4} d_1^2 + \frac{\pi}{4} d_2^2 + \frac{\pi}{4} d_3^2 + \dots,$$

un šķērslaukuma pieaugumu

$$Z_G = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot \frac{400}{n_1 d_1} + \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot \frac{400}{n_2 d_2} + \frac{\pi d_3^2}{4} \cdot \frac{400}{n_3 d_3} + \dots$$

Audzes šķērslaukuma pieauguma procentu var atrast no atlieksmes

$$P_G : 100 = Z_G : G,$$

$$P_G = 100 \cdot \frac{Z_G}{G}.$$

Aizstājot Z_G un G ar attiecīgajām izteiksmēm,

$$P_G = 100 \cdot \frac{\sum \frac{4d}{n}}{\sum d^2} = 400 \cdot \frac{\sum \frac{d}{n}}{\sum d^2}.$$

d — caurmērs krūšaugstumā,
 n — gadskārtu skaits radija 1 cm.

Borggreves formula ir audzei piemērota Šneidera formula un izteic tikai audzes šķērslaukuma pieauguma procentu. Ja audzes kokiem ir ne tikai resnuma, bet arī augstuma pieaugums un formas pārmaiņas, tad konstanti 100 jāpalielina. Cērtamā vecuma audzēm tā var svārstīties 100—150. Lai gan audzei konstante svārstās šaurākās robežās, to tomēr diezgan grūti pareizi novērtēt. To var nostādīt zināmā sakarībā ar Preslera un Šneidera konstantēm.

Borggreves	Preslera	Šneidera
	k o n s t a n t e s	
100	2,0	400
125	2,5	500
150	3,0	600

Borggreves formulas lietošana parādīta piemērā (47. tabulā):

47. tabula

Stumbru krūšaugstuma caurmērs cm (bez mizas)	Gadskārtu skaits radija 1 cm n	d^2	$\frac{4d}{n}$
20	8	400	10,0
24	12	576	8,0
25	7	625	14,3
26	10	676	10,4
29	18	841	6,5
30	20	900	6,0
31	9	961	13,8
33	16	1089	8,3
35	13	1225	10,8
38	11	1444	13,8
		$\sum d^2 = 8737$	$\sum \frac{4d}{n} = 101,9$

$$P_v = 125 \cdot \frac{101,9}{8737} = 1,46\%.$$

Prof. Ostvalds eksperimentālā ceļā noskaidrojis, ka pietiek ar 15 dažādu caurmēru koku urbumiem, lai pietiekami droši noteiktu audzes masas pieauguma procentu. Šiem kokiem vienmērīgi jāsadalās pa caurmēru pakāpēm. Pareizāk būtu, ja tos ņemtu apmēram proporcionāli koku skaitam caurmēru pakāpēs.

Kā praktiskām, tā zinātniskām vajadzībām drošus rezultātus dod prof. Kondratjeva metode, ko publicējuši viņa līdzstrādnieki. Kondratjevs ieteic audzes absolūto pieaugumu noteikt ar pieauguma procenta palīdzību. Vispirms apmēram 30 audzes kokiem noteic šķērslaukuma pieauguma procentu un aprēķina aritmetisko vidējo — P_g . Kokus izvēlas no dažādām caurmēru pakāpēm, apmēram proporcionāli koku skaitam pakāpēs. Pēc tam centralajās pakāpēs nocērt 6—8 paraugkokus un aprēķina tiem pēdējo 5—10 gadu masas pieaugumu un arī šķērslaukuma pieauguma procentu. Pēc paraugkoku absolūtā masas pieauguma atrod masas pieauguma procentu P_v . Nocīstos paraugkokus sadala 2 vienādās grupās — ar mazākajiem p_g un lielākajiem p_g . Katrā grupā noteic vidējos P_g un P_v . Atrastos pieauguma procentus P_g uzliek uz abscisas, bet P_v uz ordinātes un savieno ar taisni. Pēc tam uz abscisas atliek no 30 kokiem noteikto vidējo P_g un, paceļot perpendikulu līdz krustošanās punktam ar taisni, nolasa meklējamo audzes masas pieauguma procentu P_v .

Audzes masas pieauguma procentu noteikšanai var lietot arī sumaro paņēmieni, tāpat kā stumbra masas pieauguma procenta aprēķināšanai

$$p_v = p_g + p_h \pm p_f + \Delta \quad (104. \text{ § } 2.)$$

- p_v — masas pieauguma procents,
 p_h — augstuma pieauguma procents,
 p_f — veidskaitļa izmaiņas procents,
 Δ — visu, parasti atmetamo locekļu summa.

$$p_v - p_g = p_h \pm p_f + \Delta = Z$$

$$p_v = p_g + Z$$

Attiecinot to uz Borggreves formulu, var rakstīt

$$P_v = \frac{400 \sum \frac{d}{n}}{\sum d^2} + Z.$$

Papildu faktoru Z var noteikt pēc koku augšanas gaitas datiem, jo

$$Z = P_v - P_g.$$

Audzēm Z mainās atkarībā no vecuma un bonitates. Ja Z vērtības iepriekš aprēķina un sakopo tabulā, tad samērā viegli ir noteikt audzes masas pieauguma procentu

$$P_V = P_G + Z.$$

Bet ja arī Z vērtības nebūtu zināmas, tad vienmēr vēl iespējams izmantot formulu

$$P_V = P_G + P_H + P_F.$$

P_G var noteikt pēc paraugkokiem vai ar urbumiem, P_H var tuvināti atrast ar augstummēru no diferences starp H_n un H_{n-n} , bet P_F isākā periodā var ignorēt. Vecākām audzēm arī P_H var neievērot, jo, salīdzinot ar P_G , tas ir nieciņš.

148. §. Audzes pieauguma noteikšanas metožu novērtējums un metodes izvēle sakarā ar taksācijas uzdevumu

Ja pašreizējo audzes masu iespējams noteikt ar visai lielu precizitāti, tad pirms n gadiem to var vērtēt tikai tuvināti. Tādēļ arī audzes masas pieaugumu praktiski var noteikt tikai ar lielāku vai mazāku tuvinātību. Praktiski arī grūti spriest par dažādu metožu lietderību, jo trūkst salīdzināšanas iespējas. Lai noteiktu isto audzes masas pieaugumu, nepieciešami ilgstoši novērojumi. Tādu nav katrā vajadzīgā vietā, katrā konkrētā gadījumā, bet gan tikai pastāvīgajos pētniecības parauglaukumos.

Iespējami noteiktus rezultatus audzes masas pieauguma noteikšanā dod tikai atkārtota audzes uzņemšana un starplaikā izkritušo koku uzskaitē. Tādēļ, lai noskaidrotu dažādu mežsaimniecisku paņēmieni ietekmi pieaugumā, ierīko pastāvīgus parauglaukumus. To atkārtota uzņemšana un visu datu rūpīga reģistrācija garantē drošus rezultātus. Šāda metode ir dārga un prasa ilgu laiku, tādēļ to lieto tikai nopietnos un svarīgos zinātniskos pētījumos.

Mežsaimniecības praktiskām vajadzībām lieto vienkāršākas metodes un pieaugumu nosaka vai nu tieši audzē, vai īslaicīgos parauglaukumos ar paraugkoku palīdzību.

Izdarītie salīdzinājumi par dažādu metožu rezultātiem rāda, ka no tuvinātām metodēm ar piemērotas konstantes izvēli vislabākos rezultātus dod Borggreves formula. Tā arī vienkārša un praktiska, jo atkrīt iepriekšēja paraugkoku uzmeklēšana.

Nedrošākus rezultātus dod dažādas paraugkoku metodes. Jāatzīmē, ka atsevišķu koku pieauguma procentu svārstības ir ļoti lielas, tādēļ, ja paraugkoku ir maz un ja tie neizdevīgi izvēlēti,

kļūda var būt visai ievērojama. Tas pats sakāms arī par provizoriskām vajadzībām bieži lietojamo paņēmieni — audzes pieauguma procenta noteikšanu kā aritmetisko vidējo no dažāda resnuma stumbru pieauguma procentiem.

Labākus rezultātus jau dod dažādas tabulu metodes. Ja pareizi nosaka audzes bonitati, vecumu un biežību, tad praktiskām vajadzībām pietiekami drošus rezultātus var iegūt no augšanas gaitas tabulām, atrodot pieaugumu kā diferenci starp audzes krājām divos dažādos vecumos (156. §).

Ļoti praktiskas arī prof. Naumenko pieauguma tabulas. Salīdzinot ar augšanas gaitas tabulām, tās dod nedaudz lielākus pieauguma skaitļus. Ļoti vēlami būtu tās salīdzināt un pārbaudīt Latvijas apstākļos, jo ar to būtu iegūts ērts un izdevīgs palīg-līdzeklis audzes masas pieauguma noteikšanai.

B. AUDZES AUGŠANAS UN ATTĪSTĪBAS GAITA

149. §. Audzes augšanas gaita dažādos apstākļos

Audzis augšanas un attīstības gaita ir atkarīga no daudziem apstākļiem, lielāko tiesu no tiem pašiem, no kādiem atkarīgs audzes pieaugums. Galvenie no tiem ir: suga, augtenes apstākļi, vecums, biežība un mežsaimnieciskā rīcība. Katrai audzei, protams, var būt savas attīstības īpatnības. Bet neraugoties uz tām un lielo audžu dažādību, var saskatīt vairākas vispārējas pazīmes, pēc kurām audzes var apvienot vienvēidīgās grupās. Raksturīgākie audžu klasifikācijas un grupēšanas pamati ir: suga, meža tips vai bonitate, audzes veids, sastāvs un biežība.

Lai iepazītos ar audzes augšanas un attīstības gaitu, būtu nepieciešams izsekot audzes attīstībai no jaunības līdz vecumam visdažādākās apstākļu kombinācijās. Katrai sugai dažādos meža tipos, dažādās bonitatēs, vecumos u. c. apstākļos vajadzētu ierīkot ilgstošus parauglaukumus un, tos periodiski uzņemot, konstatēt notikušās pārmaiņas audzes taksācijas elementos. Tas prasītu ļoti lielu parauglaukumu skaitu un vairāku mežkopju paaudžu darbu. Turklāt nebūtu arī drošas garantijas, ka parauglaukumus ilgajā pastāvēšanas laikā neietekmētu dažādas stichiskas dabas parādības. Zināmā mērā šos uzdevumus veic pētniecības pastāvīgie parauglaukumi, bet arī visvecākie pastāvīgie parauglaukumi, kas ierīkoti pagājušā gadsimtā, vēl nav sasnieguši audzes mūžu. Tie tomēr dod ļoti vērtīgas atziņas un arvien no jauna papildina līdzšinējo novērojumu materialu. Mežsaimniecības praktiskajām

vajadzībām jau ikdienas darbā nepieciešami dati par audžu attīstības gaitu, tādēļ tie rodami isākā laikā.

Šo jautājumu var atrisināt citādā ceļā — izsekojot kādā periodā vairākām tādām vienāda sastāva dažāda vecuma audzēm, kam vienādi mainās taksācijas elementi. Novērojumu datus par audžu taksācijas elementu mainīšanos līdz ar vecumu mēdz sakopot tabulās. Tādas tabulas attēlo noteiktas kategorijas audžu attīstības gaitu un tādēļ tās arī sauc par augšanas gaitas tabulām.

Vislabāk izpētītas vienvecuma normalas biežības tīraudzes; tās sīkāk mēdz grupēt pēc meža tipiēm vai bonitatēm.

150. §. Normālo audžu augšanas gaitas tabulas

Augšanas gaitas tabulas satur datus par vienādas kategorijas audžu taksācijas elementu — krājas, tekošā un vidējā pieauguma, šķērslaukuma, tāpat vidējā augstuma, vidējā caurmēra un veidskaitļa pārmaiņām līdz ar vecumu. Dati uzrādīti par noteiktu platības vienību — 1 ha, parasti pa 10 g. vecuma pakāpēm. Tādas tabulas sastādītas atsevišķi katrai sugai, bet sugas robežās atsevišķi katrai bonitatei vai meža tipam. Dati attiecas tikai uz normalām audzēm. Par normalām ir pieņemts saukt tādas audzes, kas dotās sugas un augtēnes apstākļos augšanā netraucētas ir izveidojušās par vispilnīgākām. Lai audžu izvēlē un salīdzinājumā spriestu par to normalitāti, nepieciešams kāds mēra elements. Par tādu pieņem audzes šķērslaukumu. Ja vienas un tās pašas sugas, vecuma un bonitates audzes ar pilnu biežību pēc šķērslaukumiem neatšķiras vairāk par 15%, tad tās mēdz pieņemt par normalām. Šādi mērauklai pieturas, izvēloties normalu audzi, lai sastādītu augšanas gaitas tabulas.

Latviešu mežsaimniecības literatūrā un praksē tabulas ir dažādi nosauktas. Agrāk tās sauca par rasmus tabulām, vēl vienmēr mēdz saukt par pieauguma tabulām un arī augšanas gaitas tabulām. Pēdējais nosaukums vislabāk atbilst tabulu būtībai. Arī krievu valodā lieto apzīmējumu „Таблицы хода роста“ vai „Опытные таблицы хода роста“, kas izteic to pašu. Vācu valodā lieto apzīmējumu „Zuwachs- und Ertragstafeln“, angļu valodā „Yield Tables“.

Augšanas gaitas tabulas attēlo normalo tīraudžu augšanas gaitu dažādos augtēnes apstākļos. Augtēnes apstākļu dažādību izteic tiklab ar meža tipu, kā bonitati. Somijā augšanas gaitas tabulas sastādītas pa meža tipiēm, bonitati izslēdzot, turpretim citās mežsaimniecības zemēs — pa bonitatēm. Dabā nav nekādu

noteiktu robežu starp atsevišķām augtenes apstākļu dažādībām, tās pakāpeniski pāriet viena otrā. Audžu klasifikācijas nolūkā tādas jārada mākslīgi. Visas augtenes apstākļu dažādības un ar tām saistītās audžu augšanas gaitas īpatnības mēdz sagrupēt nedaudzos iedalījumos — bonitātēs. Bonitates, kā zināms (117. §), izdalītas pēc vairākiem principiem — krājas, vidējā pieauguma un vidējā augstuma noteiktā vecumā. Šie paši principi atrodami dažādās augšanas gaitas tabulās. Tā, piem., Vargas de Bedemara 1843.—1845. g. Ļeņingradas apgabalam sastādītajās tabulās bonitates izdalītas pēc pieauguma apmēriem. Vācijas izmēģinājumu iestāžu augšanas gaitas tabulās bonitates izdalītas pēc audžu krājas apmēriem 100. gadā. Arī daudzās citās, sevišķi vecākajās tabulās, sastopam bonitēšanu pēc audžu krājas. Jau atzīmēts, ka bonitēšana pēc audžu krājas ir praktiski neērta. Lietojot augšanas gaitas tabulas audžu krājas noteikšanai, nāktos iepriekš noteikt krāju bonitates dēļ un tad pēc atrastās bonitates savukārt audzes krāju, kas būtu absurdi. Tādēļ jaunākajās tabulās bonitēšanu izdara pēc audzes vecuma un vidējā augstuma.

Kā piemēru apskatīsim Latvijas PSR pagaidu augšanas gaitas tabulas priedei, eglei, bērzam, apsei un melnalksnim (8., 9. un 10. tabula pielikumā).

Augšanas gaitas tabulas priedei un eglei iedalītas 6 bonitātēs. Līdzšinējais iedalījums 5 bonitātēs nevarēja apmierināt praktiskās vajadzības, jo ļoti daudzas priežu un egļu audzes atradās ārpus pirmās bonitates. Tādēļ Sarma un Princis 1947. g. šīs tabulas papildināja ar I-a bonitati. Bonitates izdalītas pēc vidējā augstuma 100 g. vecumā (48. tabula).

48. tabula

Suga	B o n i t ā t e s					
	I-a	I	II	III	IV	V
	V i d ē j a i s a u g s t u m s					
Priede	32	28	24	20	16	13
Egle	32	28	24	20	16	13
Bērzs	—	32	28	23	19	15
Apse	—	32	28	23	19	15
Melnalksnis	—	27	24	20	17	14

Katras bonitates tabula iedalīta 10 g. vecuma intervalos, skuju kokiem no 20—160 g., bet lapu kokiem no 20—100 g. vecumam un uzdod šādu audzes taksācijas elementus: 1) skuju koku galvenai audzei — vidējo augstumu, šķērslaukumu m², vidējo caurmēru

cm, vidējo veidskaitli, koku skaitu uz 1 ha, koksnes krāju (bez zariem) m^3 uz 1 ha un vidējo pieaugumu m^3 uz 1 ha; 2) starp-
audzei — krāju iepriekšējos 10 g. un pa visu laiku līdz noteiktam
vecumam; 3) galvenai un starp-
audzei — krāju m^3 uz 1 ha, vidējo
pieaugumu m^3 uz 1 ha, tekošo pieaugumu m^3 uz 1 ha un procentos
no pašreizējās krājas.

Lapu kokiem: galvenai audzei — vidējo augstumu m, šķērs-
laukumu m^2 uz 1 ha, vidējo caurmēru cm, vidējo veidskaitli un
koksnes krāju (bez zariem) m^3 uz 1 ha.

151. §. Augšanas gaitas tabulu sastādīšanas metodes

Augšanas gaitas tabulas var sastādīt pēc dažādām metodēm.
Kopš pirmo tabulu sastādīšanas 18. gs. otrajā pusē sastādīšanas
paņēmienos ir izveidojušies vairāki pamatvirzieni.

1. Par visvienkāršāko paņēmieni, kas vislabāk atbilstu tabulu
sastādīšanas uzdevumam, būtu jāpieņem audžu atkārtota uzņem-
šana pastāvīgajos parauglaukumos. Kā jau minēts (149. §), tādi
parauglaukumi būtu jāierīko katrai sugai dažādos augtēnes apstākļos,
un, sākot no jaunības līdz lielam vecumam, periodiski ik pa 5 vai
10 gadiem jāuzņem. Šādai periodiskai audžu taksācijas elementu
reģistrācijai tikai tad ir nozīme, ja augtēnes apstākļi visu laiku
paliek konstanti un ja visu laiku pieturas pie viena un tā paša
kopšanas un starpciršu veida. Tādu paņēmieni varētu nosaukt
par vēsturisko, jo ar to domāts izsekot audzes vēsturei. Šāds
paņēmieni neapšaubāmi dotu labus rezultātus, sevišķi, ja katrā
bonitatē būtu vesela virkne parauglaukumu, lai nodrošinātos pret
nejaušām katastrofām un lai iegūtu drošus vidējos datus. Tomēr
mūsu laikmetam tāds paņēmieni nav pieņemams, jo tas prasa
neiedomājami ilgu laiku, kurā pat var mainīties uzskati par kopšanas
cirtēm, par tabulu veidu un vispār par to vajadzību. Zināmos
apstākļos to varētu pielaiest vienīgi ātraudzīgu atvasaudžu augšanas
gaitas tabulu sastādīšanai.

2. Vienādos augtēnes apstākļos augušo audžu attīstības gaitai
var izsekot arī citā ceļā — ar dažādu vienvecuma audžu vienrei-
zēju uzņemšanu. Pēc šā paņēmiena dažādos augtēnes apstākļos
resp. katrā bonitatē jāizvēlas noteiktas sugas, vienvecuma nor-
malas tīraudzes, sākot ar visjaunākām, beidzot ar vecākām. Izmē-
rijot un aprēķinot šo audžu taksācijas elementus, mēs dabūjam
datus par audžu augšanas gaitu dotajos augtēnes apstākļos no jau-
nības līdz lielam vecumam.

Šai paņēmienā pats svarīgākais ir pareizi izvēlēties paraugaudzes, sevišķi, lai tās būtu vienas un tais pašos augtēnes apstākļos un piederētu pie vienas attīstības rindas. Jaunākām paraugaudzēm jāatspoguļo vecāko paraugaudžu pārdzīvotās fazes. Rodas jautājums, kā tad izvēlēties piemērotas paraugaudzes. Ap 19. gs. vidu, kad šī metode izveidojās, vispirms uzmeklēja noteiktai sugai vecu, normalu audzi, kas uz vissīngrāko atbilda noteiktai bonitatei. Vienas bonitates audzes svārstās zināma intervala robežās. Pamataudzei vajadzēja atbilst tieši bonitates vidum. Šādā norādītajā audzē analizēja vairākus t. s. virskokus, t. i. augstākos un arī relatīvi resnākos kokus. Var pieņemt, ka vecas audzes valdītāji koki tādi bijuši arī visā audzes attīstības laikā, un tādēļ to taksācijas elementu attīstības gaita var atspoguļot audzes taksācijas elementu attīstības gaitu. Par raksturīgāko elementu uzskatāms augstums, jo tā attīstības gaita vislabāk izteic augtēnes apstākļu ipatnības un mežsaimnieciskās darbības ietekmi. Tādēļ arī paraugaudžu izvēlei salīdzinājumam izlietoja norādītās audzes virskoku augstuma attīstības gaitu. Ja kādā paraugaudzē virskoku augstuma attīstības gaitai bija tāds pats raksturs kā norādītajā audzē, tad to droši varēja pieskaitīt noteiktās bonitates attīstības rindai. Izmeklējot un uzņemot paraugaudzes katrai bonitatei dažādā vecumā, varēja iegūt datus augšanas gaitas tabulu sastādīšanai. Šo metodi mēdz saukt par rādītāja metodi.

Lai gan piemērotu norādītāju un paraugaudžu izvēle, šķiet, visai grūta, šī metode lietojama ar labām sekmēm. Zināmu atvieglojumu šeit var dot likumsakarības, kādas pastāv starp audzes krāju un pārējiem taksācijas elementiem. Šai sakarībā jāpiemin konstantās attiecības starp audzes virsaugstumu un vidējo augstumu. Ja audzēm ir vienāda attīstības gaita, tad to veidaugstumi mainās proporcionāli augstumiem; uzliekot uz abscisas ass augstumus un uz ordinātes ass veidaugstumus un punktus savienojot, dabū taisnu līniju. Veize atradis, ka augstuma faktors, t. i. GF audzēs, kas vecākas par 30 gadiem, vienas bonitates robežās gandrīz nemaz nemainās. Izejot no formulas $V = GHF$ un lietojot apskatītās likumsakarības, var ērti spriest par materiāla homogenitāti.

Šo paņēmieni izmantojis arī prof. T j u r i n s, sastādot augšanas gaitas tabulas priedei.

3. Oriģināls ir paņmiens ar vairāku dažādu bonitašu un vecuma audžu vienreizēju uzņemšanu. To mēdz saukt gan par statistisko, gan sleju metodi. Pareizāk būtu to nosaukt par statistiski-grafisko metodi.

Ši metode katrai sugai izvēlas lielu skaitu dažāda vecuma un bonitates paraugaudžu, kuras uzņem. Iegūtos materialus sadala bonitatēs. To veic grafiski. Uz abscisas ass atliek vecumus un uz ordinates — audžu krājas. Visi uzliktie punkti izveidos it kā kūli, kura asais gals atradīsies koordinātu sākumā, bet līdz ar vecumu vēdekļveidīgi izplētīsies. Punkti, kas atradīsies kūļa virspusē, piederēs augtenes apstākļu augstākai labuma robežai, bet kas atradīsies gar kūļa apakšējo malu — augtenes apstākļu zemākai labuma robežai. Novelkot gar punktu augšējo un apakšējo robežu liknes, mēs dabūsim ierobežotu sleju, kas izteiks dotās sugas ražības svārstības atkarībā no vecuma un augtenes apstākļiem resp. bonitates. Atkarībā no tā, cik bonitates gribam izdalīt, sleju sadala vienāda platuma šaurākās slejās. Katrā slejā izvelkot viduslīkni, no tās var nolasīt attiecīgas bonitates audzes krāju katrā vecumā, ko ieraksta tabulās. Bonitašu skaitu var izvēlēties tādu, lai divu blakus stāvošu bonitašu krāju diference būtu ap 100 m³.

Pēc grafiskā sadalījuma bonitatēs ir redzams, kādā bonitates slejā katra paraugaudze atrodas. Ja attēlā tās numurētas, tad viegli tās izrakstīt pa bonitatēm.

Apskatītā veidā izvelk katrai bonitatei arī audžu vidējā augstuma attīstības liknes. Uz abscisas ass atliek vecumus un uz ordinates vidējos augstumus, un katrā bonitates slejā vidējos augstumus ar līkni izlīdzina. Nereti var gadīties, ka audzēm, kas pēc krājas ieskaitītas vienā bonitatē, augstumi ietiecas citas bonitates slejā. Tas rāda, ka attiecīgām paraugaudzēm bijusi pārāk liela vai maza biežība, un tādas no materiala jāizslēdz.

Šādas parādības pamudinājušas izdarīt materiala grafisko iedalīšanu bonitatēs ne pēc audžu krājas, bet pēc vidējā augstuma, ieturot starp divu blakus bonitašu vidējiem augstumiem 3—4 m intervalu.

Līdzīgā veidā grafiski izlīdzina arī citus audzes taksācijas elementus. Tos kontrolē ar aprēķinātajiem, elementiem. Tā, piemēram, izmērīto audzes šķērslaukumu var salīdzināt ar aprēķināto, reizinot vidējā koka šķērslaukumu ar koku skaitu; pēc vienas vai otras metodes noteikto krāju var salīdzināt ar aprēķināto pēc $V = GHF$. Ar tādiem paņēmieniem iespējams izlīdzināt nesaistes un iegūt labus vidējos skaitļus.

Ši metode ir vienkārša un ar to samērā īsā laikā var tikt pie rezultātiem, bet tai ir arī savi trūkumi. Vispirms nav nekādas drošības, ka izvēlētās paraugaudzes, kas atrodas vienas bonitates slejā, tiešām pieder pie vienas un tās pašas bioloģiskās rindas. Arī novērojumi rāda, ka dažos gadījumos audzes ar vecumu maina

bonitati, t. i., pāriet no augstākas zemākā bonitatē. Šāda parādība izskaidrojama ar trūkumiem augšanas gaitas tabulās.

Diezgan subjektīva var būt arī malējo norobežotāju likņu novilkšana, ievērojot, ka galējo punktu skaits arvien ir samērā neliels. No malējo likņu novilkšanas atkarīgas arī pārējās liknes un pašas bonitates.

Šos pašus principus, tikai mazliet pārveidotus, lieto amerikāņu mežkopji, sastādot augšanas gaitas tabulas. Audžu klasificēšanai bonitatēs vispirms visu audžu valdītājas audzes vidējos augstumus grafiski izlīdzina. Uz abscisas ass atliek vecumus, uz ordinātes vidējos augstumus. Izlīdzinātāja likne izteic visu paraugaudžu vidējo bonitati. Tā kā ASV bonitati (Site Index) noteic pēc valdītāju un līdzvaldītāju koku vidējā augstuma 50 g. vecumā, tad, zinot bonitašu skalu, var aprēķināt, par cik procentiem pārējās bonitates atradīsies virs vai zem vidējās. Piemēram, ja vidējā bonitate raksturojas ar 76 pēdām 50 g. vecumā, tad 80 pēdu bonitate atradīsies 5,3% ($80 : 76 = 1,053$) virs vidējās, bet 70 pēdu bonitate 7,9% zem vidējās utt.

Izejot no vidējās bonitates, audžu klasificēšanu bonitatēs var izdarīt arī, aprēķinot augstumus pārējām bonitatēm, balstoties uz vidējās bonitates augstuma vidējās kļūdas tai pašā vecumā.

$$H_{Ia} = H_a - \sigma_a \frac{(H_A - J)}{\sigma_A},$$

H_{Ia} — dotās J bonitates vidējais augstums a vecumā;

H_a — vidējās bonitates augstums a vecumā (pēc liknes);

H_A — vidējais augstums A vecumā;

σ_a — vidējās bonitates augstuma vidējā kļūda a vecumā;

σ_A — vidējās bonitates augstuma vidējā kļūda A vecumā;

Ar minēto formulu aprēķina audzes vidējo augstumu katrai bonitatei dažādos vecumos.

Bonitati savukārt var noteikt pēc šāda vienādojuma:

$$J = H_A + \sigma_A \frac{(H - H_a)}{\sigma_a},$$

Tā pēc audzes vidējā augstuma var noteikt tās piederību zināmai bonitatei jebkurā vecumā.

Katras bonitates robežās noskaidro pārējo audžu taksācijas elementu attīstības gaitu. Materialu apstrādāšanā un sakarību noskaidrošanā ļoti plaši lieto grafiskās metodes.

Aprakstītais paņēmiens audžu bonitēšanā novērš tos iepriekšējās metodes trūkumus, kas rodas, novelkot ierobežotājas līknes gar punktu augšējo un apakšējo malu, tomēr arī šeit, tāpat kā visām paraugaudzēm, ko uzņem tikai vienu reizi, nav drošu ziņu par audzes pagātņi un tās piederību pie noteiktas attīstības rindas.

4. Augšanas gaitas tabulas var arī sastādīt, periodiski uzņemot vairākas dažāda vecuma audzes. Šādu metodi sāka lietot 19. gs. beigās. Katrā bonitatē jāizvēlas normalas tīraudzes dažādā vecumā un tanīs jāierīko parauglaukumi 10—15 g. ilgstošai novērošanai. Var arī izmantot esošos pastāvīgos parauglaukumus. Katrs parauglaukums tūlīt pēc ierīkošanas jāuzņem; to atkārtoti pēc 5, 10 un vēlams vēl pēc 15 gadiem. Piemēram, ja noteiktā bonitatē izvēlētas 15, 27, 42, 58, 70, 85 g. vecas paraugaudzes, tad, tās atkārtoti pēc 5, 10 un 15 g. uzņemot, dabūsim nepārtrauktu rindu visiem vecumiem no 15 līdz 100 gadiem. Atliekot uz abscisas ass vecumu un uz ordinates ass paraugaudžu vidējos augstumus ikreizējā uzņemšanas momentā, un savienojot katras paraugaudzes augstuma punktus ar līkni, dabūsim nelielus nogriežņus, kas it kā cits citu turpina un caur kuriem nav grūti izvilkt izlīdzinātāju līkni. Pēc atsevišķu paraugaudžu augstuma attīstības līknes virziena varēs spriest, vai audze pieder pie noteiktās bonitates, vai ne. Tikai retā gadījumā nogriežņi pilnīgi saplūdis ar izlīdzinātāju līkni, bet dažos vecuma momentos atšķirsies no tās uz vienu vai otru pusi. Ja atšķirības ir pārāk lielas, tad tāda paraugaudze jāizslēdz.

Pats grūtākais šai metodē ir izvēlēties paraugaudzes, jo nezina to pagātņi, kopšanas un attīstības veidu, nav drošas garantijas, ka tās tiešām pieder noteiktai bonitatei. Turklāt metode prasa arī samērā ilgu laiku un daudzus parauglaukumus. Neskatoties uz to, tā tomēr ir viena no pilnīgākām, jo vienas un tās pašas audzes tiek ilgāku laiku novērotas un atkārtoti uzņemtas.

5. Somijas mežsaimniecībā augšanas gaitas tabulu sastādīšanai lieto tipoloģisko paņēmienu. Tabulas izstrādātas atsevišķi katram meža tipam, bonitates pilnīgi izslēdzot. Tipu raksturo lielāko tiesu ar zemsegas augiem. Vienāds zemsegas raksturs liecina, ka attiecīgās audzes pieder vienai attīstības rindai. Tomēr tādai tipu raksturošanai nereti jāsaduras ar lielākām grūtībām, jo atkarībā no audzes vecuma un biežības zemsegas augi vienos un tais pašos augtēnes apstākļos var būt dažādi. Tomēr Somijā, kur augsnes vēl nav tik stipri pārveidotas, šāda veida tipoloģiskā klasifikacija ir izrādījusies visai sekmīga.



127. att. Mistrājs (*Fraxinetum-Quercetum fruticosum*)

Ilvesalo augšanas gaitas tabulu sastādīšanai katrai sugai galvenajos meža tipos izvēlēties normalas tīraudzes dažādā vecumā un, tās uzņemot, ieguvus datus augšanas gaitas noskaidrošanai. Materialu apstrādāšanā plaši izlietotas grafiskās metodes.

6. Jaunākā laikā, sastādot augšanas gaitas tabulas, visvairāk lieto kombinētās metodes. Paraugaudzes izvēloties, tās klasificē pēc tiptiem, ņemot vērā zemsegu, pamežu, vietas reljefu, augšnas apstākļus u. c. Lai pārliecinātos, vai izvēlētās audzes tiešām pieder noteiktai attīstības rindai, lieto rādītāja metodi un analizē audzes virskokus. Noteiktai attīstības rindai piederošās normalās vienvecuma tīraudzēs ierīko parauglaukumus un datus iegūst ar vienreizēju uzņemšanu. Protams, atkārtota parauglaukumu uzņemšana pēc zināma starplaika var labi noderēt kontrolei un rezultātus uzlabot. Parauglaukumus ņem dažāda vecuma audzēs. Datu apstrādāšanai plaši lieto grafiskās metodes, izteicot atsevišķu koku augšanas gaitu un audžu taksācijas elementu sakarības.

152. §. Augšanas gaitas tabulas dažādām starpciršu pakāpēm

Jau ievācot materialu augšanas gaitas tabulu sastādīšanai ir svarīgi zināt, kāda veida un apmēra kopšanas cirtes audzē izdarītas. Kopšanas cirtes veids un intensitāte ietekmē visus audzes taksācijas elementus. Tādēļ, augšanas gaitas tabulas sastādot, ir svarīgi iegūt vienveidīgu materialu, t. i., izvēlēties paraugaudzes, kurās lietota viena un tā paša veida un intensitātes starpcirte.

Katras augšanas gaitas tabulas ir sastādītas noteiktai starpcirtes intensitātei. Latvijas PSR pagaidu augšanas gaitas tabulas paredzētas vājai līdz mērenai starpcirtei, kad audzēs izcērt drusku pāri par 30% no kopējā pieauguma. Tas ir tuvu dabiskam izretināšanas procesam vai tikai nedaudz to pārsniedz. Arī daudzām citām, piemēram, Tjurina, tabulām paredzēta tāda paša apmēra starpcirte. Turpretim dažas citas, lielāko tiesu Vācijas augšanas gaitas tabulas, sastādītas intensīvākai starpcirtei, kur paredzēts izcirst ap 50% no kopējā pieauguma. Šāda starpcirtes pakāpe atzīstama par mērenu. Dažām sugām zināmos apstākļos paredzēta vēl intensīvāka starpcirte, tādēļ ir mēģināts sastādīt īpašas augšanas gaitas tabulas dažādiem starpciršu veidiem un dažādām intensitātes pakāpēm.

No vecākām ir jāatzīmē Vimenauera augšanas gaitas tabulas ozola dižmežam ar vāju starpcirti (1900. g.) un ļoti intensīvu starpcirti (1913. g.). Pēdējās tabulās, sākot ar 60 g., audzes

Šķērslaukums vairs nepieaug, jo starpcirtēs izcērt visu pieaugumu. Tas pats autors sastādījis augšanas gaitas tabulas priežu audzēm ar stipru starpcirti.

Augšanas gaitas tabulas dažādiem kopšanas ciršu veidiem un intensitātes pakāpēm izstrādājis Gerharts. Tādas sastādītas priežu, egļu un skābaržu audzēm. Egļu audzēs paredzētas 3 starpcirtes pakāpes: mērena, stipra un ļoti stipra, ko var ilustrēt ar tabulu piemēru. Atkarībā no starpcirtes intensitātes I bon. 100 g. vecas egļu audzes raksturojas ar šādiem datiem:

Starpcirtes intensitāte	Koku skaits uz 1 ha	Šķērslauk. uz 1 ha m ²	Galvenās audzes krāja m ³	Starpaudzes krāja m ³	Kopējā krāja m ³
Mērena	423	57,0	885	508	1396
Stipra	224	48,0	736	780	1516
Reti stipra	125	39,0	588	1051	1639

Šādu tabulu sastādīšanai nepieciešami ilgāki novērojumi pastāvīgos parauglaukumos. Minētās tabulas sakopotas M. M. Orlova „Meža palīggrāmatīnā“.

153. §. Augšanas gaitas tabulas mistrotām un saliktām audzēm

Modernā mežsaimniecībā arvien lielāku vērību sāk pievērst mistrotām un saliktām audzēm, tādēļ pēdējos pāris gadu desmitos ir radušies vairāki mēģinājumi sastādīt augšanas gaitas tabulas mistraudzēm. Šādas tabulas ir daudz grūtāk sastādāmas nekā tīraudzēm, jo dabā atrodas ļoti dažādi mistrojuma veidi un pakāpes. Šeit vēl mazāk drošības ir vienreizēji uzņemtiem datiem, bet nepieciešami ilgstošāki novērojumi pastāvīgos parauglaukumos, kas izvēlēti noteiktā mistrojuma tipā.

Mistrotu audžu augšanas gaitas tabulas vēl mazāk vispārināmas un vēl mazāk attiecināmas uz dažādām audzēm nekā parastās tabulas tīraudzēm. Ja arī mistrotā audze sastāv tikai no 2 sugām, tad bez dažādas biežības var būt arī atsevišķu sugu dažāda līdzdalība un dažāds mistrojuma veids (savrupmistrojums, grupu mistrojums, pudurmistrojums utt.). Atsevišķu sugu attieksmes dažādas konkurences un kopšanas ciršu dēļ ar vecumu var arī mainīties.

Šilīngas tabulas mistrotām priežu un egļu audzēm sastādītas I bonitātei 3 dažādiem mistrojuma tipiēm. Tās attēlo attiecīgā mistrojuma audžu augšanas gaitu tikai noteiktā saimnieciskā režīmā.

Plašākas tabulas sastādījuši Enanders un Grantingers (1927) III, IV un V bonitates priežu-egļu-bērzu mistrotām audzēm Zviedrijā. 1936. g. Enanders šīs tabulas papildinājis ar jauniem datiem, kas atšķiras no iepriekšējiem. Šilinga, Enandera un Grantingera tabulas atrodamas Orlova meža palīggrāmatīnā.

No jaunākajām mistroto audžu augšanas gaitas tabulām ir jāatzīmē šādas: vienvecuma mistrotām priežu-skābaržu audzēm, vienvecuma mistrotām ozolu-skābaržu un priežu-egļu audzēm.

Pirmās tabulas sastādītas priežu-skābaržu audžu I bonitatei ar mistrojumu — 7P 3Sk. Tās paredz ļoti stipru starpcirti, lai veicinātu labāku priežu stumbru un apmātko skābaržu otra stāva attīstību. Mistrotās audzes tekošais pieaugums lielā vecumā ir tikpat augsts kā tīraudzēs 70—90 g. vecumā. Tā 189 g. vecā mistrotā audzē tekošais gada pieaugums ir 7—8 m³ uz 1 ha. 120 g. vecumā mistrotām audzēm ap 12% lielāka krāja nekā priežu tīraudzēm. Arī priežu stumbri mistrojumā resnāki. Sākot ar kāršu vecumu, audzes krāja visu laiku lielāka nekā tīraudzēs.

Otras tabulas sastādītas I bonitates vienvecuma mistrotām ozolu-skābaržu audzēm un paredz stipras starpcirtes, jo no 40—130 g. audzes šķērslaukums visu laiku turas vienādā augstumā — 25 m².

Mistrotām priežu-egļu audzēm augšanas gaitas tabulas tāpat sastādītas I bonitatei, paredzot stipras starpcirtes. Priedes augstuma attīstība ir tāda pati kā tīraudzēs, bet eglei ļoti svārstīga. Jaunības gados egles augstums ievērojami zemāks, bet vēlākos gados tas priedi panāk. Egles krāja jaunības gados ir zemāka nekā priedei, bet ap 70 g. priedi panāk. Kopējā krāja, sākot ar 50 g., atrodas vidū starp priežu I bonitates un egļu II bonitates audžu krājām. Priedes tekošais masas pieaugums līdz 100 gadiem ir ļoti vienmērīgs — ap 4 m³, bet pēc tam strauji krit. Egles pieaugums, lai gan krāja zemāka, visu laiku ir lielāks nekā priedei.

Latvijā priežu-egļu mistrotās audzes pētījis Kēlers un konstatējis, ka tās dod lielāku krāju nekā priežu tīraudzes, sevišķi, ja mistrojums ir 7,5 P 2,5 E. Šādā mistrojumā priedes masa tikai 6—12% mazāka nekā tīraudzēs, bet audzes kopējo krāju par 25% palielina egles piejaukums.

Ar savu ļoti oriģinālo metodi atšķiras Karpova pētījumi (1947. g.) par mistraudzēm, kas sola interesantus atzinumus.

Līdz šim pētītas lielāko tiesu vienvecuma mistraudzes, bet dažām pētīšanas iestādēm ir sagatavošanā arī tabulas dažāda vecuma mistraudzēm.

154. §. Vietējās un vispārējās augšanas gaitas tabulas

Viss lielais vairums augšanas gaitas tabulu sastādīts uz zināmā apgabalā iegūtā materiala pamata. Tādēļ tās parasti lieto tikai tanī apgabalā. Šā iemesla dēļ tādās augšanas gaitas tabulas sauc par vietējām. Ilgu laiku pastāvēja uzskats, ka audžu augšanas gaita ir atkarīga no ģeografiskā apgabala un tādēļ noteiktam apgabalam sastādītas augšanas gaitas tabulas citur nav lietojamas. Šādu uzskatu rezultātā pagājušā gadsimta beigās un pašreizējā gadsimta sākumā izstrādāja daudzas augšanas gaitas tabulas atsevišķiem šaurākiem apvidiem. Kur nebija oriģinālu tabulu, tur tādās sastādīja kompilācijas ceļā no tuvāko blakus apgabalu tabulām.

Arī Latvijas pagaidu augšanas gaitas tabulas sastādītas kompilācijas ceļā no Švapacha tabulām Ziemeļvācijai un Vargas de Bedemara tabulām PSRS Eiropas daļas ziemeļrietumu apgabalam. Abas tabulas pārrēķinātas uz kopēju bazi un Latvijas apstākļiem visi tabulu dati interpoleti uz $\frac{2}{3}$ no abu tabulu datu starpības, proporcionāli apgabalu ģeografiskam platumam. Minēto pagaidu tabulu dati, nedaudz pārveidoti, pieņemot 6 bonitates, izlietoti mežierīcības instrukcijā (1923. g.) kā pirmās augšanas gaitas un bonitašu tabulas.

Bet jau pēc viena gada tabulas bez pietiekama iemesla pārstrādātas, samazinot bonitašu skaitu no 6 uz 5 un pazeminot audžu vidējos augstumus (1924. g.). Pārstrādātā veidā šīs tabulas atrodas lietošanā līdz šim laikam. Pārbaudot tabulas mežierīcības darbos un ar mežierīcības parauglaukumu datiem, A. Zviedris 1934. g. konstatēja, ka tām ir daži trūkumi. Audzes labākos augtenes apstākļos paliek ārpus I bonitates robežām, bet zemākās — V bonitates audzes Latvijas apstākļos tikpat kā nemaz nav atrodamas. Novēroti arī daži trūkumi egļu audžu augšanas gaitas pareizā attēlošanā.

P. Sarmā 1947. g. pārbaudījis Latvijas pagaidu augšanas gaitas tabulas ar plašu parauglaukumu materialu, tāpat salīdzinājis galveno sugu audžu augšanas gaitu pēc parauglaukumiem un dažām tuvāko apgabalu tabulām. Salīdzinājumu rezultātā konstatēts, ka Latvijas pagaidu augšanas gaitas tabulas vistuvāk atbilst vietējiem apstākļiem, tikai egļu un priežu audzēm tās jāpapildina ar I-a bonitāti. Uz esošo materialu pamata P. Sarmā un R. Princis izstrādājuši papildus tabulas priežu un egļu audžu I-a bonitatei.

Arī citas, uz oriģināliem pētījumiem izstrādātās vietējās augšanas gaitas tabulas vairākkārt pārbaudītas, uzlabotas un papil-

dinātas, sevišķi tur, kur ar gadiem uzkrājies ievērojams pastāvīgo parauglaukumu taksācijas datu materials. Tā, piemēram, Švapacha augšanas gaitas tabulas vienvecuma priežu tīraudzēm vairākkārt salīdzinātas ar pastāvīgo parauglaukumu augšanas gaitu un pēc pēdējās pārbaudes 1926. g. atrastas par pilnīgi apmierinošām.

Salīdzinot vairākas dažādu apgabalu augšanas gaitas tabulas, izrādījās, ka tanis ir diezgan daudz līdzības. Jau Šifels, 1904. g. pamanījis šīs līdzības, sastādīja vispārējās augšanas gaitas tabulas egļu audzēm visam Viduseiropas apgabalam. Prof. Tjurins šādos salīdzinājumos konstatējis, ka audžu vidējā augstuma attīstības gaita Archangelskas apgabalam, Zviedrijai un Somijai ir gandrīz pilnīgi vienāda, kaut gan attiecīgās tabulas sastādījuši dažādi autori cits no cita neatkarīgi. PSRS ziemeļrietumu daļas un Ziemeļvācijas labākās bonitates audzēs visi taksācijas elementi ir mazliet augstāki nekā ziemeļu apgabalos. Bet arī tur var atrast analogus datus, ja meklējam tās citās — zemākās bonitatēs. Tā iespējams nostādīt blakus dažādos apgabalos un augtēnes apstākļos augušas vienas un tās pašas sugas audzes, kurām visām ir apmēram vienāda augšanas un attīstības gaita. Tas 1913. g. deva Tjurinam iespēju izteikt šādu likumsakarību: „Normalās vienvecuma priežu tīraudzes, ar vienādu vidējo augstumu vienā un tai pašā vecumā, ir vienādi attīstījušās un augušas un arī turpmāk tām būs vienāda augšanas gaita, neatkarīgi no tā, vai tās atrodas Vācijā, Pēterpils vai Archangelskas apgabalā.“ To pašu likumsakarību Tjurins vēlāk konstatēja arī egļu audžu augšanas gaitas salīdzinājumos.

1914. gadā prof. Frike, salīdzinādams normalo priežu tīraudžu augšanas gaitu dažādos Eiropas apgabalos, secināja, ka visām audzēm, kam vienāds augstums 100 g. vecumā, tas bijis vienāds iepriekšējos vecuma periodos un būs vienāds arī nākotnē, neatkarīgi no tā, vai šīs audzes atrodas Ziemeļkrievijā, Zviedrijā, Ziemeļvācijā, Alpos vai Reinas līdzenumā. Uz šī secinājuma pamata Frike sastādījis vispārēju bonitēšanas tabulu priežu audzēm, neatkarīgi no augšanas apgabala.

Novērojumi par dažādu sugu audžu attīstību dažādos apgabalos deva ideju vispārēju audžu augšanas gaitas tabulu sastādīšanai, kas būtu derīgas dotajai sugai, neatkarīgi no audzes augšanas vietas. Vispārējās tabulas iespējams sastādīt tikai tad, ja par zināmiem apgabaliem ir jau sastādītas vietējās augšanas gaitas tabulas. Ja kādai sugai vēl daudzos apgabalos vietējo tabulu nav, tad tādas jā sastāda vispirms un tikai tad var domāt par vispārēju tabulu sastādīšanu. Liels traucējums vispārējo tabulu sastādi-

šanā ir bonitēšanas skalu dažādība, kādēļ pirms salīdzināšanas visām vietējām augšanas gaitas tabulām jāatrod kopsaucējs, t. i., tas jāaprēķina vienā un tai pašā bonitašu sistēmā.

Prof. Tjurins, izdarīdams ļoti plašus tabulu salīdzinājumus un konstatēdams savos pētījumos par priežu un egļu audžu attīstības gaitu katras sugas attīstībai noteiktas likumsakarības, 1919. g. sastādīja vispārējās augšanas gaitas tabulas priežu audzēm, kuras publicēja 1925. g. Tai pašā gadā viņš publicēja arī vispārējās augšanas gaitas tabulas bērzu un apšu audzēm, 1926. g. — egļu un 1935. g. — melnalkšņu audzēm. Tabulas sastādītas normalām vienvecuma tiraudzēm, paredzot vāju starpcirti līdz 30% no kopējā pieauguma.

Arī prof. Gerharts sastādījis vispārējās augšanas gaitas tabulas vairākām sugām, balstoties uz Vācijas dažādu apgabalu vietējo tabulu datiem: 1921. g. — priežu, 1922. g. — egļu un ozolu, 1923. g. — balteglu, 1930. g. — skābaržu audzēm. Arī šīs tabulas sastādītas normalām vienvecuma tiraudzēm, paredzot izcirst starpcirtēs līdz 50% no kopējā pieauguma.

Sastādot vispārējās augšanas gaitas tabulas, praktiski izmantotas šādas atrastās likumsakarības:

1) vienas un tās pašas sugas galvenās audzes krāja ir audzes vidējā augstuma funkcija un nav atkarīga ne no vecuma, ne no bonitātes;

2) vienas un tās pašas sugas galvenās audzes veidaugstums HF ir vidējā augstuma funkcija un nav atkarīgs ne no vecuma, ne no bonitātes;

3) noteiktiem vidējiem augstumiem, neatkarīgi no bonitātes, atbilst vienādi galvenās audzes šķērslaukumi.

Pirmo likumsakarību var izteikt ar taisnu līniju un to var ilustrēt ar šādu priežu audžu piemēru:

Vidējais augstums	10	14	18	22	26	30 m
Galv. audzes krāja	174	244	314	384	454	524 m ³
Diferences		70	70	70	70	70 m ³

Vienmērīgais rindas locekļu pieaugums rāda, ka likumsakarība pilnā mērā attaisnojas, tiklab attieksmē uz stumbru, kā uz visu koku koksnes krāju. Lai spriestu par kopējo — galvenās un starp-
audzes krāju, tad galvenās audzes krājai jāpieskaita katrā vecumā starpcirtēs izcirstais masas daudzums. Sastādot kopējās krājas rindu atkarībā no vidējā augstuma, dabū jaunu likumsakarību, ko var izteikt ar parabolas vienādojumu.

Arī otrā likumsakarība, sākot ar noteiktu vidējo augstumu, izteicas ar taisnu līniju:

Vidējais augstums	10	14	18	22	26	30 m
$HF = \frac{V}{G}$	6,5	7,95	9,4	10,9	12,4	13,85
Diferences	1,45	1,45	1,50	1,50	1,45	

Trešo likumsakarību var ilustrēt ar šādu piemēru:

Vidējais augstums	10	14	18	22	26	30 m
Audzis šķērs- laukums	26,7	30,6	33,2	35,2	36,7	37,8 m ²
Diferences		3,9	2,6	2,0	1,2	1,1

Tas rāda, ka šķērslaukumi pieaug pēc hiperbolas likumiem, ko var izteikt ar vienādojumu

$$G = 47,1 - \frac{341,3}{H + 6,7}$$

Līdzīgi var izteikt attieksmi starp audžu vidējiem augstumiem un pārējiem taksācijas elementiem. Zinot, kā mainās vidējie augstumi līdz ar vecumu, nerodas grūtības izteikt visu taksācijas elementu mainīšanos līdz ar vecumu un bonitāti.

Vispārējās augšanas gaitas tabulas neizslēdz vietējo tabulu lietošanu. Vietējām tabulām arī turpmāk paliek ievērojama nozīme tieši lokalu saimniecisku jautājumu risināšanā. Sastādot jaunas vietējās tabulas, būtu pievēršama lielāka uzmanība audžu sortimentu strukturai un tās attīstības dinamikai. Prof. Tjurins, apskatot vispārējo augšanas gaitas tabulu lietošanu, secina, ka vispārējo augšanas gaitas tabulu ideja harmoniski saskaņojama ar to virzienu, ko noteic meža tipi.

Sakarā ar vispārējo augšanas gaitas tabulu izstrādāšanu rodas jautājums par to attiecināšanu uz vienas ģints dažādām sugām. Tabulas parasti sastādītas vienai noteiktai sugai — priedei (*Pinus silvestris* L.), eglei (*Picea excelsa* Link.), bērzam (*Betula alba* L.), apsei (*Populus tremula* L.), melnalksnim (*Alnus glutinosa* Gert.). Prof. Tjurins mēģinājis noskaidrot, cik līdzīga ir dažādu sugu audžu augšanas gaita vienas ģints robežās. Vispārējās augšanas gaitas tabulas apšu (*Populus tremula*) audzēm, salīdzinot ar *Gevorkianca* un *Kitredža* tabulām *Populus tremuloides* audzēm ASV, rāda, ka tās tikpat labi var attiecināt arī uz

Amerikas apšu audzēm. Salīdzinot ar tām melnās apses audžu augšanas gaitu Volgas vidusteces apgabalā, jākonstatē, ka pēdējās atrodas ārpus apšu vispārējo augšanas gaitas tabulu bonitatēm un tās it kā papildina ar I-b un I-c bonitati. Vispārējās apšu augšanas gaitas tabulas, papildinātas uz augšu par divām bonitatēm, šķiet, aptver visu *Populus* ģinti.

Diezgan radniecīga audžu augšanas gaita arī parastajai eglei — *Picea excelsa* Link, un Japānas eglei — *Picea ajanensis* Fich., lai gan šķērslaukumos atšķirības jau lielākas.

Salīdzinot parastās priedes — *Pinus silvestris*, ciedru priedes — *Pinus cembra* un Himalaju priedes — *Pinus excelsa* audžu augšanas gaitu, konstatētas lielākas dažādības. Audžu vidējiem augstumiem vēl puslidz vienāda attīstības gaita, turpretim audžu šķērslaukumiem tā jau ievērojami atšķirīga.

Labā saskaņa novērojama starp PSRS un Amerikas ozolu atvasaudžu augšanas gaitu un abās vietās var lietot vienas un tās pašas augšanas gaitas tabulas.

Starp dažādām botaniskām ģintīm jau vērojama daudz lielāka atšķirība audžu attīstībā. Salīdzinot vidējo augstumu attīstību, var vērot, ka bērzu, apšu un melnalkšņu atvasajiem ir visai līdzīga augstuma attīstības gaita, ko labi var aptvert Ō r l o v a vispārējā bonitēšanas skalā (117. §.). Turpretim sēklaudžiem vidējo augstumu attīstības gaita jau uzrāda lielākas dažādības, sevišķi starp saulmīļu un ēnciešu sugām.

155. §. Izplatītākās augšanas gaitas tabulas

ĶKopš pirmajām, 1787. g. P a u l s e n a sastādītām un 1795. g. publicētām augšanas gaitas tabulām dažādās zemēs visdažādākām sugām ir sastādītas daudzas vietējās augšanas gaitas tabulas. Kamēr pirmajām tabulām parasti pamatā bija neliels novērojumu materials, vēlākās jau bazējās uz ilgākiem novērojumiem un solidāka materiala. Kopš 19. gs. vidus augšanas gaitas tabulu izstrādāšana pieņēma noteiktus vienveidīgus pamatprincipus un sekojošos gados publicētie pētījumi par atsevišķu sugu augšanas gaitu vēl arvien ieņem ļoti redzamu vietu meža taksācijas literatūrā. Dažas pagājušā gadsimta tabulas vēl līdz mūsu dienām nav zaudējušas neko no savas nozīmes, piemēram, V a r g a s d e B e d e m a r a tabulas tagadējam Ļeņingradas apgabalam u. c.

Visizplatītākās un praksē visvairāk lietojamās ir vietējās augšanas gaitas tabulas atsevišķu sugu tīraudzēm. Viss lielais vairums tabulu sastādīts pēc bonitatēm, lietojot katrā gadījumā

un vietā savu bonitašu skalu. Vienīgi Padomju Savienības mērogā ar Orlova 1911. g. ieviesto vispārējo bonitašu skalu augšanas gaitas tabulu pamatā ir vienveidīgs bonitēšanas princips. Ļoti vērtīgie pētījumi par dažādu sugu audžu augšanas gaitu nav tieši salīdzināmi, bet tabulas iepriekš ir jāpārreķina, liekot pamatā vienādu klasifikācijas principus. Mežu pētīšanas iestāžu neatliekams uzdevums būtu panākt vienotas audžu klasifikācijas principus, lai tos izlietotu audžu augšanas gaitas tabulu sastādīšanai.

Apgabalos ar mazāk pārveidotām augsnām augšanas gaitas tabulas mēdz sastādīt arī pēc meža tipiēm (Milovanovičs — Vidusuraltu apgabaliem, Ilvesalo — Somijai).

156. §. Augšanas gaitas tabulu praktiskā lietošana

Augšanas gaitas tabulām meža taksacijā ir ļoti liela praktiska nozīme un tās ir bieži lietots palīglīdzeklis. Mežiericības taksacijā lietotās vienkāršotās un acumēra metodes lielā mērā dībinās uz augšanas gaitas tabulu datu izmantošanu.

Augšanas gaitas tabulas lielāko tiesu sastādītas vienvecuma tiraudzēm, tādēļ tās lietojamas galvenokārt tiraudžu taksacijai. Tomēr mistrotu audžu augšanas gaitas tabulu trūkuma dēļ tās piemēro arī mistraudžu taksacijai.

Lai augšanas gaitas tabulas lietotu audžu taksacijai, vispirms pēc audzes vecuma un vidējā augstuma jānoteic tās bonitate.

Piemēram, 80 g. vecas priežu audzes vidējais augstums ir 23 m. Pēc Latvijas PSR pagaidu augšanas gaitas tabulām priežu audzēm (pielikumā) I bonitatē 80 g. vecumā vidējais augstums ir 25 m, II bonitatei — 22 m, bonitašu robeža ir pie augstuma 23,5 m. Tātad audze atrodas II bonitatē, jo 23 m ir tuvāk pie 22 m.

Mistraudzēm dažkārt bonitate jānoteic atsevišķi katrai sugai, jo vienos un tanīs pašos augtēnes apstākļos dažādām koku sugām var būt dažāda ražība. Piemēram, saliktā audzē

I st. 8 P 2 E + B₁₀₀—110 vid. augst. 29 m — I bonitate
II st. 10 E₈₀—100 vid. augst. 20 m — III bonitate

Vienstāvu mistrotām audzēm bonitati noteic pēc valdītājas sugas.

Vairāku audžu vidējo bonitati noteic kā svērtu (117. §).

Zinot audzes bonitati, augšanas gaitas tabulas var lietot audzes biežības, masas un pieauguma noteikšanai.

Precīzai audzes biežības noteikšanai salīdzina faktisko audzes šķērslaukumu ar tās pašas boni-

tates un vecuma normalo audžu šķērslaukumu augšanas gaitas tabulās (115. §). Šai nolūkā audze iepriekš ir jāizdasto.

Piemērs: 50 gadu vecā bērzu audzē vidējais augstums h_v — 23 m, šķērslaukums uz 1 ha 25,2 m².

Pēc augšanas gaitas tabulām I bon. bērzu audzēm vidējais augstums 22 m, II bon. — 19 m. Tātad audze pieskaitāma I bonitātei. I bonitātei 50 g. vecas audzes normalais šķērslaukums 29,3 m². Biezības faktors

$$b = \frac{25,2}{29,3} = 0,86 \approx 0,9.$$

Piemērs: 60 gadu vecā egļu audzē vidējais augstums h_v — 20 m, šķērslaukums uz 1 ha 39,8 m³.

Audze pieskaitāma I bonitātei. Normalais šķērslaukums pēc tabulām 60 gadu vecumā 35,9 m³

$$b = \frac{39,8}{35,9} = 1,1.$$

Mistraudzēm pēc audzes uzņemšanas datiem biežību nosaka atsevišķi katrai sugai un, atrastos biežības faktoros saskaitot, atrod kopējo mistraudzes biežību, kā tas parādīts 115. §.

Mežierīcības taksacijā audzes biežību visbiežāk nosaka ar acumēru, balstoties uz pieredzi, kas iegūta parauglaukumu uzņemšanā. Tāpat ar acumēru novērtē audzes vecumu, vidējo augstumu, vidējo caurmēru un mistrojumu, izmantojot iepriekšējās nodaļās apskatītos palīgpaņēmienus un palīglīdzekļus. Galvenās un starp-
audzes krājas noteikšanai, tāpat arī pieauguma noteikšanai ņem palīgā atkal augšanas gaitas tabulas.

Pirmajā piemērā minētai 80 g. vecai priežu audzei pēc uzņemšanas noteikti šādi taksācijas elementi, kas nostādīti blakus ar augšanas gaitas tabulu datiem:

	Audzis uzņemšanas dati	Tabulas II bon. dati
Audzis vidējais augstums	23,0 m	22 m
Audzis vidējais caurmērs	25,0 cm	26 cm
Audzis šķērslaukums	25,6 m ²	33,1 m ²
Galvenās audzis krāja	266 m ³	331 m ³
Starpaudzis krāja	18 m ³	21 m ³

$$\text{Audzis biežība } b = \frac{25,6}{33,1} = 0,77 \approx 0,8.$$

Izlietojot noteiktos taksācijas elementus audzes krājas noteikšanai ar augšanas gaitas tabulām, dabūsim salīdzinājumu ar uzņemšanas ceļā noteikto krāju.

Augšanas gaitas tabulās 80 g. vecas II bonitates priežu audzes normalā krāja 331 m³ jāreducē uz biežību 0,8

$$331 \cdot 0,8 = 265 \text{ m}^3.$$

Abi rezultāti praktiski vienādi.

Tīraudzes krāju noteicot ar augšanas gaitas tabulām, vispirms pēc vecuma un vidējā augstuma noteic audzes bonitāti un šim vecumam un bonitātei atbilstošo normalo krāju tabulās reducē uz acumēra ceļā noteikto audzes biežību.

Iepriekšējā bērzu audzes piemērā biežība noteikta uz 0,9. Pēc augšanas gaitas tabulām I bon. 50 g. vecās bērzu audzes normalā krāja 268 m³. Reducējot uz 0,9

$$268 \cdot 0,9 = 241 \text{ m}^3.$$

Starpaudzes masas noteikšanai var iziet no tiem datiem, ko uzdod augšanas gaitas tabulas normalām audzēm, ņemot vērā konkrētās audzes sastāvu un biežību.

Augšminētai 80 g. vecai II bonitates normalai priežu audzei augšanas gaitas tabulas uzdod starpaudzes masu 21 m³. Noteicot starpaudzes masu konkrētai audzei, var iziet no šādiem apsvērumiem. Audzēs ar biežību 0,6 starpcirtes parasti nelieto. Lai gan starpaudzes biežību un starpaudzes masu nav proporcionālas sakarības, tad praktiski tomēr var pieņemt, ka, ja biežība 0,9, tabulās uzdotais skaitlis būtu jāreducē uz 0,75, ja biežība 0,8 — uz 0,50, ja biežība 0,7 — uz 0,25. Ja audze mistrota, tad starpaudzes masu var palielināt.

Tā kā minētās audzes biežība 0,8, tad tabulās uzdotā starpaudzes masa 21 m³ reducējama:

$$21 \cdot 0,5 = \approx 11 \text{ m}^3.$$

Augšanas gaitas tabulas lietojamas arī audžu pieauguma noteikšanai. Kā jau redzējām, audžu pieaugumu visdrošāk iespējams noteikt ar atkārtotu uzņemšanu. Bet izņemot pastāvīgos pētniecības parauglaukumus, parasti iepriekšēju audžu uzņemšanas datu nav, tādēļ var izpalīdzēties ar augšanas gaitas tabulu attiecīgās sugas un bonitates datiem. Šādam uzdevumam vislabāk piemērotas vietējās augšanas gaitas tabulas.

Ja piemērā minētai 80 g. vecai priežu audzei jānosaka kopējais masas pieaugums par pēdējiem 10 g., t. i., no 70—80 g., tad atrodam diferenci starp audzes krājām 80 g. un 70 g. vecumā, ņemot skaitļus no augšanas gaitas tabulām:

80 g. kopējā krāja	455 m ³
70 g. „ „ „	402 „
Pieaugums	53 m ³

Tekošais gada pieaugums: $53 : 10 = 5,3 \text{ m}^3$. Augšanas gaitas tabulās parasti aprēķināts kā vidējais, tā tekošais pieaugums katrai bonitātei un vecumam un uzdots atsevišķās ailēs. Tādā pašā ceļā var aprēķināt arī audzes pārējo taksācijas elementu pieaugumu. Nepilnas biežības audzēs, kur kokiem lielāka augšanas telpa, pieaugums būs citādāks nekā normalās audzēs, tādēļ audzes precizākai masas pieauguma noteikšanai ar augšanas gaitas tabulām var lietot empiriskās formulas, ko vispārējā veidā var izteikt

$$Z_b = Z_b (2-b),$$

Z_b — konkrētas audzes pieaugums pie nepilnas biežības;

Z — normalas audzes pieaugums (no augšanas gaitas tabulām);

b — biežības faktors.

Ēnciešu sugām formula šāda:

$$Z_b = Z_b (2,0-1,0 b),$$

bet saulmīju sugām

$$Z_b = Z_b (1,7-0,7 b).$$

Pēc augšanas gaitas tabulām II bonitātes priežu audzes tekošais pieaugums vecuma periodā no 70—80 g. ir $5,3 \text{ m}^3$. Pēc formulas

$$Z_b = 5,3 \cdot 0,8 (1,7-0,7 \cdot 0,8) = 4,8 \text{ m}^3.$$

Saliktā audžu taksācija ar augšanas gaitas tabulām ir jau sarežģītāka. Lietojot normālo tīraudžu augšanas gaitas tabulas, dabūsim tikai vairāk vai mazāk tuvinātus rezultātus. Taksācija jāizdara atsevišķi pa meža elementiem.

Piemērs: Saliktā priežu-egļu audzē pirmā stāvā 140—150 gadu vecas priedes ar retu egļu piejaukumu. Pirmā stāva vidējais augstums 28 m, biežība pēc acumēra vērtējama 0,7. Otrā stāvā 90 g. vecas egles, vidējais augstums 18 m, biežība 0,3.

Augšanas gaitas tabulās atrodam, ka pirmā stāva audze pieder II bonitātei. Krāja pie normalās biežības $(432+440) : 2 = 436 \text{ m}^3$, reducēta uz 0,7 biežību $436 \times 0,7 = 305,2 \approx 305 \text{ m}^3$. II stāva egļu

audze — III bonitates. Krāja pie normalās biežības 335 m^3 , reducēta uz 0,3 biežību — $335 \times 0,3 = 100,5 \approx 100 \text{ m}^3$. Kopējā krāja $305 + 100 = 405 \text{ m}^3$.

Vērtējot audzes ar augšanas gaitas tabulām, rezultatus parasti noapaļo uz 5 m^3 . Ja konkrētai audzei vidējais augstums ir lielāks vai mazāks nekā augšanas gaitas tabulās, tad noteikto krāju vēl nedaudz palielina vai pamazina, vai arī atrod to interpolācijas ceļā.

P i e m ē r s: Mistrota priežu-bērzu audze 90 g. veca; vidējais augstums 24 m, vidējais caurmērs 28 cm; priežu biežība novērtēta uz 0,6, bērzu uz 0,2. Pēc augšanas gaitas tabulām priežu audzēm atrodam, ka audze ar vidējo augstumu 24 m pieskaitāma II bonītai. Tādas audzes normalā krāja 357 m^3 , bet reducēta uz biežību 0,6 $357 \cdot 0,6 = 214,2 \approx 215 \text{ m}^3$.

Pēc augšanas gaitas tabulām bērzu audzēm audzes ar vidējo augstumu 24 m pieskaitāmas III bonītai. Normalā krāja tām 269 m^3 , reducēta uz biežību 0,2

$$269 \cdot 0,2 = 53,8 \approx 54 \text{ m}^3.$$

Kopējā krāja: $215 + 54 = 269 \approx 270 \text{ m}^3$. Audzes sastāvs 8 P 2 B.

Šis pašas audzes novērtēšanai var pietikt arī citādi. Dažos gadījumos ar acumēru daudz vieglāk noteikt audzes sastāvu nekā atsevišķu sugu biežību. Pieņemsim, ka šai pašai audzei noteikts sastāvs 8 P 2 B₉₀ un kopējā biežība 0,8. No tabulām ņemto priežu audzes normalo krāju reducē uz abiem — mistrojuma un biežības faktoriem:

$$357 \cdot (0,8 \cdot 0,8) = 357 \cdot 0,6 = 214,2 \approx 215 \text{ m}^3.$$

Tāpat rīkojamies ar bērza audzes normalo krāju:

$$269 \cdot (0,2 \cdot 0,8) = 269 \cdot 0,2 = 53,8 \approx 54 \text{ m}^3.$$

Kopējā krāja $\approx 270 \text{ m}^3$. Starpaudzes masa $\approx 10 \text{ m}^3$.

P i e m ē r s: Saliktā audze I st. 7 P₁₄₀ 3 E₁₂₀ + B
II st. 10 E₆₀₋₈₀

I st. vid. augstums priedei 28 m, eglei 25 m
vid. caurmērs priedei 38 cm, eglei 32 cm
biežība 0,7

II st. vidējais augstums eglei 18 m
vidējais caurmērs eglei 18 cm
biežība 0,4

Pēc augšanas gaitas tabulām priežu audzēm audzes ar vidējo augstumu 28 m 140 g. vecumā pieskaitāmas otrai bonītai. Šādas audzes normalā krāja 432 m^3 , reducētā

$$432 \cdot (0,7 \cdot 0,7) = 432 \cdot 0,5 = 216 \approx 215 \text{ m}^3.$$

Egļu audze ar vidējo augstumu 25 m 120 g. vecumā pēc augšanas gaitas, tabulām normalām egļu audzēm pieskaitāma II bonitātei. Normalā krāja 512 m³, reducētā

$$512 \cdot (0,3 \cdot 0,7) = 512 \cdot 0,2 = 102,4 \approx 105 \text{ m}^3.$$

Arī II stāva audze pieder II bonitātei. 70 g. vecumā normalā krāja 343 m³. Tā kā tabulās vidējais augstums un caurmērs ir mazliet augstāki nekā konkrētai audzei, tad pazemināsim krāju uz 320 m³. Reducējot uz biežību 0,4

$$320 \cdot 0,4 = 128 \approx 130 \text{ m}^3.$$

Kopējā krāja: 215 + 105 + 130 = 450 m³.

Arī izlases meža taksācijai var lietot normalas augšanas gaitas tabulas. Izlases mežam raksturīgs dažāda vecums. Atsevišķas koku grupas un puduri parasti ir samērā vienāda vecuma. Tādēļ pats grūtākais ir nodalīt šādas grupas, noteikt tām fizisko un saimniecisko vecumu, vidējo augstumu un biežību. To vislabāk var izdarīt ar parauglaukumiem, kurus izvēlas tā, lai tie labi atspoguļotu audzes raksturu.

Mūsu apstākļos visbiežāk izlases mežu sastāda egļu audzes. Pieņemsim, ka tas raksturots ar šādu formulu:

$$10(E_{60} + (80-100) + (20-40) + 120) + E_{\text{paauga } 5-10}.$$

Tā liecina, ka, ieskaitot paaugu, kas sastopama „spraugās“ ar mazāku vainagu slēgumu, mežā var izdalīt 5 paaudzes:

Vidējais saimn. vecums g.	Vidējais augstums m	Vidējais caurmērs cm	Biezība
5	—	—	—
30	8	8	0,3
60	19	20	0,3
90	26	30	0,2
120	30	36	0,2

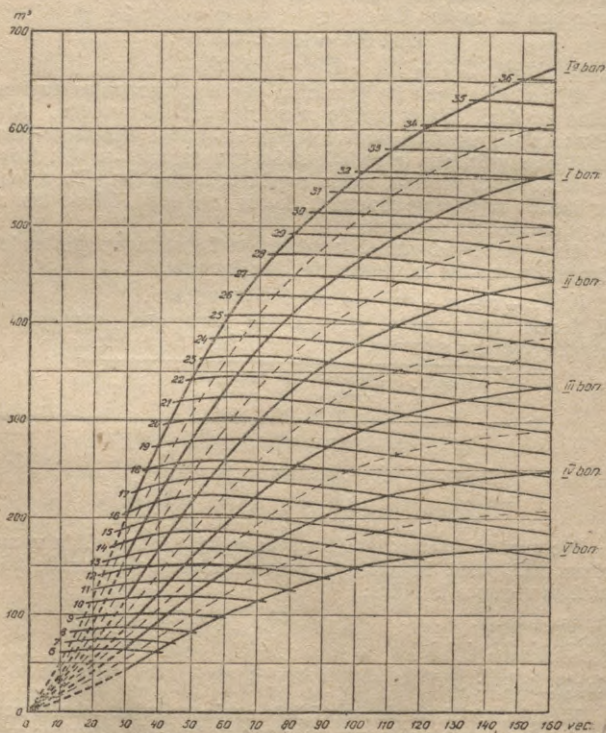
Pēc augšanas gaitas tabulām egļu audzēm šāds dažāda vecuma izlases mežs pieder I bonitātei. Normalās un reducētās audžu krājas minētos vecumos ir šādas:

Vecuma grupas	5	30	60	90	120 g.
Normalā krāja	—	106	356	538	621 m ³
Reducētā krāja	—	32	107	108	124 m ³

Kopējā krāja: 370 m³

Vienvecuma tīraudzēm sastādītās augšanas gaitas tabulas nevar pareizi atspoguļot dažāda vecuma izlases meža audžu attīstības gaitu. Tās lietojamas tikai kā palīgīdzeklis rekognoscējošai taksācijai.

Augšanas gaitas tabulas zināmos gadījumos lieto arī audzes vecuma noteikšanai. Ap 19. gs. vidu parasti mēdza par dažāda vecuma audzes vidējo vecumu pieņemt to gadu skaitu, kādā vienvecuma audze dod to pašu masu. Lai noteiktu šādu vidējo augšanas gaitas tabulu vecumu, noteic dažāda vecuma audzes bonitāti un masu un uzmeklē augšanas gaitas tabulās, kādam dotās bonitātes audzes vecumam šāda masa atbilst. Par augšanas gaitas



128. att. Grafiskais paņēmieni augšanas gaitas tabulu pārveidošanā

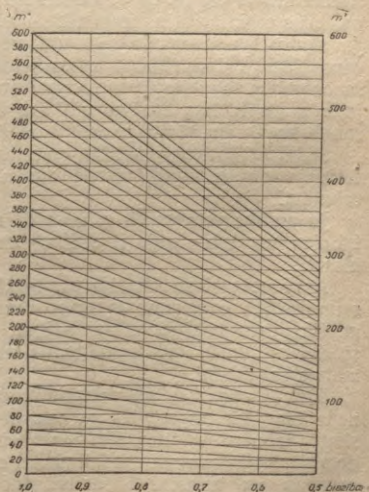
tabulu vecumu sakāms tas pats, kas par vidējo masas vecumu — nevienāda vecuma audzi nevar aizstāt ar vienvecuma audzi. Ja vecuma grupu nav daudz un tās atrodas tādā vecuma periodā, kad pieaugums ir puslidz vienāds, tad augšanas gaitas tabulas vecumu isākos periodos var lietot arī pieauguma noteikšanai.

157. §. Augšanas gaitas tabulu papildināšana un pārveidošana taksācijas prakses vajadzībām

Lietojot taksācijai parastās augšanas gaitas tabulas, jāsaduras ar vienu otru tabulu trūkumu. Samērā rupjais iedalījums bonitatēs un vecuma periodos nereti prasa tabulas skaitļu interpolāciju. Tādēļ piedzīvojuši taksatori augšanas gaitas tabulas parasti pārveido, iekārtojot tās praktiskai lietošanai ērtākā formā. To var dažādi veikt. Šeit apskatīsim divus galvenākos paņēmienus — grafisko un tabulāro paņēmieni.

Pēc pirmā paņēmiena grafiski attēlo dažādu bonitašu audžu masas attīstību. Uz abscisas

ass atliek vecumus, uz ordinātes ass audzes masu noteiktā vecumā, atsevišķi katrai bonitatei. Katrai bonitatei punktus savienojot ar līkni, dabūsim masas attīstības līknes. Uz masas līknēm savukārt uzliek audzes vidējo augstumu dažādos vecumos. Savienojot punktus ar vienādu vidējo augstumu, dabūsim paralelas līknes, kas šķērsos masas līknes (128. attēls). Izvelkot vēl līknes vidū starp atsevišķu bonitašu masas līknēm, nodalīsim bonitašu joslas. Tabulu lietošanai jānoteic audzes vecums, vidējais augstums un biežība. Pēc vidējā augstuma noteiktā vecumā grafiskā attēlā nolāsām audzes masu un noskaidrojam



129. att. Redukcijas tabula

bonitati. Šeit atkrīt katra interpolācija starp vecumiem vai bonitatēm. Normalās audzes masu reducē uz noteikto biežību. Arī to var veikt grafiski, konstruējot īpašu tīklu (129. attēls).

Piemērs: 90 g. vecā priežu audzē vidējais augstums ir 24 m, biežība 0,8. Jānoteic audzes bonitate un krāja.

No abscisas pret 90 g. vecuma punktu paceļam perpendikulu līdz krustošanās punktam ar 24 m augstuma likni. Šī vieta atrodas II bonitates joslā. Uz ordinātes nolasām normalo masu 380 m³. Uzmeklējam šo skaitli 129. attēlā uz ordinātes un, virzoties pa attiecīgo taisni līdz krustošanās punktam ar vertikālo līniju pie 0,8, nolasām uz ordinātes reducēto masu 304 m³.

Normalo audžu krājas atkarībā no vecuma un augstuma tabulārā veidā sakārtojis prof. Ostvalds. Tīklveida tabulā ieraksta pa bonitatēm normalo audžu krājas atkarībā no vecuma un augstuma. Vecuma periodus var sadalīt mazākos intervalos — pa 5 gadiem. Parasti šādu tabulu sastāda sākot ar IV vecumklasi, jo mežierīcības taksacijā audžu krājas jaunākām audzēm retāk nosaka. Audžu krājas pie pārējiem augstumiem un vecumiem atrod interpolācijas ceļā, izejot no izrakstītiem augšanas gaitas tabulu datiem. Ja skaitļi pa horizontālajām un vertikālajām ailēm izlīdzināti, caur tiem nodalījumiem, kuros ierakstīti pamatskaitļi no augšanas gaitas tabulām, izvelk katrai bonitatei vidējo likni. Sadalot joslu starp blakus esošām vidējām liknēm, var novilkt bonitašu robežlīknes, tāpat kā iepriekšējā paņēmienā.

Šāda paņēmiena piemērs parādīts 49. tabulā (130. attēls). Iekavās ieliktie skaitļi izteic audžu krājas no augšanas gaitas tabulām.

Ja audzes vecums 95 g. un vidējais augstums 19 m, tad pēc tabulas normalā krāja ir 338 m³ un audze pieskaitāma III bonitatei.

Augšanas gaitas tabulām var uzstādīt vēl citas prasības. Mežsaimniecības uzdevums ir ražot tautas saimniecības vajadzībām ne tikai lielu koksnes masu, bet arī noteiktus sortimentus, tādēļ svarīgi arī zināt, kādi sortimenti noteiktā bonitatē un vecumā no audzes sagaidāmi.

Katrās augšanas gaitas tabulās uzdots koku skaits uz 1 ha, neparādot, kā tas sadalās pa caurmēru pakāpēm. Pagājušā gad-simtā tabulas sastādīt, šim jautājumam nepievērsa uzmanību, jo domāja, ka koku skaita sadalījumam caurmēru pakāpēs ir gadījuma raksturs un nekādai likumībai tas nepakļaujas. Šifels bija viens no pirmajiem, kas 1904. g. parādīja vienvecuma audzes uzbūves likumības. Audzes uzbūves likumību matemātisku analīzi

vec. mēn. augst.	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
8	100 (103)	99	98										
9	122	120	118	115	112								
10	140	138	135 (134)	134	131	127	124	120					
11	160 (154)	158	156	154	152 (154)	150	148	144	140	135	130		
12	185	183	180 (181)	177	174	171	169 (171)	166	163	159	155	150	
13	210 (210)	208	206	204	202	200	198	195	192 (188)	188	183	179	175
14	235	234	232	231	230 (223)	228	226	222	218	214	209 (197)	205	200 (208)
15	261	260	259 (258)	258	256	253	250 (251)	247	245	239	234	229	224
16	285 (282)	282	281	279	277	275	272	269	266 (269)	262	258	254	250
17	305	304	302	300	298 (300)	296	294	291	288	285	282 (286)	278	274
18	330	329	328	326	324	321	318	315	312	309	306	302	297 (297)
19	355 (358)	353	351 (343)	349	347	344	341 (335)	338	335	332	328	324	320
20	378	376	374	372	370	368	366	364	361 (360)	358	355	351	347
21	404	402	400	398	396 (395)	393	390	387	383	379	375 (378)	371	368
22	428	427	426 (428)	424	422	419	416	413	410	406	402	398	394 (384)

130. att. Tabularais paņēmieni augšanas gaitas tabulu pārveidošanā

1914. g. deva Kajanus. Vēlāk vēl Tretjakova, Lenrota, Tjurina u. c. pētījumi ienesa šai jautājumā lielu skaidrību. Noskaidrojās, ka koku sadalījums caurmēru pakāpēs atkarīgs no vidējā caurmēra un ka tāni saskatāma noteikta likumsakarība (110. §). Uz tās pamata sastādītas dažādas tabulas, gan par audzes koku, gan šķērslaukuma, gan masas sadalījumu dažādās caurmēru pakāpēs.

Tarškevičs uz plaša mežiericības parauglaukumu materiāla pamata, datus apstrādājot ar statistikas metodēm, sastādījis tabulas priežu, egļu un ozolu audzēm par stumbru un

masas sadalījumu caurmēru pakāpēs atkarībā no vidējā caurmēra. Tabulas domātas priežu un egļu audzēm ar ļoti vāju, bet ozolu audzēm ar vāju starpcirti. Papildinot ar šādām tabulām augšanas gaitas tabulas, iespējams noteikt ne tikai audzes krāju un kopējo koku skaitu kādā noteiktā vecumā, bet arī stumbru sadalījumu caurmēru pakāpēs un katras caurmēru pakāpes koku masu.

Arī prof. Tjurins sastādījis līdzīgas tabulas, izejot no stumbru sadalījuma dabiskās pakāpēs. Viņš konstatējis, ka vienmērīgi koptās audzēs stumbru sadalījums caurmēru pakāpēs nav atkarīgs no sugas, bonitates un vecuma.

Dažās augšanas gaitas tabulās koku sadalījums caurmēru pakāpēs jau uzskatāms par dabisku tabulu sastāvdaļu. Tā Māsa (1911. g.) augšanas gaitas tabulās priedei uzdots audzes masas sadalījums caurmēru pakāpēs, Ilvesalo (1920. g.) augšanas gaitas tabulās — audzes koku skaita un masas sadalījums caurmēru pakāpēs, Jedlinska (1932. g.) tabulās priedei — koku skaita sadalījums caurmēru pakāpēs.

Vēl solis tālāk šai virzienā ir augšanas gaitas tabulu apvienojums ar sortimentu struktūras tabulām. Šādas tabulas izteic audzes sortimentu dinamiku. Ar audzes vecumu pieaug vidējais caurmērs, mainās audzes stāvoklis un līdz ar to kļūst citāda audzes sortimentu struktūra.

Sortimentu attīstības gaitas tabulas balstās uz parastajām augšanas gaitas tabulām. Tās var sastādīt gan pēc sintetiskās, gan statistiskās, gan kombinētās metodes.

Sintetiskā metode iziet no atsevišķa stumbra sortimentu iznākuma. Zinot audzes taksasijas elementus un koku skaita sadalījumu caurmēru pakāpēs, atskaitot mizas un atkritumu procentu, ar stumbru sortimentu tabulām var izkalkulēt, kādā daudzumā dažāda veida sortimenti katrā vecuma audzē iegūstami.

Statistiskā metode izlieto statistiskus datus par dažādu sortimentu iznākumu nocirstās un izstrādātās audzēs. Grupējot tās pēc vienādiem audžu uzbūves elementiem un skaitļus izlīdzinot, var iegūt datus par pašreizējo sortimentu iznākumu kāda apgabala noteikta rakstura audzēs. Šī metode nedod iespēju spriest par audžu pilnīgāku izmantošanu un labāku sortimentu izvērtēšanu.

Labus panākumus devusi kombinētā metode, kurā apvienoti abu iepriekšējo metožu principi. Statistiskā metode dod norādījumus par dažādu sortimentu veidu samēru un attieksmēm, bet sintetiskā metode — par iespējamo sortimentu daudzumu.

Sortimentu dinamikas tabulas derīgas tikai noteiktam augšanas apgabalam un tās var uzdot audzes sortimentu struktūru

tikai pēc ārējām pazīmēm — dimensijām, ņemot vērā arī dažādas koksnes vainas un trūkumus.

Sevišķi jāatzīmē tās tabulas, kas, dibinoties uz likumsakarībām starp audzes caurmēru, augstumu un masas sadalījumiem, nod iespēju noteikt audzes sortimentu strukturu ne tikai pēc izdastošanas, bet arī pēc vidējā caurmēra novērtēšanas ar acumēru un audzes masas noteikšanas ar sortimentu tabulām.

Sortimentu dinamikas tabulas melnalkšņu audzēm pēc kombinētā paņēmiena izstrādājis M o i s e j e n k o. Tās visai tuvas mūsu apstākļiem un tādēļ raksturosim tās ar piemēru (50. tabula). Tabulā parādīts I bonitates melnalkšņu audzes sortimentu iznākums procentos no kopējās krājas, ko noteic ar augšanas gaitas tabulām.

50. tabula

Vecums	Sortimentu iznākums procentos no kopējās krājas						
	Finterkluči		Taras kluči	Tīvi runguļi	Kopā liet. koksne	Malka	Atkritumi
	Kopējais daudzums	To starpā ar serdes trupi					
20	—	—	19	36	55	31	14
30	12	—	32	21	65	22	13
40	24	—	29	12	65	22	13
50	34	—	22	8	64	23	13
60	42	2	16	5	63	25	12
70	48	6	10	3	61	28	11
80	51	8	6	2	59	30	11
90	51	10	6	—	57	33	10
100	50	10	5	—	55	35	10

158. §. Audzes taksācijas elementu attīstības gaitas raksturīgākās iezīmes

Audze nav tikai koku suma, bet gan kopums, kura locekļi atrodas savstarpējā mijiedarbībā. Šajā kopumā pastāv dažādas pretišķības, kas audzes koku attīstību var ietekmēt gan labvēlīgi, gan traucējoši (116. §).

Audzē pirmajos dzīves gados kociņu skaits uz 1 ha ir ļoti liels. Kociņiem augot un vaināgiem saslēdzoties, pakāpeniski mainās to savstarpējās attiecības. Līdz ar to sākas koku skaita samazināšanās un diferencēšanās process. Šim procesam liela nozīme audzes pieauguma un attīstības gaitā un mežsaimnieciski tehniskās rīcības noteikšanā. Stichiskajam koku

diferencešanās un atmiršanas procesam ar sapratīgu audžu kopšanu jādod mērķtiecīgs virziens.

Audzēs koki aug un attīstās dažādi. Tādēļ klasificējot tos iedala dažādās attīstības klasēs. Katras attīstības klases, piemēram, katras Krafta klases koki sastāda kopumu ar apmēram vienādiem pieauguma apstākļiem. Masas ražošanas ziņā lielākā nozīme ir virsvaldu un valditāju klasēm.

Kamēr atsevišķa koka pieaugums akumulējas pašā kokā, audzē norit divas pretējas parādības. No vienas puses — visiem audzēs kokiem rodas pieaugums, bet no otras puses — daļa audzēs koku atmirst vai tiek izcirsta kopšanas cirtēs. Tādēļ arī statistiski ideālais lielums — audzēs vidējais koks — padots citiem attīstības likumiem nekā atsevišķs indivīds.

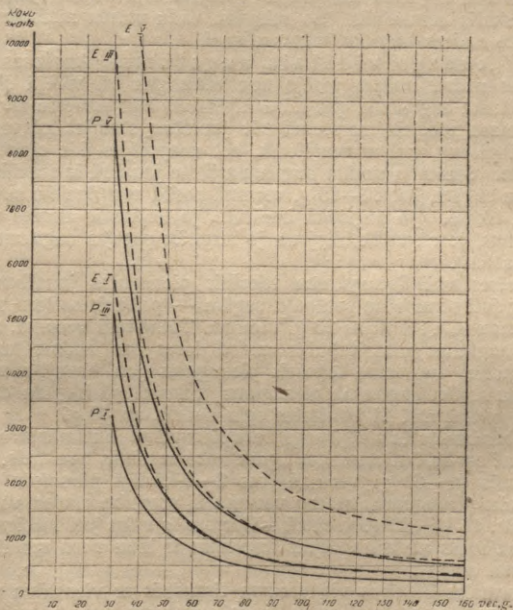
Audzēs attīstības gaita atkarīga arī no izcelšanās veida. Kamēr sēklaudžiem vispirms jāizveido visi koka organi, atvasaudži jau no paša sākuma izmanto plašo māteskoka sakņu sistemu. Tādēļ dižmežam ir citāda attīstības gaita nekā atvasājam.

Kā dižmeža, tā atvasāja audzēs pēc sastāva var būt gan tīraudzēs, gan mistraudzēs, pēc vecuma — gan vienvecuma, gan dažāda vecuma audzēs. Tanis var izdarīt dažāda veida un intensitātes starpcirtes. Visu šādu audžu pieauguma un attīstības gaitas vislabāk izsekot ar piemērotām augšanas gaitas tabulām. Vienvecuma tīraudzēm tādu ir pietiekami daudz, un tās šim nolūkam tieši lietojamas. Tanis ievērotas arī dažādas starpciršu pakāpes. Mistraudzēm un dažāda vecuma (izlases mežā) audzēm augšanas gaitas tabulu vēl maz, vai tās arī netieši lietojamas. Tādēļ to augšanas un attīstības gaitu iespējams noskaidrot ar novērojumiem pastāvīgajos pētniecības parauglaukumos.

Dižmeža attīstības gaita

1. Koku skaits. Koku skaits uz 1 ha visā audzēs attīstības laikā pastāvīgi mainās. Dabiskos apmežojumos pirmajos dzīves gados tas var sniegties līdz 100.000 uz 1 ha, mākslīgos apmežojumos 5000—10.000 uz 1 ha. Vaināgiem saslēdzoties, koku skaits sāk strauji samazināties, kas turpinās līdz tam laikam, kamēr pastāv liels augstuma pieaugums. Tālāka samazināšanās notiek arvien lēnāk, līdz audzēs galīgai nociršanai (131. attēls). Koku skaita samazināšanās gaita atkarīga no koku sugas un bonitātes. Saulmīļu sugām — priedei, ozolam un bērzam — jau ap 30 gadiem audzēs koku skaits ir ievērojami mazāks un kritas daudz ātrāk nekā ēnciešu sugām, galvenokārt balteglei un skābardei. Egle

atrodas apmēram vidū starp šīm galējībām. 60 gadu vecumā priežu II bon. audzēs ir ap 1000 koku uz 1 ha, egļu audzēs ap 1500, ozolu audzēs ap 950, bērzu audzēs ap 820, bet 100 g. vecumā priežu audzēs ap 440, egļu audzēs ap 680, ozolu audzēs ap 300, bērzu audzēs ap 500.



131. att. Audzes koku skaita liknes

Labākās bonitatēs koki attīsta enerģiskāk savus vainagus un augstuma pieaugumu, tādēļ koku skaita samazināšanās norit straujāk. Labākās bonitatēs visu sugu audzēm katrā vecumā ir mazāks koku skaits uz 1 ha nekā zemākās bonitatēs.

Koku skaita samazināšanās bioloģiski nestāv tiešā sakarā ar vecumu. Kokiem pieaugot, nepieciešama lielāka augšanas telpa un

tā iegūstama, individu skaitam samazinoties. Var diezgan droši pieņemt, ka augšanas telpas lielums ir apmēram proporcionāls koku šķērslaukumam. Tādā gadījumā koku skaitu var izteikt kā šķērslaukuma resp. caurmēra funkciju. P. Sarmas pētījumi egļu audzēs rāda, ka starp audzes vidējo caurmēru un koku skaitu pastāv liela negatīva korelācija. Vidējam caurmēram palielinoties, koku skaits samazinās. Šo sakarību dažu valstu mežsaimniecībā izmanto audzes biežības raksturošanai.

2. Audzes vidējais augstums. Augšanas gaitas tabulas uzdod audzes vidējo augstumu gan kā vidējā šķērslaukuma koka augstumu, gan kā ar šķērslaukumu izsvērtu augstumu.

Audzēs vidējais augstums pēc jaunības stadijas pārvarēšanas strauji pieaug, tad arvien lēnāk, bet neapstājas līdz cirtmeta vecumam. Saulmiņu sugām augstuma likne jaunībā ir stāvāka nekā ēnciešu sugām, bet 60—80 g. vecumā noslid zem ēnciešu sugu augstuma liknes. Jo augstāka bonitate, jo lielāks ir audzes vidējais augstums, jo straujāk kāpj un jo augstāk paceļas augstuma likne (132. attēls).

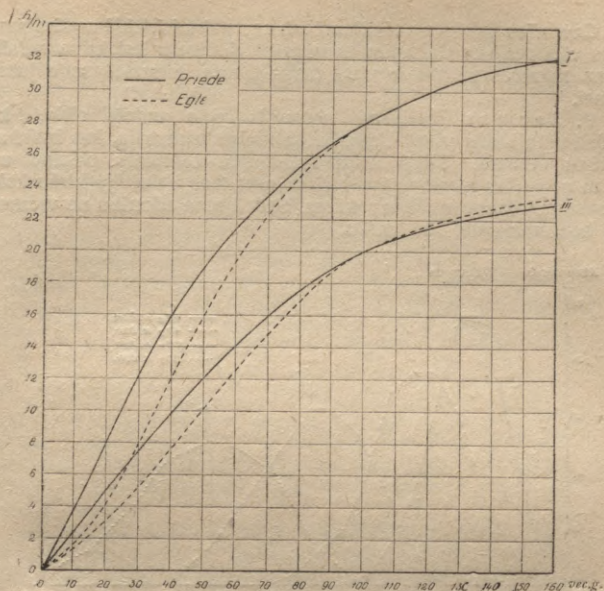
Audzēs vidējā augstuma tekošais pieaugums jaunības gados pieaug ļoti strauji un saulmiņu sugām — priedei, ozolam sasniedz savu maksimu vēl pirms 20 g. vecuma. Tātad tani vecumā, ar kuru sākot augšanas gaitas tabulas uzdod datus par audzes krāju un pieaugumu, augstuma tekošais pieaugums jau strauji samazinās. Ēnciešu sugām augstuma pieaugums kulminē pāris gadu desmitus vēlāk, piemēram, II bonitates egļu audzēs ap 40 g.

Labās bonitatēs vidējā augstuma pieaugums palielinās straujāk un kulminē agrāk, bet arī kritas agrāk nekā zemākās bonitatēs. Labās bonitatēs 50—60 g. vecumā tas 2—3-kārtīgi pārsniedz zemāko bonitāšu pieaugumu, bet ar vecumu šī starpība arvien vairāk izlīdzinās, tā ka 100 g. vecumā atšķirības ir vairs ļoti niecīgas.

Pakļautās audzes vidējais augstums ir labu tiesu zemāks nekā galvenai audzei.

Normalas biežības vienvecuma tiraudzēs ar vienkāršu vainagu klāju pastāv tomēr diezgan lielas augstumu svārstības. Priežu audzēs šīs svārstības var izpausties 5—13 m robežās, egļu un skābaržu audzēs 10—14 m, ozolu audzēs — 4—12 m. Ar vienu un to pašu vidējo augstumu saulmiņu sugām ir mazākas augstumu svārstības nekā ēnciešu sugām.

3. Audzes vidējais caurmērs. Visu sugu galvenai audzei vidējā caurmēra attīstība ir ļoti vienkārīga. Vidējā caurmēra likne ir viegli konkava, gandrīz līdzīga taisnei. Vienādā vecumā audzes vidējais caurmērs mainās atkarībā no koku sugas



132. att. Audzes vidējā augstuma attīstības gaita

bonitates un biežības. Salmiņu sugām un labākām bonitatēm tas lielāks nekā ēnciešu sugām un zemākām bonitatēm.

Pēc Latvijas PSR pagaidu augšanas gaitas tabulām 100 gadu vecumā ir šādi audžu vidējie caurmēri:

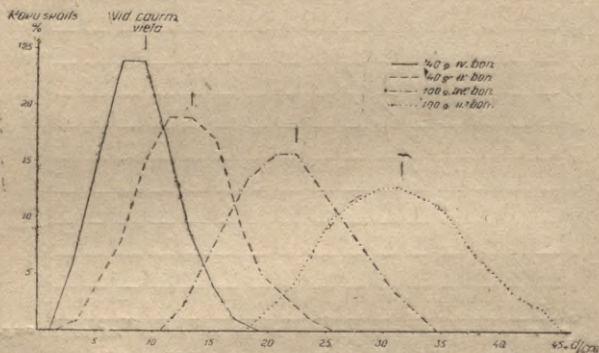
	Priedei	Egļei
I bonitate	37 cm	32 cm
III "	26 "	22 "
V "	17 "	13 "

Lai stumbri sasniegtu noteiktu resnumu, zemākās bonitatēs nepieciešams daudz ilgāks augšanas laiks.

Audzes vidējā caurmēra tekošais pieaugums ēnciešu sugām visu augšanas laiku turas puslīdz vienādā augstumā, bet saulmiņu sugām ir ar kritošu tendenci.

Caurmēru pakāpju sadalījumā jeb caurmēru izklaidē novērojama liela vienmērība. Caurmēru sadalījuma liknēm ir kolektīva sadalījuma raksturs un tās ir visai tuvas Gausa normalai sadalījuma liknei.

P. Sarmas pētījumi normalās egļu audzēs rāda, ka sadalījuma liknei visumā raksturīga kreisā asimetrija, kas izzūd ar lielāku vecumu. Starp koku sadalījumu caurmēru pakāpēs un koku attīstības klasēm pastāv cieša sakarība. Valdītāju klašu koki aizņem resnākas caurmēru pakāpes. Sadalījuma atkarību no vecuma un bonitates rāda 133. attēls.



133. att. Normalo egļu audžu koku skaita sadalījums caurmēru pakāpēs atkarībā no vecuma un bonitates

4. Audzes šķērslaukums. Audzes šķērslaukums ir visu audzes koku krūšaugstuma šķērslaukumu summa, arī vidējā koka šķērslaukuma reizinājums ar audzes koku skaitu. Kamēr vidējais augstums, vidējais caurmērs un veidskaitlis ir fiktīvi, izrēķināti lielumi, audzes šķērslaukums līdzās koku skaitam ir tieši noteikts lielums. Tā kā audzes masas attīstība norisinās analogi audzes šķērslaukuma attīstībai, tad ar pēdējo ļoti bieži aizstāj pirmo.

Galvenās audzes šķērslaukums visām sugām strauji pieaug tūlīn pēc jaunības stadijas. Egļu, priežu un ozolu audzēs pēc 30—60 g. šķērslaukuma likne kļūst arvien lēzenāka. Sākot ar noteiktu vecumu, audzes šķērslaukums vairs nepieaug, bet tam ir tendence pat kristies.

Pārējos vienādos apstākļos ēnciešu sugām ir lielāks audzes šķērs-
laukums, piemēram, 100 g. vecumā priežu I bon. audzēs 37,5 m²,
egļu I bon. audzēs 43,3 m². Vienai un tai pašai sugai augstākās
bonitatēs ir lielāks audzes šķērslaukums. Piemēram, egļu audzēs
100 g. vecumā:

I-a bon.	—	47,2 m ²
I	„	— 43,3 m ²
II	„	— 39,4 m ²
III	„	— 34,8 m ²
IV	„	— 30,3 m ²
V	„	— 25,2 m ²

Starpaudzes šķērslaukums dažādām bonitatēm dažādos vecumos
ir puslīdz vienāds un ir bez lielākām svārstībām.

Audzēs šķērslaukuma tekošais pieaugums visām koku sugām
plato gadskārtu un lielā kociņu skaita dēļ iesākas ar maksimu jau
pirms tā vecuma, ar ko sākas augšanas gaitas tabulas.

5. Audzes veidskaitlis. Audzes veidskaitlis ir aprēķi-
nāts lielums $F = \frac{V}{GH}$ un tādēļ tam nav nekāda bioloģiska, bet

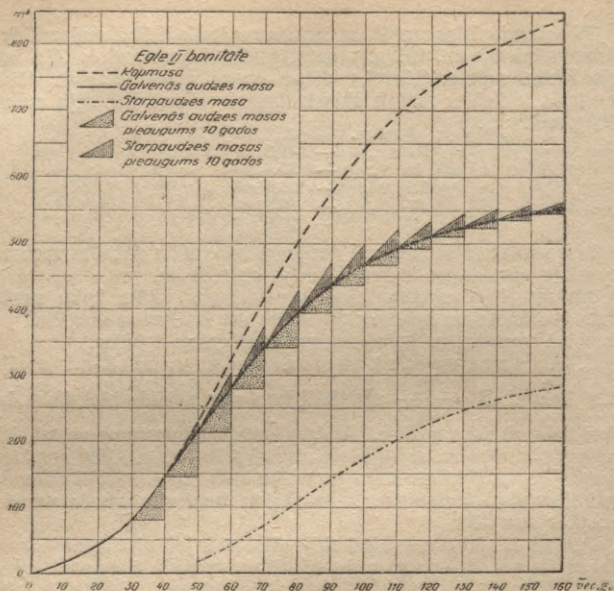
tikai tīri tehniska nozīme. Audzes koka krūšaugstuma veidskaitlis
iesākas ar maksimu, strauji krīt un starp 70—90 g. kļūst apmēram
nemainīgs. Atšķirības starp atsevišķu koku sugu audzes koka veid-
skaitli ir visai ievērojamas. Augstākās bonitatēs tas ir zemāks,
zemākās augstāks.

Audzēs rupjkoksnes veidskaitlis sākumā ir ļoti niecīgs, tad strauji
pieaug un pēc 50—60 g. turas apmēram vienādā augstumā. Jau-
nības gados strauji pieaugot, audzes rupjkoksnes veidskaitlis labā-
kajās bonitatēs ir augstāks nekā vājākajās, bet pie kulminācijas —
otrādi. Tādēļ arī zemākās bonitatēs cērtamā vecumā koku stumbri
ir tilpigāki.

6. Audzes masa. Audzes masas attīstības gaita ir at-
karīga no tās komponentu — koku skaita, augstuma, caurmēra
un formas attīstības gaitas.

Galvenās audzes masa, kāda tā dota augšanas gaitas tabulās,
izteic koksnes krāju pēc starpaudzēs izciršanas. No šī momenta
rodas atkal jauns kopaudzes pieaugums. Daļu no šī pieauguma iz-
cērt nākošajā starpcirtē, bet daļa paliek galvenā audzē un palielina
tās krāju (134. attēls).

Tekošais masas pieaugums sākumā ir neliels, bet pēc jauni-
bas stadijas strauji pieaug, kāršu vecumā sasniedz savu maksimu
un pēc tam pamazām atkal krītas. Saulmiļu sugām un labākās
bonitatēs pieauguma kulminācija iestājas agrāk nekā ēnciešu
sugām un vājākās bonitatēs. Mūsu galvenajām koku sugām pēc



134. att. II bonitates egļu audzes masas attīstības gaita, kopmasa, galvenās audzes masa, starpaudzes masa un galvenās un starpaudzes masas pieaugums

augšanas gaitas tabulām ir šāds maksimālais audzes pieaugums (51. tabula):

51. tabula

	Bonitates					
	I-a	I	II	III	IV	V
Priede (m ³) vecumā	12,9 30	10,5 30	8,1 30	5,5 40	4,1 40	2,7 50
Egle (m ³) vecumā	15,0 50	12,1 50	9,4 60	6,6 60	4,7 60	2,8 50
Bērzs (m ³) vecumā	— —	6,8 30	5,6 30	4,0 30	3,0 30	2,0 40
Apse (m ³) vecumā	— —	8,4 30	6,6 30	4,9 30	3,2 40	2,1 40

A. Zviedris uz mežierīcības datu pamata 1930. g. aprēķinājis Latvijas PSR mežu galveno koku sugu tekošo pieaugumu vidēji uz 1 ha:

Priedei.....	2,3 m ³
Eglei.....	4,3 m ³
Bērzam.....	3,0 m ³
Apsei.....	4,2 m ³
Melnalksnim.....	2,7 m ³

Pēc P. Mūrnieka datiem baltalksnim tekošais pieaugums vidēji ap 10 m³ uz 1 ha. Pēc dažiem novērojumiem ozolam un osim — 2,5 m³ uz 1 ha. Visu valstsmežu tekošais gada pieaugums ir vidēji 3 m³ uz 1 ha.

Sakarā ar lieliem mežu pārcirtumiem un postījumiem kara un vācu okupācijas gados Latvijas PSR mežu tekošais pieaugums ir samazinājies un noslīdējis uz vidēji 2,6 m³ uz 1 ha. Mežsaimniecības neatliekams uzdevums ir censties šo pieaugumu atkal pacelt.

Tekošā masas pieauguma procents visām koku sugu audzēm jaunībā ir vislielākais, jo audzes krāja, uz ko pieaugumu attiecina, ir samērā maza. Ap 70 g. pieauguma procents jau stipri nokritis un tālāk līdz 100—120 gadiem tikai lēnām samazinās.

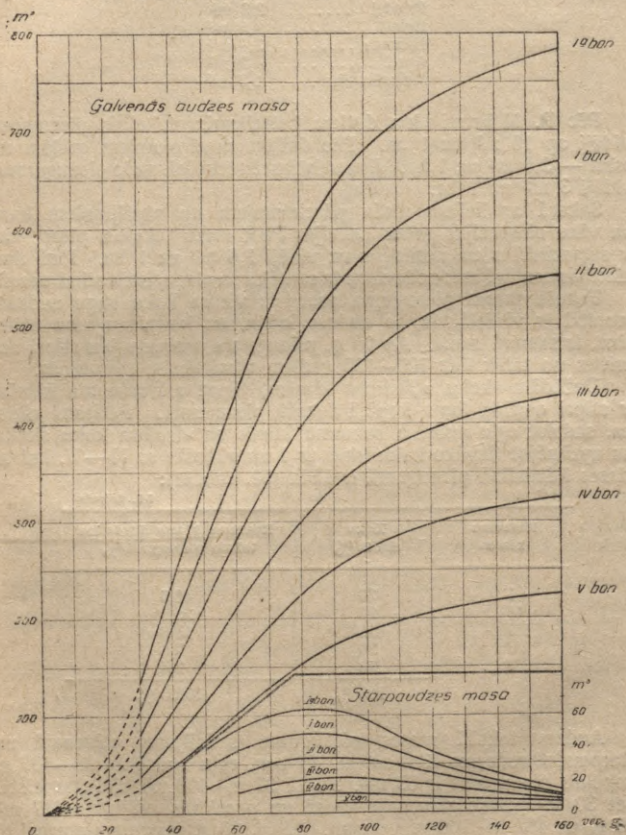
Dažādām koku attīstības klasēm, tāpat arī resnuma klasēm ir stipri dažāda loma kopējā tekošā pieaugumā. Pētījumi rāda, ka, sadalot egļu audzi 5 resnuma klasēs ar vienādu koku skaitu un apzīmējot tievāko koku klasi ar I un nākošās ar II—V, katras klases līdzdalība pieaugumā ir šāda (52. tabula):

52. tabula

Resnuma klases	Koku skaits %	Resnuma klases līdzdalība tekošā pieaugumā %
I	20	48,5
II	20	25,5
III	20	15,8
IV	20	7,8
V	20	2,4
	100 %	100,0 %

Audzēs tekošā masas pieauguma sadalījums galvenajā un starppaudzē redzams 134. attēlā. II bon. egļu audzē no 90—100 g. kopējais pieaugums ir 63 m³. No tā 33 m³ 100 g. izcirt starpcirtē, bet 30 m³ paliek galvenajā audzē un paceļ tās krāju no 437 m³ 90 g. uz 467 m³ 100 g. vecumā. Līdz 100 g. vecumam starpcirtē izcirts pavisam 17 + 24 + 32 + 34 + 34 + 33 = 174 m³.

No audzes tekošā pieauguma gaitas un tā sadalījuma galvenajā un starpauzē atkarīga arī galvenās audzes masas attīstības gaita (135. attēls).



135. att. Egļu audžu galvenās un starpauzdes masas attīstība dažādās bonitātes

Galvenās audzes masa pēc nelielās jaunības stadijas strauji pieaug, bet vēlāk arvien mazāk un mazāk. Audzes masas absolutais lielums vienā un tai pašā vecumā ir atkarīgs no koku sugas un bonitates. Pieņemot I bon. egļu audzes masu par 100, pārējo sugu I bon. masa dažādos vecumos atrodas pret egles masu šādās attieksmēs (53. tabula):

53. tabula

Vecums	Egļe	Priede	Bērzs	Ape
60 g.	100	94	91	113
80 g.	100	84	86	107
100 g.	100	81	84	104
120 g.	100	81	—	—

Pieņemot I-a bon. priežu galvenās audzes masu par 100, pārējo bonitašu audzes masa dažādos vecumos atrodas pret to šādās attieksmēs (54. tabula):

54. tabula

Vecums	Bonitates					
	I-a	I	II	III	IV	V
60 g.	100	82	65	48	36	24
80 g.	100	84	67	51	38	26
100 g.	100	84	68	52	39	27
120 g.	100	84	68	52	38	27

Starpaudzes masu izcērt periodiski, parasti pa 5 vai 10 gadiem. Tādēļ arī augšanas gaitas tabulās uzdota starpaudzes masa katrā 10 g. periodā. Audzes jaunībā tā ir neliela, neskatoties uz lielo izkrietošo koku skaitu. Vēlāk tā pieaug un pēc neliela maksimāla brieduma vecumā atkal samazinās. Starpaudzes masa katrai sugai ir atkarīga no sugas masas attīstības īpatnībām. Atkarībā no bonitates tā mainās diezgan ievērojami. Labākās bonitatēs tā ir ievērojami augstāka (135. attēls).

Starpaudzes krāja pa visu audzes augšanas laiku sastāda visai ievērojamu sumu (134. attēls) un, piemēram, egļu II bon. audzes 100 g. vecumā ir 174 m³.

Audzes kopmasa sastādās no galvenās un starpaudzes masas līdz noteiktam vecumam. Kopmasas attīstības līkne ir

Ļoti stāva līdz lielam vecumam (134. attēls). Audzes kopmasu priedei un eglei dažādās bonitatēs un vecumos rāda 55. tabula.

55. tabula

Vecums	Priede				Egle			
	Bonitates							
	I-a	I	III	V	I-a	I	III	V
	Kopmasa m ²							
60 g.	537	439	230	109	524	423	223	103
80 g.	690	572	318	153	798	649	351	154
100 g.	806	672	383	186	1017	826	454	197
120 g.	899	749	428	200	1151	945	524	228
140 g.	966	805	460	223	1234	1017	571	249
160 g.	1017	845	481	233	1288	1063	601	262

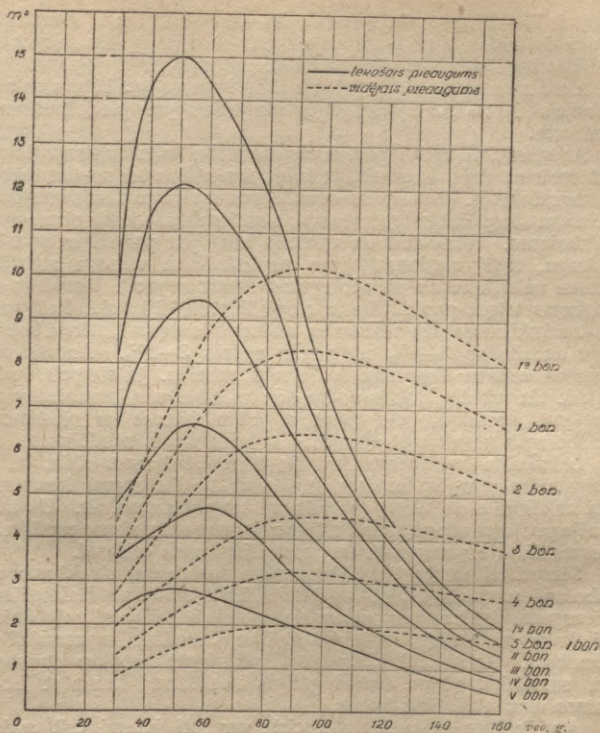
Atšķirība starp audžu kopmasām dažādās bonitatēs ir ļoti liela un augstākā bonitate pret zemāko attiecas kā 5 : 1.

Audzes vidējais masas pieaugums jaunībā kāpj daudz lēnāk par tekošo pieaugumu un daudz vēlāk sasniedz savu maksimu. Vidējā pieauguma līkne audzes jaunībā atrodas zem tekošā pieauguma līknes, bet savā maksimā šķērso tekošā pieauguma līkni un pēc tam turas virs tās. Pēc kulminācijas audzes vidējais pieaugums samazinās ļoti pakāpeniski un uz gadu desmitiem paliek ar vāji krītošu tendenci (136. attēls).

Saulmīļu sugām audzes vidējais pieaugums kulminē labu tiesu agrāk nekā ēnciešu sugām, tāpat augstākajās bonitatēs agrāk nekā zemākajās. Mūsu galveno sugu audžu vidējā pieauguma kulmināciju atkarībā no bonitates rāda 56. tabula.

56. tabula

Koku suga	Bonitates					
	I-a	I	II	III	IV	V
Priede (m ³) vecumā	6,9	5,7	4,4	3,2	2,4	1,6
	45	50	55	60	60	70
Egle (m ³) vecumā	7,3	6,1	4,9	3,8	2,8	1,9
	75	75	80	80	85	85
Bērzs (m ³) vecumā	—	5,4	4,3	3,3	2,4	1,6
	—	55	60	60	60	60
Apsc (m ³) vecumā	—	6,7	5,2	3,8	2,6	1,6
	—	60	65	60	60	60



136. att. Egļu audžu vidējais un tekošais masas pieaugums atkarībā no bonitātes un vecuma

Jaunībā audzes masa sastādās vienīgi no zariem un žagariem. Jo ātraudzīgāka ir kāda suga un jo labāka bonitāte, jo ātrāk koki sasniedz rupjkoksnē dimensijas. Zemās bonitātēs vēl līdz 40 g. pārsvarā ir žagari. Galvenās audzes zaru masa, sākot ar 40—60 g., vidējās bonitātēs ar vecumu jūtami nemainās, bet mainās gan atkarībā no koku sugas. Vidējo bonitāšu egļu audzēs zaru

masa ir 70—80 m³, priežu audzēs 35—50 m³ uz 1 ha. Augstākās bonitatēs audžu zaru masa palielinās. Vienīgi priežu audzēs tā dažādās bonitatēs ir puslidz vienāda.

Audzies pieaugums un augšanas gaita starpcirtes ietekmē līdzšinējos pētījumos jau pietiekami noskaidrota.

Ar starpcirti audzē paplašinās atsevišķu koku augšanas telpa, bet izcērtot daļu konkurētāju koku, tos izslēdz arī no turpmākās masas ražošanas. Visumā masas zaudējums ar zināma daudzuma koku izciršanu starpcirtē kompensējas ar audzē palikušo koku pieauguma uzlabošanu. Virsvaldu un valditāji koki jau parasti ir ar labu vainagu, tādēļ augšanas telpas paplašināšana vainaga attīstību jūtami neietekmē un arī pieaugumu daudz nepaceļ. Visvairāk uz augšanas telpas paplašināšanu reaģē līdzvalditāji koki. Pakļautās audzes kokiem ir maza līdzdalība audzes pieaugumā, mēreni koptās egļu audzēs ap 2—6% un priežu audzēs 3—5%. Audzes pieauguma celšana iespējama šo ietvaru robežās. Ja starpcirte pāršniedz tās robežas, kādās audze līdz pilnībai var izmantot visus augtienes apstākļus, tad rodas negatīva bilance un pieauguma uzlabošanās nespēj segt starpcirtē radušos masas zaudējumu.

Līdzšinējie novērojumi ilggadīgos izmēģinājumos rāda, ka ar parastajām starpcirtēm nav panākams lielāks masas ieguvums, bet ar stiprām un izlases starpcirtēm tas pat samazinās. Uz līdzšinējo pētījumu atziņu pamata starpcirtes nav uzskatāmas par līdzekli audzes kopējā pieauguma un masas ieguvuma celšanai.

Starpcirtei tomēr ļoti liela nozīme sortimentu struktūras uzlabošanā un audzes vērtības celšanā. Labi koptās audzēs iespējams pieaugumu ilgāk uzturēt, pieauguma potenciālu pārnest uz labākiem (lietkoku) stumbriem, iegūt veselīgākus, taisnākus, mazzarainākus stumbrus. Ar starpcirti var īsākā laikā iegūt resnākus stumbrus un savlaicīgi, pirms audzes galīgas nociršanas, izmantot izcērtamos mazāk vērtīgos kokus.

Agri iesākta plānveida starpcirte var ļoti jūtami celt audzes labumu un vērtību.

Audzies pieaugumu un augšanas gaitu ietekmē arī meteoroloģiskie apstākļi. Daudzos novējumos pierādījies, ka sausie gadi ievērojami samazina pieaugumu. Sevišķi jutīga šai ziņā ir egle, bet arī priežu audzēs sausos gados pieaugums var samazināties par apm. 50%. Nokrišņiem bagātie gadi pieaugumu savukārt veicina. Pētījumi balteglu, ošu, ozolu audzēs liecina, ka pēkšņās pieauguma svārstības lielāko tiesu atkarīgas no meteoroloģiskiem apstākļiem.

Izslases meža augšanas gaita

Izslases mežs raksturīgs ar audžu nevienādo vecumu. Tur lielā platībā līdzās sastopamas dažādas vecumklases. Tā kā īstenais vecums nav zināms un vidējam vecumam nav nekādas nozīmes, tad pretēji vienvecuma mežam audzes taksācijas elementus nevar stādīt atkarībā no vecuma. Izslases meža raksturu var attēlot ar koku krūšaugstuma caurmēru sadalījumu. Parasti lieto šādu iedalījumu:

1. resnuma klase	8—14 cm	50%	no koku skaita
2. " "	16—24 "	16—20%	" " "
3. " "	26—36 "	8—14%	" " "
4. " "	38—50 "	6—10%	" " "
5. " "	50—70 "	6—20%	" " "
6. " "	>70 "		

Visus elementus attiecina uz šīm resnuma klasēm.

Izslases mežā ir lielas augstuma svārstības. Tādēļ tur pastāv t. s. vertikālais vainagu slēgums. Augstuma attīstība atkarīga no bonitātes, tādēļ izslases meža bonitāti var noteikt tāpat kā vienvecuma mežā.

Vidējā masa uz 1 ha izslases mežā ir vai nu nedaudz mazāka, vai tāda pati kā vienvecuma mežā. Izslases meža īpatnējās uzbūves dēļ jaunībā koki ir stipri apēnoti. Tādēļ šai meža formai raksturīgas ir lielāko tiesu ēnciešu sugas — baltegle un egle. Augot lielā apēnojumā, tiklab augstuma, tā caurmēra pieaugums jaunībā ir ļoti niecīgs. Koku šķērsgrīzumā kodolā redzamas šauras blīvas gadskārtas. Augšanas telpu pakāpeniski paplašinot, pieaugums uzlabojas un visu laiku līdz nociršanai ir ļoti vienkāršs.

Masas pieauguma sadalījums resnuma klasēs ir ļoti dažāds. 1. un 2. klasē tas ir 8—20%, bet 5. un 6. — 40—50%. Vislielāko pieaugumu dod resnākie stumbri.

Izslases mežā ir ievērojams masas pieaugums. Pēc A. Z v i e d r a pētījumiem Latvijas izslases meža saimniecībā tas ir vidēji 7 m³ uz 1 ha.

Pirmatnējā meža augšanas gaita

Pirmatnējie meži vēl visvairāk sastopami PSRS ziemeļu un ziemeļaustrumu apgabalos, bet Viduseiropā tikai dienvidaustrumu daļā.

Pirmatnējam mežam raksturīgs ir dažāda vecums — no dīgsta līdz 300, pat 500 gadiem. Vecumi mainās pat uz nelielām platībām

un šai ziņā pirmatnējais mērs ir tuvs izlases mēžam. Nereti sastopamas arī vienvecuma audzes pat uz lielām platībām.

Audzēs krāja pirmatnējā mēžā ir lielāka nekā izlases mēžā, bet kvalitātes ziņā tā ir daudz zemāka.

1930

1939

19

Atvasāja augšanas gaita

Tiru atvasāju platības nav lielas. Bieži uz vienas un tās pašas platības kopā sastopami atvasaudži un sēkļaudži. Latvijas PSR apstākļos atvasājus lielāko tiesu veido baltalksnis, melnalksnis, apse, bērzs, osis, kārkls, vitols, lazda.

Atvasāju attīstībai raksturīgs ir liels augstuma pieaugums pirmajos gados — 0,60—1,50 m. Tomēr tas strauji krīt un vēlāk noslid zem sēkļaudžu pieauguma.

Labās augsnās masas pieaugums ir visai ievērojams, piem., baltalksnim vidēji ap 10 m³ uz 1 ha. Atvasāji dod samērā nelielu lietkoksnes iznākumu, un tos lielāko tiesu izmanto malkai. Saimnieciskā ziņā atvasājam daudz mazāka nozīme nekā dižmēžam.

159. §. Audzes attīstības gaitas likumsakarības

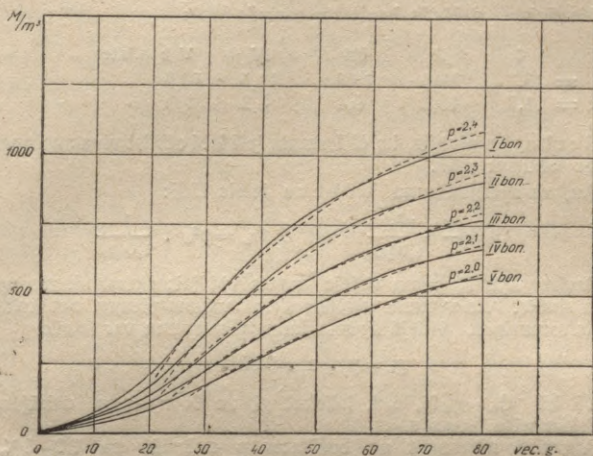
Atsevišķu koku un arī audžu taksācijas elementu attīstības un pieauguma likņu regulārā gaita ir pamudinājusi zinātniekus šīs parādības matemātiski analizēt un izteikt ar formulām, lai tādējādi atrastu augšanas un attīstības likumības vai likumsakarības. Šādām likumībām būtu liela teoretiska nozīme, jo no tām varētu secināt par vispārējiem bioloģiskiem principiem, kas ļautu interpretēt dažādu attīstības likņu gaitu. Tām būtu arī praktiska nozīme, jo ar tuvinātām formulām interpolācijas un eksterpolācijas ceļā varētu papildināt attīstības rindas un pārbaudīt skaitļu rindu grafikas.

Audze ir atsevišķu koku kopums, tādēļ tanī vajadzētu izpausties tām pašām likumsakarībām, kas novērojamas atsevišķu koku augšanā un attīstībā. Bet tā kā audze nav tikai aritmetiska koku summa, bet gan patstāvīgs komplekss, tad tanī vērojamas savas īpašas likumsakarības.

Ar augšanas gaitas un pieauguma likņu interpretāciju visvairāk ir nodarbojies R. Vēbers, Tjurins u. c. devuši dažu jautājumu sekmīgu atrisinājumu.

R. Vēbers uz augšanas gaitas tabulu skaitļu rindu pamata uzstādījis formulas audzes augstuma, šķērslaukuma, caurmēra un masas attīstības gaitas, tā arī koku skaita samazināšanās procesa

izteikšanai. Daudzos gadījumos šīs formulas dod skaitļu rindas, kas ļoti tuvas augšanas un attīstības gaitas likņu vispārējām tendencēm, bet citos gadījumos ievērojami atšķiras (137. attēls).



137. att. Egļu audžu masas attīstības gaita pēc augšanas gaitas tabulām un Vēbera formulas

Audzes koku skaitu intensīvas augstuma attīstības periodā izteic šāda formula:

$$N_a = \frac{10000}{1,0 p^a},$$

N — koku skaits uz 1 ha; 10000 — kvadrātmetru 1 ha;
 p — no koku sugas un bonitātes atkarīgs pastāvīgs koeficients;
 a — pašreizējais vecums, kas formulā jāsamazina par jaunības stadijas ilgumu, t. i., no 5—25 g.

Šifels to pašu izteicis ar šādu formulu:

$$N = \frac{i \sqrt{h - k}}{g},$$

kur i un k ir katrai bonitātei pastāvīgi koeficienti; h — audzes vidējais augstums un g — audzes vidējais šķērslaukums.

Pēc šīs formulas audzes šķērslaukums

$$G = i \sqrt{h} - k.$$

Koeficienti dažādās bonitātēs mainās šādi:

	I	II	III	IV	V bonitātes
$i =$	13,2	12,6	12,2	11,5	10,9
$k =$	11,7	10,2	9,4	8,2	7,0

Gerharts atradis, ka šī formula ļoti labi atbilst viņa augšanas gaitas tabulām eglei.

Audzes šķērslaukumu Vēbers izteic šādi:

$$G_a = \frac{1}{2} \frac{p_a^2}{1,0 p_a} \quad \text{vai} \quad 2 G_a = p_a^2 \cdot \frac{1}{1,0 p_a}$$

Audzes šķērslaukumu noteic audzes vidējais šķērslaukums un koku skaits. Ar vecumu vidējais šķērslaukums pieaug, bet koku skaits samazinās. Vidējā šķērslaukuma pieaugumu var izteikt

$$g_a = p \cdot a \cdot 0,001.$$

Tā kā $G_a = g_a N$, tad, ieliekot g_a un N nozīmes, dabūjam iepriekšminēto formulu.

Atkarībā no sugas un bonitātes p svārstās no 1,2—3%. Vecums a jāsamazina par jaunības stadiju — 5—15 g.

Audzes krāju var aprēķināt pēc vidējā koka

$$V = v \cdot N.$$

Līdz ar vecumu tāni radīsies pārmaiņas, no vienas puses aiz vidējā koka pieauguma, ko var izteikt

$$v_a = (1,0 p_a - 1),$$

un no otras puses aiz koku skaita samazināšanās, kas notiek proporcionāli

$$\frac{1}{1,0 p_a}.$$

Savienojot abas izteiksmes, var izteikt audzes masas atkarību no vecuma un dažiem pastāvīgiem koeficientiem

$$m = (1,0 p_a - 1) \frac{1}{1,0 p_a} = \frac{1,0 p_a - 1}{1,0 p_a} = 1 - \frac{1}{1,0 p_a}$$

Audzes krāju Vēbers izteicis ar šādu formulu:

$$V_a = 100 p^3 \left(1 - \frac{1}{1,0 p^a}\right).$$

Koeficients p mainās no 1,3—2,5.

137. attēlā parādīta egļu audžu masas attīstības gaita pēc Flurija augšanas gaitas tabulām salīdzinājumā ar Vēbera formulas rezultātiem.

Šifels audzes krājas noteikšanai devis šādu formulu:

$$V_a = \frac{h}{d} a \left(i \sqrt{h} - k \right) \left(h + \frac{4}{h} \right).$$

Koku un audžu attīstība norisinās ļoti daudzu faktoru mijiedarbībā, tādēļ šeit nevar sagaidīt tik stingras likumsakarības, kādas ir fizikalajās vai ķīmiskajās norisēs.

Daži zinātnieki, apskatot augšanas gaitas likumsakarības, atrod, ka nevar apstrīdēt zināmu paralelismu augšanas gaitā pēc tabulām un Vēbera formulām. Tomēr šī saskaņotība ir visai aprobežota laikā, atkarībā no traktēšanas veida un paņēmiena, pārāk sīkā mērogā un lieliem laika intervāliem bieži tikai šķietama. Tādēļ Vēbera formulas jānovērtē kā asprātīgs zinātnisks mēģinājums.

Jāatzīst, ka, raksturojot ar dažādām likņu konstrukcijām taksacijā vērojamās audžu strukturas un attīstības gaitas likumsakarības, pats galvenais, uz ko var pretendēt, ir — noteikt likņu tipu, jo formulu pastāvīgie komponenti, atkarībā no dabiskiem un saimnieciskiem apstākļiem, ir pārāk mainīgi.

Jau lielāka praktiska nozīme ir pētījumiem par dažādu augšanas faktoru savstarpējām attieksmēm. Augšanas faktoru korelatīvās attieksmes sevišķi āsi un reljefi parādās grafiskos attēlos. Piemēram, Kopecka konstruētajā masas taisnē vērojama stingra sakarība starp šķērslaukumiem un masu (135. §), kas atbilst pirmās pakāpes aritmetiskai rindai. No masas taisnes izriet, ka arī gh un gf , kā šķērslaukuma funkcijas, raksturojamas ar taisnu līniju. Turpretim faktori hf un f kā g funkcijas tuvas hiperbolai.

Gerharts atradis, ka vienvecuma egļu audzēs, sākot ar noteiktu vecumu (atkarībā no bonitates 65—85 g.), vairāku audzes taksācijas elementu attīstības gaita tuvināti pielīdzināma taisnai līnijai. Uz šo atzinumu pamata viņš formulējis 3 likumsakarības (154. §). Šo likumsakarību praktiskā nozīme labi parādīta, vispārējās augšanas gaitas tabulās.

Novērtējot pētījumus par augšanas gaitas likumībām, pētnieki pasvītro to aprobežoto nozīmi. Dzīvās dabas objekti — koki un audzes — nav pakļaujami tik noteiktiem likumiem un matemātiskām formulām, kā nedzīvās dabas vai tehnikas objekti. No tā arī izriet, ka meža taksacijā var iegūt rezultātus ar lielāku vai mazāku tuvinātību un varbūtību.

Meža taksacijā vienmēr jāsaprotas ar daudziem nenovēršamiem kļūdu avotiem. Tādēļ nav iespējama pilnīgi pareiza koksnes krājas, pieauguma un produkcijas noteikšana. Meža taksācijas uzdevums ir pēc iespējas izvairīties no kļūdu avotiem, atrast pietiekami vienkāršas un elastīgas metodes, kas atbilst tiklab zinātnes, tā prakses vajadzībām un dod rezultātus zināmas noteiktības robežās.

III. MEŽA MASIVU TAKSACIJA

1. MEŽIERĪCĪBAS TAKSACIJAS PAMATUZDEVUMI

160. §. Meža masivu taksācijas īpatnības

Vajadzība pēc lielāku noslēgtu meža platību taksācijas rodas, tās ieslēdzot saimnieciskās rīcības sferā. Pieaugot koksnes izlietošanas un patēriņa veidiem, arvien lielākas platības tiek iesaistītas saimnieciskā izmantošanā. Atskaitot atsevišķus tālo ziemeļu un tropu rajonus, kur meži vēl nav pieejami izmantošanai, visur citur meža platības vairāk vai mazāk jau iesaistītas ekspluatācijā.

Iesaistot mežus ekspluatācijā, tie arī tehniski un saimnieciski jāorganizē, ko veic mežierīcība. Tās pamatu uzdevumi ir: meža resursu inventarizācija un taksācija, kā arī saimniecības plānu izstrādāšana. Šo uzdevumu veikšanai izlieto dažādas meža taksācijas metodes. Atšķirībā no iepriekš apskatītiem meža taksācijas objektiem meža masivs atšķiras ar savu lielo platību, lieliem dažādu audžu kategoriju kopumiem, kas dažkārt arī teritoriāli novietojas ciešāk vai izklaidāk.

Meža masivu taksācija ir sarežģīts uzdevums, kas prasa iepriekšējus sagatavošanas darbus, daudz laika un labus specialistus. Darba etapi veicami noteiktā kārtībā. Tādēļ šo darbu organizāciju, kārtību un izpildīšanu nosaka ar īpašām instrukcijām. Šeit aplūkosim tikai meža masivu taksācijas uzdevuma pamatprincipus un darbības veidus.

161. §. Meža masivu sadalīšana

Meži, tāpat kā citas lielākās zemju kategorijas, vispirms nodalās ar politiski-administratīvām robežām. Katrā padomju republikā meža platības iedalās administratīvi saimnieciskās vienībās. Mežs ir sastopams gan lielu dabisku masivu veidā, gan izkaisīts atsevišķiem

pučuriem, tādēļ arī administratīvi saimnieciska vienība var sastāvēt vai nu no viena dabiska masīva, vai tā daļas, vai arī no vairākiem nelieliem masīviem vai pučuriem. Administratīvi saimnieciskās vienības — mežsaimniecības — mēdz iedalīt saskaņā ar dabisko meža masīvu robežām, tai pašā laikā turoties pēc iespējas arī vispārējās administratīvās robežās.

Mūsu republikā, kur lielu meža masīvu nav, mežsaimniecības robežās mežus vēl iedala tīri saimnieciskās vienībās — mežanos. Meža novada meža platība svārstās vidēji no 3000 līdz 8000 ha. Mazāk apdzīvotos, ekstensīvas mežsaimniecības rajonos meža novada platības ir daudzkārt lielākas.

Iesaistot kādu meža novadu pirmo reizi saimnieciskās darbības sfērā, rodas prasība pēc tā sadalīšanas sīkākās vienībās. Tāda saimnieciskās darbības vienība ir meža kvartals. Kvartalu no kvartala nodala gan ar dabiskām robežām — upēm, strautiem, gravām, kalnu mugurām utt., gan visbiežāk ar īpašām stīgām, t. s. kvartalstīgām. Tāds ar stīgām norobežots kvartals kļūst arī par taksācijas pamatdarbības vienību, jo atsevišķu nogabalu un audžu izdalīšanu veic, balstoties uz kvartalstīgām, tāpat šo nogabalu savstarpējo situāciju saista ar kvartalu.

Meža iedalīšanai kvartalos vispirms nepieciešams meža plāns. Tādēļ katrs mežs, kas kļūst par saimniecības objektu, vispirms ir jāuzmēri. Lielam meža masīvam var būt daudz robežpunktu un robežliniju, tādēļ tā uzņemšana prasa daudz laika un pūļu. Lai ātrāk iegūtu pamatmaterialu meža taksācijai un lai uzmērīšanas datus parocīgāk novietotu plānā, visu meža novada platību sadala atsevišķos poligonos, tik lielos, lai vienu poligonu varētu novietot uz normalas planšetes mērogā 1 : 5000. Uz vienas planšetes var novietot caurmērā ap 625 ha, tātad vidējam meža novadam vajadzīgas ap 10 planšetes.

Novadu un daļplānu robežu uzņemšanu izdara saskaņā ar priekšrakstiem, saistot uzmērījumus ar trigonometriskiem punktiem.

Meža masīva sadalīšanu kvartalos vispirms projektē uz plāna, novelkot caur tā vidu divas savstarpēji perpendikularas līnijas un uz tām atliekot kvartalu izmērus. Kvartalu lielums ir atkarīgs no meža novada ģeogrāfiskā novietojuma un mežsaimniecības intensitātes. Atkarībā no šiem faktoriem pastāv dažādas mežniecības kategorijas. Augstākās kategorijās kvartalu lielums ir 50—100 ha, bet zemākajās — pat vairāku simtu ha. Latvijas apstākļos vidējais kvartalu lielums ir ap 36 ha. Nemeža zemēm kvartalu lielums nav ierobežots.

Meža masīvā, ko ierīko pilnīgi no jauna, kvartalu tīkla stīgu virziens pēc iespējas jāietur ziemeļu-dienvidu un austrumu-rietumu virzienā. Mūsu mežsaimniecībā daudzās vietās sastopams arī cits kvartalstīgu virziens — ziemeļrietumu-dienvidaustrumu un ziemeļaustrumu-dienvidrietumu, jo savā laikā pastāvēja uzskats, ka šāda veida kvartalu tīkla stīgu virzienam ir zināmas priekšrocības. Ja kādā meža novadā jau pastāv kvartalu tīkls, tad, to no jauna ierīkojot, kvartalu stīgu tīklu nemaina.

Mākslīgi iedalīto kvartalu forma — kvadrāts vai taisnleņķu četrstūris, bet dabiski norobežotiem — nenoteikta. Jaunieprojekktētās kvartalstīgas izcērt 0,5—1,0 m platumā un vēlāk paplašina līdz 5 m.

Kvartalstīgām var būt arī cita nozīme. Sausos priežu novados tās var reizē kalpot arī kā ugunsaizsardzības stīgas, bet ļoti bieži tās izmanto arī transporta ceļu ierīkošanai. Pilsētu un kurortu apkaimes mežos kvartalstīgas kalpo arī estētiskiem nolūkiem, tādēļ to virzienu nereti ietur citādu, saskaņā ar estētiskām prasībām.

Iedalot meža novadu poligonos un novietojot katru poligonu uz savas planšetes, jārikojas tā, lai daļplānu robežas sakristu ar kvartalu robežām. Ja caur novadu iet dzelzceļš, lielāki ceļi, vai arī tek upes, tad arī tie izlietojami par daļplānu un kvartalu robežām.

Kalnainos apvidos horizontālo un arī vertikālo uzmērīšanu un iedalīšanu kvartālos izdara saskaņā ar mežaizsardzības prasībām. Šādos apstākļos kvartalstīgu vietā izmanto kalnu muguras, gravas, ielejas, upes u. c. dabiskas robežas. Ja apvidus reljefs to atļauj, tad kvartālus izdala arī mākslīgi ar stīgām, izvelkot lauztas kvartalstīgas perpendikulāri horizontālēm.

Kvartāli numurējami no kreisās uz labo pusi, iesākot no novada ziemeļu gala. Numurus atzīmē plānā un izliek arī dabā. Agrāko gadu taksācijas praksē kvartalstīgu krustojumos ieraka resnus stabus ar četrpusīgu ietēsumu. Uz ietēsumiem, kas vērsti katrs pret savu kvartālu, ar eļļas krāsu bija uzrakstīti kvartāla numurs. Šādiem stabiem vajag nocirst lielus un resnus kokus un tie traucē materiālu transportu pa stīgām, tādēļ pēdējā laikā kvartālu apzīmējumus raksta uz nelielām krāsota skārda vai šifera plāksnēm, ko kvartalstīgu galos un krustojumos piestiprina augošam kokam.

138. attēls rāda Balvu mežsaimniecības Bērziņu novada iedalījumu kvartālos.

Balvu mežsaimniecības
BĒRZIŅU novads
 Platība 54290 ha
 Mērogs 1:75000



138. att. Meža novada iedalījums kvartalos

162. §. Meža teritorijas iedalījums dažādu zemju kategorijās

Ikkatrā meža teritorijā var sastapt dažāda rakstura zemes platības, kurām visām nav vienāda nozīme kā saimniecības objektiem. Tādēļ, lai katrā vietā istajā laikā paredzētu vajadzīgo saimniecisko rīcību, objekts ir labi jāpazīst, sevišķi, ja tas ir tik plašs un dažāds, kāds ir mežs. Jau dabiskajā, pirmatnējā mežā ir liela dažādība, bet sākoties saimnieciskai rīcībai — ciršanai, apmežošanai, kopšanai, meliorācijai u. c., tā kļūst vēl lielāka. Arī stichiskas dabas katastrofas — vējlauzas, vējgāzes, meždegas, kaitēkļu epidēmijas var stipri pārveidot meža fiziognomiju. Tādēļ pirms katras mežniecības, sākot ar pirmo reizi un arī darbiem atkārtojoties, meža teritorija sīkāk jāizpētī, lielākās platības sadalot mazākās pēc to rakstura un nozīmes.

Meža teritorijas analīzi meža novadā izdara pa kvartāliem. Katra kvartāla robežās izdala dažādas zemju platību kategorijas un pa kvartāliem tās arī reģistrē un apraksta.

Visas dažāda rakstura platības, kas ietilp kādā meža novadā, var sadalīt divās lielās grupās: meža zemēs un nemeža zemēs. Pirmajai grupai pieskaita visas ar mežu apklātās platības un arī tādās, kur pagaidām meža nav, piem., izcirtumi, degumi, lauces u. c. Meža zemēm pieskaita arī stigas un meža ceļus.

Nemeža zemēs ieskaita tādās platības, kur mežs nevar augt, vai arī, kur mežs jau sen ir izzudis. Nemeža zemēm pieskaita:

- 1) lauksaimnieciski izmantojamas zemes — laukus, pļavas, dārzus, kokaudzētavas utt.;
- 2) ūdeņus — ezerus, upes, dīkus;
- 3) sūnu, zāļu un pārejas purvus;
- 4) visādas nederīgas zemes: smiltājus, akmeņaines, grantsbedres u. c.

Nemeža zemju lielākas platības, piem., lauksaimniecībai derīgas zemes, lielākos purvus un ūdeņus uzņem instrumentāli reizē ar pārējiem ģeodeziskiem darbiem. Mežsaimniecības administratīvā personāla dienesta zemēs un lielākās pļavas no meža norobežo ar stabiem. Arī dažas citas dabā stingri norobežotas platības, piemēram, izcirtumus, mākslīgos apmežojumus, tāpat arī grāvjus un lielākos ceļus uzņem ar instrumentu. Visa pārējo meža zemju un sīkāko iestarpināto nemeža zemju platību analīze veicama taksatoram reizē ar audžu taksāciju.

163. §. Dažādo meža platību kategoriju nozīme

Atsevišķiem meža novadiem, kā arī novadu daļām bez tieši saimnieciskās nozīmes dažos gadījumos ir arī citas funkcijas. Zināmos

apstākļos noteiktās meža platības darbojas kā ūdensrežīma līdzsvarotājas un augsnas aizsargātājas. Gar galveno upju krastiem izdalītas meža joslas noteiktā platumā, kas padotas īpašam saimniekošanas režīmam. Šai kategorijai pieskaitāmi arī meži un krūmāji, kas aiztur plūstošās smiltis un neļauj tām tālāk izplatīties, aizsarga no plūstošām smiltīm apdraudētās apdzīvotās vietas, satiksmes ceļus un visāda veida izmantojamās zemes, sevišķi piejūras rajonos.

Šajā kategorijā ietilp arī meži un krūmāji, kas aug kalnu nogāzēs, upju, strautu un grāvju krastos un aizsarga tos no izskalošanas, piebrukšanas un nobrukšanas. Latvijas PSR tādu objektu ir 10 un to kopplatība pārsniedz 14.000 ha.

Dažos apgabalos mežam ir liela loma sniega aizturēšanā un mitruma uzkrāšanā augsnā un tur mākslīgi ierīko meža joslas, lai tādējādi celtu lauku ražu.

Bez šiem aizsargājamiem mežiem saudzīgs režīms jāpiemēro arī dabas pieminekļiem, rezervātiem un parkiem. Dabas pieminekļiem un parkiem pieskaitāmi tādi meža novadi vai gabali, tāpat arī vietas, apstādījumi un atsevišķi koki, kas savas vēsturiskās nozīmes, krāšņuma, zinātniskās vērtības vai tur sastopamo reto augu un dzīvnieku sugu dēļ uzglabājami dabiskos apstākļos. Latvijā tādu objektu ir pavisam 46, pāri par 15.000 ha kopplatībā. Lielākā daļa no tiem ir nelieli parki. Ievērojamākiem objektiem pieskaitāmi: Slīteres Zilie kalni, Zilais kalns pie Valmieras, Moricsala Usmas ezerā, Skrīveru dendroloģiskais dārzs u. c.

Trešā lielākā saudzējamo mežu kategorija ir zaļās joslas ap pilsētām un kurvietām, kas uzskatāmas par pilsētu „plaušām”. Tās domātas ne tikai izbraukumiem, bet arī gaisa uzlabošanai pilsētas apkārtnē. Lielākais objekts šai kategorijā ir Rīgas pilsētas meži, no pārējiem ievērojamākiem — Siguldas nacionālais parks, Ķemeru kurvietas parks u. c. Šīs kategorijas platība pārsniedz 135.000 ha.

Visu trīs kategoriju mežu platībām ir sevišķa nozīme un tās ieskaitītas pirmās grupas mežos.

Visi pārējie meži ir pirmā vietā saimnieciski meži, bet līdz ar to zināmos gadījumos var izpildīt arī iepriekšminētās funkcijas. Šie pārējie meži skaitās apvienoti otrajā grupā.

Mežierīcība visām meža platību kategorijām nepieiet ar vienu mērāuklu, bet tās mērķis ir sastādīt tādus saimniecības plānus, kas vislabāk atbilstu attiecīgās kategorijas mežu nozīmei un kas vispilnīgāk nodrošinātu tās īpatnās funkcijas.

164. §. Nogabalu minimalais lielums un izdalīšanas pazīmes

Mežs mainās jau uz nelielām platībām. Pat visvienveidīgākā audze visā savā platībā nav pilnīgi viendabīga. Uz lielākām platībām pārmaiņas jau ir ļoti ievērojamas. Dažreiz tās izpaužas atsevišķos nelielos nogabalos, dažreiz tās it kā ielāsmētas lielākos nogabalos.

Meža teritorijas platību analīzei un taksācijas nogabalu izdalīšanai nepieciešama zināma mēraukla. Izdalot pārāk lielus nogabalus, kas savā starpā atšķiras ar isti spilgtām pazīmēm, tāpat pārāk sīkus, mazāk krasi atšķirīgus nogabalus, vienmēr jāievēro to saimnieciskā nozīme un jāapsver, cik tas ir pamatoti. Rupji izdalījumi prasa mazāk laika, bet attālinās no īstenības, sīkiem izdalījumiem nepieciešams vairāk darba, tie labāk atspoguļos meža raksturu, bet līdz ar to nebūs atbilstoši mežsaimniecības darbības mērogam.

Izdalāmo nogabalu lielums ir atkarīgs no mežsaimniecības intensitātes pakāpes un to parasti nosaka ar instrukcijām atkarībā no mežierības kategorijas. Augstākās kategorijās paredz sīkāku nogabalu izdalīšanu.

Latvijas PSR apstākļos izdalāmo audžu un nogabalu minimālais lielums ir atkarīgs no dažādu kategoriju zemju rakstura. Tā kā neierīkotu meža novadu vairs nav, tad atkārtotos mežierības vai mežierības revīzijas darbos pieturas pie agrāk izdalīto nogabalu lieluma.

Lauksaimniecības zemes, izcirtumus, mākslīgos apmežojumus, ūdeņus un sevišķi vērtīgus un ievērojamus mežus nogabalus izdala neatkarīgi no platības. Lauces un nederīgas zemes izdalāmas tikai tad, ja to platība pārsniedz 0,2 ha.

Audzēs un retains izdala sākot ar 0,5 ha, bet tikai tādā gadījumā, ja tās pietiekami atšķiras no blakus audzēm ar sastāvu, vecumu, biežību, tipu, bonitāti un stāvokli un ja izdalīšanai ir pietiekama saimnieciska nozīme. Ar mežu aplāto un neaplāto platību izdalāmo nogabalu apmērus mēdz noteikt arī pēc kvartālu lieluma, atdalot nogabalu no nogabala, ja to platība nav mazāka par 2—3% no kvartāla platības.

Dažādu zemju kategoriju platības pietiekami spilgti viena no otras atšķiras, tā ka nav nekādas grūtības tās atdalīt. Lielākas grūtības rodas, sīkāk sadalot ar mežu aplātās platības. Taksācijas nogabalam jābūt viendabīgam visā platībā un jāatšķiras no blakus esošā nogabala pēc vienas vai vairākām iepriekšminētām pazīmēm. Atšķirībai jābūt ar acumēru novērtējamai un saimnieciski pamatotai.

Audzes sastāvu izteic mistrojuma formula (114. §). Par dažādu koku sugu tīraudžu izdalīšanu nerodas nekādas šaubas. Mistrotās audzes jau rada lielākas grūtības, sevišķi, ja mistrojums izpaužas grupu vai puduru veidā. Mistraudzes sadala, ja valditājas sugas mistrojuma koeficients atšķiras par 2 vienībām.

Saliktās audzēs vairākus stāvus izdala tikai tad, ja tie pēc acumēra vērtējuma par tādiem atzīstami. Nereti mistraudzēs vienas koku sugas augstums ir nedaudz zemāks par otru. Tas vēl nav par iemeslu stāvu izdalīšanai (113. §). Otrs vai arī trešais stāvs izdalāms tikai tad, ja tā vidējais augstums atšķiras no galvenā stāva vidējā augstuma vairāk par 20%, bet krāja nav mazāka par 20% no galvenā stāva krājas — absolūtā lielumā ne mazāka par 30 m³ uz 1 ha.

Līdzšinējos mežierīcības darbos izteikts otrais stāvs tikai tad, ja tā vidējais augstums sasniedz pusi no virsējā stāva vidējā augstumā un tā biežība ir ne mazāka par 0,4.

Audzes vecumu noteic ar aprakstītām metodēm (112. §). Pārējos vienādos apstākļos audzi no audzes atdala, ja vecuma starpība pārsniedz vienu vecumklasi. Dažkārt šādu starpību ar acumēru ir diezgan grūti uztvert, tādēļ audzes vecuma pārbaudīšanai arvien jāizmanto svaigi celmi.

Audzes izdala pēc biežības tikai tad, ja pārējos vienādos apstākļos biežības faktors atšķiras par 0,2. Biežību noteic atsevišķi katram stāvam. Atsevišķos gadījumos audzes biežība var būt arī lielāka par 1,0. Pirmās vecumklases audzes ar biežību 0,3 un mazāk un otras vecumklases audzes ar biežību 0,2 un mazāk skaita par tadām platībām, kas nav ar mežu apklātas. Trešās vecumklases un vecākas audzes ar biežību 0,2 un 0,1 izdala atsevišķā kategorijā kā retaines.

Līdzšinējos mežierīcības darbos audzes ar biežību 0,3 un zemāk izdalītas atsevišķā kategorijā kā retaines (115. §). Pirmo divu vecumklašu retaines pieskaitītas ar mežu neapklātajām platībām.

Augtenes apstākļus raksturo ar tipu un bonitāti. Meža tipu noteic pēc tipu shēmas (11. tabula pielikumā). Tipa atšķirības diezgan viegli uztveramas. Grūtības dažreiz rodas ar eglāja un priedeglāja, sila un priedulāja atšķiršanu, jo zināmos apstākļos pāreja no viena tipa uz otru ir ļoti pakāpeniska. Tipa noteikšanā jāvadās no vietas, reljefa, augsnes, audzes, pameža un zemsēgas raksturojuma.

Bonitates noteikšanai izmanto bonitāšu resp. augšanas gaitas tabulas. Tabulās uzdots katras bonitates vidējais augstums attiecīgā vecumā. Ja konkrētās audzes vidējais augstums tieši

nesakrīt ar tabulu vidējo augstumu, tad, salīdzinot blakus esošas bonitates, jākonstatē, kādai no tām tas ir tuvāks. Citos vienādos apstākļos bonitati no bonitates var atšķirt bez grūtībām, un nogabalus atdala, ja tie atšķiras par vienu bonitati. Ja kādā audzē nepieciešams noteikt saimniecisko vecumu, tad arī bonitate jānoteic pēc audzes saimnieciskā vecuma un vidējā augstuma. Ar mežu neapklātām platībām bonitati noteic pēc blakus esošās audzes, tāpat pēc vietas vispārējās situācijas, reljefa un augsnes rakstura (117. §).

Izdalot audzes, ļoti svarīgi ir ievērot arī to stāvokli (119. §), ko izteic sastāvs, biežība, sastopamie sauseņi un vispārējais audzes veselības stāvoklis. Sevišķi svarīgi izdalīt tādas audzes, kas nelabvēlīgā stāvokļa dēļ jānocērt tuvākā laikā. No audzes stāvokļa lielā mērā atkarīgs lietkoku sortimentu iznākums. Tādēļ viena no otras jānodala arī audzes ar atšķirīgu sortimentu strukturu.

Daudzos gadījumos blakus esošas audzes atšķiras savā starpā ar vairākām pazīmēm un tā audžu robežas padara nepārprotami skaidras. Visos gadījumos, kur audžu izdalīšanā rodas grūtības un šaubas par to robežu, ieteicams nogabalu krustām šķērsām pārstaigāt un labi iepazīties ar tā raksturu. Šaubu gadījumos labāk atstāt nogabalus nedalītus, jo, ja jau atšķirības pazīmes tik mazas, ka ar acumēru tās nevar droši uztvert, tad var arī secināt, ka lieku nogabalu izdalīšanai nav pietiekamas saimnieciskas nozīmes.

Dažos gadījumos nogabalus izdala pēc dažām īpatnām pazīmēm. Tā dažreiz nepieciešami atdalīt dabiskās audzes no mākslīgiem apmežojumiem, izdalīt nogabalus ar aizsargātāju, estetisku un turisma nozīmi. Tomēr nekad nav lieki pārlikt, cik svarīgi ir izdalīšanas motīvi un kāda saimnieciska nozīme var būt vienam vai otram izdalīšanas variantam.

Atkārtotos mežierīcības un mežierīcības revīzijas darbos pēc iespējas vadās no agrākajām nogabalu izdalīšanas pazīmēm.

165. §. Nogabalu izdalīšanas paņēmieni

Taksācijas nogabalu izdalīšanu parasti saista ar to uzņemšanu plānā, un to var veikt ar dažādiem paņēmieniem. Mežā nepastāv nekādas robežas starp atsevišķām audzēm. Vienīgi lauksaimniecības zemes, ūdeņi, izcirtumi, mākslīgie apmežojumi, dažos gadījumos arī degumi un purvi izdalās ar visai noteiktām kontūrām. Turpretim ar mežu apklātajām platībām atsevišķu nogabalu kontūras ir diezgan neskaidras, saplūdušas vai ar ļoti pakāpenisku pāreju. Audzes izdalot, ir jācenšas robežu ņemt iespējami tuvāk

vērtīgākai audzei. Audžu robežas izteicas lauztās līnijās. Pēc iespējas jāizvairās no liekiem lūzumiem, ņemot garākas malas. Atdalot audzi no audzes, nav jāapiet katrs atsevišķs koks, bet jāfiksē tikai galvenās konturas. Kur vien iespējams, nogabalu robežas jāsaista ar pastāvīgiem punktiem — ar robežzīmēm, kvartalu stigām, ceļiem, grāvjiem u. c.

Taksācijas nogabalus izdala atsevišķi pa kvartaliem un dod tiem apzīmējumus kvartala robežās.

Nogabalu izdalīšanu var veikt ar dažādiem paņēmieniem. Ekstensīvas mežsaimniecības apgabalos ar mazizpētītām lielām meža platībām nav nepieciešami tik noteikti paņēmieni kā intensīvas mežsaimniecības nelielajos vērtīgo mežu novados.

Par precīzāko jāuzskata instrumentālais nogabalu izdalīšanas paņēmiens. Pēc šā paņēmiena katru audzi vai citāda rakstura nogabalu uzņem instrumentāli ar ģeodēziskiem paņēmieniem. Lai nogabalu konturas būtu saredzamas un izmērījamas, tās nosprauž ar stīgu mietiņiem. Dažos gadījumos nogabalus arī apstabo.

Instrumentālais paņēmiens ir ļoti precīzs, bet prasa daudz laika un darbu sadārdzina, tādēļ to lieto nelielos un sevišķi vērtīgos objektos, piemēram, pētījumā, izmēģinājumā un mācību meža novados.

Lietojot citus audžu izdalīšanas paņēmienus, zināmas nogabalu kategorijas tomēr jāuzņem instrumentāli. Tādas ir: lauksaimniecībai derīgas zemes — pļavas, tīrumi, stādu audzētavas, tāpat lielākie purvi, ūdeņi, ar mežu neapklātas platības un mākslīgie apmežojumi.

Lielākos mežu masīvos audžu izdalīšanai lieto rekognoscēšanas paņēmieni, kas balstās uz īpašām taksācijas stidziņām. Šādas taksācijas stidziņas izcērt vienādos atstatumos katrā kvartalā paraleli vienai no kvartalstīgām. Stidziņas ieteicams cirst paraleli austrumu-rietumu virziena stigām, jo, ejot līdz ar cirstojumu virzienu perpendikulāri cirstu virzienam, tas šķērso lielāku nogabalu skaitu. Ziemeļu-dienvidu virziena taksācijas stidziņas dažkārt var iet pa vienu pašu nogabalu — izcirtumu vai apmežojumu.

Taksācijas stidziņu daudzums katrā kvartalā un to savstarpējais atstatums atkarīgs no audžu dažādības un no tā, cik daudz nogabalu uzņemts instrumentāli. Jo audzes ir vienveidīgākas un jo vairāk nogabalu uzņemts instrumentāli, jo mazāku vajag taksācijas stidziņu skaitu. Mūsu samērā nelielajos kvartalos taksācijas stidziņas izcērt 150—300 m vienu no otras. Vecākās, retākās audzēs

bez pameža atstatums starp stidziņām var būt lielāks, saliktās audžēs, kurās nevar dziļāk ieskatīties — mazāks. Augstākas kategorijas mežierīcībā paredzēts mazāks, zemākas kategorijas — lielāks atstatums starp stidziņām. Kvartalos, kur sastopamas lielas jaunaudžu platības, taksācijas stidziņas var arī neizcirst.

Taksācijas stidziņas izcērt tikai tik platas, lai tās varētu pār-mērīt. Kokus, resnākus par 20 cm, atstāj nenocirstus, bet tikai iezīmē ar vieglu ietēsumu mizā. Taksācijas stidziņas labi nosprauž un stidziņai tuvumā stāvošos kokus viegli ietēs mizā tanī pusē, kas vērsta pret stidziņu.

Taksācijas stidziņas sasaista ar kvartalstīgām. Krustojumos un stidziņu galos ierok ap 1,25 m garus un 16 cm resnus stabiņus, uz kuru ietēsēm ar eļļas krāsu uzraksta stidziņu numurus.

Kā kvartalstīgas, tā taksācijas stidziņas izmēri un ik pa 100 vai 200 m zemē iedzen piketa mietiņu ar atstatuma apzīmējumu. Mērijot stīgas, abrisā jāapzīmē simtnieku vai divsimtnieku punkti un jā-pieraksta tiem atstatums no mērīšanas sākumpunkta. Tāpat jāatzīmē citi raksturīgie punkti, piemēram, ceļu vai grāvju krusto-jumi, spilgtas situācijas maiņas u. tml.

Audžu izdalīšanu un uzņemšanu veic rekognoscēšanas ceļā, ejot likloču gājienā pa kvartalstīgām un taksācijas stidziņām. Bal-stoties uz simtniekiem, taksators atzīmē abrisā vietas, kur nogabalu konturas krustojas ar stīgu, tai pašā laikā aprakstot taksācijas žurnālā katru no stīgas skatīto nogabalu. Lietojot šo paņēmieni, taksators no kvartalstīgas vai taksācijas stidziņas nemaz nenoiet. Ejot pa nākošo taksācijas stidziņu, taksators abrisā savieno pretim-stāvošās konturas. Ja kāds nogabals neiziet uz blakus esošo tak-sācijas stidziņu, tad pieņem, ka tas sniedzas līdz joslas vidum. Saprotsams, ka tādējādi viegli iespējams izlaist nelielus nogabalus, kas atrodas starp divām taksācijas stidziņām. Salīdzinājumi ar citiem paņēmieniem rāda, ka rekognoscēšanas ceļā izdalīto noga-balu konturas diezgan ievērojami atšķiras no faktiskajām konturām. Vesela novada apjomā šīs atšķirības zināmā mērā izlīdzinās.

Šis paņemiens, salīdzinājumā ar instrumentalo, ir pavisāks, bet, ievērojot laika un darba spēka ekonomiju, ar to var aptvert daudz lielākas platības.

Padomju Savienības taksācijas praksē plaši izplatīts kombi-nētais paņemiens; pēc tā svarīgākos nogabalus vai arī nogabalus ar noteiktām konturām uzņem instrumentali, bet pārējos — rekog-noscēšanas ceļā. Kombinēto paņemienu lieto visos tajos gadījumos, kad nepieciešami sīki dati par audžu krāju un pieaugumu pa kvartaliem.

Latvijas mežierīcības praksē izplatīts ir apiešanas paņēmiens, kombinēts ar instrumentālo. Arī šis paņēmiens balstās uz taksācijas stidziņām. No visiem instrumentāliem uzmērījumiem un stigu mērīšanas abrisa mērnieks iepriekš sastāda kvartālu uzmetu, kurā noteiktā mērogā atzīmē kvartāla robežas, ceļus, upes, purvus, izcirtumus, noteiktās audžu robežas, lauksaimnieciski izmantojamās zemes un visus citus instrumentālos uzmērījumus. Šāds uzmetus, pa 2—4 kvartāliem uz vienas lapas, taksators izlieto pārējo nogabalu izdalīšanai un taksācijas apraksta sastādīšanai. Kvartālu uzmetā atzīmēts pietiekami daudz atbalsta punktu, tādēļ taksatoram nenākas grūti saistīt ar tiem izdalāmo nogabalu kontūras.

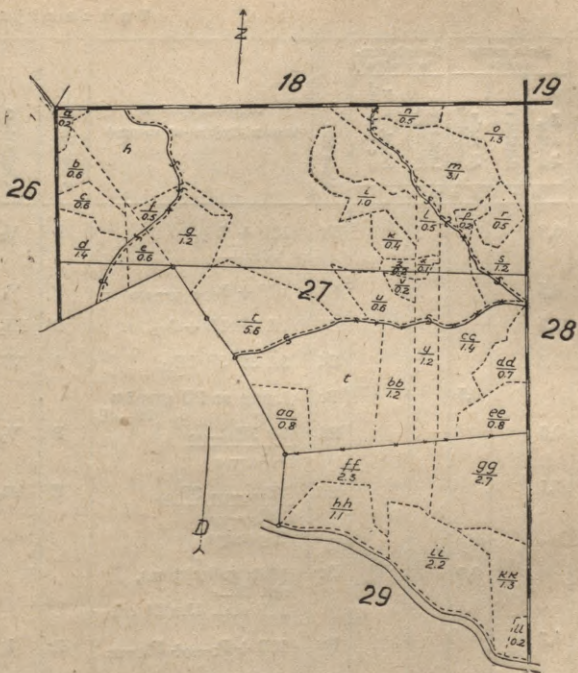
Tāpat kā rekognoscēšanas paņēmienā, taksators šai gadījumā iet pa stīgām, bet, sastopot audžu maiņu, izdala atsevišķus nogabalus, tos apejot un saistot ar kādu instrumentāli uzņemtu punktu. Kā palīglīdzekļus šai darbā lieto mazo menzulu un orientējamo busoli. Virzienus parasti novizē gar metala mērogu vai lineālu un atstatumus izmēri soļiem. Parastajā daļplānu mērogā šādā ceļā var iegūt pilnīgi apmierinošus rezultātus. Audžu figūras atbilst īstenībai un tādēļ paņēmieni var uzskatīt kā līdzvērtīgu instrumentālajam (139. attēls).

166. §. Nogabalu taksācija

Izdalot un uzņemot audzes kvartālu uzmetā, taksators to tai pašā laikā arī notaksē. Katram nogabalam jau mežā sastāda pilnīgu taksācijas aprakstu. Parasti to izdara pēc noteiktas taksācijas žurnāla shēmas. No taksācijas žurnāla datiem sastāda galīgo taksācijas aprakstu, uzrādot arī katra nogabala platību.

Piemērā parādīts Cēsu mežsaimniecības Raiskuma novada viena kvartāla audžu taksācijas apraksts pēc tādas shēmas, kāda lietota visos līdzšinējos mežsaimniecības plānos.

Pirmajā ailē atzīmē kvartāla numuru un nogabala literu (litera — burts). Nogabalus kvartālā apzīmē ar latīņu mazajiem burtiem, iesākot no kvartāla ziemeļrietumu stūra. Tā kā audzes neizdala un netaksē tādā pašā kārtībā, tad mežā tās var apzīmēt ar cipariem, bet vēlāk, pārrakstot, var izlikt apzīmējumus pēc noteikumiem. Nogabalus ar vienādu taksācijas aprakstu apzīmē ar vienu un to pašu burtu, bet tikai ar attiecīgu indeku pie tā, un apraksta tikai pirmo nogabalu. Kad visi kvartāla nogabali aprakstīti, ieraksta ceļus un stigas. Parasti gan kvartālu skaita līdz stigas vidum un stigu platību neuzrāda. Arī parastos meža ceļus neizdala atsevišķā platību kategorijā.



139. att. Audžu izdalīšana ar apiešanas papēmieni

Otrā nodalījumā ieraksta nogabalu platību hektaros ar desmitdaļām, sadalot platības kategorijās. Šo nodalījumu var izpildīt tikai tad, kad visa kvartāla situācija no uzmetiem pārnesta daļplānā un visu nogabalu platības aprēķinātas.

Trešajā ailē ieraksta meža tipu pēc noteiktiem saīsinātiem apzīmējumiem (sk. tipu sarakstu pielikumā).

Ceturtajā ailē ieraksta audzes sastāvu un vecumu, izteicot to ar mistrojuma formulu (114. §). Šī formula jāpadara pietiekami elastīga, lai ar to varētu izteikt vislielākās sastāva un vecuma

Taksācijas

Kvadrātu numuri un nogabalu literas	Meža zemes platība			Nemeža zem- ju platība		Meža tips	Nogabalu apraksts (sugu mīstrojums un vecums)	Valdītāja suga	Vecumklase
	Ar mežu apklāta	Retaines	Ar mežu neapklāta	Lauksaimn. izmantota	Ūdeņi, purvi u. c. ned. plat.				
44 a	6,8					Pr	$\frac{10P + E_{100}}{10E_{40-80}}$	P	V ₂
b	0,5					Pv	10P + B ₈₀₊₁₀₀₋₁₂₀	P	V ₁
c	1,5					Ed	7E 2P 1B + A ₆₀	P	III ₂
d	0,9					Ed	3A 3B 3P 1E ₅₅	A	VI
e			0,5			Pr	Lauce ar PB grupām 10-40		
f	0,5					Ed	$\frac{7P 3E_{90-100}}{10E_{50-90}}$	P	V ₂
g	7,1					Ed	$\frac{7E_{100-110} 3P_{120}}{10E_{60-100}}$ E paauga	E	VI ₁
h			0,9			Pv	1941. g. izcirtums, ats. B ₁₋₅ 14P sēkl. 13m/24 cm		
i	1,2					Pv	10B + P ₁₋₁₀₊ P ₄₀₋₆₀	B	I
j	0,9					Rg	10P + BE ₈₀₊₆₀₊₁₀₀	P	IV ₂
k			2,8			Pr	1946. g. izcirtums		
	19,4		4,2						
	23,6								

dažādības. Saliktām audzēm jāapraksta atsevišķi katrs stāvs. Otrs stāvs aprakstāms tikai tad, ja tā biežība nav mazāka par 0,4 un augstums sasniedz pusi no virsējā stāva augstuma, piemēram,

$$\frac{6B 2E 2A_{60-70}}{10E_{20-30}}$$

Augstums m	Augstums cm	Biezība	Bonitāte	Sortimentu Iznākums	Krāja uz 1 ha m ³	Saimnieciskie rikojumi	Atzīmes par izpildīšanu
25	32	0,7	II	30; 60; 20	} 325	Skr. 25 m ³	
15	18	0,4	II				
10	18	0,6	V	— 60; 40	65		
17	18	0,7	II	— 70; 30	180	Skr. 20 m ³	
21	22	0,7	II	— 20; 80	170	Skr. 25 m ³	
			II			Atstāt aizaugšanai	
25	30	0,7	I	20 ; 50; 30	300		
26	30	0,7	II	20 ; 60; 20	350	Pak. cirte.	
			V			Sēkliniekus izcirst 1951. g.	
		0,4	V				
15	18	0,7	IV	— 70; 30	130		
			II			Apsēt ar P	

Paauga un pamežs nav jāuzskata par stāviem. Paauga jāap-
raksta, atzīmējot, vai tā vienmērīga, vai grupu veidā. Pamežs
aprstāms tikai tad, ja tam ir saimnieciska nozīme.

Izcirtumiem jāatzīmē izciršanas gads. Apmežojumiem jāap-
raksta suga, apmežošanas gads, veids un stāvoklis. Ja apmežo-

jumos dabiskā ceļā ieviesušās citas sugas, tad tās arī jāatzīmē. Izcirtumu un apmežojumu taksacijai jāpieiet ļoti uzmanīgi un nogabali labi jāizpēti, pirms tos apraksta, jo nereti steigā var palikt nepamanīts, ka tie dabiski labi apsējušies. Ja apmežojumā palikuši sēklinieki vai pārauguši koki, tad jāatzīmē to suga un skaits.

Par dažiem nogabaliem grūti izšķirties, vai pieskaitīt tos meža pļavām, kas faktiski tiek arī pļautas, vai laucēm. Neaizaugušas platības būtu pieskaitāmas pļavām. Mazāki nogabali, kuri daļēji apauguši kokiem vai krūmu grupām, pieskaitāmi laucēm. Pa daļai aizaugušas meža pļavas arī lietderīgāk apzīmēt par laucēm un atstāt dabiskai aizaugšanai, vai arī paredzēt mākslīgu piepalīdzību, stādot piemērotas koku sugas.

Purvi šķirojami sūnu un zāļu purvos. Nemeža zemēm jādots īss apraksts. Ūdeņiem, purviem, meža pļavām u. c. jāpieraksta klāt vietējie nosaukumi, kādi tie uzglabājušies tautas valodā. Šim apstāklim taksatori bieži nevērīgi paiet garām, kaut gan arī praktiski ir svarīgi šos nosaukumus saglabāt.

Piektajā ailē ieraksta valdītājas sugas apzīmējumu.

Sestajā ailē atzīmē vecumklasi, ko nosaka pēc valdītājas sugas vecuma. 20 g. vecumklasēm ar indeku 1 vai 2 atzīmē, kurai vecuma klases pusei audze pieskaitāma.

Septītajā ailē atzīmē valdītājas audzes vidējo augstumu, astotajā — vidējo caurmēru. Mistrotās audzēs, kur atsevišķām sugām vidējās dimensijas var visai atšķirties, tās uzrāda katrai sugai atsevišķi. Pirmajām 3 vecumklasēm vidējo augstumu un caurmēru parasti neuzdod.

Devītajā ailē uzrāda biežību. Mistrotās audzēs biežība var būt arī lielāka par 1,0 un tādēļ nav jābaidās tādu rakstīt. Audzes ar biežību no 0,3—0,1 pieskaitāmas retainēm. Pirmo divu vecumklašu retaines pieskaitāmas ar mežu neapklātām platībām. Šīm platībām tomēr jādots tuvāks paskaidrojums.

Desmitajā ailē ieraksta bonitāti, ko noteic pēc augšanas gaitas tabulām un apzīmē ar romiešu cipariem. Bonitāti noteic valdītājai sugai. Saliktās audzēs otrajam stāvam var būt cita bonitate, tādēļ to atzīmē atsevišķi.

Vienpadsmitajā ailē, sākot ar IV vecumklasi, jāatzīmē sortimentu iznākums procentos. Izdala 3 sortimentu grupas — zāgkokus, būvkokus un malkas kokus, un procentus uzrāda attiecīgā secībā (sk. shemu). Par audzēm ar kropliem, zarainiem un puvušiem kokiem jādots īpaša atzīme. Tas pats nepieciešams arī tādās

audzēs, kur izlases cirtēs izcirsti noteikti sortimenti un ar to ir traucēta audzes normalā sortimentu struktūra.

Divpadsmitajā ailē ieraksta aprēķināto audzes krāju uz 1 ha ciešmetros. Audzes krājas noteikšanai lieto vienkāršās, parauglaukumu, tuvinātās, augšanas gaitas tabulu un acumēra metodes. Taksatora darba normas neatļauj pārāk ilgi uzkavēties pie katra nogabala, tādēļ krājas noteikšanas svarīgākie palīglīdzekļi ir augšanas gaitas tabulas un labs acumērs.

Saliktām audzēm krāju mēdz gan noteikt pa stāviem, bet parasti ieraksta kopējo krāju. Līdz ar galvenās audzes krāju noteic arī starpaudzes krāju. Tās apmēri atkarīgi no audzes vecuma, sastāva, biežības, stāvokļa, galvenās audzes krājas un pieņemtā starpcirtes veida un pakāpes. Katrā ziņā ieteicams noteikt to mežā uz vietas un nevis kamerāli apstrādājot taksācijas datus, kā to praktizē daudzi taksatori.

Noteikto starpcirtes krāju ieraksta trīspadsmitajā ailē. Tur jāatzīmē arī visi nepieciešamie saimnieciskie rīkojumi par katru nogabalu, piemēram, par apmežošanu, vēlamo sugu, apmežošanas veidu, apmežojumu kopšanu, kopšanas cirtēm, cirtes veidu utt. Nogabalus, kas nepieciešami jāizcērt nākošos 10 gados, apzīmē ar burtu „c“.

Pēdējā ailē meža administrācija izdara atzīmes par izpildītiem darbiem, izcirsto koksnes daudzumu utt.

Saskaitot visu nogabalu platību, katram kvartalam jāparāda kopējā platība.

Apskatītā veidā ierīkoti visi Latvijas PSR meža novadi un viss taksācijas materials sakārtots pēc tādas shēmas.

Taksācijas žurnals un taksācijas apraksts var būt arī pēc cita parauga. Sakarā ar Latvijas PSR mežierīcības aparata pārorganizēšanu turpmāk mežierīcības un mežierīcības revīzijas darbus izpildīs saskaņā ar PSRS 1946. gada izdoto mežierīcības instrukciju ūdensaizsardzības mežiem. Tā gan paredz, ka atkārtotos mežierīcības un mežierīcības revīzijas darbos izdalāmo nogabalu lielums un izdališanas pazīmes nav jāgroza, tomēr taksācijas aprakstā pastāv zināmas atšķirības. Izdarot no jauna audžu taksāciju, jāizmanto iepriekšējais taksācijas apraksts, vajadzības gadījumā to koriģējot un papildinot.

Taksācijas žurnālu un taksācijas aprakstu sastāda atsevišķi pa kvartāliem. Taksācijas žurnāls ir svarīgākais mežierīcības dokuments un tādēļ tas rūpīgi jāizpilda. Uz tā un kvartālu uzmeta pamata lauku darbu sezonās laikā sastāda taksācijas aprakstu.

Taksācijas žurnāls iekārtots pēc šādas shēmas:

Taksācijas
(Pēc PSRS 1946. g.)

Taksācijas punkta numurs, tā atstatums no sākuma punkta	Nogabala taksācijas apraksts										Gatavo un brieduma audžu raksturojums				
	Nogabala litera	Stāvs	Audzes sastāvs pa stāviem	Stāva valdītājas sugas		bonitate meža tips	biezība	Krāja uz 1 ha m ³ pa stāviem		suga	vidējais caurmērs cm	vidējais augstums m	labuma klase	atzīmes par speciāliem sortimentiem	
				vecumklase vecums	vidējais augstums m vidējais caurmērs cm			augošam mežam	atnaušam mežam						
															1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1 480	a	I	7P 3B ₇₀	IV	26	II Pr	0,7	300	10	P	28	26	2	nav	
				110	28							B			25
			II 10 E	60	16 14		0,3	60	—	E	14	16	2	—	
2 540	b	—	10 P	V	26	I Ev	0,6	250	—	P	26	26	1	nav	
				90	26										

Pirmajā ailē atzīmē to punktu uz stigas vai taksācijas stidziņas, no kurienes audzi apraksta. Otrās, trešās un ceturtās ailes ieraksti saprotami no parauga. Jāpiezīmē, ka saliktās audzēs taksāciju izdara pa stāviem, bet stāvos pa meža elementiem.

Piektajā ailē ieraksta galvenajam stāvam vecumklasi un vecumu, bet pārējiem stāviem tikai vecumu.

No 11. līdz 15. ailei ieraksta cērtamā un brieduma vecuma audzes raksturotājus datus.

Sešpadsmitajā ailē apraksta paaugu, pamežu, zemsegu, reljefu, ekspozīciju, augsnu un audzes stāvokli. Paaugai raksturo vecumu, stāvokli, novietojumu un biežību.

žurnala paraugs
mežierīcības instrukcijas)

16	17	Uz stādīpām nocirsto koku izmēri			19
		suga vecums	vidējais augstums m	vidējais caurmērs cm	
<p>Paauga, pamežs, reljefs, ekspozīcija, augsna, audzes stāvoklis. Ar mežu neapliāto platību raksturojums.</p> <p>Atzīmes par atmīrušās kokneses daudzumu, kam nav nojēta</p>	<p>Audzēs īpatnības, izceļšanas veids.</p> <p>Atzīmes par tehniski svarīgu krūmu, ārstniecības augu, sēņu sastopamību, par putnu lidošanu, kaitēkļu pāreķļiem u. tml.</p>				Saimnieciskie rīkojumi
<p>Reta, vienmērīga egles paauga 15g. Zemsegā mellenāji Lēzena nogāze uz N upi. Svaiga, vidēji izskalota smilts augsna.</p> <p>Spraugās, reta P paauga 5—20 g. Rets pamežs. Zemsegā zaļās sūnas. Vīļņains reljefs. Svaiga, viegli izskalota smilts augsna.</p>	<p>Daudz mellenāju</p> <p>Daudz balto sēņu</p>	<p>P 102</p> <p>—</p>	<p>27 29</p> <p>—</p>	<p>19 16</p> <p>—</p>	<p>Kailcirte, atst. 20 sēkl. uz 1 ha</p> <p>—</p>

Vecumu noteic līdz 5 g. Stāvokli raksturo ar norādījumu par paaugas saudzēšanu audzes ciršanas gadījumā. Novietojums raksturo, vai paauga vienmērīga, vai grupveidīga. Biezību izteic trijās pakāpēs — bieza, vidēja, reta.

Pamežu raksturo ar sugu, novietojumu un biezību.

Zemsegā apraksta meža tipam raksturīgos augus, tāpat arī nektaraugus.

Par vietas reljefu un ekspozīciju jādod pārskatāms raksturojums.

Augsnu apraksta īsi ar norādījumiem par tās mehānisko sastāvu, dziļumu, podzolēšanos un mitruma saturu. Ja minētie apstākļi ir raksturīgi noteiktajam meža tipam, tad tos atsevišķi neapraksta.

Audzes stāvokli raksturo, atzīmējot faktoros, kas traucējuši audzes normalo attīstības gaitu, kā ugunsgrēki, kaitēkļi, kara postījumi u. tml.

Septiņpadsmitajā ailē norāda uz audzes izcelšanos, ja tas nav skaidrs no iepriekšējām ailēm. Papildus šeit norāda uz nogabalā sastopamiem derīgiem krūmiem (lazda — stipām, liepa — lūkiem, kārklī — mizām), meža ogām, augļiem, sēnēm un medijumiem, tāpat atzīmē kaitēkļu pекekļus.

Astoņpadsmitajā ailē apraksta uz taksācijas stidziņām nocirstos kokus, bet pēdējā ailē atzīmē nepieciešamos saimnieciskos rīkojumus.

Taksācijas žurnālā atzīmē, cik nedrošs kvartals ir ugunsgrēku ziņā un kādi varētu būt iespējamās degšanas cēloņi.

Taksācijas apraksts satur visus tos pašus datus, ko taksācijas žurnāls, tikai tas drusku citādāk sakārtots.

167. §. Daļplānu un mežaudžu plānu sastādīšana

Pēc ģeodeziskajiem uzmērījumiem un taksatora audžu izdalījumiem, t. i., piepildītajiem kvartalu uzmetiem, sastāda daļplānus. Tos zīmē uz papīra, kas uzlimēts uz audekla. Tā normalais lielums 60×60 cm. Normalais mērogs — 1 : 5000 vai 1 : 10000.

Novadu un daļplānu robežas un kvartalstīgas uzzīmē uz plāna ar koordinātu palīdzību. Robežpunktus numurē saskaņā ar ģeodezisko žurnālu.

Instrumentāli uzmērītās robežas daļplānā zīmē ar tievām nepārtrauktām līnijām, rekognoscēšanas vai apiešanas ceļā uzņemtās — ar taisnām punktētām līnijām. Pārējos apzīmējumus izdara saskaņā ar uzmērīšanas noteikumiem. Daļplāna platību aprēķina ar koordinātām, pārējās — ģeometriski vai ar planimetru. Stīgām, ceļiem un ūdeņiem, kas šaurāki par 6 m, platību atsevišķi neaprēķina.

Virš daļplāna ar romiešu cipariem jāuzraksta tā numurs, novada un administratīvās vienības nosaukums un uzmērīšanas gads. Daļplāna apakšējā malā uzliek daļplāna skaitlisko un grafisko mērogu un uzraksta kopplatību. Katrā kvartalā ieraksta kvartala numuru un zem tā — kopplatību hektaros ar desmitdaļām. Nogabalus apzīmē ar latīņu alfabeta mazajiem burtiem, sākot no kvartala ziemeļrietumu stūra. Zem burta saucēja veidā uzraksta nogabala platību hektaros ar desmitdaļām.

Uz daļplānu un taksācijas apraksta pamata sastāda mežaudžu plānus 2 vai 3 reizes mazākā mērogā nekā daļplānus. Ja novads sastāv no atsevišķiem tālu stāvošiem meža gabaliem, tad mežaudžu

plānā tie sabīdāmi tuvāk, bet šo gabalu atrašanās vietas parādāmas uz mežaudžu plāna atsevišķā schemā — mērogā 1 : 75000.

Mežaudžu plānus krāso pēc noteiktiem krāsu apzīmējumiem. Atsevišķai sugai nedrīkst būt vairāk par 4 krāsu pakāpēm. Ar tumšāko pakāpi apzīmējamās par cirtmetu vecākas audzes, ar trešo — pēdējā vecumklase cirtmeta robežās, pārējās vecumklases daļa uz pusi, bet ja tās nedalās līdzīgās daļās, tad lielāko daļu pie-skaita jaunākajām vecumklasēm un krāso ar pirmo krāsu pakāpi, atlikušos — ar otru.

Lauksaimnieciski izmantojamām zemēm krāsojamas vienīgi nogabalu iekšējās malas.

Nogabalus apzīmē ar latīņu alfabeta mazajiem burtiem aprakstītā veidā. Pa labi no tā, atdalot ar svītriņu, romiešu cipariem raksta vecumklasi, zem svītriņas — audzes tipu pēc noteikta apzīmējuma, piemēram:

$$\frac{k - V}{Ed}$$

Dažreiz zem svītras mēdz atzīmēt arī bonitati un biežību.

Atsevišķā eksplikacijā uz mežaudžu plāna jāparāda vispārējā platība un tās iedalījums.

Mežaudžu plānu pagatavo uz zīmēšanas papīra, sagriez pus-loksnes formatā un uzlīmē uz audekla. Lietošanai darbā pagatavo novilkumu uz pusaudekla.

2. LIELU MEŽA MASIVU INVENTARIZĒŠANAS METODES

168. §. Statistiskā jeb izlases metode

Statistiskā jeb izlases metode būtībā ir parauglaukumu metode, kas pēc daļas spriež par veselo (140. §). Tā kā parauglaukumi šai gadījumā pakļauti nejaušai izlasei, tad datus iespējams apstrādāt ar variācijas statistikas metodēm, kādēj metodi sauc arī par statistisko. Šī metode dod iespēju īsākā laikā izpētīt lielas mežu platības.

Metodes pamatprincipi šādi: Cauri visai pētījamai teritorijai nosprauž paralelas līnijas noteiktos 2—30 km atstatumos tā, lai tās šķērsotu upes, ezerus, visas reljefa īpatnības. Katru līniju izmēri ar mērsloksni un atzīmē visus dažādu kategoriju nogabalus. Tos notaksē atsevišķi katrā 1—4 km garā līnijas nogriezumā. Acumēra pārbaudei un vingrināšanai un audžu sortimentacijai ik pa noteiktam gabalam ierīko parauglaukumus četrstūra vai slejas

veidā. PSRS pieredze, lietojot statistisko metodi Kolas pussalā un Pečoras upes baseinā, rāda, ka rezultātu noteiktība, tiklab uzņemot nepārtrauktas slejas, tā atsevišķus parauglaukumus, ir viena un tā pati. Pirmajā gadījumā virzišanās ātrums ir divas reizes lēnāks un izmaksā divas reizes dārgāka. Tādēļ nav lietderīgi ņemt nepārtrauktas slejas, bet pilnīgi pietiek ar atsevišķiem parauglaukumiem.

Parauglaukumos izdasto kokus, izmēri augstumus, noteic krāju, pieaugumu, sortimentu iznākumu, cērt paraugkokus utt. Visus aprēķinus izdara kamerālā celā, specialā birojā. Vispirms pēc kartografiska materiāla aprēķina pētījamās teritorijas platību. Tad saskaita līniju kopgarumu un nogabalus, ko līnijas šķērsojušas. Nogabalus sagrupē vienādās kategorijās, piemēram, meža zemēs, nemeža zemēs, un abas šīs grupas sadala vēl sīkāk. Atsevišķi saskaita pēc vienas vai otras taksācijas pazīmes radniecīgus nogabalus, piemēram, pēc tipa, bonitates, vecuma, biežības, sastāva utt. Saskaita ne nogabalu platības, bet gājiena līnijas nogriežņus, kas šos nogabalus šķērso. Pēc attieksmēm, kādas pastāv starp visu līniju kopgarumu un atsevišķu nogabalu kategoriju šķērsojumiem, aprēķina atsevišķo nogabalu kategoriju platības.

Piemēram, visas teritorijas kopplatība 5 milj. ha, gājienu līniju kopgarums 3200 km. Gājienu līnijas šķērsojušas ar mežu aplātu platību 2800 km kopgarumā. Ar mežu aplāto platību noteic no attieksmes

$$3200 : 2800 = 100 : x ;$$

$$x = \frac{2800 \cdot 100}{3200} = 87,5\% ;$$

$$5000000 : x = 100 : 87,5 ;$$

$$x = \frac{5000000 \cdot 87,5}{100} = 4375000 \text{ ha.}$$

Tādā pašā kārtībā noteic arī citu kategoriju platības un audžu sadalījumu pēc tipiēm, vecumklasēm, biežības, stāvokļa, krājas, pieauguma, sortimentu iznākuma utt.

Statistiskā metode dod tikai attiecīgās teritorijas sumarus rezultātus, nerādot atsevišķu platību kategoriju teritoriālo sadalījumu. Uz šo datu pamata nevar sastādīt ne daļplānus, ne mežaudžu plānus. Dati tomēr jāuzskata par objektīviem, jo tie pietiekami labi atspoguļo visas taksācijas pazīmes. Tie dod priekšstatu tiklab par meža, tā arī nemeža zemēm. Matematiciskās statistikas metodes dod iespēju nosacīt rezultātu noteiktību, vidējo skaitļu variācijas

robežas un nepieciešamo atstatumu starp taksācijas līnijām, lai sasniegtu iepriekš uzstādītu noteiktību. Ja jāiegūst vispārējs priekšstats par mežu daudzumu un sadalījumu kādā valstī vai apgabalā, tad taksācijas līnijas var ņemt lielākā atstatumā. Pieturoties biežākam līniju tīklam, var iegūt datus arī par atsevišķiem rajoniem. Ar to kļūst iespējams piemērotos rajonos projektēt ekspluatāciju vai arī pilnīgāku ierīcību.

Statistiskā metode, neraugoties uz dažiem trūkumiem, ir viena no vislētākajām un visražīgākajām. Ar to īsā laikā var izpētīt ļoti lielas platības un noskaidrot meža resursus, sevišķi tādos apgabalos, kur mežu ekspluatācija vēl nav uzsākta.

Lai ar šo metodi uzskatāmāk iepazītos, apskatīsim dažus piemērus, kur tā lietota mežu inventarizācijai.

Statistiskās jeb izlases metodes lietderība un tehniskās detaļas pirmo reizi noskaidrojās 1911.—1914. g., kad to letoja Zviedrijā — Vermlandē.

1922.—1924. g. ar statistiskās jeb izlases metodes palīdzību izpētīja Somijas valsts mežus visā teritorijā. Pavisam novilkta 46 taksācijas līnijas dienvidrietumu-ziemeļaustrumu virzienā, 15.262 km kopgarumā. Līniju no līnijas ieturēja 26 km un pašā dienvidus daļā — 13 km atstatumā. Ik pa 2 km ņēma 50×10 m lielu parauglaukumu. Ja tas gadījās vietā ar neizdevīgu reljefu, to pārbīdīja par 100 m. Parauglaukumos visus kokus izdastoja 2 cm caurmēru pakāpēs, izmērija augstumus augstuma līknes konstruēšanai un ar pieauguma svārpstu 10 kokiem noteica caurmēru pieaugumu. Uz līnijas stigas nocirstajiem kokiem noteica vecumu, augstumu un formas koeficientu.

Taksators ar acmēru noteica krāju, nekorģējot to ar parauglaukuma datiem. Visus datus tālāk apstrādāja speciāls birojs. Pēc aprēķinātiem korelācijas koeficientiem un salīdzinot parauglaukumu un acmēra taksācijas rezultātus, radās iespēja, taksatoru sistematiskās kļūdas izlabot.

Līniju taksācijas ceļā noteica kā visas Somijas, tā atsevišķu provinču teritoriālo sadalījumu dažādās platību kategorijās, mežu sadalījumu pa sugām, vecumklasēm, meža tipiēm un laubuma klasēm. Katrai sugai pa tipiēm un vecumklasēm noteica krāju un pieaugumu un stumbru sadalījumu pa resnuma klasēm.

Atkārtota mežu inventarizācija Somijā izdarīta trīsdesmito gadu beigās, pieturoties pie tā paša pamatprincipa kā pirmajā taksācijā.

No 1923.—1930. g. pēc šādas metodes inventarizēja mežus visā Zviedrijas teritorijā. Atkarībā no dažādu provinču attīstības

un nozīmes, taksācijas līnijas ņēma 2, 5, 10 un 20 km atstatumā vienu no otras. Līniju virzienu saskaņoja ar apvidus reljefu. Katru līniju sadalīja 1 km garos gabalos un tos numurēja. Pa visām līnijām uzņēma nepārtrauktu 10 km platu sleju. Izdastoja visus kokus 5 cm caurmēru pakāpēs, nešķirojot tās pa sugām. Katra kilometra pēdējos 20 metros 1 m platā slejā izskaitīja paaugu. Katru desmito koku izmērija līdz milimetram un reģistrēja pa sugām. Katram četrdesmitajam kokam izmērija caurmēru krūšaugstumā ar un bez mizas, tāpat 10 pēdējo gadskārtu platumu milimetros; noteica augstumu un pēdējo 10 gadu augstuma pieaugumu. Katru četrsimto koku nocirta kā paraugkoku. Tam bez pārējiem mērījumiem papildus vēl noteica celma caurmēru milimetros, vecumu, caurmēru $\frac{1}{10}$ augstumā ar un bez mizas. Paaugas paraugkociņiem, kas nesasniedza krūšaugstumu, noteica vecumu, pēdējo 10 dzinumu garumu un bojājumus. Katra kilometra beigās 40×10 m lielā parauglaukumā aprakstīja zemsegu.

Padomju Savienībā pirmo reizi šo metodi piemēroja 1925. g., izpētījot 240.000 ha lielu meža platību Leningradas apgabalā Lugas upes baseinā. Līniju virzienu izvēlējās no dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem 10,7 km atstatumā vienu no otras. Gar līnijām uzņēma 10 m platu nepārtrauktu paraugsleju.

1929. g. statistisko metodi lietoja Kolas pussalas dienvidaustrumu daļas izpētīšanai. Tā aptvēra 2,7 milj. ha lielu platību. Šā darba nolūks bija noskaidrot ekspluatācijai noderīgo meža masīvu robežas, dažādiem transporta ceļiem piegulošus rajonus, kokrūpniecības izejmaterialu bāzes apjomu, ekspluatācijas platību un meža masīvus, kuros tuvākajos 10 gados varētu koncentrēt meža izstrādāšanu. Taksācijas līnijas virzīja no ziemeļrietumiem uz dienvidaustrumiem. Starp līnijām ieturēja 4, 8 un 16 km lielu atstatumu. Ekspluatācijai mazāk piemērotos rajonos taksācijas līnijas ņēma retāk.

Taksāciju izdara atsevišķi pa 4 km gariem līniju nogriežņiem, katram šādam gabalam iekārtojot atsevišķu taksācijas žurnālu. Gar līnijām 10 m platā paraugslejā katrā nogabalā uzņēma visus kokus. Pēc katriem 2 km uzņēma 10×100 m lielu parauglaukumu. Ja parauglaukums skāra vairākus nogabalus, tad katru no tiem parauglaukuma robežās uzņēma atsevišķi. Katra parauglaukuma sākumā 2×2 m lielā laukumā izpētīja paaugu.

Taksācijas datu kamerālo apstrādāšanu veica atsevišķi pa 4 km nogriežņiem. Ar to ieguva ne tikai sumaras datus, bet arī datus par atsevišķiem rajoniem. Šādā ceļā iegūtie dati pilnā mērā apmierināja uzstādītās prasības.

Līdz ar to noskaidrojās dažādi teoretiski un praktiski jautājumi. Izrādījās, ka uz 2 milj. ha lielas platības gandrīz vienādi noteiktus datus iegūst tiklab no taksācijas līnijām pa 16 km, tā 4 km atstatumam; tiklab uzņemot nepārtrauktas slejas, tā atsevišķus parauglaukumus.

Ļoti strauji šīs metodes praktiskā lietošana Padomju Savienībā attīstījās trīsdesmitajos gados. 1929.—1933. g. viena pati ekspedīcija Zinovjeva vadībā ar šīs metodes palīdzību izpētīja ap 52 milj. ha. Arī pašreizējos meža inventarizācijas uzdevumos šai metodei paredzēta liela nozīme.

169. §. Aerofotogrammetriskā metode

Aerofotogrammetrija ir tāda mērniecības metode, kas plāna sastādīšanai nepieciešamos datus iegūst nevis no pašas dabas, bet no tās fotografiskām ainām. Tā dod topografiskus pamatus zemes virsai un tur esošo objektu kvantitatīvai un pa daļai arī kvalitatīvai raksturošanai. Ar to var visisākā laikā aptvert lielas un grūti pieejamas teritorijas un līdz minimam samazināt materiālos izdevumus un darbu organizācijas grūtības uz zemes. Fotografējot zemes virsu no lidmašīnas, ainu un fotoplānu veidā var iegūt pilnīgi noteiktu un objektīvu materiālu, kuru var izlietot dažādām vispārīgām un speciālām vajadzībām.

Aerofotogrammetrijas lietošanai meža masīvu inventarizācijā ir jau sava vēsture. Tās lietošana ar katru gadu attīstījās arvien straujāk, jo tā deva objektīvus materiālus meža ekspluatācijas, transporta, mežaizsardzības un administratīvu plānu sastādīšanai.

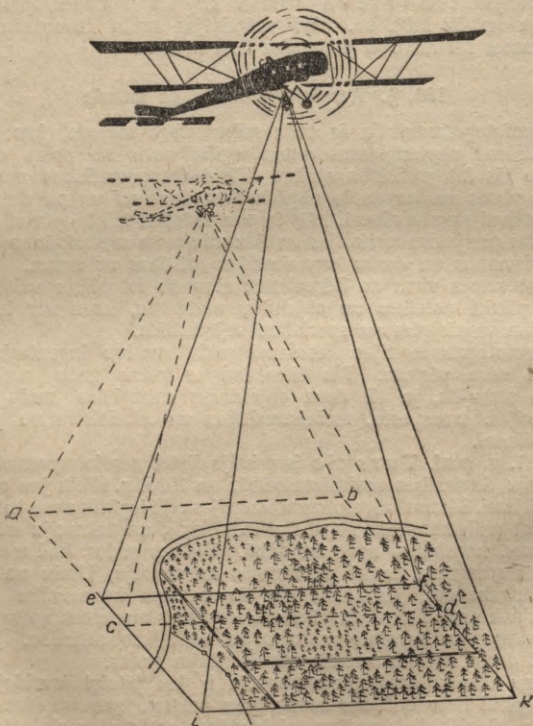
1921. g. prof. Turkskis ierosināja lietot aerofotogrammetriju Padomju Savienības mežsaimniecībā, un 1925. g. sākās jau pirmie mēģinājumi. Sākumā aerofotogrammetrijas ceļā iegūtās ainas izlietoja tikai kā palīgmateriālu nogabalu izdalīšanā, un taksāciju izdarīja uz zemes, nogabalus apskatot dabā. Vēlākos gados, kad mežrūpniecības smaguma centri pārvietojās uz ziemeļu, Uralu un Sibīrijas apgabaliem, jautājums par šīs metodes intensīvāku lietošanu kļuva arvien akutāks. Sakarā ar jaunas modernas aparaturas izveidošanu un aerofotogrammetrijas tehnikas attīstību, jauns straujš darba periods iesākās trīsdesmitajos gados.

Mūsu dienās aerofotogrammetrija ir jau pilnīgi izveidojusies un to plaši lieto dažādās zemēs, gan polaros, gan tropiskos apgabalos. Sevišķi liela nozīme tai ir valstīs ar lielu un plašu teritoriju un lieliem mazapdzīvotiem un mazizpētītiem apgabaliem.

1. AEROFOTOGRAMMETRIJAS PAMATPRINCIPI

Zemes virsu fotografē no lidmašīnas ar speciāliem fotoaparātiem. Iegūtos negatīvus tālāk izmanto ģeodēzisko plānu sastādīšanai.

Ja fotoaparata objektīvs vērsts perpendikulāri pret zemes virsu, tad iegūst t. s. plāna jeb stāvuzņēmumu s (140. attēls),



140. att. Stāvuzņēmums

ja pret zināmu lenķi, tad dabū t. s. perspektivos jeb slīpuzņēmumus. Pastāv arī kombinēts uzņēmumu veids.

Aerofotogrammetrijas darbiem nepieciešami piemēroti meteoroloģiski un atmosferiski-optiski apstākļi: skaidrs laiks bez mākoņiem, bez miglas, dūmiem, bulas, putekļiem un bez visa cita, kas var mazināt redzamību. Vasaras periodā tādu dienu ir ap 30%, tādēļ skaidrais laiks jāizmanto ļoti intensīvi.

Lidojumus vislabāk izdarīt maijā, jūnijā un jūlijā rīta un vēlās pēcpusdienas stundās, kad gaiss nav tik sakarsēts.

Fotografēšanu izdara no lidmašīnas, pārlidojot apgabalu paraleliem maršrutiem un ar speciālu aeronavigācijas instrumentu palīdzību ieturot lidmašīnu visu laiku horizontalā stāvoklī un vienādā augstumā. Lidojumu vēlams izdarīt bezvēja laikā, lai vējš nenonestu lidmašīnu no maršruta līnijas un lai, lidojot ar un pret vēju, nemainītos lidmašīnas ātrums, un līdz ar to nebūtu jāmaina eksponēšanas laiks.

Lidmašīnas tipam jābūt tādām, kas pilotam un operatoram dotu plašu redzes lauku. Moderns fotoaparats ir visai complicēts optiski-mechanisks agregāts, kas sastāv no kameras korpusa, objekta un filtriem, slēdža, kasetēm, darbināmā mehanisma, regulētāja un vizējamās ierīces. Parastais objektīvs ir ar 60° redzes lauku, gaismas spēju 1:5 un normalo fokusa attālumu ap 0,20 m. Fokusa attālumam ir ļoti svarīga nozīme, jo no tā atkarīgs uzņēmuma mērogs. Šo attieksmi var izteikt šādi:

$$\frac{l}{M} = \frac{f}{H}$$

M — mērogs, f — fokusa attālums, H — lidojuma augstums.

Lidojuma augstumu var noteikt

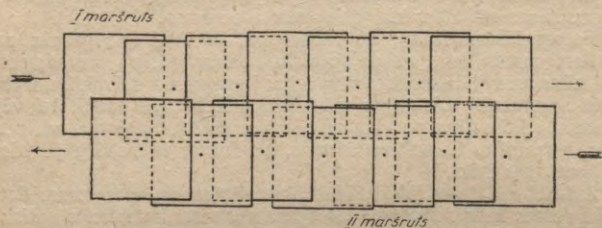
$$H = \frac{fM}{100},$$

Ja uzņēmumu vēlams izdarīt mērogā 1:10000, tad lidojuma augstums pie fokusa attāluma 0,20 m būs

$$H = \frac{20 \cdot 10000}{100} = 2000 \text{ m} = 2 \text{ km}.$$

Šādā augstumā uz 13×18 cm fotoplates vai filmas var uzņemt 234 ha. Katrā maršrutā ainām vajag daļēji (no 25—60%) citai citu pārsegt, tāpat viena maršruta ainām jāpārsedz otra maršruta

ainas (141. attēls). Ar to garantēta visa zemes gabala nepārtraukta uzņemšana, un tas dod iespēju izgatavot attēlus stereoskopiskai apskatei. Tā kā foto montažā vienu ainu daļēji pārsedz ar otru, tad ainas izmantojamā platība līdz ar to samazinās. Ja pārseguma ir ap 50%, tad izmantojamā platība samazinās uz pusi. Dālot uzņemamo platību ar vienas ainas izmantojamo platību, var aprēķināt nepieciešamo plašu vai filmu skaitu.



141. att. Gaisa ainu pārseguma schema

Uzņemamā platība pieaug proporcionāli augstuma kvadrātam. Lidojot augstāk, ar mazāku ainu skaitu var aptvert lielāku platību. Tomēr lidojuma augstumam ir savas robežas. Jau 2500 m augstumā ainas iznāk miglainākas un lielākā augstumā rodas arī citādi traucējumi.

Skaidrāku uzņēmumu iegūšanai parasti lieto piemērotus gaismas filtrus.

Moderniem aerofotoaparātiem kasetē var ievietot 60 m garu filmu 310 uzņēmumiem 18×18 cm formatā. Pēc iedarbināšanas veida fotokameras ir parastās, pusautomatiskās un automatiskās. Moderniem platleņķu aparātiem mēdz būt vairāki (līdz 9) objektīvi.

Maršrutu daudzuma un virziena aprēķināšanai uzņemamās teritorijas konturu kartē perpendikulāri lidojuma virzienam atliek atstatumus, kas atbilst ainas izmantojamam platumam. To skaits rādīs maršrutu daudzumu, bet līnijas, kas novilkta caur šo atstatumu viduspunktiem, norādīs lidojuma virzienu.

200.000 ha lielas platības uzņemšanu var veikt ar vienu lidmašīnu.

Kad negatīvi attīstīti, pagatavo kontakta ainas, kuras numurē, pārbauda un izlieto uzmetuma montažai. Tās saliek tekošā secībā pa maršruti ar faktiskiem pārsegumiem. Tā iespējams pār-

baudīt, vai viss zemes gabals ir nepārtraukti uzņemts un vai ieturēts vajadzīgais pārseguma procents. Ja kāda sprauga palikusi neuzņemta, tad izdara papilduzņēmumus.

Izgatavotām kontakta ainām ir dažādi trūkumi. Sakarā ar lidojuma nevienādo augstumu, lidmašīnas nosvēršanos un zemes reljefu tāpat arī perspektīvajiem jeb slīpuzņēmumiem ir dažāds mērogs. Lai šos trūkumus novērstu un ainas pārvērstu ortogonālā projekcijā, nepieciešami ģeodeziski papildus darbi uz zemes.

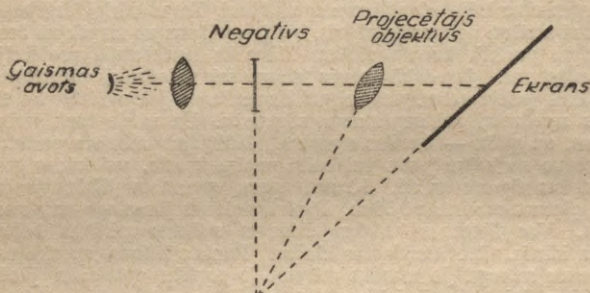
Ģeodeziskos papildus darbus veic reizē ar aerouzņemšanu vai dažos gadījumos arī pēc tās. To uzdevums ir radīt atbalsta punktus gaisa ainu ārējo orientējumu noteikšanai. Tas vispārīgi iespējams, ja ainā attēloti ne mazāk kā trīs, bet ļoti vēlams ne mazāk kā četri atbalsta punkti, kuriem zināms stāvoklis horizontālā projekcijā un augstums. Ja dabā nevar atrast šai vajadzībai piemērotus izcilākus priekšmetus, tad pirms uzņemšanas jāsignalizē, lai tie būtu saredzami arī uzņēmumu negatīvos. Uz tumša fona ierīko gaišus, uz gaiša — tumšus signalus. Mākslīgus atbalsta punktus pagatavo no kaļķu javas vai balta papīra krusta, vai kādas ģeometriskas figūras veidā. Krusta staru garumam jābūt vismaz 2 m, platumam vismaz 0,50 m. Papīra sloksnes jānoslogo ar akmeņiem. Var lietot arī blakus šķērsām saliktas vairākas baltas bērza kārtis, tāpat nomizotus klučus. Punktu lielumu nosaka uzņēmumu mērogs. Jo mazāks mērogs, jo punktu apmēriem jābūt lielākiem, lai tie ainās būtu pazīstami.

Kad atbalsta punktus izvēlas un nosaka dabā pēc ainu uzņemšanas, tad katrā uzņemtā ainā izvēlas vajadzīgā skaitā un izdevīgā stāvoklī asi noteiktus situācijas punktus, piemēram, ceļu vai grāvju krustpunktus vai asus lūzumus, ēku stūrus utt. Pēc tam, ņemot līdzi ainu novilkumus, kur atzīmēti visi izvēlētie punkti, šos punktus uzmeklē un nosaka dabā. Šis darbs lietderīgi izdarāms reizē ar ainu satura noskaidrošanu un eventuali reizē ar notiekošo rekognoscēšanu dabā, vajadzīgo papildu datu iegūšanas nolūkā.

Mākslīgi signalizētos punktus uzņem plānā, izlietojot parastos ģeodeziskos paņēmienus.

Līdzenās vietās starp zemes virsas ainu un plānu pastāv ļoti vienkāršas ģeometriskas attiecības. Uz šo attiecībmju pamata katru ainu var pārvērst jeb transformēt plānā, izslēdzot iepriekšminētos trūkumus nevienādā mēroga dēļ. Transformēšanu izdara vai nu grafiski ar perspektīvā tīkla metodi, vai arī ar optiski-mechaniskiem paņēmieniem. Pirmais paņēmienis ir visai neērts. Šim nolūkam ir nepieciešami katrā ainā četri atbalsta punkti.

Pirms transformēšanas sastāda plānu, uz kura uznes visus atbalsta punktus vajadzīgā mērogā. Plānu novieto uz transformatora ekrana. Transformatorā ievieto negatīvus ar atzīmētiem atbalsta punktiem un, laižot spēcīgu gaismu, projecē to uz ekrana. Ar projektoru un ekrana kustībām un leņķa maiņu cenšas panākt tādu stāvokli, lai projecētā aina būtu asa un tās atbalsta punkti pilnīgi sakristu ar atbalsta punktiem uz plāna. Schematiski tas parādīts 142. attēlā. Kad tāds stāvoklis sasniegts, tad uz ekrana



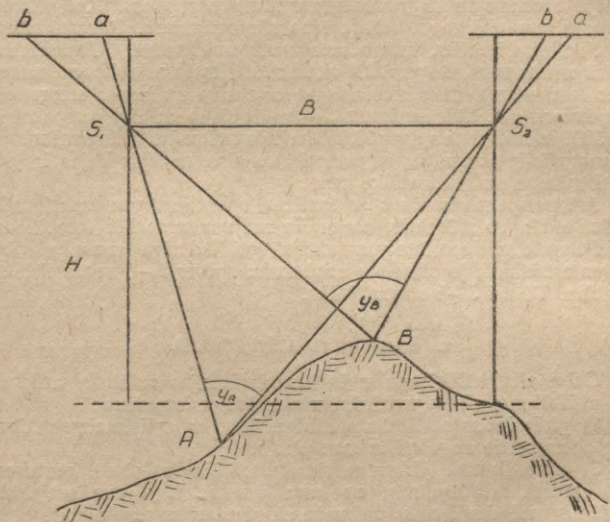
142. att. Gaisa ainu transformēšanas schema

piestiprina gaismas jutīgu papīru, uz kura projecēto attēlu fiksē fotografiskā ceļā vajadzīgā mērogā. Šādā veidā transformētās ainas, saskaņojot to robežas, uzlīmē uz kartona un tā iegūst fotoplānus, kas pilnīgi attēlo attiecīgā apgabala situāciju noteiktā mērogā. Pār fotografējot fotoplānus, var iegūt tos arī mazākā mērogā.

Lai samazinātu ģeodeziskos priekšdarbus, kas no kopējā darba sastāda diezgan lielu procentu, ir mēģināts izveidot citas metodes. Ar 1929. gadu gaisa ainu transformēšanai nepieciešamos atbalsta punktus sāka iegūt fototriangulācijas ceļā. Tomēr pilnīgi aizstāt ģeodeziskos priekšdarbus uz zemes tā vēl nevar.

Tā iegūtie fotoplāni vēl nedod priekšstatu par zemes un tur esošo objektu reljefu. Limetņošanas darbi tādēļ jāizdara parastā kārtībā uz zemes. Tomēr pastāv īpašs aerofotogrammetrijas veids, kas dod iespēju noteikt arī reljefu. Tā princips ir tāds, ka katru gabalu uzņem divas reizes, no diviem dažādiem punktiem

(143. attēls). Kā no attēla redzams, uz katra punkta A un B krit divi stari. Ja ainas kameralā apstrādāšanā orientē ar tādu pašu staru stāvokli kā uzņēmuma momentā, tad to krustojumā dabūsim it kā attiecīgas zemes virsas modelī, pēc kura iespējams izdarīt visus vajadzīgos mērījumus.



143. att. Reljefa uzņemšana aerofotogrammetrijas ceļā

Kad uzņēmumi fotogrammetriski apstrādāti, katru ainu pāri ievieto stereoskopā vai specialā aparatā stereoplanigrafā un orientē tā, kā šis ainu pāris atradies uzņemšanas brīdī. Sarežģītajā aparatā atrodas pantografiska ierīce, kas dod iespēju uz speciala ekrana novietotā plānā izvilkt horizontāles. Šādā ceļā iegūst noteiktus pieturas punktus arī meža fotoplānu atšifrēšanai, ar pēdējo saprotot zemes virsas un tur esošo objektu kategoriju un rakstura noteikšanu.

Perspektīvos jeb slīpuzņēmumus izdara ar tām pašām metodēm un tiem pašiem aparātiem. Slīpuzņēmumu veids sevišķi plaši iz-

platīts Kanadā, kur to lieto lielo mežu un ezeru apgabalu karšu sastādīšanai.

Perspektīviem uzņēmumiem fotoaparata ass jānovieto slīpi pret horizontu. Darbs norit serijveidīgi, pa 3 uzņēmumiem katrā serijā. Objektīva priekšpusē novietota salikta prizma, kas sajūgta ar filmas tinēja mehānismu un griežas līdz ar filmas pārtišanos. Kad prizma atrodas zem objektīva, izdara labo slīpuzņēmumu. Prizmai automātiski aizgriezoties, izdara ortogonālu uzņēmumu. Uzņemšanas laikā prizma pagriežas par 180° un tiek izdarīts kreisais slīpuzņēmums. Pēc tam prizma atkal aizvirzās no objektīva un izdara ortogonālo uzņēmumu utt. Trīs uzņēmumi, — viens plāna un divi perspektīvie no 3000 m augstuma aptver 10.000 ha lielu teritoriju. Tādu uzņēmumu nevar pilnīgi izmantot, jo perspektīvo ainu malējās daļas ir ļoti sīkā mērogā un grūti atšifrējamas.

Arī perspektīvās ainas ar īpašiem aparātiem var transformēt plāna ainās jeb stāvainās, no kurām tad var samontēt fotoplānus.

Perspektīvā aerofotogrammetrija ļoti izdevīga meža platību inventarizēšanai, jo ar vienu uzņēmumu aptver 5—6 reizes lielāku platību. Tā arī 3—5 reizes lētāka.

2. GAISA AINU ATŠIFRĒŠANA

Gaisa ainu atšifrēšana meža inventarizācijas nolūkam atšķiras no atšifrēšanas citām vajadzībām aiz šādiem iemesliem:

- 1) jārikojas ar ļoti lielām platībām, tātad arī ar lielu ainu skaitu;
- 2) uzņemtie apgabali ir maz pieejami;
- 3) atšifrējumam jānodrošina ne tikai vispārējās apgabala kontūras, bet pilnīgs raksturojums, uz kura pamata iespējams projektēt dažādus mežsaimniecības un meža ekspluatācijas pasākumus.

Viss tas prasa no atšifrētāja labu objekta pazišanu, kas panākams ar raksturīgāko vietu apskati dabā. Tomēr jāievēro, ka lielo mežu rajonu mazapdzīvotajās vietās dažādu taksācijas darbu veikšana uz zemes ir ļoti apgrūtināta un iespējama tikai nelielos apmēros. Šādu taksācijas darbu apmēri un raksturs atkarīgi no aerofotogrammetrijas darba nolūkiem. Ja darba mērķis ir iegūt orientējošus datus par koksnes resursiem mežrūpniecības uzņēmumu izvietojuma plānošanai, tad pietiek ar samērā nelieliem taksācijas darbiem. Tādā gadījumā jāiepazīstas ar izplatītāko sugu audzēm un jāizvēlas paraugi, kurus salīdzina ar gaisa ainām, lai iegūtu t. s. atšifrēšanas etalonus.

Visas kāda apgabala gaisa ainas sadala starp taksatoriem-atšifrētājiem ar tādu aprēķinu, lai katram būtu darbs veselai

sezonai. Katram taksatoram dod pēc iespējas viendabīgu materiālu. Tas palielina darba noteiktību un taksators labāk specializējas kādas noteiktas sugas aizņemto platību raksturošanā. Šāds uzdevumu sadalījums praktiski ir pilnīgi realizējams, jo lielās mežu platības mēdz būt ar pirmatnēju raksturu un visai vienveidīgas tiklab sugas, tā vecuma ziņā.

Saņēmis ainas, taksators vispirms veic uzmetuma montažu, lai iepazītos ar rajona raksturīgākiem objektiem un pēc iespējas izmeklētu sastopamo dažādību vairākus eksemplārus un tos apskatītu dabā. Pirms izbroukšanas pa paredzēto maršrutu, taksators mēģina atšifrēt izmeklētos paraugus, lai rezultātus varētu salīdzināt ar objektiem uz vietas. Ja salīdzinājumā konstatē nesaskaņas, tad jāanalizē tās pazīmes, pēc kurām atšifrēšana izdarīta, un jānoskaidro kļūdas cēloņi.

Maršruti jāizvēlas atkarībā no meža rakstura. Ja mežs vienveidīgs, pietiek to šķērsot vienā vai divos virzienos pa pastāvošiem satiksmes ceļiem. Katrā gadījumā tomēr jācenšas dabā aplūkot visas tās dažādības, ar kādām jāstopas ainas atšifrējot. Ja nav iespējams iepazīties ar attiecīgo rajonu uz vietas, tad jāizmanto esošais plānu materiāls un pēc tā jānoteic atšifrēšanas etaloni. Tomēr neviens plāns nevar aizstāt audžu apskati dabā.

Iepazīstoties ar rajona audžu raksturu, viss materiāls rūpīgi jāsavāc un jāsakopo albuma veidā, uz lapas uzlīmetajām gaisa ainām blakus pierakstot atbilstošos taksācijas datus.

Iesākot kameralos darbus, vispirms izpilda uzmetuma montažu un, apskatot katru ainu atsevišķi, noskaidro nogabalu kontūras un izvelk tās ar zīmuli vai tušu. Kontūras noteicot, jāseko, lai pārseguma vietās tās sakristu. Tādēļ jāapskata arī visas blakus ainas, kas skar minēto vietu. Jāizvairās sajaukt nogabalu kontūras ar ainu defektiem. To var viegli konstatēt, salīdzinot vienu un to pašu vietu uz blakus ainām. Ievērojot, ka ainās ir redzamas vissīkākās dažādības meža situācijā, nereti nākas sīkākos nogabalus apvienot.

Izdalītos un apvilktos nogabalus vienas ainas, planšetes vai citas vienības robežās apzīmē ar literām un pēc tam sastāda to taksācijas aprakstu. Sastādot taksācijas aprakstu, ainas apskata ar visām tehniskām palīgierīcēm. Stāvainas pārseguma vietas apskata ar stereoskopu, slīpāinas — panoramu spoguļi. Sastādot galīgo audžu raksturojumu, jāievēro visi saskatāmie sīkumi un jāsalīdzina ar līdzīgiem nogabaliem albumā.

Sevišķa vērība jāpievērš valdītājas sugas un mistrojuma noteikšanai, jo tās pieskaitāmas grūtākiem atšifrēšanas uzdevumiem. Turklāt kļūda valdītājas sugas noteikšanā ietekmē arī gala rezultātus.

Atšifrēšanu vislabāk izdarīt pēc kontakta novilkumiem. Transformētās ainās un fotoplānus izlieto tikai galīga plāna sastādīšanai.

Lielākās grūtības gaisa ainu atšifrēšanā sagādā tas, ka tanīs mēs redzam saimnieciski mazāk svarīgās koku daļas. Piemēram, atšifrētāju interesē koku caurmēri un stumbru lietkoksnis daļas garums, bet ainās saskatāmi tikai koku vainagi. Vajadzīgie dati jādabū netiešā ceļā, izejot no tādām pazīmēm, kādas ainā saskatāmas.

Lai gan gaisa ainu atšifrēšanas jautājums nepietiekami izpētīts, no ainām tomēr var iegūt diezgan daudz datu. Dažādām zemju kategorijām un audzēm ir pietiekami daudz raksturīgu pazīmju, pēc kurām tās ar diezgan lielu varbūtību var raksturot. Šīs pazīmes ir visai specifiskas un daudzos gadījumos grūti formulējamas, bet sumari tās katram meža objektam dod pietiekami raksturīgu zīmējumu. Arī šo zīmējumu grūti aprakstīt, bet tomēr tas mums dod priekšstatu par katru audzi.

Meža masīvu inventarizācijai nepieciešami noteikt:

1) vispārējās platības sadalījumu ar mežu aplātajā un neapklātajā;

2) audžu sadalījumu pēc sugām, vecumklasēm un labuma grupām;

3) koksnes krāju, tās teritoriālo sadalījumu un sortimentu strukturu:

4) ar mežu neapklātās platības raksturu.

Proņins, kurš daudz strādājis atšifrēšanas metožu izveidošanā, uzsver, ka šos jautājumus pēc gaisa ainām var pietiekami noteikti noskaidrot.

Ar mežu aplātā platība viegli atšķirama pēc graudainā zīmējuma, kas rodas no koku vainagu projekcijām. Ar mežu neapklātai platībai ir vienmuļš tonis no balta (smiltis) līdz melnam (ūdens). Šādu platību raksturu var noteikt diezgan pareizi. Kļūdas dažkārt iespējamas vienīgi smalcēs, kuras pieskaista pie meža neapklātās platības.

Purvu raksturīgās pazīmes ir šādas:

1) nepareiza forma un ķīļveida iespiešanās blakus nogabalos;

2) pārejas josla starp to un mežu;

3) nevienmērīgi izkaisītas augu grupas, kas piešķir ainai viļņotu izskatu:

4) tumši plankumi pelēcīgā fonā — ūdeņainas vietas;

5) sīkgraudains vienmuļš zīmējums — ar kokiem apauguši purvi.

Degumi atšķiras ar gaišo krāsu un nelīdzinām konturām. Gaišajā fonā saskatāmi atsevišķi koki un koku grupiņas. Pielūznotā degumā guloši koki redzami svītriņu veidā.

Izcirtumi atšķiras no citiem nogabaliem ar gaišāku krāsu un pareizo taisnstūra formu. Izlases cirtumi atšķirami pēc rai-
biem toņiem. Neizcirsti koki gaišākā fonā izdalās kā tumšāki planku-
kumi. Cīsmās palikušie baļķi saskatāmi kā nekārtīgi izkaisītas
gaišākas svītriņas starp tumšiem plankumiem.

Lauksaimniecībā izmantotajām zemēm —
tīrumiem raksturīgas taisnas robežas un arumu pēdas. Svaigi
arumi — gaišāki, aizauguši — tumšāki. Pļavas — vienmuļīgi pelēcīgā
tonī. Dažkārt tās viegli sajaucamas ar zāļu purviem.

Koku sugas uz zemes viegli pazīt pēc vainagu formas,
vainagu apmēriem, krāsas utt. Pavisam citādi tas ir, skatoties
no augšas. Tad bieži vien šīs pazīmes pazūd, un dažādu sugu vai-
nagu projekcijām nav lielas atšķirības. Eglei vainagu projekcijas
robainākas, jo atsevišķi zari izdalās no vainaga masas, priedei —
gludākas, bet ozolam — lēverainākas. Šīs atšķirības var saskatīt
mērogā, kas nav mazāks par 1:8000. Perspektīvajās ainās atšķi-
rības lielākas, bet parasti mazākā mēroga dēļ koku vainagu attēli
saplūduši katrai sugai savdabīgā zīmējumā.

Atsevišķu koku sugu vainagu krāsas dažādības izpaužas toņa
intensitātē, kas vienā ainā ir pastāvīga pazīme, bet, salīdzinot
vairākas ainas, attīstīšanas dažādības dēļ kļūst nedroša. Pēc
toņa intensitātes sugas var novietot šādā kārtībā: bērzs, apse,
priede, baltegle, egle. Strādājot ar piemērotiem filtriem, lapu koki
izdalās sevišķi gaiši.

Atsevišķu koku sugu vainagu formu labi var saskatīt koku
ēnā. Retās audzēs sugas var noteikt pēc ēnas bez kļūdām. Biezā-
kās audzēs, tāpat sīkākā mērogā, ēnas nozīme mazinās, bet tomēr
tai jāpievērš uzmanība. Savas īpatnības ir arī katras sugas vai-
nagu klājam. Eglei vainagu klāja ir viļņotāka, priedei — daudz
viemērīgāka un līdzenāka. Egļu audzēs asi izdalās apgaismotās
vainagu daļas un tādēļ gaišie plankumi mainās ar tumšajiem. Lapu
koku vainagu klājas vairāk atgādina priedi. Atšķirība izpaužas
gaišākā krāsā, mazāk asā un apaļākā vainagu zīmējumā.

Visas pazīmes, kas kalpo koku sugu sastāva noteikšanai,
parasti sakopotas noteicējā. Pazīstamākais ir *Prorona* noteicējs.
Noteicējas tabulas pēc vainagu raksturīgā apgaismojuma sastādījis
Harisons. Viņš arī izmēģinājis dažādu krāsu filtrus un
atradis, ka zaļie gaismas filtri dod vislabākās koku vainagu
krāsu atšķirības. *Kuzņecova* pētījumi rāda, ka sugu sastāvu
var noteikt arī pēc ainu optiskā blīvuma ar *Molla* mikrofoto-
metru. Ar to katrai sugai var iegūt īpatnēju raksturīgu līkni
(mollegramu).

Vecuma noteikšanai galvenā pazīme ir koku vainagu projekciju apmēri, jo, vecumam pieaugot, palielinās arī koku vainagi. Ar vecumu rodas dažādas atšķirības arī vainagu klājā. Jaunaudzēs vainagu projekcijas cieši sablivētas, vecākās audzēs vainagu projekcijas atdalās cita no citas ar tumšākām spraugām.

Vecuma noteikšanu lielā mērā traucē bonitates ietekme, jo labākās bonitatēs koku apmēri ir lielāki. Tādēļ, lai atšķirtu abus šos elementus, pieturas pie dažiem netiešiem norādītājiem. Tā jaunaudzēs šur un tur mēdz būt pa vecākam kokam, ko viegli saskatīt, kamēr zemākās bonitatēs koki puslīdz vienādi. Jaunaudzes lielāko tiesu rodas izcirtumos, tādēļ tās norobežotas vairākām taisnām līnijām, kamēr zemāko bonitāšu audžu robežas ir robainākas. Jaunaudzēs koki vairāk diferencēti nekā vecās zemākas bonitates audzēs. Ja arī ne katru reizi var pareizi noteikt vecumklases, tad trīs vecuma grupas — jaunas, vidējas un vecas var izšķirt pietiekami pareizi.

Bonitāti taksacijā noteic pēc vidējā augstuma un vecuma, ko gaisa ainās var izdarīt tikai retos gadījumos, turklāt tuvināti. Gaisa ainās par bonitāti spriež pēc augšanas vietas un apstākļiem, piemēram, vai audze atrodas purvu, kāpu, upju, ieleju u. c. tuvumā, tāpat pēc ceļiem, lauksaimnieciski izmantojamām zemēm utt. Ja zemes reljefs viļņots, tad parasti uzkalnos var būt priedes III bonitate, ielejās — II bonitate. Jāsaka, ka bonitates noteikšana ir samērā grūts uzdevums un tādēļ aprobežojas ar trim gradācijas pakāpēm — labu, vidēju un zemu bonitāti.

Biezību var noteikt samērā labi pēc vainagu slēguma, sevišķi, ja izmanto salīdzinājumus ar taksaciju uz zemes.

Koku augstumu noteic vai nu stereoskopiski apstrādājot gaisa ainās, vai arī pēc koku ēnas garuma. Zinot stereoainu pārdzījuma mērogu, koku augstumu var noteikt ar acumēru. Ar zināmu ievingrināšanos augstumu var noteikt līdz $\pm 2-3$ m. Labi panākumi sasniedzami ar stereoplanigrafu, stereoautografu u. c. komplicētiem aparātiem, bet plašajai praksei tas par sarežģītu. Samoiloviča dati liecina, ka labus panākumus var gūt ar samērā vienkāršo Drobīševa sinusa linealu.

Parastākais paņēmiens koku augstuma noteikšanai ir pēc koku ēnas garuma:

$$h = \frac{lM}{\varphi},$$

l — ēnas garums, M — mērogs, φ — ēnas relatīvais garums atkarībā no vietas platuma grada. Pēdējais faktors aprēķināts

dažādiem apstākļiem, un tā vērtības sakopotas tabulā. Reta meža ainā ēna ļoti labi saskatāma un pēc tās var noteikt koku augstumu līdz ± 1 m.

Audzēs vidējo caurmēru noteic, izejot no attieksmes starp stumbru un vainagu caurmēriem.

Audzēs koku skaita noteikšanas rezultāti atkarīgi no biežības, vecuma, sastāva un to koku daudzuma, kurus pārsedz blakus koku vainagi. Samoilovičs uz izmēģinājumu pamata sastādījis tabulu procentuālam pieskaitījumam, lai atkarībā no audzes rakstura un faktiski izskaitītā koku daudzuma atrastu visu audzes koku skaitu.

Audzēs krāju pēc gaisa ainām nenoteic, bet aprēķina pēc atrastajām taksācijas elementu vērtībām. Tā kā pēdējās noteiktas ar diezgan ievērojamām kļūdām, tad arī krājas noteikšana ir saistīta ar lielām kļūdām. Tādēļ nav lietderīgi noteikt krāju nelieliem nogabaliem.

Meža sanitāro stāvokli iespējams noteikt tiktāl, ciktāl dažādi bojājumi radījuši pārmaiņas vainagu klājā. Meždegās cietušās audzes ir gaišākas, retākas un nepareizākām konturām. Sauseņi izdalās no ainas kā gaiši punkti. Pielūžņots mežs atšķirams pēc nekārtīgi izkaisītām baltām svītriņām. Pēc šīm pazīmēm var spriest arī par eventualiemi kaitēkļu „perekļiem“.

Dažādos gada laikos izdarīto aerouzņēmumu ainām ir diezgan liela atšķirība. Ziemas gaisa ainās ļoti var izšķirt skuju koku audzes, bet rudens ainās — lapu koku audzes. Vispilnīgākas ainas tomēr iegūst vasaras uzņēmumos, jo tanīs ir vislielākā pazīmju bagātība, pēc kurām veic atšifrēšanu.

Perspektīvo ainu atšifrēšana ir grūtāka un rezultātu noteiktība vēl mazāka.

1:10000 mērogā uzņemtajās gaisa ainās platības var noteikt ar 100% noteiktību, audžu sastāvu līdz 75%, vecumu — trīs vecuma grupu robežās, bonitati — trīs pakāpju robežās, biežību — ar 80—100% un krājas ar 70—80% noteiktību.

3. GAISA AINU IZLIETOŠANAS IESPĒJAS MEŽSAIMNIECĪBĀ

Atšifrējot gaisa ainas ar rekonoscēšanas ceļā iegūtiem un te apskatītiem atšifrēšanas etaloniem, var dabūt pietiekami drošus datus par koksnes resursiem mežrūpniecības uzņēmumu projektēšanai un izvietojšanai. Gadījumos, kad vajadzīgi vēl sīkāki dati par audžu krāju un sortimentu strukturu, tos var papildus iegūt ar izlases jeb statistisko metodi.

Fotoplāni var aizstāt topografiskās kartes un mežaudžu plānus un tā noderēt dažādu administratīvi organizatorisku jautājumu atrisināšanai: ekonomisko rajonu izdalīšanai, administratīvai iedalīšanai, ceļu tīkla projektēšanai, cirsmu projektēšanai utt.

Aerouzņēmumu materiāli var dot norādījumus arī meža atjaunošanai. Ainās diezgan labi saskatāmas vietas, kur notiek dabiskā atjaunošanās, tāpat arī platības, kur nepieciešama apmežošana.

Fotoplāni noder par pamatu meža aizsardzības organizēšanai. Upju, strautu, ceļu un stīgu savstarpējais stāvoklis dod norādījumus, kādā virzienā jāizpaužas rīcībai cīņā pret uguni. Pēc fotoplāniem var spriest arī par kaitēkļu „perekļiem“ un pielūžņotām vietām un laikā spert soļus sanitārā stāvokļa uzlabošanai.

Sevišķi liela nozīme aerofotogrammetrijai ir meža meliorācijā. Tā dod iespēju noskaidrot purvu veidu un kontūras, purvu un slapjo vietu platību, purvu tipu, apmežotību un iespējamo krituma virzienu.

Minētie piemēri rāda, ka aerofotogrammetrijas ceļā iegūtie materiāli noder ne tikai meža masīvu taksācijai, bet var dot daudzus vērtīgus datus un norādījumus dažādiem mežsaimniecības pasākumiem

170. §. Aerovizualā taksācija

Ar aerovizualo taksāciju saprot audžu izdalīšanu un taksāciju no lidmašīnas, pārlidojot meža masīvus paralelās maršrutos. Lidojot 300—500 m augstumā, taksators izīzīmē nogabalu kontūras un sastāda taksācijas aprakstu.

Salīdzinot ar aerofotogrammetrisko metodi, aerovizualai metodei ir zināmas priekšrocības un arī trūkumi. Tā mazāk atkarīga no meteoroloģiskiem apstākļiem un nav saistīta ar sarežģīto aparāturu un uzņemšanas procesu. Bet toties tā nekad nevar konkurēt ar aerofotogrammetriju objektivitātes, noteiktības un dažādību dokumentēšanas ziņā.

Aerovizualie novērojumi izdarāmi lielāko tiesu šādās gadījumos:

- 1) kad aerofotogrammetrijas darbi aparāturās trūkuma vai nepiemērotu meteoroloģisko apstākļu dēļ nav iespējami;
- 2) kad aerovizualiem novērojumiem jāpapildina dati, kas iegūti rekognoscējošos maršrutos uz zemes;
- 3) kad pilnīgākai aerofotogrammetrijas darbu izmantošanai nepieciešami iepriekšēji dati;
- 4) kad aerovizualiem novērojumiem jāpapildina aerofotogrammetrijas ceļā iegūtie materiāli, sevišķi, ja tie grūti atšifrējami.

Aerovizualā taksacija attīstījusies ASV un Kanadā. 1931. g. to sāka lietot Padomju Savienībā un pēdējos gados tā arvien vairāk izplatās, jo ir samērā lēta un dod iespēju izpētīt lielas platības. Laikā no 1931. līdz 1937. g. šādā ceļā izpētīti 113 milj. ha meža.

Aerovizualā novērošana izteicas: a) aeronavigācijas uzdevumos, t. i. lidmašīnas vadīšanā pa noteiktu kursu, lielāko tiesu paralēliem maršrutiem, un b) visa novērotā fiksēšanā kartē, fotoattēlā vai skicē, lietojot šim nolūkam speciali konstruētus palīglīdzekļus.

Aerovizualai taksacijai var būt divi pamatuzdevumi:

1) izpētīt un notaksēt neierīkotas meža masīvus, kuros ekspluatācija vēl nav sākusies vai arī notikusi nelielos apmēros;

2) rekognoscēt kāda masīva daļu specialu jautājumu noskaidrošanai.

Pirmā uzdevuma mērķis ir noskaidrot koksnes resursu teritoriālo sadalījumu, transporta apstākļus un ievākt datus saimnieciskās darbības uzsākšanai un attīstīšanai attiecīgajā masīvā. Otra uzdevuma mērķis ir noteikt ekspluatācijai piemēroto koksnes krāju, kas atrodas pastāvošo vai projektējamo transporta ceļu darbības rajonā, tāpat noteikt kolonizācijas fondam piemērotas meža zemes utt.

Ļoti svarīgi, lai aerovizualai taksacijai būtu piemērotas un pietiekami noteiktas ģeografiskas kartes vai pētījamā apgabala plāni. Sevišķa nozīme ir tādiem kartes punktiem, kas var palīdzēt lidojumā orientēties. Tiem no apkārtnes labi jāizdalās, lai tos no lidmašīnas pa gabalu varētu saredzēt un pēc tiem ieturēt pareizo lidojuma virzienu. Par tādiem orientētājiem noder ezeri, upes, purvi, ceļi, stigas, apdzīvotas vietas, atsevišķas ēkas utt.

Aerovizuālo taksāciju var salīdzināt ar rekognoscēšanas paņēmieni uz zemes. Kā uz zemes taksators rekognoscēšanas gājienos pa taksācijas stidziņām izdala audzes, tā gaisā — paralelos lidojuma maršrutos. Ja orientētāju ir pietiekami daudz, tad maršrutus var ieturēt arī citādā virzienā. Parasti tos ietur perpendikulāri pastāvošām ūdens maģistralēm. Jo vairāk uz kartes orientētāju punktu, jo pārējos vienādos apstākļos precīzāk iespējams izdarīt taksāciju. Ja tādu punktu nav pietiekami daudz, tad īpašos lidojumos tos iezīmē kartē no rokas vai pēc fotogrammetriskiem uzņēmumiem. Ja orientējamo punktu kartē ir pietiekami daudz, tad projektē lidojuma maršrutus, aprēķinot katra maršruta garumu un azimutu.

Maršrutu savstarpējais atstatums ir atkarīgs no lidojuma augstuma un vēlamās noteiktības. Lidojot augstāk, iespējams ieturēt lielāku atstatumu starp maršrutiem, bet ar to samazinās rezultātu

noteiktība. Parasti lido 500 m augstumā. Skaidrā laikā no šāda augstuma var saskatīt zemes ceļus 3 km, dzelzceļu 5 km, upi 10 km, mežu un biezi apdzīvotu vietu 15 km, lielu upi vai ezeru 40 km attālumā. Atkarībā no minētiem apstākļiem maršrutus ietur 3—15 km atstatumā. Visumā pētījamās joslas platums nedrīkst pārsniegt pieckārtīgu lidojuma augstumu. Jo zemāks augstums, jo rupjākā mērogā var izdalīt nogabalus.

Katrā lidojuma maršrutā gatavo abrisu, iepriekš uzliekot maršrutu virzienus un garumus uz milimetra papīra. Katra maršruta garumu sadala vienādos garumos atkarībā no pieņemtā mēroga un lidmašīnas vidējā ātruma 1 minūtē, saskaņojot laika un abrisa mērogus. Piemēram, ja abrisa mērogs ir 1 : 100000 un lidmašīnas ātrums 90 km stundā, laika mērogs ir 1500 m 1 minūtē. Maršruta līnija tātad jāsadala 1,5 cm garos nogriežņos un katra šāda nogriežņa robežās abriiss jāpagatavo 1 minūtes laikā. Tas dod iespēju lidojuma laikā ātri atzīmēt izdalījumu sākuma un gala punktus.

Abriisa papīru vislabāk sagatavot sloksnes veidā. To nostiprina uz aeroplanšetes, kuras galos atrodas veltnīši, tā, lai sloksne no viena var notīties un uz otra uzīties.

Lidojuma laikā darbu veic divi taksatori. Viens no viņiem — navigators dod rīkojumus pilotam par lidmašīnas virzienu, bet otrs — novērotājs veic audžu izdalīšanu un taksāciju. Darbā nepieciešami šādi palīglīdzekļi: kompass, binoklis, vizējamā ierīce vai Brandisa eklimetrs, sekundu pulkstenis, fotoaparats un kartes.

Lai noskaidrotu attiecīgā apgabala reljefu, meža raksturu, orientējošos punktus u. c., pirms darba sākšanas apgabalu pārlido rekognoscēšanas nolūkos.

Aprakstāmās joslas platums ir līdzīgs pusei no atstatuma starp maršrutiem, pieskaitot vēl 20% pārsegumam. Abriisa mērogu parasti izvēlas 1 : 100000 un kontūras izzīmē pēc acumēra. Pirmā kārtā izdala vecā meža masīvus, degumus, lielus purvus, transporta ceļus. Ar mežu aplātām platībām noteic sastāvu, biežību, vecumu, bonitati, sanitāro stāvokli un meža tipu. Sastāvu apraksta parastā veidā ar mistrojuma formulu. Biezību izteic desmitdaļās. Pēc vecuma audzes iedala jaunaudzēs, vidējā, brieduma, cērtamā vecuma un pāraugušās audzēs. Biezību var diezgan droši noteikt līdz 0,2, sastāvu līdz 2 vienībām, vecumu un bonitati — 3 pakāpēs. Samērā lielā lidojuma ātruma, joslas lielā platuma un īsā laika dēļ izdalāmo nogabalu apmēri sniedzas no 100—400 ha. Cita rakstura nogabalus ar saimniecisku nozīmi var izdalīt līdz 50 ha platībā. Nelielos nogabalos, rupji rēķinot, audžu krāju var noteikt līdz 50 m³, bet lielākās platībās līdz 25—30%.

Taksācijas aprakstu var sastādīt, piemēram, šādā veidā:

7P 3E — Pr
V — 6,

kas izteic sugu mistrojumu, tipu vecumklasi un biežību. Taksācijas apraksta sastādīšanai var izmantot šādas pazīmes: biežības noteikšanai — vainagu slēgumu, sastāva noteikšanai — koku vainagu un stumbru krāsu, bonitates noteikšanai — meža tipu, reljefu, mitruma apstākļus u. c., vecuma noteikšanai — koku un vainagu lielumu un krāsu; lapu koku sugām sastāvu un vecumu ir visai grūti noteikt.

Tūlīt pēc lidojuma visas piezīmes un skices jāpārbauda un viss vajadzīgais pēc atmiņas jāizlabo. Kad lauku darbi pabeigti, sastāda daļplānus un taksācijas aprakstu. Uz to pamata savukārt var sastādīt diezgan sīkas schematiciskas apgabala meža kartes.

Aerovizuālas taksācijas ceļā 1 stundā iespējams uzņemt un notaksēt ap 60.000 ha, bet visā vasaras sezonā ap 3 milj. ha. Ar aerovizuālo metodi var iegūt visus nepieciešamos taksācijas pamatdatus meža masīvu inventarizācijai. Gadījumos, ja nepieciešami vēl sīkāki un detalizētāki dati, aerovizuālo taksāciju kombinē ar aerofotogrammetriju, izlases jeb statistisko metodi vai ar taksāciju uz zemes.

Aerovizuālās taksācijas rezultātu noteiktība ir atkarīga no lidojuma augstuma, atstatuma starp maršrutiem un taksatora pieredzes. 1934. g. Angaras un Pečoras uzņemšanas ekspedīcijas salīdzinoši pētījumi par dažādu metožu rezultātu noteiktību, par aerovizuālo metodi devuši šādus atzinumus:

- a) Palielinoties pētījamās teritorijas platībai, rezultātu noteiktība pieaug;
- b) mazāko platību kategorijas mēdz noteikt ar lielāku kļūdas procentu;
- c) ja atstatums starp maršrutiem nepārsniedz 2—5 km, vispārējo platību sadalījumu galvenajās saimnieciskajās kategorijās var noteikt apmierinoši;
- d) koku sugu sastāvu var noteikt apmierinoši, tikai priedi mēdz sajaukt ar ciedru, priedi un egli ar baltegli;
- e) atsevišķu nogabalu audžu vecuma noteikšana saistīta ar lielām kļūdām, bet audžu vidējais vecums nosakāms apmierinoši;
- f) nogabalu sadalījums bonitatēs noteicams ar lielām kļūdām, bet vidējā bonitate diezgan noteikti;
- g) rezultātu noteiktība lielā mērā atkarīga no taksatora pieredzes.

171. §. Kombinētās metodes

Aviācijas lielās tehniskās priekšrocības mežu inventarizācijas darbos pilnā mērā izmantojamas tikai kombinētajās metodēs, saistot uzņemšanu no gaisa ar taksaciju uz zemes. Darba veidi ļaujās dažādi kombinēties, bet dažādu metožu secību vislabāk rāda šāda schema:

- 1) aerovizualā taksacija — pētījamā apgabala kartes sastādīšanai un meža masīvu teritorialā sadalījuma noskaidrošanai;
- 2) aerofotogrammetrija — tuvākos gados ekspluatācijai piemērotu meža gabalu uzņemšanai;
- 3) maršrutveida rekognoscēšanas gājieni — ūdens un sausenes meža transportceļu uzņemšanai;
- 4) audžu taksacija un atšifrēšanas etalonu ievākšana ekspluatācijai piemērotos rajonos.

Rajonus, kas pēc audžu rakstura ir piemēroti ekspluatācijai, izpētī sīkāk ar izlases jeb statistisko metodi. Tā ir ļoti piemērota kombinācijai ar aerometodēm. Statistiskā metode ir objektīva un pēc tās var spriest par rezultātu pareizību. Turklāt taksācijas līnijas var iedalīt tā, lai būtu lietojamas turpmākajam kvartālu tīklam.

Šādu divu metožu kombinācijas ceļā PSRS 1935. g. inventarizētā Suchonas meža masīvs 1.500.000 ha platībā. Laikā no 1924. līdz 1930. g. tani izdarīta taksacija, bet pēc lieliem ugunsgrēkiem un intensīvām cirtēm radās nepieciešamība to no jauna inventarizēt.

1935. g. masīvu uzņēma aerofotogrammetrijas ceļā, iegūstot kontakta ainas un fotoschemas 1:15000 mērogā un fotoschemu reprodukcijas 1:25000 mērogā. Atšifrēšanas darbos uz ainām uzlika kvartālu tīklu, taksācijas stīdziņas un meža robežas. Pa kvartāliem izvilka nogabalu kontūras un sastādīja taksācijas aprakstu. Taksācijas aprakstu vajadzēja sastādīt pietiekami noteiktu, tādēļ atšifrēšanai izmantoja vecos taksācijas aprakstus un visā masīvā izdarīja taksaciju pēc izlases jeb statistiskās metodes. Ar variācijas statistikas aprēķiniem iepriekš noteica, cik no katras kategorijas nogabaliem dabā bija jāuzņem, lai notaksētu visu attiecīgās kategorijas platību. Aprēķini rādīja, ka 10—12 nogabalos vajadzēja noteikt visus taksācijas elementus, lai ar vajadzīgo noteiktību tos varētu attiecināt uz visiem radniecīgiem nogabaliem. Nogabalu taksaciju izdarīja ar taksācijas stīdziņām, izvelkot katrā nogabalā 3—4 stīdziņas vienādos atstatumos. Uz stīdziņām 10 m platā slejā uzņēma visus kokus, šķirojot tos lietkokos, puslietkokos, malkas kokos un sauseņos. Sleju sadalīja 100 m garos gabalos. Katra

jauna 100 m gabala sākumā katrai sugai izmērija pirmā pagādījušās koka augstumu. Uz stidziņām nocirstos kokus izlietoja par paraugkokiem.

Paraugšleju garums bija pavisam 773 km. Tās skāra 43 kvartalus, 174 nogabalus. Pavisam nocirta 2700 paraugkokus. Koksnes krāju parauglaukumos noteica ar sortimentu tabulām, kuras izstrādāja uz nocirsto un izmērīto paraugkoku pamata.

Statistiskās metodes ceļā ievāktais materials deva iespēju labāk atšifrēt pārējos nogabalus, kā arī noteikt tanīs krāju un sortimentus. Pārbaudot vēlāk vienu novada daļu ar parastajām taksācijas metodēm, izrādījās, ka minētā veidā iegūti pozitīvi rezultāti. Ja arī atsevišķu nogabalu krāja dažreiz jūtami atšķiras no istās, tad 10 nogabaliem starpība nepārsniedz $\pm 10\%$.

Ne aerofotogrammetrija, ne arī vizuālā taksācija nevar aizstāt taksāciju uz zemes. Tās var tikai dažādā kombinējumā viena otru papildināt. Katros apstākļos ir jāatrod lietderīgākais veids, kombinējot apskatītās metodes tā, lai rezultāti atbilstu vajadzīgai noteiktībai un darba sekmes būtu vislielākās.

IV. CIRSMU TAKSACIJA

172. §. Cirsmas jēdziens

Katrā meža saimnieciskajā vienībā — novadā — uz mežierīcības datu pamata sastāda izmantošanas normas aprēķinu — t ā m i. To nosaka pa piecgadēm desmitgadīgam revīzijas starpmetam un vēl 5 gadiem rezervei. No piecgades tāmes aprēķina caurmērā 1 gadā izcērtamo meža daudzumu pēc platības un masas. Šo gada normu neizcērt vienā vietā, bet daudzās un dažādās meža novada daļās pēc dažādiem ciršu veidiem. Visu vienā gadā izcērtamo platību kopumu mēdz saukt par g a d a c i r s m u, un tas sastāda cirsmu fondu.

Par c i r s m u šaurākā nozīmē sauc ciršanai nozīmētu, norobežotu, lielāko tiesu vecāku audžu platību. Kailcirtes saimniecībā cirsmas iedala atdaļās, bet izlases saimniecībā — nogabalos.

Tāmes sastādīšanu un atsevišķu meža nogabalu nozīmēšanu izciršanai dažādos periodos jeb t. s. cirsmu projektēšanu veic mežierīcība uz iepriekš izdarītas novada taksācijas pamata. Tas ir ļoti atbildīgs uzdevums, kas jāveic zināmā pakāpenībā saskaņā ar meža ekonomiskām, mežsaimniecības un mežzaisardzības prasībām.

Cirsmu sagatavošanu meža izsniegšanai izdara saskaņā ar mežierīcības plāniem, ievērojot pastāvošos priekšrakstus.

173. §. Cirsmu projektēšana

Izejot no pieņemtajiem galvenās izmantošanas apmēriem, cirsmas parasti projektē uz plāna 15 gadiem, nesadalot atsevišķi pa gadiem, bet pa piecgadēm. Divas pirmās piecgades paredz tekošajam revīzijas starpmetam, bet trešo — rezervei. Cirsmas projektējot vadās no mežaudžu plāna un taksācijas apraksta. Pirmais uzskatāmi rāda vecāko audžu atrašanās vietas, bet otrs dod sīkākus datus par katru nogabalu. Pirmā kārtā jāvērs uzmanība uz audžu

vecumu un stāvokli, uz tiem nogabaliem, kas taksācijas aprakstā ir apzīmēti ar burtu „c“. Pirmajai piegādei tādēļ jācenšas cirsma ieprojektēt vēja apdraudētās palikušās kulisēs, bojātās audzēs, retākās audzēs un audzēs ar labi attīstītu paaugu. Lielāku pieaugušu audžu nogabalos jau laikus jāparedz tādi ciršanas projekti, kas nodrošinātu šo audžu nociršanu pirms pārstāvēšanās un novecošanās. Tādēļ taksatoram jau savlaicīgi projektējami atcirtumi, lai nākotnē radītu vēsturīgas slejas un lai lielākas audžu platības varētu reizē cirst no vairākām vietām.

Cirsma projektēšanu iesāk ar visvecākām audzēm un pakāpeniski pāriet uz jaunākām, neejot zemāk par cirtmetu.

I grupas mežos, kur atļautas tikai kopšanas cirtes, sanitārās cirtes, pāraugušo koku izciršana un izlases cirtes pāraugušās audzēs, ciršanu projektē tikai pa nogabaliem vai kvartāliem.

II grupas mežos, kur atkarībā no sugas atļauti dažādi ciršu veidi, izplatītākais veids ir kailcirte. Projektējot cirsma kailcirtei, jāpieturas pie šādiem noteikumiem:

1) cirtes virzienam jāiet no austrumiem uz rietumiem vai no ziemeļaustrumiem uz dienvidrietumiem paraleli kvartāla stīgām, bet baltalkšņu audzēs — no dienvidiem uz ziemeļiem;

2) cirsmu virzienam jābūt perpendikularam cirtes virzienam, t. i., no ziemeļiem uz dienvidiem un no ziemeļrietumiem uz dienvidaustrumiem, saskaņā ar kvartālistīgu virzienu;

3) piesliešanās veids — egļu audzēs tiešais, bet pārējo sugu audzēs — pēc iespējas tiešais; piesliešanās laiks skuju koku audzēs un lapu koku audzēs ar skuju koku piemirstojumu ne mazāks par 5 gadiem, lapu koku audzēs līdz 3 gadiem;

4) normalais cirsmu platums priežu audzēs un jauktās priežu-lapu koku audzēs atļauts līdz 60 m, iecirtēs līdz 80 m, egļu audzēs un jauktās egļu-lapu koku audzēs 50—60 m, iecirtēs līdz 60 m, lapu koku audzēs līdz 100 m.

Ja nodrošināta izcirtumu mākslīgā atjaunošana, tad cirsmu platumu var palielināt līdz 100 m. Vietās, kur nav jābaidās no vējgāzēm, atļauta arī starpjoslų piesliešanās.

Egļu un egļu-lapu koku mistrotās audzēs var projektēt arī pakāpeniskās cirtes. Paredzētā cirsmā normali projektējama uz 15 gadiem, ieskaitot katrā piegādē $\frac{1}{3}$ no platības un masas. Cirsmas platumu projektē līdz trīskārtīgam normalas cirsmas platumam.

Pēc cirsmu projekta apstiprināšanas cirsmu robežas plānā apvelk ar sarkanu tušu un atsevišķi pa piegādēm apzīmē ar romiešu cipariem (I, II, III).

Galvenai izmantošanai pieskaita arī sēklinieku un pāraugušo koku izciršanu. Projektējot izciršanai sēkliniekus un pāraugušos kokus, jāapsver izciršanas vajadzība un iespēja. Koku izciršana nav pieļaujama, ja tā rada zaudējumus. Sēklinieki izcērtami pēc izcirtumu atjaunošanās, kā arī tādos gadījumos, ja ar atstātajiem sēkliniekiem atjaunošanās nav sagaidāma.

Visai galvenai cirtei sastāda sarakstu, pa kvartaliem un nogabaliem, uzrādot ciršanai projektēto platību, masu un audzes raksturojumu. Dažreiz galvenās cirtes sarakstā pirmai piegādei sadala cirtmas pa atsevišķiem gadiem.

Šādi sagatavoti cirsmu projekti atrodami katra meža novada saimniecības plānā. Tas ir pamats, uz kura balstās vietējā meža administrācija ikgadējo ciršanas vietu izvēlē.

174. §. Cirsmu iestigošana

Balstoties uz mežierīcības plāniem no piegādei ieprojektētām cirmām katru gadu izvēlas ciršanas vietas gada cirtmas apmēros. Ciršanas vietas nosakot, pēc iespējas jāņem vērā šādi meža materiālu izstrādāšanas priekšnoteikumi:

- 1) uzdotā plāna izpilde pēc sortimentiem tiklab kvantitatīvi, tā kvalitatīvi;
- 2) izdevīgākie apstākļi nepārtrauktai sagatavoto materiālu izvešanai, ņemot vērā darba mechanizācijas iespējas un racionalizētus izvešanas ceļus;
- 3) iespējami mazākie cirsmu attālumi no strādnieku mītnēm un apdzīvotām vietām;
- 4) izstrādāto materiālu tālākās transportēšanas iespējas pa dzelzceļiem vai nopludinot, ievērojot šo transporta līdzekļu ekspluatācijas spējas.

Cirtmas dabā iestigojamas instrumentāli. Cirtmas norobežo ar labi saredzamām un ar mietiņiem nospraustām stidziņām. Stidziņai abās pusēs tuvu stāvošos kokus, nebojājot kambiju, viegli ietēs, vēršot ietēsumus pret stidziņu. Stidziņu krustošanās vietās ierok līdz pusei zemē 2 m garus, 12—16 cm resnus stabus. Virszemes daļu nomizo, bet ierakto daļu var atstāt nemizotu. Stabu galus divpusīgi notēs, bet zem notēsuma izdara gludu iecirtumu, uz kura ar eļļas krāsu skaidri un salasāmi jāuzraksta kvartāla numurs, cirtmas gads, atdaļas numurs un platība.

Nederīgas platības, kā arī ciršanai nenozīmētas audzes, kas iespiežas cirsmas platībā, no tās instrumentāli jāatdala un jāiezīmē cirsmu uzmetā.

Cirsmas parasti iestīgo ar goniometru vai menzulu, iepriekš pagatavojot novilkumu no daļplāna ar cirsmas projektu. Pirms iestīgošanas jāpārliecinās, vai projekts atbilst faktiskajam stāvoklim dabā, vai audze pēc sastāva un vecuma atbilst taksācijas aprakstam un vai tā ir vispār cērtamā vecumā un piemērota pastāvošai vajadzībai. Ja projektētās cirsmas robeža nesakrīt ar faktisko audzes robežu, bet iet pa jaunāku audzi, tad cirsmu iestīgo līdz faktiskai audzes robežai.

Līdztekus cirsmas iestīgošanas darbam izgatavojams cirsmu uzmetis, atzīmējot malu garumus, piesaistes kvartālu pastāvīgiem punktiem un cirmās ar nevienādiem leņķiem arī leņķus.

Ja mežsaimniecībā ir daļplāni, tad iestīgotā cirsmā tāni tūlīn jāiezīmē un jāizgatavo no tās skice. Ja plāna nav, tad pēc uzmērīšanas datiem pagatavo skici vēlāmā mērogā. Uz skices jābūt arī piesaistīšanas punktam. Pēc tam aprēķina cirsmas platību. Daļplānos iezīmētai cirsmā ieraksta cirsmas gadu, atdaļas numuru un platību.

175. §. Cirsmu uzņemšana

Iestīgotās cirmās visi koki, sākot ar 10 cm, jāizdasto pa 2 cm caurmēru pakāpēm. Šai darbā visērtāk lietot pašnoapaļotājus dastmērus. Koki šķirojami pēc sugām, bet katras sugas robežās — lietkokos un malkas kokos. Atkarībā no cirsmas masas un sortimentu noteikšanai lietojamām tabulām lietkokos mēdz vēl iedalīt pilnos, puslietkokos un ceturtdaļlietkokos. Visi speciālo sortimentu koki numurējami krūšaugstumā un pie celma.

Latvijas PSR apstākļos, kur cirsmu platības ir samērā nelielas, cirsmas izdasto pilnīgi. Citos apstākļos, kur ir lielas cirsmas, tās mēdz uzņemt ar parauglaukumiem, ņemot arī paraugkokus, ar kuriem nosaka sortimentu iznākumu cirmā.

Cirsmas dastošanu izdara, ievērojot visus noteikumus. Izdastotos kokus apzīmē, ieraujot ar skripstu mizā svītras. Dažkārt dažāda labuma stumbriem liek īpašu atzīmi, lai pārbaudē varētu pārliecināties par koku šķirošanu.

Mitrās, trūdu bagātās augsnās priežu audžu izcirtumos, kur sagaidāma dabiskā atjaunošanās, atstājami 30—40 sēklinieki uz 1 ha, ar vienmērīgu sadalījumu pa visu platību. Sēkliniekus izvēlas no veselīem, vājdrošiem kokiem ar labi attīstītu vienmērīgu vai-

nagu. Lietojot meža materiālu izvešanai mechanizētus transporta līdzekļus, sēkliniekus var atstāt grupveidīgi, lai tie netraucētu izvešanu. Ja mežierīcībā kādā vietā sēklinieku atstāšana atzīta par nevajadzīgu, tad sēklinieki tur nav arī atstājami.

Pirms dastošanas sēkliniekiem viegli jāaptēš krūšaugstumā miza visapkārt stumbram apm. 20 cm platā joslā. Sēklinieki apzīmējami un numurējami.

Ja cirmās atrodama vēlamo sugu veselīga paauga, tad tā ir saudzējama un pasargāma no bojājumiem, kādi varētu rasties cērtot kokus, izvedot meža materiālus un sadedzinot atkritumus. Cirmsas uzņemšanas laikā paaugas nozīme novērtējama un tās stāvoklis jāatzīmē, lai vēlāk, nododot cirsma izstrādāšanai, varētu uzturēt prasību par paaugas saudzēšanu.

Ja cirmsas novērtēšanai paredzēts lietot augstumšķiru tabulas, tad nosaka arī augstumšķiru, pēc vidējā augstuma vai tās caurmēru pakāpes koku augstuma, kurā sagaidāma lielākā masa.

176. §. Cirmsu taksācija

Mērišanas rezultātus no dastošanas lapas pārraksta novērtēšanas burtnīcā un, ņemot attiecīgās augstumšķiras tabulas, aprēķina cirmsas koku masu, sortimentus un takses vērtību.

Pirms novērtēšanas puslietkokus un ceturtdaļlietkokus sadala starp veselīgiem lietkokiem un malkas kokiem. Masas un sortimentu noteikšanai var lietot sortimentu tabulas tā, kā tas parādīts audzes sortimentācijas piemērā (130. §, 35. tabula).

Cirmsas masas un sortimentu noteikšanai, sevišķi lielās platībās, var lietot arī paraugkokus, piemēram, pēc Uricha metodes ņemtus.

Cirmsu novērtēšanas dati pārbaudāmi un salīdzināmi ar iepriekšējo gadu datiem par atsevišķu koku sugu cirmsu racionālas izstrādāšanas rezultātiem, speciālu sortimentu novērtēšanas un izstrādāšanas datiem, tāpat arī ar izmēģinājumu un zinātnisko pētījumu rezultātiem.

Mežsaimniecības rīcībā atrodas bagāts pieredzes materiāls par sortimentu iznākumu cirmās. Tas tikai nav vēl pietiekami sistematizēts.

A. Zviedris sakopojis datus par sortimentu iznākumu cirmās Latvijas meža izstrādāšanas darbos. No aprēķinātās priežu koku masas cirmā pēc izstrādāšanas iznāk vidēji šādi sortimenti (57. tabula).

57. tabula

Vecums gados	I bonitate			II bonitate			III bonitate			IV bonit.			V bonitate		
	baļķi	balsteņi	malka	baļķi	balsteņi	malka	baļķi	balsteņi	malka	baļķi	balsteņi	malka	baļķi	balsteņi	malka
	p r o c e n t o s														
90	—	—	—	83 (70—91)	9	8	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	90 (85—96)	4	6	85 (81—89)	7	8	82 (79—90)	10	8	69	18	13	12 (10—26)	73 (70—92)	15
130	91 (85—96)	2	7	88 (78—93)	4	8	82 (69—86)	7	11	72	13	15	—	—	—
150	—	—	—	87 (80—92)	4	9	80 (72—92)	7	13	70	13	17	—	—	—

10% no aprēķinātās masas aiziet atkritumos.

58. tabulā parādīts vidējais sortimentu iznākums egļu audžu cīsmās procentos no cīsmas koku masas. A tabulā ieskaitītas audzes, kur egle ir valdītāja suga, bet B tabulā — audzes, kur egle ir otrā stāvā.

58. tabula

Audzes Vecums / gados	A. Egle galvenā audzē									B. Egle II stāvā		
	I bonitate			II bonitate			III bonitate			II bonitate		
	baļķi	papīr- malka	malka	baļķi	papīr- malka	malka	baļķi	papīr- malka	malka	baļķi	papīr- malka	malka
	p r o c e n t o s											
70	44	45	11	41	48	11	—	—	—	—	—	—
90	61	30	9	58	33	9	—	—	—	45	45	10
110	70	22	8	67	24	9	49	41	10	47	43	10
130	—	—	—	69	22	9	—	—	—	—	—	—

Lapu koki vidēji dod šādus sortimentus:

	I un II bon.	III bon.	IV bon.
Bērzi — finierklučus . . .	45% (30—60)	26%	10%
Melnalkšņi — finierklučus .	30% 20—50)	10%	—
Apses — sērkociņu klučus .	15% (5—30)		

Cirsmu iestigošanas un taksācijas darbus pārbauda saskaņā ar pastāvošiem noteikumiem, visus datus sakopo attiecīgās formās un nodod izstrādātājiem.

Pielikumi

Šķērslaukums pēc caurmēra

Caurmērs d	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
cm	K v a d r a t				
0	0, —	0, 00000079	0, 00000314	0, 00000707	0, 0000126
1	0000785	0000950	0001131	0001327	0001539
2	0003142	0003464	0003801	0004155	0004524
3	0007069	0007548	0008042	0008553	0009079
4	001257	001320	001385	001452	001521
5	001963	002043	002124	002206	002290
6	002827	002922	003019	003117	003217
7	003848	003959	004071	004185	004301
8	005027	005153	005281	005411	005542
9	006362	006504	006648	006793	006940
10	007854	008012	008171	008332	008495
11	009503	009677	009852	01003	01021
12	01131	01150	01169	01188	01208
13	01327	01348	01368	01389	01410
14	01539	01561	01584	01606	01629
15	01767	01791	01815	01839	01863
16	02011	02036	02061	02087	02112
17	02270	02297	02324	02351	02378
18	02545	02573	02602	02630	02659
19	02835	02865	02895	02926	02956
20	03142	03173	03205	03237	03269
21	03464	03497	03530	03563	03597
22	03801	03836	03871	03906	03941
23	04155	04191	04227	04264	04301
24	04524	04562	04600	04638	04676
25	04909	04948	04988	05027	05067
26	05309	05350	05391	05433	05474
27	05726	05768	05811	05853	05896
28	06158	06202	06246	06290	06335
29	06605	06651	06697	06743	06789
30	07069	07116	07163	07211	07258
31	07548	07596	07645	07694	07744
32	08042	08093	08143	08194	08245
33	08553	08605	08657	08709	08762
34	09079	09133	09186	09240	09294
35	09621	09676	09731	09787	09842
36	1018	1024	1029	1035	1041
37	1075	1081	1087	1093	1099
38	1134	1140	1146	1152	1158
39	1195	1201	1207	1213	1219
40	1257	1263	1269	1276	1282

0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
m e t r i				
0, 0000196	0, 0000283	0, 0000385	0, 0000503	0, 0000636
0001767	0002011	0002270	0002545	0002835
0004909	0005309	0005726	0006157	0006605
0009625	001018	001075	001134	001195
001590	001662	001735	001810	001886
002376	002463	002552	002642	002734
003318	003421	003526	003632	003739
004418	004536	004657	004778	004902
005674	005809	005945	006082	006221
007088	007238	007390	007543	007698
008659	008825	008992	009161	009331
01039	01057	01075	01094	01112
01227	01247	01267	01287	01307
01431	01453	01474	01496	01517
01651	01674	01697	01720	01744
01887	01911	01936	01961	01986
02138	02164	02190	02217	02243
02405	02433	02461	02488	02516
02688	02717	02746	02776	02806
02986	03017	03048	03079	03110
03301	03333	03365	03398	03431
03631	03664	03698	03733	03767
03976	04011	04047	04083	04119
04337	04374	04411	04449	04486
04714	04753	04792	04831	04870
05107	05147	05187	05228	05269
05515	05557	05599	05641	05683
05940	05983	06026	06070	06114
06379	06424	06469	06514	06560
06835	06881	06928	06975	07022
07306	07354	07402	07451	07499
07793	07843	07892	07942	07992
08296	08347	08398	08450	08501
08814	08867	08920	08973	09026
09348	09402	09457	09511	09566
09898	09954	1001	1007	1012
1046	1052	1058	1064	1069
1104	1110	1116	1122	1128
1164	1170	1176	1182	1188
1225	1232	1238	1244	1250
1288	1295	1301	1307	1314

Šķērsla ukums pēc caurmēra

Caurmērs d	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4
cm	K v a d r a t				
	0,	0,	0,	0,	0,
41	1320	1327	1333	1340	1346
42	1385	1392	1399	1405	1412
43	1452	1459	1466	1473	1479
44	1521	1527	1534	1541	1548
45	1590	1597	1605	1612	1619
46	1662	1669	1676	1684	1691
47	1735	1742	1750	1757	1765
48	1810	1817	1825	1832	1840
49	1886	1893	1901	1909	1917
50	1963	1971	1979	1987	1995
51	2043	2051	2059	2067	2075
52	2124	2132	2140	2148	2157
53	2206	2215	2223	2231	2240
54	2290	2299	2307	2316	2324
55	2376	2384	2393	2402	2411
56	2463	2472	2481	2489	2498
57	2552	2561	2570	2579	2588
58	2642	2651	2660	2669	2679
59	2734	2743	2753	2762	2771
60	2827	2837	2846	2856	2865
61	2922	2932	2942	2951	2961
62	3019	3029	3039	3048	3058
63	3117	3127	3137	3147	3157
64	3217	3227	3237	3247	3257
65	3318	3329	3339	3349	3359
66	3421	3432	3442	3452	3463
67	3526	3536	3547	3557	3568
68	3632	3642	3653	3664	3675
69	3739	3750	3761	3772	3783
70	3848	3859	3870	3882	3893
71	3959	3970	3982	3993	4004
72	4072	4083	4094	4106	4117
73	4185	4197	4208	4220	4231
74	4301	4312	4324	4336	4347
75	4418	4430	4441	4453	4465
76	4536	4548	4560	4572	4584
77	4657	4669	4681	4693	4705
78	4778	4791	4803	4815	4827
79	4902	4914	4927	4939	4951
80	5027	5039	5052	5064	5077

0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
m e t r i				
0,	0,	0,	0,	0,
1353	1359	1366	1372	1379
1419	1425	1432	1439	1445
1486	1493	1500	1507	1514
1555	1562	1569	1576	1583
1626	1633	1640	1647	1655
1698	1706	1713	1720	1728
1772	1780	1787	1794	1802
1847	1855	1863	1870	1878
1924	1932	1940	1948	1956
2003	2011	2019	2027	2035
2083	2091	2099	2107	2116
2165	2173	2181	2190	2198
2248	2256	2265	2273	2282
2333	2341	2350	2359	2367
2419	2428	2437	2445	2454
2507	2516	2525	2534	2543
2597	2606	2615	2624	2633
2688	2697	2706	2715	2725
2780	2790	2799	2809	2818
2875	2884	2894	2903	2913
2971	2980	2990	3000	3009
3068	3078	3088	3097	3107
3167	3177	3187	3197	3207
3267	3278	3288	3298	3308
3370	3380	3390	3400	3411
3473	3484	3494	3505	3515
3578	3589	3600	3610	3621
3685	3696	3707	3718	3728
3794	3805	3816	3826	3837
3904	3915	3926	3937	3948
4015	4026	4038	4049	4060
4128	4140	4151	4162	4174
4243	4254	4266	4278	4289
4359	4371	4383	4394	4406
4477	4489	4501	4513	4525
4596	4608	4620	4632	4645
4717	4729	4742	4754	4766
4840	4852	4865	4877	4889
4964	4976	4989	5001	5014
5090	5102	5115	5128	5140

Šķērslaukumu tabulas

2. tabula

Skats (garums)	C a u r m ē r s c e n t i m e t r o s										Skats (garums)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Šķērslaukums kvadrātmetros (Cilindru tilpums eļšmētros)												
1	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,007	0,008	0,008
2	0,000	0,001	0,001	0,003	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012	0,015	0,019	0,016
3	0,000	0,001	0,002	0,004	0,006	0,008	0,011	0,015	0,019	0,025	0,031	0,024
4	0,000	0,001	0,003	0,005	0,008	0,011	0,015	0,020	0,025	0,032	0,039	0,031
5	0,000	0,002	0,004	0,006	0,010	0,014	0,019	0,025	0,032	0,039	0,047	0,039
6	0,000	0,002	0,004	0,008	0,012	0,017	0,023	0,030	0,038	0,047	0,055	0,047
7	0,001	0,002	0,005	0,009	0,014	0,020	0,027	0,035	0,045	0,055	0,063	0,055
8	0,001	0,003	0,006	0,010	0,016	0,023	0,031	0,040	0,051	0,063	0,071	0,063
9	0,001	0,003	0,006	0,011	0,018	0,025	0,035	0,045	0,057	0,071	0,079	0,071
10	0,001	0,003	0,007	0,013	0,020	0,028	0,038	0,050	0,064	0,079	0,086	0,079
11	0,001	0,003	0,008	0,014	0,022	0,031	0,042	0,055	0,070	0,086	0,094	0,086
12	0,001	0,004	0,008	0,015	0,024	0,034	0,046	0,060	0,076	0,094	0,102	0,094
13	0,001	0,004	0,009	0,016	0,026	0,037	0,050	0,065	0,083	0,102	0,110	0,102
14	0,001	0,004	0,010	0,018	0,027	0,040	0,054	0,070	0,089	0,110	0,118	0,110
15	0,001	0,005	0,011	0,019	0,029	0,042	0,058	0,075	0,095	0,118	0,126	0,118
16	0,001	0,005	0,011	0,020	0,031	0,045	0,062	0,080	0,102	0,126	0,134	0,126
17	0,001	0,005	0,012	0,021	0,033	0,048	0,065	0,085	0,108	0,134	0,141	0,134
18	0,001	0,006	0,013	0,023	0,035	0,051	0,069	0,090	0,115	0,141	0,149	0,141
19	0,001	0,006	0,013	0,024	0,037	0,054	0,073	0,096	0,121	0,149	0,157	0,149
20	0,002	0,006	0,014	0,025	0,039	0,057	0,077	0,101	0,127	0,157	0,165	0,157

21	0,002	0,007	0,015	0,026	0,041	0,059	0,081	0,106	0,134	0,165	21
22	0,002	0,007	0,016	0,028	0,043	0,062	0,085	0,111	0,140	0,173	22
23	0,002	0,007	0,016	0,029	0,045	0,065	0,089	0,116	0,146	0,181	23
24	0,002	0,008	0,017	0,030	0,047	0,068	0,092	0,121	0,153	0,188	24
25	0,002	0,008	0,018	0,031	0,049	0,071	0,096	0,126	0,159	0,196	25
26	0,002	0,008	0,018	0,033	0,051	0,074	0,100	0,131	0,165	0,204	26
27	0,002	0,008	0,019	0,034	0,053	0,076	0,104	0,136	0,172	0,212	27
28	0,002	0,009	0,020	0,035	0,055	0,079	0,108	0,141	0,178	0,220	28
29	0,002	0,009	0,020	0,036	0,057	0,082	0,112	0,146	0,184	0,228	29
30	0,002	0,009	0,021	0,038	0,059	0,085	0,115	0,151	0,191	0,236	30
31	0,002	0,010	0,022	0,039	0,061	0,088	0,119	0,156	0,197	0,243	31
32	0,003	0,010	0,023	0,040	0,063	0,090	0,123	0,161	0,204	0,251	32
33	0,003	0,010	0,023	0,041	0,065	0,093	0,127	0,166	0,210	0,259	33
34	0,003	0,011	0,024	0,043	0,067	0,096	0,131	0,171	0,216	0,267	34
35	0,003	0,011	0,025	0,044	0,069	0,099	0,135	0,176	0,223	0,275	35
36	0,003	0,011	0,025	0,045	0,071	0,102	0,139	0,181	0,229	0,288	36
37	0,003	0,012	0,026	0,046	0,073	0,105	0,142	0,186	0,235	0,291	37
38	0,003	0,012	0,027	0,048	0,075	0,107	0,146	0,191	0,242	0,298	38
39	0,003	0,012	0,028	0,049	0,077	0,110	0,150	0,196	0,248	0,306	39
40	0,003	0,013	0,028	0,050	0,079	0,113	0,154	0,201	0,254	0,314	40
41	0,003	0,013	0,029	0,052	0,081	0,116	0,158	0,206	0,261	0,322	41
42	0,003	0,013	0,030	0,053	0,082	0,119	0,162	0,211	0,267	0,330	42
43	0,003	0,014	0,030	0,054	0,084	0,122	0,165	0,216	0,274	0,338	43
44	0,003	0,014	0,031	0,055	0,086	0,124	0,169	0,221	0,280	0,346	44
45	0,004	0,014	0,032	0,057	0,088	0,127	0,173	0,226	0,286	0,353	45
46	0,004	0,014	0,033	0,058	0,090	0,130	0,177	0,231	0,293	0,361	46
47	0,004	0,015	0,033	0,059	0,092	0,133	0,181	0,236	0,299	0,369	47
48	0,004	0,015	0,034	0,060	0,094	0,136	0,185	0,241	0,305	0,377	48
49	0,004	0,015	0,035	0,062	0,096	0,139	0,189	0,246	0,312	0,385	49
50	0,004	0,016	0,035	0,063	0,098	0,141	0,192	0,251	0,318	0,393	50

Šķērslaukumu tabulas

Skats (ģarums)	Caurmērs centimetros										Skats (ģarums)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Šķērslaukums kvadratmetros (Cilindru tilpums cilēmetros)											
51	0,004	0,016	0,036	0,064	0,100	0,144	0,196	0,256	0,324	0,401	51
52	0,004	0,016	0,037	0,065	0,102	0,147	0,200	0,261	0,331	0,408	52
53	0,004	0,017	0,037	0,067	0,104	0,150	0,204	0,266	0,337	0,416	53
54	0,004	0,017	0,038	0,068	0,106	0,153	0,208	0,271	0,343	0,424	54
55	0,004	0,017	0,039	0,069	0,108	0,156	0,212	0,276	0,350	0,432	55
56	0,004	0,018	0,040	0,070	0,110	0,158	0,216	0,281	0,356	0,440	56
57	0,004	0,018	0,040	0,072	0,112	0,161	0,219	0,287	0,363	0,448	57
58	0,005	0,018	0,041	0,073	0,114	0,164	0,223	0,292	0,369	0,456	58
59	0,005	0,019	0,042	0,074	0,116	0,167	0,227	0,297	0,375	0,463	59
60	0,005	0,019	0,042	0,075	0,118	0,170	0,231	0,302	0,382	0,471	60
61	0,005	0,019	0,043	0,077	0,120	0,172	0,235	0,307	0,388	0,479	61
62	0,005	0,019	0,044	0,078	0,122	0,175	0,239	0,312	0,394	0,487	62
63	0,005	0,020	0,045	0,079	0,124	0,178	0,242	0,317	0,401	0,495	63
64	0,005	0,020	0,045	0,080	0,126	0,181	0,246	0,322	0,407	0,503	64
65	0,005	0,020	0,046	0,082	0,128	0,184	0,250	0,327	0,414	0,511	65
66	0,005	0,021	0,047	0,083	0,130	0,187	0,254	0,332	0,420	0,518	66
67	0,005	0,021	0,047	0,084	0,132	0,189	0,258	0,337	0,426	0,526	67
68	0,005	0,021	0,048	0,085	0,134	0,192	0,262	0,342	0,433	0,534	68
69	0,005	0,022	0,049	0,087	0,136	0,195	0,266	0,347	0,439	0,542	69
70	0,005	0,022	0,049	0,088	0,137	0,198	0,269	0,352	0,445	0,550	70

71	0,006	0,022	0,050	0,089	0,139	0,201	0,273	0,357	0,452	0,558	71
72	0,006	0,023	0,051	0,090	0,141	0,204	0,277	0,362	0,458	0,565	72
73	0,006	0,023	0,052	0,092	0,143	0,206	0,281	0,367	0,464	0,573	73
74	0,006	0,023	0,052	0,093	0,145	0,209	0,285	0,372	0,471	0,581	74
75	0,006	0,024	0,053	0,094	0,147	0,212	0,289	0,377	0,477	0,589	75
76	0,006	0,024	0,054	0,096	0,149	0,215	0,292	0,382	0,483	0,597	76
77	0,006	0,024	0,054	0,097	0,151	0,218	0,296	0,387	0,490	0,605	77
78	0,006	0,025	0,055	0,098	0,153	0,221	0,300	0,392	0,496	0,613	78
79	0,006	0,025	0,056	0,099	0,155	0,223	0,304	0,397	0,503	0,620	79
80	0,006	0,025	0,057	0,101	0,157	0,226	0,308	0,402	0,509	0,628	80
81	0,006	0,025	0,057	0,102	0,159	0,229	0,312	0,407	0,515	0,636	81
82	0,006	0,026	0,058	0,103	0,161	0,232	0,316	0,412	0,522	0,644	82
83	0,007	0,026	0,059	0,104	0,163	0,235	0,319	0,417	0,528	0,652	83
84	0,007	0,026	0,059	0,106	0,165	0,238	0,323	0,422	0,534	0,660	84
85	0,007	0,027	0,060	0,107	0,167	0,240	0,327	0,427	0,541	0,668	85
86	0,007	0,027	0,061	0,108	0,169	0,243	0,331	0,432	0,547	0,675	86
87	0,007	0,027	0,061	0,109	0,171	0,246	0,335	0,437	0,553	0,683	87
88	0,007	0,028	0,062	0,111	0,173	0,249	0,339	0,442	0,560	0,691	88
89	0,007	0,028	0,063	0,112	0,175	0,252	0,343	0,447	0,566	0,699	89
90	0,007	0,028	0,064	0,113	0,177	0,254	0,346	0,452	0,573	0,707	90
91	0,007	0,029	0,064	0,114	0,179	0,257	0,350	0,457	0,579	0,715	91
92	0,007	0,029	0,065	0,116	0,181	0,260	0,354	0,462	0,585	0,723	92
93	0,007	0,029	0,066	0,117	0,183	0,263	0,358	0,467	0,592	0,730	93
94	0,007	0,030	0,066	0,118	0,185	0,266	0,362	0,472	0,598	0,738	94
95	0,007	0,030	0,067	0,119	0,187	0,269	0,366	0,478	0,604	0,746	95
96	0,008	0,030	0,068	0,121	0,188	0,271	0,369	0,483	0,611	0,754	96
97	0,008	0,030	0,069	0,122	0,190	0,274	0,373	0,488	0,617	0,762	97
98	0,008	0,031	0,069	0,123	0,192	0,277	0,377	0,493	0,623	0,770	98
99	0,008	0,031	0,070	0,124	0,194	0,280	0,381	0,498	0,630	0,778	99
100	0,008	0,031	0,071	0,126	0,196	0,283	0,385	0,503	0,636	0,785	100

Skērslaukumu tabulas

Skaitis (Ratums)	Caurmērs centimetros										Skaitis (Ratums)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Skērslaukums kvadrātmetros (Cilindru tilpums cēšmētros)											
1	0,010	0,011	0,013	0,015	0,018	0,020	0,023	0,025	0,028	0,031	0,031
2	0,019	0,023	0,027	0,031	0,035	0,040	0,045	0,051	0,057	0,063	0,063
3	0,029	0,034	0,040	0,046	0,053	0,060	0,068	0,076	0,085	0,094	0,094
4	0,038	0,045	0,053	0,062	0,071	0,080	0,091	0,102	0,113	0,126	0,126
5	0,048	0,057	0,066	0,077	0,088	0,101	0,113	0,127	0,142	0,157	0,157
6	0,057	0,068	0,080	0,092	0,106	0,121	0,136	0,153	0,170	0,188	0,188
7	0,067	0,079	0,093	0,108	0,124	0,141	0,159	0,178	0,198	0,220	0,220
8	0,076	0,090	0,106	0,123	0,141	0,161	0,182	0,204	0,227	0,251	0,251
9	0,086	0,102	0,119	0,139	0,159	0,181	0,204	0,229	0,255	0,283	0,283
10	0,095	0,113	0,133	0,154	0,177	0,201	0,227	0,254	0,284	0,314	0,314
11	0,105	0,124	0,146	0,169	0,194	0,221	0,250	0,280	0,312	0,346	0,346
12	0,114	0,136	0,159	0,185	0,212	0,241	0,272	0,305	0,340	0,377	0,377
13	0,124	0,147	0,173	0,200	0,230	0,261	0,295	0,331	0,369	0,408	0,408
14	0,133	0,158	0,186	0,216	0,247	0,281	0,318	0,356	0,397	0,440	0,440
15	0,143	0,170	0,199	0,231	0,265	0,302	0,340	0,382	0,425	0,471	0,471
16	0,152	0,181	0,212	0,246	0,283	0,322	0,363	0,407	0,454	0,503	0,503
17	0,162	0,192	0,226	0,262	0,300	0,342	0,386	0,433	0,482	0,534	0,534
18	0,171	0,204	0,239	0,277	0,318	0,362	0,409	0,458	0,510	0,565	0,565
19	0,181	0,215	0,252	0,292	0,336	0,382	0,431	0,483	0,539	0,597	0,597
20	0,190	0,226	0,265	0,308	0,353	0,402	0,454	0,509	0,567	0,628	0,628

21	0.200	0.238	0.279	0.323	0.371	0.422	0.477	0.534	0.595	0.660	21
22	0.209	0.249	0.292	0.339	0.389	0.442	0.499	0.560	0.624	0.691	22
23	0.219	0.260	0.305	0.354	0.406	0.462	0.522	0.585	0.652	0.723	23
24	0.228	0.271	0.319	0.369	0.424	0.483	0.545	0.611	0.680	0.754	24
25	0.238	0.283	0.332	0.385	0.442	0.503	0.567	0.636	0.709	0.785	25
26	0.247	0.294	0.345	0.400	0.459	0.523	0.590	0.662	0.737	0.817	26
27	0.257	0.305	0.358	0.416	0.477	0.543	0.613	0.687	0.766	0.848	27
28	0.266	0.317	0.372	0.431	0.495	0.563	0.636	0.713	0.794	0.880	28
29	0.276	0.328	0.385	0.446	0.512	0.583	0.658	0.738	0.822	0.911	29
30	0.285	0.339	0.398	0.462	0.530	0.603	0.681	0.763	0.851	0.942	30
31	0.295	0.351	0.411	0.477	0.548	0.623	0.704	0.789	0.879	0.974	31
32	0.304	0.362	0.425	0.493	0.565	0.643	0.726	0.814	0.907	1.005	32
33	0.314	0.373	0.438	0.508	0.583	0.664	0.749	0.840	0.936	1.037	33
34	0.323	0.385	0.451	0.523	0.601	0.684	0.772	0.865	0.964	1.068	34
35	0.333	0.396	0.465	0.539	0.619	0.704	0.794	0.891	0.992	1.100	35
36	0.342	0.407	0.478	0.554	0.636	0.724	0.817	0.916	1.021	1.131	36
37	0.352	0.418	0.491	0.570	0.654	0.744	0.840	0.942	1.049	1.162	37
38	0.361	0.430	0.504	0.585	0.672	0.764	0.863	0.967	1.077	1.194	38
39	0.371	0.441	0.518	0.600	0.689	0.784	0.885	0.992	1.106	1.225	39
40	0.380	0.452	0.531	0.616	0.707	0.804	0.908	1.018	1.134	1.257	40
41	0.390	0.464	0.544	0.631	0.725	0.824	0.931	1.043	1.162	1.288	41
42	0.399	0.475	0.557	0.647	0.742	0.844	0.953	1.069	1.191	1.319	42
43	0.409	0.486	0.571	0.662	0.760	0.865	0.976	1.094	1.219	1.351	43
44	0.418	0.498	0.584	0.677	0.778	0.885	0.999	1.120	1.248	1.382	44
45	0.428	0.509	0.597	0.693	0.795	0.905	1.021	1.145	1.276	1.414	45
46	0.437	0.520	0.611	0.708	0.813	0.925	1.044	1.171	1.304	1.445	46
47	0.447	0.532	0.624	0.723	0.831	0.945	1.067	1.196	1.333	1.477	47
48	0.456	0.543	0.637	0.739	0.848	0.965	1.090	1.221	1.361	1.508	48
49	0.466	0.554	0.650	0.754	0.866	0.985	1.112	1.247	1.389	1.539	49
50	0.475	0.565	0.664	0.770	0.884	1.005	1.135	1.272	1.418	1.571	50

Šķērslaukumu tabulas

Skaitis (garums)	C a u m ē r s c e n t i m e t r o s										Skaitis (garums)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
	Šķērslaukums kvadrātmēros (cilindru tilpums cīsmētros)										
51	0,485	0,577	0,677	0,785	0,901	1,025	1,158	1,298	1,446	1,602	51
52	0,494	0,588	0,690	0,800	0,919	1,046	1,180	1,323	1,474	1,634	52
53	0,504	0,599	0,703	0,816	0,937	1,066	1,203	1,349	1,503	1,665	53
54	0,513	0,611	0,717	0,831	0,954	1,086	1,226	1,374	1,531	1,696	54
55	0,523	0,622	0,730	0,847	0,972	1,106	1,248	1,400	1,559	1,728	55
56	0,532	0,633	0,743	0,862	0,990	1,126	1,271	1,425	1,588	1,759	56
57	0,542	0,645	0,757	0,877	1,007	1,146	1,294	1,450	1,616	1,791	57
58	0,551	0,656	0,770	0,893	1,025	1,166	1,317	1,476	1,644	1,822	58
59	0,561	0,667	0,783	0,908	1,043	1,186	1,339	1,501	1,673	1,854	59
60	0,570	0,679	0,796	0,924	1,060	1,206	1,362	1,527	1,701	1,885	60
61	0,580	0,690	0,810	0,939	1,078	1,226	1,385	1,552	1,730	1,916	61
62	0,589	0,701	0,823	0,954	1,096	1,247	1,407	1,578	1,758	1,948	62
63	0,599	0,713	0,836	0,970	1,113	1,267	1,430	1,603	1,786	1,979	63
64	0,608	0,724	0,849	0,985	1,131	1,287	1,453	1,629	1,815	2,011	64
65	0,618	0,735	0,863	1,001	1,149	1,307	1,475	1,654	1,843	2,042	65
66	0,627	0,746	0,876	1,016	1,166	1,327	1,498	1,679	1,871	2,073	66
67	0,637	0,758	0,889	1,031	1,184	1,347	1,521	1,705	1,900	2,105	67
68	0,646	0,769	0,903	1,047	1,202	1,367	1,543	1,730	1,928	2,136	68
69	0,656	0,780	0,916	1,062	1,219	1,387	1,566	1,756	1,956	2,168	69
70	0,665	0,792	0,929	1,078	1,237	1,407	1,589	1,781	1,985	2,199	70

71	0,675	0,803	0,942	1,093	1,255	1,428	1,612	1,807	2,013	2,231	71
72	0,684	0,814	0,956	1,108	1,272	1,448	1,634	1,832	2,041	2,262	72
73	0,694	0,826	0,969	1,124	1,290	1,468	1,657	1,858	2,070	2,293	73
74	0,703	0,837	0,982	1,139	1,308	1,488	1,680	1,883	2,098	2,325	74
75	0,713	0,848	0,995	1,155	1,325	1,508	1,702	1,909	2,126	2,356	75
76	0,722	0,860	1,009	1,170	1,343	1,528	1,725	1,934	2,155	2,388	76
77	0,732	0,871	1,022	1,185	1,361	1,548	1,748	1,959	2,183	2,419	77
78	0,741	0,882	1,035	1,201	1,378	1,568	1,770	1,985	2,212	2,450	78
79	0,751	0,893	1,049	1,216	1,396	1,588	1,793	2,010	2,440	2,482	79
80	0,760	0,905	1,062	1,232	1,414	1,608	1,816	2,036	2,268	2,513	80
81	0,770	0,916	1,075	1,247	1,431	1,629	1,839	2,061	2,297	2,545	81
82	0,779	0,927	1,088	1,262	1,449	1,649	1,861	2,087	2,325	2,576	82
83	0,789	0,939	1,102	1,278	1,467	1,669	1,884	2,112	2,353	2,608	83
84	0,798	0,950	1,115	1,293	1,484	1,689	1,907	2,138	2,382	2,639	84
85	0,808	0,961	1,128	1,308	1,502	1,709	1,929	2,163	2,410	2,670	85
86	0,817	0,973	1,141	1,324	1,520	1,729	1,952	2,188	2,438	2,702	86
87	0,827	0,984	1,155	1,339	1,537	1,749	1,975	2,214	2,467	2,733	87
88	0,836	0,995	1,168	1,355	1,555	1,769	1,997	2,239	2,495	2,765	88
89	0,846	1,007	1,181	1,370	1,573	1,789	2,020	2,265	2,523	2,796	89
90	0,855	1,018	1,195	1,385	1,590	1,810	2,043	2,290	2,552	2,827	90
91	0,865	1,029	1,208	1,401	1,608	1,830	2,066	2,316	2,580	2,859	91
92	0,874	1,040	1,221	1,416	1,626	1,850	2,088	2,341	2,608	2,890	92
93	0,884	1,052	1,234	1,432	1,643	1,870	2,111	2,367	2,637	2,922	93
94	0,893	1,063	1,248	1,447	1,661	1,890	2,134	2,392	2,665	2,953	94
95	0,903	1,074	1,261	1,462	1,679	1,910	2,156	2,417	2,694	2,985	95
96	0,912	1,086	1,274	1,478	1,696	1,930	2,179	2,443	2,722	3,016	96
97	0,922	1,097	1,288	1,493	1,714	1,950	2,202	2,468	2,750	3,047	97
98	0,931	1,108	1,301	1,509	1,732	1,970	2,224	2,494	2,779	3,079	98
99	0,941	1,120	1,314	1,524	1,749	1,991	2,247	2,519	2,807	3,110	99
100	0,950	1,131	1,327	1,539	1,767	2,011	2,270	2,545	2,835	3,142	100

Skērslaukumu tabulas

Skaitis (garums)	Caurmērs centimetros										Skaitis (garums)
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Skērslaukums kvadratmetros (Cilindru tilpums cietmēros)											
1	0,035	0,038	0,042	0,045	0,049	0,053	0,057	0,062	0,066	0,071	1
2	0,069	0,076	0,083	0,090	0,098	0,106	0,115	0,123	0,132	0,141	2
3	0,104	0,114	0,125	0,136	0,147	0,159	0,172	0,185	0,198	0,212	3
4	0,139	0,152	0,166	0,181	0,196	0,212	0,229	0,246	0,264	0,283	4
5	0,173	0,190	0,208	0,226	0,245	0,265	0,286	0,308	0,330	0,353	5
6	0,208	0,228	0,249	0,271	0,295	0,319	0,344	0,369	0,396	0,424	6
7	0,242	0,266	0,291	0,317	0,344	0,372	0,401	0,431	0,462	0,495	7
8	0,277	0,304	0,332	0,362	0,393	0,425	0,458	0,493	0,528	0,565	8
9	0,312	0,342	0,374	0,407	0,442	0,478	0,515	0,554	0,594	0,636	9
10	0,346	0,380	0,415	0,452	0,491	0,531	0,573	0,616	0,661	0,707	10
11	0,381	0,418	0,457	0,498	0,540	0,584	0,630	0,677	0,727	0,778	11
12	0,416	0,456	0,499	0,543	0,589	0,637	0,687	0,739	0,793	0,848	12
13	0,450	0,494	0,540	0,588	0,638	0,690	0,744	0,800	0,859	0,919	13
14	0,485	0,532	0,582	0,633	0,687	0,743	0,802	0,862	0,925	0,990	14
15	0,520	0,570	0,623	0,679	0,736	0,796	0,859	0,924	0,991	1,060	15
16	0,554	0,608	0,665	0,724	0,785	0,849	0,916	0,985	1,057	1,131	16
17	0,589	0,646	0,706	0,769	0,834	0,903	0,973	1,047	1,123	1,202	17
18	0,623	0,684	0,748	0,814	0,884	0,956	1,031	1,108	1,189	1,272	18
19	0,658	0,722	0,789	0,860	0,933	1,009	1,088	1,170	1,255	1,343	19
20	0,693	0,760	0,831	0,905	0,982	1,062	1,145	1,232	1,321	1,414	20

21	0,727	0,798	0,872	0,950	1,031	1,115	1,202	1,293	1,387	1,484	21
22	0,762	0,836	0,914	0,995	1,080	1,168	1,260	1,355	1,453	1,555	22
23	0,797	0,874	0,956	1,040	1,129	1,221	1,317	1,416	1,519	1,626	23
24	0,831	0,912	0,997	1,086	1,178	1,274	1,374	1,478	1,585	1,696	24
25	0,866	0,950	1,039	1,131	1,227	1,327	1,431	1,539	1,651	1,767	25
26	0,901	0,988	1,080	1,176	1,276	1,380	1,489	1,601	1,717	1,838	26
27	0,935	1,026	1,122	1,221	1,325	1,434	1,546	1,663	1,783	1,909	27
28	0,970	1,064	1,163	1,267	1,374	1,487	1,603	1,724	1,849	1,979	28
29	1,004	1,102	1,205	1,312	1,424	1,540	1,660	1,786	1,916	2,050	29
30	1,039	1,140	1,246	1,357	1,473	1,593	1,718	1,847	1,982	2,121	30
31	1,074	1,178	1,288	1,402	1,522	1,646	1,775	1,909	2,048	2,191	31
32	1,108	1,216	1,330	1,448	1,571	1,699	1,832	1,970	2,114	2,262	32
33	1,143	1,254	1,371	1,493	1,620	1,752	1,889	2,032	2,180	2,333	33
34	1,178	1,292	1,413	1,538	1,669	1,805	1,947	2,094	2,246	2,403	34
35	1,212	1,330	1,454	1,583	1,718	1,858	2,004	2,155	2,312	2,474	35
36	1,247	1,368	1,496	1,629	1,767	1,911	2,061	2,217	2,378	2,545	36
37	1,282	1,406	1,537	1,674	1,816	1,964	2,118	2,278	2,444	2,615	37
38	1,316	1,445	1,579	1,719	1,865	2,018	2,176	2,340	2,510	2,686	38
39	1,351	1,483	1,620	1,764	1,914	2,071	2,233	2,401	2,576	2,757	39
40	1,385	1,521	1,662	1,810	1,963	2,124	2,290	2,463	2,642	2,827	40
41	1,420	1,559	1,703	1,855	2,013	2,177	2,347	2,525	2,708	2,898	41
42	1,455	1,597	1,745	1,900	2,062	2,230	2,405	2,586	2,774	2,969	42
43	1,489	1,635	1,787	1,945	2,111	2,283	2,462	2,648	2,840	3,039	43
44	1,524	1,673	1,828	1,991	2,160	2,336	2,519	2,709	2,906	3,110	44
45	1,559	1,711	1,870	2,036	2,209	2,389	2,576	2,771	2,972	3,181	45
46	1,593	1,749	1,911	2,081	2,258	2,442	2,634	2,832	3,038	3,252	46
47	1,628	1,787	1,953	2,126	2,307	2,495	2,691	2,894	3,104	3,322	47
48	1,663	1,825	1,994	2,171	2,356	2,548	2,748	2,956	3,170	3,393	48
49	1,697	1,863	2,036	2,217	2,405	2,602	2,806	3,017	3,237	3,464	49
50	1,732	1,901	2,077	2,262	2,454	2,655	2,863	3,079	3,303	3,534	50

Skērslaukumu tabulas

Skats (garums)	Caurmērs centimetros										Skats (garums)	
	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Skērslaukums kvadratmetros. (Cilindru tilpums cefsmetros)												
51	1,766	1,939	2,119	2,307	2,503	2,708	2,920	3,149	3,387	3,633	3,888	55
52	1,801	1,977	2,160	2,352	2,553	2,761	2,977	3,206	3,448	3,699	3,958	56
53	1,836	2,015	2,202	2,398	2,602	2,814	3,035	3,264	3,510	3,765	4,029	57
54	1,870	2,053	2,244	2,443	2,651	2,867	3,092	3,321	3,571	3,831	4,100	58
55	1,905	2,091	2,285	2,488	2,700	2,920	3,149	3,378	3,633	3,897	4,170	59
56	1,940	2,129	2,327	2,533	2,749	2,973	3,206	3,435	3,695	3,963	4,241	60
57	1,974	2,167	2,368	2,579	2,798	3,026	3,264	3,510	3,756	4,029	4,312	61
58	2,009	2,205	2,410	2,624	2,847	3,079	3,321	3,571	3,879	4,161	4,453	62
59	2,044	2,243	2,451	2,669	2,896	3,132	3,378	3,633	3,941	4,227	4,524	63
60	2,078	2,281	2,493	2,714	2,945	3,186	3,435	3,695	3,963	4,241	4,524	64
61	2,113	2,319	2,534	2,760	2,994	3,239	3,493	3,756	4,029	4,312	4,595	65
62	2,147	2,357	2,576	2,805	3,043	3,292	3,550	3,818	4,095	4,383	4,665	66
63	2,182	2,395	2,617	2,850	3,093	3,345	3,607	3,879	4,161	4,453	4,736	67
64	2,217	2,433	2,659	2,895	3,142	3,398	3,664	3,941	4,227	4,524	4,807	68
65	2,251	2,471	2,701	2,941	3,191	3,451	3,722	4,002	4,293	4,595	4,877	69
66	2,286	2,509	2,742	2,986	3,240	3,504	3,779	4,064	4,359	4,665	4,948	70
67	2,321	2,547	2,784	3,031	3,289	3,557	3,836	4,126	4,425	4,736	5,024	71
68	2,355	2,585	2,825	3,076	3,338	3,610	3,893	4,187	4,492	4,807	5,100	72
69	2,390	2,623	2,867	3,121	3,387	3,663	3,951	4,249	4,558	4,877	5,187	73
70	2,425	2,661	2,908	3,167	3,436	3,717	4,008	4,310	4,624	4,948	5,274	74

71	2,459	2,699	2,950	3,212	3,485	3,770	4,065	4,372	4,690	5,019
72	2,494	2,737	2,991	3,257	3,534	3,823	4,122	4,433	4,756	5,089
73	2,528	2,775	3,033	3,302	3,583	3,876	4,180	4,495	4,822	5,160
74	2,563	2,813	3,075	3,348	3,632	3,929	4,237	4,557	4,888	5,231
75	2,598	2,851	3,116	3,393	3,682	3,982	4,294	4,618	4,954	5,301
76	2,632	2,889	3,158	3,438	3,731	4,035	4,351	4,680	5,020	5,372
77	2,667	2,927	3,199	3,483	3,780	4,088	4,409	4,741	5,086	5,443
78	2,702	2,955	3,241	3,529	3,829	4,141	4,466	4,803	5,152	5,514
79	2,736	3,003	3,282	3,574	3,878	4,194	4,523	4,864	5,218	5,584
80	2,771	3,041	3,324	3,619	3,927	4,247	4,580	4,926	5,284	5,655
81	2,806	3,079	3,365	3,664	3,976	4,301	4,638	4,988	5,350	5,726
82	2,840	3,117	3,407	3,710	4,025	4,354	4,695	5,049	5,416	5,796
83	2,875	3,155	3,448	3,755	4,074	4,407	4,752	5,111	5,482	5,867
84	2,909	3,193	3,490	3,800	4,123	4,460	4,809	5,172	5,548	5,938
85	2,944	3,231	3,532	3,845	4,172	4,513	4,867	5,234	5,614	6,008
86	2,979	3,269	3,573	3,891	4,222	4,566	4,924	5,295	5,680	6,079
87	3,013	3,307	3,615	3,936	4,271	4,619	4,981	5,357	5,747	6,150
88	3,048	3,345	3,656	3,981	4,320	4,672	5,038	5,419	5,813	6,220
89	3,083	3,383	3,698	4,026	4,369	4,725	5,096	5,480	5,879	6,291
90	3,117	3,421	3,739	4,072	4,418	4,778	5,153	5,542	5,945	6,362
91	3,152	3,459	3,781	4,117	4,467	4,831	5,210	5,603	6,011	6,432
92	3,187	3,497	3,822	4,162	4,516	4,885	5,268	5,665	6,077	6,503
93	3,221	3,535	3,864	4,207	4,565	4,938	5,325	5,726	6,143	6,574
94	3,256	3,573	3,905	4,252	4,614	4,991	5,382	5,788	6,209	6,644
95	3,290	3,611	3,947	4,298	4,663	5,044	5,439	5,850	6,275	6,715
96	3,325	3,649	3,989	4,343	4,712	5,097	5,497	5,911	6,341	6,786
97	3,360	3,687	4,030	4,388	4,761	5,150	5,554	5,973	6,407	6,857
98	3,394	3,725	4,072	4,433	4,811	5,203	5,611	6,034	6,473	6,927
99	3,429	3,763	4,113	4,479	4,860	5,256	5,668	6,096	6,539	6,998
100	3,464	3,801	4,155	4,524	4,909	5,309	5,726	6,158	6,605	7,069

Šķērslaukumu tabulas

Skats (garums)	Caurmērs centimetros										Skats (garums)
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
Šķērslaukums kvadrātmetros (Cilindru tilpums cēšmetros)											
1	0,075	0,080	0,086	0,091	0,096	0,102	0,108	0,113	0,119	0,126	1
2	0,151	0,161	0,171	0,182	0,192	0,204	0,215	0,227	0,239	0,251	2
3	0,226	0,241	0,257	0,272	0,289	0,305	0,323	0,340	0,358	0,377	3
4	0,302	0,322	0,342	0,363	0,385	0,407	0,430	0,454	0,478	0,503	4
5	0,377	0,402	0,428	0,454	0,481	0,509	0,538	0,567	0,597	0,628	5
6	0,453	0,483	0,513	0,545	0,577	0,611	0,645	0,680	0,717	0,754	6
7	0,528	0,563	0,599	0,636	0,673	0,713	0,753	0,794	0,836	0,880	7
8	0,604	0,643	0,684	0,726	0,770	0,814	0,860	0,907	0,956	1,005	8
9	0,679	0,724	0,770	0,817	0,866	0,916	0,968	1,021	1,075	1,131	9
10	0,755	0,804	0,855	0,908	0,962	1,018	1,075	1,134	1,195	1,257	10
11	0,830	0,885	0,941	0,999	1,058	1,120	1,183	1,248	1,314	1,382	11
12	0,906	0,965	1,026	1,090	1,155	1,221	1,290	1,361	1,434	1,508	12
13	0,981	1,046	1,112	1,180	1,251	1,323	1,398	1,474	1,553	1,634	13
14	1,057	1,125	1,197	1,271	1,347	1,425	1,505	1,588	1,672	1,759	14
15	1,132	1,206	1,283	1,362	1,443	1,527	1,613	1,701	1,792	1,885	15
16	1,208	1,287	1,368	1,453	1,539	1,629	1,720	1,815	1,911	2,011	16
17	1,283	1,367	1,454	1,543	1,636	1,730	1,828	1,928	2,031	2,136	17
18	1,359	1,448	1,540	1,634	1,732	1,832	1,935	2,041	2,150	2,262	18
19	1,434	1,528	1,625	1,725	1,828	1,934	2,043	2,155	2,270	2,388	19
20	1,510	1,608	1,711	1,816	1,924	2,036	2,150	2,268	2,389	2,513	20

21	1,585	1,689	1,796	1,907	2,020	2,138	2,258	2,382	2,509	2,639	21
22	1,660	1,769	1,882	1,997	2,117	2,239	2,365	2,495	2,628	2,765	22
23	1,736	1,850	1,967	2,088	2,213	2,341	2,473	2,608	2,748	2,890	23
24	1,811	1,930	2,053	2,179	2,309	2,443	2,581	2,722	2,867	3,016	24
25	1,887	2,011	2,138	2,270	2,405	2,545	2,688	2,835	2,986	3,142	25
26	1,962	2,091	2,224	2,361	2,501	2,646	2,796	2,949	3,106	3,267	26
27	2,038	2,171	2,309	2,451	2,598	2,748	2,903	3,062	3,225	3,393	27
28	2,113	2,252	2,395	2,542	2,694	2,850	3,011	3,176	3,345	3,519	28
29	2,189	2,332	2,480	2,633	2,790	2,952	3,118	3,289	3,464	3,644	29
30	2,264	2,413	2,566	2,724	2,886	3,054	3,226	3,402	3,584	3,770	30
31	2,340	2,493	2,651	2,815	2,983	3,155	3,333	3,516	3,703	3,896	31
32	2,415	2,574	2,737	2,905	3,079	3,257	3,441	3,629	3,823	4,021	32
33	2,491	2,654	2,822	2,996	3,175	3,359	3,548	3,748	3,942	4,147	33
34	2,566	2,734	2,908	3,087	3,271	3,461	3,656	3,856	4,062	4,273	34
35	2,642	2,815	2,994	3,178	3,367	3,563	3,763	3,969	4,181	4,398	35
36	2,717	2,895	3,079	3,269	3,464	3,664	3,871	4,083	4,301	4,524	36
37	2,793	2,976	3,165	3,359	3,560	3,766	3,978	4,196	4,420	4,650	37
38	2,868	3,056	3,250	3,450	3,656	3,868	4,086	4,310	4,539	4,775	38
39	2,944	3,137	3,336	3,541	3,752	3,970	4,193	4,423	4,659	4,901	39
40	3,019	3,217	3,421	3,632	3,848	4,072	4,301	4,536	4,778	5,027	40
41	3,095	3,297	3,507	3,722	3,945	4,173	4,408	4,650	4,898	5,152	41
42	3,170	3,378	3,592	3,813	4,041	4,275	4,516	4,763	5,017	5,278	42
43	3,246	3,458	3,678	3,904	4,137	4,377	4,623	4,877	5,137	5,404	43
44	3,321	3,539	3,763	3,995	4,233	4,479	4,731	4,990	5,256	5,529	44
45	3,396	3,619	3,849	4,086	4,330	4,580	4,838	5,104	5,376	5,655	45
46	3,472	3,700	3,934	4,176	4,426	4,682	4,946	5,217	5,495	5,781	46
47	3,547	3,780	4,020	4,267	4,522	4,784	5,053	5,330	5,615	5,906	47
48	3,623	3,860	4,105	4,358	4,618	4,886	5,161	5,444	5,734	6,032	48
49	3,698	3,941	4,191	4,449	4,714	4,988	5,269	5,557	5,853	6,158	49
50	3,774	4,021	4,276	4,540	4,811	5,089	5,376	5,671	5,973	6,283	50

Šķerslaukumu tabulas

Skaitis (garums)	Caurmērs centimetros										Skaitis (garums)
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
	Šķerslaukums kvadratmetros (Cilindru tilpums cefāmetros)										
51	3,849	4,102	4,362	4,630	4,907	5,191	5,484	5,784	6,092	6,409	51
52	3,925	4,182	4,448	4,721	5,003	5,293	5,591	5,897	6,212	6,535	52
53	4,000	4,263	4,533	4,812	5,099	5,395	5,699	6,011	6,331	6,660	53
54	4,076	4,343	4,619	4,903	5,195	5,497	5,806	6,124	6,451	6,786	54
55	4,151	4,423	4,704	4,994	5,292	5,598	5,914	6,238	6,570	6,912	55
56	4,227	4,504	4,790	5,084	5,388	5,700	6,021	6,351	6,690	7,037	56
57	4,302	4,584	4,875	5,175	5,484	5,802	6,129	6,464	6,809	7,163	57
58	4,378	4,665	4,961	5,266	5,580	5,904	6,236	6,578	6,929	7,288	58
59	4,453	4,745	5,046	5,357	5,676	6,005	6,344	6,691	7,048	7,414	59
60	4,529	4,825	5,132	5,448	5,773	6,107	6,451	6,805	7,168	7,540	60
61	4,604	4,906	5,217	5,538	5,869	6,209	6,559	6,918	7,287	7,665	61
62	4,680	4,986	5,303	5,629	5,965	6,311	6,666	7,032	7,406	7,791	62
63	4,755	5,067	5,388	5,720	6,061	6,413	6,774	7,145	7,526	7,917	63
64	4,831	5,147	5,474	5,811	6,158	6,514	6,881	7,258	7,645	8,042	64
65	4,906	5,228	5,559	5,901	6,254	6,616	6,989	7,372	7,765	8,168	65
66	4,981	5,308	5,645	5,992	6,350	6,718	7,096	7,485	7,884	8,294	66
67	5,057	5,388	5,731	6,083	6,446	6,820	7,204	7,599	8,004	8,419	67
68	5,132	5,469	5,816	6,174	6,542	6,922	7,311	7,712	8,123	8,545	68
69	5,208	5,549	5,902	6,265	6,639	7,023	7,419	7,825	8,243	8,671	69
70	5,283	5,630	5,987	6,355	6,735	7,125	7,526	7,939	8,362	8,796	70

71	5,359	5,710	6,073	6,446	6,831	7,227	7,634	8,052	8,482	8,922	71
72	5,434	5,791	6,158	6,537	6,927	7,329	7,742	8,166	8,601	9,048	72
73	5,510	5,871	6,244	6,628	7,023	7,430	7,849	8,279	8,721	9,173	73
74	5,585	5,951	6,329	6,719	7,120	7,532	7,957	8,392	8,840	9,299	74
75	5,661	6,032	6,415	6,809	7,216	7,634	8,064	8,506	8,959	9,425	75
76	5,736	6,112	6,500	6,900	7,312	7,736	8,172	8,619	9,079	9,550	76
77	5,812	6,193	6,586	6,991	7,408	7,838	8,279	8,733	9,198	9,676	77
78	5,887	6,273	6,671	7,082	7,504	7,939	8,387	8,846	9,318	9,802	78
79	5,963	6,354	6,757	7,173	7,601	8,041	8,494	8,960	9,437	9,927	79
80	6,038	6,434	6,842	7,263	7,697	8,143	8,602	9,073	9,557	10,053	80
81	6,114	6,514	6,928	7,354	7,793	8,245	8,709	9,186	9,676	10,179	81
82	6,189	6,595	7,013	7,445	7,889	8,347	8,817	9,300	9,796	10,304	82
83	6,265	6,675	7,099	7,536	7,986	8,448	8,924	9,413	9,915	10,430	83
84	6,340	6,756	7,185	7,627	8,082	8,550	9,032	9,527	10,035	10,556	84
85	6,416	6,836	7,270	7,717	8,178	8,652	9,139	9,640	10,154	10,681	85
86	6,491	6,917	7,356	7,808	8,274	8,754	9,247	9,753	10,273	10,807	86
87	6,566	6,997	7,441	7,899	8,370	8,856	9,354	9,867	10,393	10,933	87
88	6,642	7,077	7,527	7,990	8,467	8,957	9,462	9,980	10,512	11,058	88
89	6,717	7,158	7,612	8,080	8,563	9,059	9,569	10,094	10,632	11,184	89
90	6,793	7,238	7,698	8,171	8,659	9,161	9,677	10,207	10,751	11,310	90
91	6,868	7,319	7,783	8,262	8,755	9,263	9,784	10,320	10,871	11,435	91
92	6,944	7,399	7,869	8,353	8,851	9,364	9,892	10,434	10,990	11,561	92
93	7,019	7,480	7,954	8,444	8,948	9,466	9,999	10,547	11,110	11,687	93
94	7,095	7,560	8,040	8,534	9,044	9,568	10,107	10,661	11,229	11,812	94
95	7,170	7,640	8,125	8,625	9,140	9,670	10,214	10,774	11,349	11,938	95
96	7,246	7,721	8,211	8,716	9,236	9,772	10,322	10,888	11,468	12,064	96
97	7,321	7,801	8,296	8,807	9,332	9,873	10,430	11,001	11,588	12,189	97
98	7,397	7,882	8,382	8,898	9,429	9,975	10,537	11,114	11,707	12,315	98
99	7,472	7,962	8,467	8,988	9,525	10,077	10,645	11,228	11,826	12,441	99
100	7,548	8,042	8,553	9,079	9,621	10,179	10,752	11,341	11,946	12,566	100

Sķērsliukumu tabulas

Skaitis (garums)	Caurmērs centimetros										Skaitis (garums)
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
Sķērsliukums kvadratmetros (cilindru tilpums cēšmetros)											
1	0,132	0,139	0,145	0,152	0,159	0,166	0,173	0,181	0,189	0,196	1
2	0,264	0,277	0,290	0,304	0,318	0,332	0,347	0,362	0,377	0,393	2
3	0,396	0,416	0,436	0,456	0,477	0,499	0,520	0,543	0,566	0,589	3
4	0,528	0,554	0,581	0,608	0,636	0,665	0,694	0,724	0,754	0,785	4
5	0,660	0,693	0,726	0,760	0,795	0,831	0,867	0,905	0,943	0,982	5
6	0,792	0,831	0,871	0,912	0,954	0,997	1,041	1,086	1,131	1,178	6
7	0,924	0,970	1,017	1,064	1,113	1,163	1,214	1,267	1,320	1,374	7
8	1,056	1,108	1,162	1,216	1,272	1,330	1,388	1,448	1,509	1,571	8
9	1,188	1,247	1,307	1,368	1,431	1,496	1,561	1,629	1,697	1,767	9
10	1,320	1,385	1,452	1,521	1,590	1,662	1,735	1,810	1,886	1,963	10
11	1,452	1,524	1,597	1,673	1,749	1,828	1,908	1,991	2,074	2,160	11
12	1,584	1,663	1,743	1,825	1,909	1,994	2,082	2,171	2,263	2,356	12
13	1,716	1,801	1,888	1,977	2,068	2,160	2,255	2,352	2,451	2,553	13
14	1,848	1,940	2,033	2,129	2,227	2,327	2,429	2,533	2,640	2,749	14
15	1,980	2,078	2,178	2,281	2,386	2,493	2,602	2,714	2,829	2,945	15
16	2,112	2,217	2,324	2,433	2,545	2,659	2,776	2,895	3,017	3,142	16
17	2,244	2,355	2,469	2,585	2,704	2,825	2,949	3,076	3,206	3,338	17
18	2,376	2,494	2,614	2,737	2,863	2,991	3,123	3,257	3,394	3,534	18
19	2,508	2,632	2,759	2,889	3,022	3,158	3,296	3,438	3,583	3,731	19
20	2,641	2,771	2,904	3,041	3,181	3,324	3,470	3,619	3,771	3,927	20

21	2,773	2,909	3,050	3,193	3,340	3,490	3,643	3,800	3,960	4,123	21
22	2,905	3,048	3,195	3,345	3,499	3,656	3,817	3,981	4,149	4,320	22
23	3,037	3,187	3,340	3,497	3,658	3,822	3,990	4,162	4,337	4,516	23
24	3,169	3,325	3,485	3,649	3,817	3,989	4,164	4,343	4,526	4,712	24
25	3,301	3,464	3,631	4,801	3,976	4,155	4,337	4,524	4,714	4,909	25
26	3,433	3,602	3,776	3,953	4,135	4,321	4,511	4,705	4,903	5,105	26
27	3,565	3,741	3,921	4,105	4,294	4,487	4,684	4,886	5,092	5,301	27
28	3,697	3,879	4,066	4,257	4,453	4,653	4,858	5,067	5,280	5,498	28
29	3,829	4,018	4,211	4,410	4,612	4,820	5,031	5,248	5,469	5,694	29
30	3,961	4,156	4,357	4,562	4,771	4,986	5,205	5,429	5,657	5,890	30
31	4,093	4,295	4,502	4,714	4,930	5,152	5,378	5,610	5,846	6,087	31
32	4,225	4,433	4,647	4,866	5,089	5,318	5,552	5,791	6,034	6,283	32
33	4,357	4,572	4,792	5,018	5,248	5,484	5,725	5,972	6,223	6,480	33
34	4,489	4,711	4,937	5,170	5,407	5,650	6,899	6,152	6,412	6,676	34
35	4,621	4,849	5,083	5,322	5,567	5,817	6,072	6,333	6,600	6,872	35
36	4,753	4,988	5,228	5,474	5,726	5,983	6,246	6,514	6,789	7,069	36
37	4,885	5,126	5,373	5,626	5,885	6,149	6,419	6,695	6,977	7,265	37
38	5,017	5,265	5,518	5,778	6,044	6,315	6,593	6,876	7,166	7,461	38
39	5,149	5,403	5,664	5,930	6,203	6,481	6,766	7,057	7,354	7,658	39
40	5,281	5,542	5,809	6,082	6,362	6,648	6,940	7,238	7,543	7,854	40
41	5,413	5,680	5,954	6,234	6,521	6,814	7,113	7,419	7,732	8,050	41
42	5,545	5,819	6,099	6,386	6,680	6,980	7,287	7,600	7,920	8,247	42
43	5,677	5,957	6,244	6,538	6,839	7,146	7,460	7,781	8,109	8,443	43
44	5,809	6,096	6,390	6,690	6,998	7,312	7,634	7,962	8,297	8,639	44
45	5,941	6,234	6,535	6,842	7,157	7,479	7,807	8,143	8,486	8,836	45
46	6,073	6,373	6,680	6,994	7,316	7,645	7,981	8,324	8,674	9,032	46
47	6,205	6,512	6,825	7,146	7,475	7,811	8,154	8,505	8,863	9,228	47
48	6,337	6,650	6,971	7,299	7,634	7,977	8,328	8,686	9,052	9,425	48
49	6,469	6,789	7,116	7,451	7,793	8,143	8,501	8,867	9,240	9,621	49
50	6,601	6,927	7,261	7,603	7,952	8,310	8,675	9,048	9,429	9,817	50

Šķērslaukumu tabūlas

Skats (garums)	Caurmērs centimetros										Skats (garums)
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
	Šķērslaukums kvadrātmēros (cilindru tilpums cēsmētros)										
51	6,733	7,066	7,406	7,755	8,111	8,476	8,848	9,229	9,617	10,014	51
52	6,865	7,204	7,551	7,907	8,270	8,642	9,022	9,410	9,806	10,210	52
53	6,997	7,343	7,697	8,059	8,429	8,808	9,195	9,591	9,994	10,407	53
54	7,129	7,481	7,842	8,211	8,588	8,974	9,369	9,772	10,183	10,603	54
55	7,261	7,620	7,987	8,363	8,747	9,140	9,542	9,953	10,372	10,799	55
56	7,393	7,758	8,132	8,515	8,906	9,307	9,716	10,134	10,560	10,996	56
57	7,525	7,897	8,278	8,667	9,065	9,473	9,889	10,314	10,749	11,192	57
58	7,657	8,036	8,423	8,819	9,224	9,639	10,063	10,495	10,937	11,388	58
59	7,789	8,174	8,568	8,971	9,384	9,805	10,236	10,676	11,126	11,585	59
60	7,922	8,313	8,713	9,123	9,543	9,971	10,410	10,857	11,314	11,781	60
61	8,054	8,451	8,858	9,275	9,702	10,138	10,583	11,038	11,503	11,977	61
62	8,186	8,590	9,004	9,427	9,861	10,304	10,757	11,219	11,692	12,174	62
63	8,318	8,728	9,149	9,579	10,020	10,470	10,930	11,400	11,880	12,370	63
64	8,450	8,867	9,294	9,731	10,179	10,636	11,104	11,581	12,069	12,566	64
65	8,582	9,005	9,439	9,883	10,338	10,802	11,277	11,762	12,257	12,763	65
66	8,714	9,144	9,585	10,036	10,497	10,969	11,451	11,943	12,446	12,959	66
67	8,846	9,281	9,730	10,188	10,656	11,135	11,624	12,124	12,634	13,155	67
68	8,978	9,421	9,875	10,340	10,815	11,301	11,798	12,305	12,823	13,352	68
69	9,110	9,560	10,020	10,492	10,974	11,467	11,971	12,486	13,012	13,548	69
70	9,242	9,698	10,165	10,644	11,133	11,633	12,145	12,667	13,200	13,744	70

71	9,374	9,837	10,311	10,796	11,292	11,800	12,318	12,848	13,389	13,941	71
72	9,506	9,975	10,456	10,948	11,451	11,966	12,492	13,029	13,577	14,137	72
73	9,638	10,114	10,601	11,100	11,610	12,132	12,665	13,210	13,766	14,334	73
74	9,770	10,252	10,746	11,252	11,769	12,298	12,839	13,391	13,954	14,530	74
75	9,902	10,391	10,892	11,404	11,928	12,464	13,012	13,572	14,143	14,726	75
76	10,034	10,529	11,037	11,556	12,087	12,630	13,186	13,753	14,332	14,923	76
77	10,166	10,668	11,182	11,708	12,246	12,797	13,359	13,934	14,520	15,119	77
78	10,298	10,806	11,327	11,860	12,405	12,963	13,533	14,115	14,709	15,315	78
79	10,430	10,945	11,472	12,012	12,564	13,129	13,706	14,296	14,897	15,512	79
80	10,562	11,084	11,618	12,164	12,723	13,295	13,880	14,476	15,086	15,708	80
81	10,694	11,222	11,763	12,316	12,882	13,461	14,053	14,657	15,275	15,904	81
82	10,826	11,361	11,908	12,468	13,042	13,628	14,227	14,838	15,463	16,101	82
83	10,958	11,499	12,053	12,620	13,201	13,794	14,400	15,019	15,652	16,297	83
84	11,090	11,638	12,198	12,772	13,360	13,960	14,574	15,200	15,840	16,493	84
85	11,222	11,776	12,344	12,925	13,519	14,126	14,747	15,381	16,029	16,690	85
86	11,354	11,915	12,489	13,077	13,678	14,292	14,921	15,562	16,217	16,886	86
87	11,486	12,053	12,634	13,229	13,837	14,459	15,094	15,743	16,406	17,082	87
88	11,618	12,192	12,779	13,381	13,996	14,625	15,268	15,924	16,595	17,279	88
89	11,750	12,330	12,925	13,533	14,155	14,791	15,441	16,105	16,783	17,475	89
90	11,882	12,469	13,070	13,685	14,314	14,957	15,615	16,286	16,972	17,671	90
91	12,014	12,608	13,215	13,837	14,473	15,123	15,788	16,467	17,160	17,868	91
92	12,146	12,746	13,360	13,989	14,632	15,290	15,961	16,648	17,348	18,064	92
93	12,278	12,885	13,505	14,141	14,791	15,456	16,135	16,829	17,537	18,261	93
94	12,410	13,023	13,651	14,293	14,950	15,622	16,308	17,010	17,726	18,457	94
95	12,542	13,162	13,796	14,445	15,109	15,788	16,482	17,191	17,915	18,653	95
96	12,674	13,300	13,941	14,597	15,268	15,954	16,655	17,372	18,103	18,850	96
97	12,806	13,439	14,086	14,749	15,427	16,120	16,829	17,553	18,292	19,046	97
98	12,938	13,577	14,232	14,901	15,586	16,287	17,002	17,734	18,480	19,242	98
99	13,071	13,716	14,377	15,053	15,745	16,453	17,176	17,915	18,669	19,439	99
100	13,203	13,854	14,522	15,205	15,904	16,619	17,349	18,096	18,857	19,635	100

Skērslaukumu tabulas

Skalts (katrums)	Caurmērs centimetros										Skalts (katrums)
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
Skērslaukums kvadrātmetros (Cilindru tilpums decimetros)											
1	0,204	0,212	0,221	0,229	0,238	0,246	0,255	0,264	0,273	0,283	1
2	0,409	0,425	0,441	0,458	0,475	0,493	0,510	0,528	0,547	0,565	2
3	0,613	0,637	0,662	0,687	0,713	0,739	0,766	0,793	0,820	0,848	3
4	0,817	0,849	0,882	0,916	0,950	0,985	1,021	1,057	1,094	1,131	4
5	1,021	1,062	1,103	1,145	1,188	1,232	1,276	1,321	1,367	1,414	5
6	1,226	1,274	1,324	1,374	1,425	1,478	1,531	1,585	1,640	1,696	6
7	1,430	1,487	1,544	1,603	1,663	1,724	1,786	1,849	1,914	1,979	7
8	1,634	1,699	1,765	1,832	1,901	1,970	2,041	2,114	2,187	2,262	8
9	1,839	1,911	1,986	2,061	2,138	2,217	2,297	2,378	2,461	2,545	9
10	2,043	2,124	2,206	2,290	2,376	2,463	2,552	2,642	2,734	2,827	10
11	2,247	2,336	2,427	2,519	2,613	2,709	2,807	2,906	3,007	3,110	11
12	2,451	2,548	2,647	2,748	2,851	2,956	3,062	3,170	3,281	3,393	12
13	2,656	2,761	2,868	2,977	3,089	3,202	3,317	3,435	3,554	3,676	13
14	2,860	2,973	3,089	3,206	3,326	3,448	3,572	3,699	3,828	3,958	14
15	3,064	3,186	3,309	3,435	3,564	3,695	3,828	3,963	4,101	4,241	15
16	3,269	3,398	3,530	3,664	3,801	3,941	4,083	4,227	4,374	4,524	16
17	3,473	3,610	3,751	3,893	4,039	4,187	4,338	4,492	4,648	4,807	17
18	3,677	3,823	3,971	4,122	4,276	4,433	4,593	4,756	4,921	5,089	18
19	3,881	4,035	4,192	4,351	4,514	4,680	4,848	5,020	5,195	5,372	19
20	4,086	4,247	4,412	4,580	4,752	4,926	5,104	5,284	5,468	5,655	20

21	4,290	4,460	4,633	4,809	4,989	5,172	5,359	5,548	5,741	5,938	21
22	4,494	4,672	4,854	5,038	5,227	5,419	5,614	5,813	6,015	6,220	22
23	4,698	4,885	5,074	5,268	5,464	5,665	5,869	6,077	6,288	6,503	23
24	4,903	5,097	5,295	5,497	5,702	5,911	6,124	6,341	6,562	6,786	24
25	5,107	5,309	5,515	5,726	5,940	6,158	6,379	6,605	6,835	7,069	25
26	5,311	5,522	5,736	5,955	6,177	6,404	6,635	6,869	7,108	7,351	26
27	5,516	5,734	5,957	6,184	6,415	6,650	6,890	7,134	7,382	7,634	27
28	5,720	5,946	6,177	6,413	6,652	6,896	7,145	7,398	7,655	7,917	28
29	5,924	6,159	6,398	6,642	6,890	7,143	7,400	7,662	7,929	8,200	29
30	6,128	6,371	6,619	6,871	7,127	7,389	7,655	7,926	8,202	8,482	30
31	6,333	6,584	6,839	7,100	7,365	7,635	7,910	8,190	8,475	8,765	31
32	6,537	6,796	7,060	7,329	7,603	7,882	8,166	8,455	8,749	9,048	32
33	6,741	7,008	7,280	7,558	7,840	8,128	8,421	8,719	9,022	9,331	33
34	6,946	7,221	7,501	7,787	8,078	8,374	8,676	8,983	9,296	9,613	34
35	7,150	7,433	7,722	8,016	8,315	8,621	8,931	9,247	9,569	9,896	35
36	7,354	7,645	7,942	8,245	8,553	8,867	9,186	9,511	9,842	10,179	36
37	7,558	7,858	8,163	8,474	8,791	9,113	9,442	9,776	10,116	10,462	37
38	7,763	8,070	8,383	8,703	9,028	9,359	9,697	10,040	10,389	10,744	38
39	7,967	8,282	8,604	8,932	9,266	9,606	9,952	10,304	10,662	11,027	39
40	8,171	8,495	8,825	9,161	9,503	9,852	10,207	10,568	10,936	11,310	40
41	8,376	8,707	9,045	9,390	9,741	10,098	10,462	10,833	11,209	11,592	41
42	8,580	8,920	9,266	9,619	9,978	10,345	10,717	11,097	11,483	11,875	42
43	8,784	9,132	9,487	9,848	10,216	10,591	10,973	11,361	11,756	12,158	43
44	8,988	9,344	9,707	10,077	10,454	10,837	11,228	11,625	12,029	12,441	44
45	9,193	9,557	9,928	10,306	10,691	11,084	11,483	11,889	12,303	12,723	45
46	9,397	9,769	10,148	10,535	10,929	11,330	11,738	12,154	12,576	13,006	46
47	9,601	9,981	10,369	10,764	11,166	11,576	11,993	12,418	12,850	13,289	47
48	9,806	10,194	10,590	10,993	11,404	11,822	12,248	12,682	13,123	13,572	48
49	10,010	10,406	10,810	11,222	11,642	12,069	12,504	12,946	13,396	13,854	49
50	10,214	10,619	11,031	11,451	11,879	12,315	12,759	13,210	13,670	14,137	50

Šķērslaukumu tabulas

Skats (garams)	Caurmērs centimetros										Skats (garams)
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
	Šķērslaukums kvadrātmetros (Cilindru tilpums cēšmetros)										
51	10,418	10,831	11,252	11,680	12,117	12,561	13,014	13,475	13,943	14,420	51
52	10,623	11,043	11,472	11,909	12,354	12,808	13,269	13,739	14,217	14,703	52
53	10,827	11,256	11,693	12,138	12,592	13,054	13,524	14,003	14,490	14,985	53
54	11,031	11,468	11,913	12,367	12,829	13,300	13,779	14,267	14,763	15,268	54
55	11,236	11,680	12,134	12,596	13,067	13,547	14,035	14,531	15,037	15,551	55
56	11,440	11,893	12,355	12,825	13,305	13,793	14,290	14,796	15,310	15,834	56
57	11,644	12,105	12,575	13,054	13,542	14,039	14,545	15,060	15,584	16,116	57
58	11,848	12,318	12,796	13,283	13,780	14,285	14,800	15,324	15,857	16,399	58
59	12,053	12,530	13,016	13,512	14,017	14,532	15,055	15,588	16,130	16,682	59
60	12,257	12,742	13,237	13,741	14,255	14,778	15,311	15,852	16,404	16,965	60
61	12,461	12,955	13,458	13,970	14,493	15,024	15,566	16,117	16,677	17,247	61
62	12,665	13,167	13,678	14,199	14,730	15,271	15,821	16,381	16,951	17,530	62
63	12,870	13,379	13,899	14,428	14,968	15,517	16,076	16,645	17,224	17,813	63
64	13,074	13,592	14,120	14,657	15,205	15,763	16,331	16,909	17,497	18,096	64
65	13,278	13,804	14,340	14,886	15,443	16,010	16,586	17,174	17,771	18,378	65
66	13,483	14,017	14,561	15,115	15,680	16,256	16,842	17,438	18,044	18,661	66
67	13,687	14,229	14,781	15,344	15,918	16,502	17,097	17,702	18,318	18,944	67
68	13,891	14,441	15,002	15,574	16,156	16,748	17,352	17,966	18,591	19,227	68
69	14,095	14,654	15,223	15,803	16,393	16,995	17,607	18,230	18,864	19,509	69
70	14,300	14,866	15,443	16,032	16,631	17,241	17,862	18,495	19,138	19,792	70

71	14,504	15,078	15,664	16,261	16,868	17,487	18,117	18,759	19,411	20,075	71
72	14,708	15,291	15,885	16,490	17,106	17,734	18,373	19,023	19,685	20,358	72
73	14,913	15,503	16,105	16,719	17,344	17,980	18,628	19,287	19,958	20,640	73
74	15,117	15,716	16,326	16,948	17,581	18,226	18,883	19,551	20,231	20,923	74
75	15,321	15,928	16,546	17,177	17,819	18,473	19,138	19,816	20,505	21,206	75
76	15,525	16,140	16,767	17,406	18,056	18,719	19,393	20,080	20,778	21,488	76
77	15,730	16,353	16,988	17,635	18,294	18,965	19,649	20,344	21,052	21,771	77
78	15,934	16,565	17,208	17,864	18,531	19,211	19,904	20,608	21,325	22,054	78
79	16,138	16,777	17,429	18,093	18,769	19,458	20,159	20,872	21,598	22,337	79
80	16,343	16,990	17,649	18,322	19,007	19,704	20,414	21,137	21,872	22,619	80
81	16,547	17,202	17,870	18,551	19,244	19,950	20,669	21,401	22,145	22,902	81
82	16,751	17,414	18,091	18,780	19,482	20,197	20,924	21,665	22,419	23,185	82
83	16,955	17,627	18,311	19,009	19,719	20,443	21,180	21,929	22,692	23,468	83
84	17,160	17,839	18,532	19,238	19,957	20,689	21,435	22,193	22,965	23,750	84
85	17,364	18,052	18,753	19,467	20,195	20,936	21,690	22,458	23,239	24,033	85
86	17,568	18,264	18,973	19,696	20,432	21,182	21,945	22,722	23,512	24,316	86
87	17,773	18,476	19,194	19,925	20,670	21,428	22,200	22,986	23,786	24,599	87
88	17,977	18,689	19,414	20,154	20,907	21,674	22,455	23,250	24,059	24,881	88
89	18,181	18,901	19,635	20,383	21,145	21,921	22,711	23,515	24,332	25,164	89
90	18,385	19,113	19,856	20,612	21,382	22,167	22,966	23,779	24,606	25,447	90
91	18,590	19,326	20,076	20,841	21,620	22,413	23,221	24,043	24,879	25,730	91
92	18,794	19,538	20,297	21,070	21,858	22,660	23,476	24,307	25,153	26,012	92
93	18,998	19,751	20,518	21,299	22,095	22,906	23,731	24,571	25,426	26,295	93
94	19,203	19,963	20,738	21,528	22,333	23,152	23,987	24,836	25,699	26,578	94
95	19,407	20,175	20,959	21,757	22,570	23,399	24,242	25,100	25,973	26,861	95
96	19,611	20,388	21,179	21,986	22,808	23,645	24,497	25,364	26,246	27,143	96
97	19,815	20,600	21,400	22,215	23,046	23,891	24,752	25,628	26,520	27,426	97
98	20,020	20,812	21,621	22,444	23,283	24,137	25,007	25,892	26,793	27,909	98
99	20,224	21,025	21,841	22,673	23,521	24,384	25,262	26,157	27,066	27,992	99
100	20,428	21,237	22,062	22,902	23,758	24,630	25,518	26,421	27,340	28,274	100

Skērslaukumu tabulās

Skaitlis (katrums)	C a u r t m ē r s c e n t i m e t r o s										Skaitlis (katrums)
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
	Skērslaukums kvadrātmētros (cilindru tīpums eifēmētros)										
1	0,292	0,302	0,312	0,322	0,332	0,342	0,353	0,363	0,374	0,385	1
2	0,584	0,604	0,623	0,643	0,664	0,684	0,705	0,726	0,748	0,770	2
3	0,877	0,906	0,935	0,965	0,995	1,026	1,058	1,090	1,122	1,155	3
4	1,169	1,208	1,247	1,287	1,327	1,368	1,410	1,453	1,496	1,539	4
5	1,461	1,510	1,559	1,608	1,659	1,711	1,763	1,816	1,870	1,924	5
6	1,753	1,811	1,870	1,930	1,991	2,053	2,115	2,179	2,244	2,309	6
7	2,046	2,113	2,182	2,252	2,323	2,395	2,468	2,542	2,617	2,694	7
8	2,338	2,415	2,494	2,574	2,655	2,737	2,821	2,905	2,991	3,079	8
9	2,630	2,717	2,806	2,895	2,986	3,079	3,173	3,269	3,365	3,464	9
10	2,922	3,019	3,117	3,217	3,318	3,421	3,526	3,632	3,739	3,848	10
11	3,215	3,321	3,429	3,539	3,650	3,763	3,878	3,995	4,113	4,233	11
12	3,507	3,623	3,741	3,860	3,982	4,105	4,231	4,358	4,487	4,618	12
13	3,799	3,925	4,052	4,182	4,314	4,448	4,583	4,721	4,861	5,003	13
14	4,091	4,227	4,364	4,504	4,646	4,790	4,936	5,084	5,235	5,388	14
15	4,384	4,529	4,676	4,825	4,977	5,132	5,288	5,448	5,609	5,773	15
16	4,676	4,831	4,988	5,147	5,309	5,474	5,641	5,811	5,983	6,158	16
17	4,968	5,132	5,299	5,469	5,641	5,816	5,994	6,174	6,357	6,542	17
18	5,260	5,434	5,611	5,791	5,973	6,158	6,346	6,537	6,731	6,927	18
19	5,553	5,736	5,923	6,112	6,305	6,500	6,699	6,900	7,105	7,312	19
20	5,845	6,038	6,234	6,434	6,637	6,842	7,051	7,263	7,479	7,697	20

21	6,137	6,340	6,546	6,756	6,968	7,185	7,404	7,627	7,852	8,082	21
22	6,429	6,642	6,858	7,077	7,300	7,527	7,756	7,990	8,226	8,467	22
23	6,722	6,944	7,170	7,399	7,632	7,869	8,109	8,353	8,600	8,851	23
24	7,014	7,246	7,481	7,721	7,964	8,211	8,462	8,716	8,974	9,236	24
25	7,306	7,548	7,793	8,042	8,296	8,553	8,814	9,079	9,348	9,621	25
26	7,598	7,850	8,105	8,364	8,628	8,895	9,167	9,442	9,722	10,006	26
27	7,891	8,151	8,417	8,686	8,959	9,237	9,519	9,806	10,096	10,391	27
28	8,183	8,453	8,728	9,008	9,291	9,579	9,872	10,169	10,470	10,776	28
29	8,475	8,755	9,040	9,329	9,623	9,921	10,224	10,532	10,844	11,161	29
30	8,767	9,057	9,352	9,651	9,955	10,264	10,577	10,895	11,218	11,545	30
31	9,060	9,359	9,663	9,973	10,287	10,606	10,930	11,258	11,592	11,930	31
32	9,352	9,661	9,975	10,294	10,619	10,948	11,282	11,621	11,966	12,315	32
33	9,644	9,963	10,287	10,616	10,950	11,290	11,635	11,985	12,340	12,700	33
34	9,936	10,265	10,599	10,938	11,282	11,632	11,987	12,348	12,714	13,085	34
35	10,229	10,567	10,910	11,259	11,614	11,974	12,340	12,711	13,087	13,470	35
36	10,521	10,869	11,222	11,581	11,946	12,316	12,692	13,074	13,461	13,854	36
37	10,813	11,171	11,534	11,903	12,278	12,658	13,045	13,437	13,835	14,239	37
38	11,105	11,472	11,846	12,225	12,610	13,001	13,397	13,800	14,209	14,624	38
39	11,398	11,774	12,157	12,546	12,941	13,343	13,750	14,164	14,583	15,009	39
40	11,690	12,076	12,469	12,868	13,273	13,685	14,103	14,527	14,957	15,394	40
41	11,982	12,378	12,781	13,190	13,605	14,027	14,455	14,890	15,331	15,779	41
42	12,274	12,680	13,092	13,511	13,937	14,369	14,808	15,253	15,705	16,163	42
43	12,567	12,982	13,404	13,833	14,269	14,711	15,160	15,616	16,079	16,548	43
44	12,859	13,284	13,716	14,155	14,601	15,053	15,513	15,979	16,453	16,933	44
45	13,151	13,586	14,028	14,476	14,932	15,395	15,865	16,343	16,827	17,318	45
46	13,443	13,888	14,339	14,798	15,264	15,737	16,218	16,706	17,201	17,703	46
47	13,736	14,190	14,651	15,120	15,596	16,080	16,571	17,069	17,575	18,088	47
48	14,028	14,492	14,963	15,442	15,928	16,422	16,923	17,432	17,949	18,473	48
49	14,320	14,793	15,275	15,763	16,260	16,764	17,276	17,795	18,322	18,857	49
50	14,612	15,095	15,586	16,085	16,592	17,106	17,628	18,158	18,696	19,242	50

Šķērslaukumu tabulas

Skaitis	Caurmērs centimetros										Skaitis
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
	Šķērslaukums kvadrātmetros (Cilindru tilpums cēsmetros)										
51	14,905	15,397	15,898	16,407	16,923	17,448	17,981	18,522	19,070	19,627	51
52	15,197	15,699	16,210	16,728	17,255	17,790	18,333	18,885	19,444	20,112	52
53	15,489	16,001	16,521	17,050	17,587	18,132	18,686	19,248	19,818	20,397	53
54	15,781	16,303	16,833	17,372	17,919	18,474	19,039	19,611	20,192	20,782	54
55	16,074	16,605	17,145	17,693	18,251	18,817	19,391	19,974	20,566	21,166	55
56	16,366	16,907	17,457	18,015	18,583	19,159	19,744	20,337	20,940	21,551	56
57	16,658	17,209	17,768	18,337	18,914	19,501	20,096	20,701	21,314	21,936	57
58	16,950	17,511	18,080	18,659	19,246	19,843	20,449	21,064	21,688	22,321	58
59	17,243	17,813	18,392	18,980	19,578	20,185	20,801	21,427	22,062	22,706	59
60	17,535	18,114	18,703	19,302	19,910	20,527	21,154	21,790	22,436	23,091	60
61	17,827	18,416	19,015	19,624	20,242	20,869	21,506	22,153	22,810	23,476	61
62	18,119	18,718	19,327	19,945	20,574	21,211	21,859	22,516	23,184	23,860	62
63	18,412	19,020	19,639	20,267	20,905	21,554	22,212	22,880	23,557	24,245	63
64	18,704	19,322	19,950	20,589	21,237	21,896	22,564	23,243	23,931	24,630	64
65	18,996	19,624	20,262	20,910	21,569	22,238	22,917	23,606	24,305	25,015	65
66	19,288	19,926	20,574	21,232	21,901	22,580	23,269	23,969	24,679	25,400	66
67	19,581	20,228	20,886	21,554	22,233	22,922	23,622	24,332	25,053	25,785	67
68	19,873	20,530	21,197	21,876	22,564	23,264	23,974	24,695	25,427	26,169	68
69	20,165	20,832	21,509	22,197	22,896	23,606	24,327	25,059	25,801	26,554	69
70	20,457	21,133	21,821	22,519	23,228	23,948	24,680	25,422	26,175	26,939	70

71	20,750	21,435	22,132	22,841	23,560	24,290	25,032	25,785	26,549	27,324	71
72	21,042	21,737	22,444	23,162	23,892	24,633	25,385	26,148	26,923	27,709	72
73	21,334	22,039	22,756	23,484	24,224	24,975	25,737	26,511	27,297	28,094	73
74	21,626	22,341	23,068	23,806	24,555	25,317	26,090	26,874	27,671	28,479	74
75	21,919	22,643	23,379	24,127	24,887	25,659	26,442	27,238	28,045	28,863	75
76	22,211	22,945	23,691	24,449	25,219	26,001	26,795	27,601	28,419	29,248	76
77	22,503	23,247	24,003	24,771	25,551	26,343	27,148	27,964	28,792	29,633	77
78	22,795	23,549	24,315	25,093	25,883	26,685	27,500	28,327	29,166	30,018	78
79	23,087	23,851	24,626	25,414	26,215	27,027	27,853	28,690	29,540	30,403	79
80	23,380	24,153	24,938	25,736	26,546	27,370	28,205	29,053	29,914	30,788	80
81	23,672	24,455	25,250	26,058	26,878	27,712	28,558	29,417	30,288	31,172	81
82	23,964	24,756	25,561	26,379	27,210	28,054	28,910	29,780	30,662	31,557	82
83	24,256	25,058	25,873	26,701	27,542	28,396	29,263	30,143	31,036	31,942	83
84	24,549	25,360	26,185	27,023	27,874	28,738	29,615	30,506	31,410	32,327	84
85	24,841	25,662	26,497	27,344	28,206	29,080	29,968	30,869	31,784	32,712	85
86	25,133	25,964	26,808	27,666	28,537	29,422	30,321	31,232	32,158	33,097	86
87	25,425	26,266	27,120	27,988	28,869	29,764	30,673	31,596	32,532	33,482	87
88	25,718	26,568	27,432	28,310	29,201	30,107	31,026	31,959	32,906	33,866	88
89	26,010	26,870	27,743	28,631	29,533	30,449	31,378	32,322	33,280	34,251	89
90	26,302	27,172	28,055	28,953	29,865	30,791	31,731	32,685	33,654	34,636	90
91	26,594	27,474	28,367	29,275	30,197	31,133	32,083	33,048	34,027	35,021	91
92	26,887	27,775	28,679	29,596	30,528	31,475	32,436	33,411	34,401	35,406	92
93	27,179	28,077	28,990	29,918	30,860	31,817	32,789	33,775	34,775	35,791	93
94	27,471	28,379	29,302	30,240	31,192	32,159	33,141	34,138	35,149	36,175	94
95	27,763	28,681	29,614	30,561	31,524	32,501	33,494	34,501	35,523	36,560	95
96	28,056	28,983	29,926	30,883	31,856	32,843	33,846	34,864	35,897	36,945	96
97	28,348	29,285	30,237	31,205	32,188	33,186	34,199	35,227	36,271	37,330	97
98	28,640	29,587	30,549	31,527	32,519	33,528	34,551	35,590	36,645	37,715	98
99	28,932	29,889	30,861	31,848	32,851	33,870	34,904	35,954	37,019	38,100	99
100	29,225	30,191	31,172	32,170	33,183	34,212	35,257	36,317	37,393	38,485	100

Šķērslaukumu tabulas

Skaitis (garums)	Gaurmērs centimetros										Skaitis (garums)
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
Šķērslaukums kvadrātmēros (cilindrū tilpums cietmētros)											
1	0,396	0,407	0,419	0,430	0,442	0,454	0,466	0,478	0,490	0,503	1
2	0,792	0,814	0,837	0,860	0,884	0,907	0,931	0,956	0,980	1,005	2
3	1,188	1,221	1,256	1,290	1,325	1,361	1,397	1,434	1,471	1,508	3
4	1,584	1,629	1,674	1,720	1,767	1,815	1,863	1,911	1,961	2,011	4
5	1,980	2,036	2,093	2,150	2,209	2,268	2,328	2,389	2,451	2,513	5
6	2,376	2,443	2,511	2,581	2,651	2,722	2,794	2,867	2,941	3,016	6
7	2,771	2,850	2,930	3,011	3,093	3,176	3,260	3,345	3,431	3,519	7
8	3,167	3,257	3,348	3,441	3,534	3,629	3,725	3,823	3,921	4,021	8
9	3,563	3,664	3,767	3,871	3,976	4,083	4,191	4,301	4,412	4,524	9
10	3,959	4,072	4,185	4,301	4,418	4,536	4,657	4,778	4,902	5,027	10
11	4,355	4,479	4,604	4,731	4,860	4,990	5,122	5,256	5,392	5,529	11
12	4,751	4,886	5,022	5,161	5,301	5,444	5,588	5,734	5,882	6,032	12
13	5,147	5,293	5,441	5,591	5,743	5,897	6,054	6,212	6,372	6,535	13
14	5,543	5,700	5,860	6,021	6,185	6,351	6,519	6,690	6,862	7,037	14
15	5,939	6,107	6,278	6,451	6,627	6,805	6,985	7,168	7,353	7,540	15
16	6,335	6,514	6,697	6,881	7,069	7,258	7,451	7,645	7,843	8,042	16
17	6,731	6,922	7,115	7,311	7,510	7,712	7,916	8,123	8,333	8,545	17
18	7,127	7,329	7,534	7,742	7,952	8,166	8,382	8,601	8,823	9,048	18
19	7,522	7,736	7,952	8,172	8,394	8,619	8,848	9,079	9,313	9,550	19
20	7,918	8,143	8,371	8,602	8,836	9,073	9,313	9,557	9,803	10,053	20

21	8,314	8,550	8,789	9,032	9,278	9,527	9,779	10,035	10,294	10,556	21
22	8,710	8,957	9,208	9,462	9,719	9,980	10,245	10,512	10,784	11,058	22
23	9,106	9,364	9,626	9,892	10,161	10,434	10,710	10,990	11,274	11,561	23
24	9,502	9,772	10,045	10,322	10,603	10,888	11,176	11,468	11,764	12,064	24
25	9,898	10,179	10,463	10,752	11,045	11,341	11,642	11,946	12,254	12,566	25
26	10,294	10,586	10,882	11,182	11,486	11,795	12,107	12,424	12,744	13,069	26
27	10,690	10,993	11,301	11,612	11,928	12,248	12,573	12,902	13,235	13,572	27
28	11,086	11,400	11,719	12,042	12,370	12,702	13,039	13,379	13,725	14,074	28
29	11,482	11,807	12,138	12,472	12,812	13,156	13,504	13,857	14,215	14,577	29
30	11,878	12,215	12,556	12,903	13,254	13,609	13,970	14,335	14,705	15,080	30
31	12,273	12,622	12,975	13,333	13,695	14,063	14,436	14,813	15,195	15,582	31
32	12,669	13,029	13,393	13,763	14,137	14,517	14,901	15,291	15,685	16,085	32
33	13,065	13,436	13,812	14,193	14,579	14,970	15,367	15,769	16,176	16,588	33
34	13,461	13,843	14,230	14,623	15,021	15,424	15,833	16,246	16,666	17,090	34
35	13,857	14,250	14,649	15,053	15,463	15,878	16,298	16,724	17,156	17,593	35
36	14,253	14,657	15,067	15,483	15,904	16,331	16,764	17,202	17,646	18,096	36
37	14,649	15,065	15,486	15,913	16,346	16,785	17,230	17,680	18,136	18,598	37
38	15,045	15,472	15,904	16,343	16,788	17,239	17,695	18,158	18,626	19,101	38
39	15,441	15,879	16,323	16,773	17,230	17,692	18,161	18,636	19,117	19,604	39
40	15,837	16,286	16,742	17,203	17,671	18,146	18,627	19,113	19,607	20,105	40
41	16,233	16,693	17,160	17,633	18,113	18,599	19,092	19,591	20,097	20,609	41
42	16,629	17,100	17,579	18,064	18,555	19,053	19,558	20,069	20,587	21,112	42
43	17,025	17,507	17,997	18,494	18,997	19,507	20,023	20,547	21,077	21,614	43
44	17,420	17,915	18,416	18,924	19,439	19,960	20,489	21,025	21,567	22,117	44
45	17,816	18,322	18,834	19,354	19,880	20,414	20,955	21,503	22,058	22,619	45
46	18,212	18,739	19,253	19,784	20,322	20,868	21,420	21,980	22,548	23,122	46
47	18,608	19,136	19,671	20,214	20,764	21,321	21,886	22,458	23,038	23,625	47
48	19,004	19,543	20,090	20,644	21,206	21,775	22,352	22,936	23,528	24,127	48
49	19,400	19,950	20,508	21,074	21,648	22,229	22,817	23,414	24,018	24,630	49
50	19,796	20,358	20,927	21,504	22,089	22,682	23,283	23,892	24,508	25,133	50

Šķērslaukumū tabulas

Skaitis (garums)	Caurmērs centimetros										Skaitis (garums)
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
	Šķērslaukums kvadratmetros (Cilindru tilpums cietmetros)										
51	20,192	20,765	21,345	21,934	22,531	23,136	23,749	24,370	24,999	25,635	51
52	20,588	21,172	21,764	22,364	22,973	23,590	24,214	24,847	25,489	26,138	52
53	20,984	21,579	22,183	22,794	23,415	24,043	24,680	25,325	25,979	26,641	53
54	21,380	21,986	22,601	23,225	23,856	24,497	25,146	25,803	26,469	27,143	54
55	21,776	22,393	23,020	23,655	24,298	24,951	25,611	26,281	26,959	27,646	55
56	22,171	22,800	23,438	24,085	24,740	25,404	26,077	26,759	27,449	28,149	56
57	22,567	23,208	23,857	24,515	25,182	25,858	26,543	27,237	27,940	28,651	57
58	22,963	23,615	24,275	24,945	25,624	26,311	27,008	27,714	28,430	29,154	58
59	23,359	24,022	24,694	25,375	26,065	26,765	27,474	28,192	28,920	29,657	59
60	23,755	24,429	25,112	25,805	26,507	27,219	27,940	28,670	29,410	30,159	60
61	24,151	24,836	25,531	26,235	26,949	27,672	28,405	29,148	29,900	30,662	61
62	24,547	25,243	25,949	26,665	27,391	28,126	28,871	29,626	30,390	31,165	62
63	24,943	25,650	26,368	27,095	27,833	28,580	29,337	30,104	30,881	31,667	63
64	25,339	26,058	26,786	27,525	28,274	29,033	29,802	30,582	31,371	32,170	64
65	25,735	26,465	27,205	27,955	28,716	29,487	30,268	31,059	31,861	32,673	65
66	26,131	26,872	27,624	28,386	29,158	29,941	30,734	31,537	32,351	33,175	66
67	26,527	27,279	28,042	28,816	29,600	30,394	31,199	32,015	32,841	33,678	67
68	26,923	27,686	28,461	29,246	30,041	30,848	31,665	32,493	33,331	34,181	68
69	27,318	28,093	28,879	29,676	30,483	31,302	32,131	32,971	33,822	34,683	69
70	27,714	28,501	29,298	30,106	30,925	31,755	32,596	33,449	34,312	35,186	70

71	28,110	28,908	29,716	30,536	31,367	32,209	33,062	33,926	34,802	35,688	71
72	28,506	29,315	30,135	30,966	31,809	32,663	33,528	34,404	35,292	36,191	72
73	28,902	29,722	30,553	31,396	32,250	33,116	33,993	34,882	35,782	36,694	73
74	29,298	30,129	30,972	31,826	32,692	33,570	34,459	35,359	36,272	37,196	74
75	29,694	30,536	31,390	32,256	33,134	34,023	34,925	35,838	36,763	37,699	75
76	30,090	30,943	31,809	32,686	33,576	34,477	35,390	36,316	37,253	38,202	76
77	30,486	31,351	32,227	33,116	34,018	34,931	35,856	36,793	37,743	38,704	77
78	30,882	31,758	32,646	33,547	34,459	35,384	36,322	37,271	38,233	39,207	78
79	31,278	32,165	33,065	33,977	34,901	35,838	36,787	37,749	38,723	39,710	79
80	31,674	32,572	33,483	34,407	35,343	36,292	37,253	38,227	39,213	40,212	80
81	32,069	32,979	33,902	34,837	35,785	36,745	37,719	38,705	39,704	40,715	81
82	32,465	33,386	34,320	35,267	36,226	37,199	38,184	39,183	40,194	41,218	82
83	32,861	33,793	34,739	35,697	36,668	37,653	38,650	39,660	40,684	41,720	83
84	33,257	34,201	35,157	36,127	37,110	38,106	39,116	40,138	41,174	42,223	84
85	33,653	34,608	35,576	36,557	37,552	38,560	39,581	40,616	41,664	42,726	85
86	34,049	35,015	35,994	36,987	37,994	39,014	40,047	41,094	42,154	43,228	86
87	34,445	35,422	36,413	37,417	38,435	39,467	40,513	41,572	42,645	43,731	87
88	34,841	35,829	36,831	37,847	38,877	39,921	40,978	42,050	43,135	44,234	88
89	35,237	36,236	37,250	38,277	39,319	40,374	41,444	42,527	43,625	44,736	89
90	35,633	36,644	37,668	38,708	39,761	40,828	41,910	43,005	44,115	45,239	90
91	36,029	37,051	38,087	39,138	40,203	41,282	42,375	43,483	44,605	45,742	91
92	36,425	37,458	38,506	39,568	40,644	41,735	42,841	43,961	45,095	46,244	92
93	36,820	37,865	38,924	39,998	41,086	42,189	43,307	44,439	45,586	46,747	93
94	37,216	38,272	39,343	40,428	41,528	42,643	43,772	44,917	46,076	47,250	94
95	37,612	38,679	39,761	40,858	41,970	43,096	44,238	45,394	46,566	47,752	95
96	38,008	39,086	40,180	41,288	42,412	43,550	44,704	45,872	47,056	48,255	96
97	38,404	39,494	40,598	41,718	42,853	44,004	45,169	46,350	47,546	48,758	97
98	38,800	39,901	41,017	42,148	43,295	44,457	45,635	46,828	48,036	49,260	98
99	39,196	40,308	41,435	42,578	43,737	44,911	46,101	47,306	48,527	49,763	99
100	39,592	40,715	41,854	43,008	44,179	45,365	46,566	47,784	49,017	50,265	100

APALO SORTIMENTU TILPUMS
(OST 4552)

3. tabula

Garums mm	Tievgaļa caurmērs cm										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1,0	0,0003	0,0007	0,003	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,008	0,010	0,016
1,5	0,0005	0,0011	0,003	0,003	0,005	0,007	0,01	0,01	0,014	0,017	0,020
2,0	0,001	0,002	0,004	0,005	0,007	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02
2,5	0,002	0,003	0,006	0,008	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03
3,0	0,002	0,004	0,006	0,009	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
3,2	0,003	0,005	0,007	0,009	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05
3,5	0,003	0,006	0,008	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05
4,0	0,004	0,006	0,009	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
4,3	0,004	0,007	0,010	0,01	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06
4,5	0,005	0,007	0,011	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05	0,06	0,07
5,0	0,006	0,010	0,013	0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
5,5	0,007	0,011	0,015	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
5,7	0,007	0,011	0,016	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08
6,0	0,008	0,012	0,017	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
6,4	0,008	0,013	0,017	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
6,5	0,009	0,014	0,017	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
7,0	0,011	0,016	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11
7,5	0,012	0,017	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,10	0,11
8,0	0,014	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,12
8,2	0,014	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,12	0,12
8,5	0,015	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,09	0,10	0,12	0,13
9,0	0,016	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,14
9,5	0,017	0,02	0,03	0,05	0,06	0,08	0,09	0,11	0,13	0,15	0,15
10,0	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,16
10,5	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,18	0,18
11,0	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,17	0,20	0,20

Tievīgala caurmērs cm

Garums m	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
	Tilpums cietmetros									
1,0	0,040	0,044	0,048	0,053	0,057	0,062	0,067	0,072	0,077	0,082
1,5	0,062	0,068	0,075	0,082	0,089	0,096	0,104	0,111	0,119	0,127
1,8	0,075	0,084	0,092	0,101	0,109	0,118	0,128	0,137	0,147	0,156
2,0	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18
2,5	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22
2,7	0,12	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,19	0,21	0,22	0,24
3,0	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27
3,2	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,28
3,5	0,15	0,17	0,18	0,20	0,22	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31
4,0	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,34	0,36
4,3	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,34	0,36	0,39
4,5	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,31	0,33	0,36	0,38	0,41
5,0	0,23	0,25	0,27	0,30	0,32	0,35	0,37	0,40	0,43	0,45
5,5	0,26	0,28	0,30	0,33	0,36	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51
5,7	0,27	0,29	0,31	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53
6,0	0,28	0,31	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,49	0,52	0,56
6,4	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,45	0,48	0,52	0,56	0,60
6,5	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,57	0,61
7,0	0,31	0,37	0,40	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66
7,5	0,37	0,40	0,43	0,47	0,51	0,54	0,58	0,63	0,67	0,71
8,0	0,40	0,44	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,68	0,72	0,77
8,2	0,40	0,44	0,49	0,52	0,56	0,61	0,65	0,70	0,74	0,80
8,5	0,43	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83
9,0	0,47	0,51	0,55	0,59	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,89
9,5	0,50	0,54	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,89	0,95
10,0	0,54	0,58	0,63	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,95	1,01
10,5	0,57	0,62	0,67	0,72	0,78	0,83	0,89	0,95	1,02	1,08
11,0	0,61	0,66	0,71	0,77	0,83	0,89	0,95	1,01	1,08	1,15

Garums m	Tievģala caurumērs cm									
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
	Tilpums cietšmetros									
1,0	0,087	0,093	0,098	0,104	0,110	0,116	0,122	0,129	0,135	0,142
1,5	0,135	0,144	0,153	0,162	0,171	0,181	0,190	0,200	0,210	0,220
1,8	0,166	0,177	0,188	0,199	0,210	0,222	0,233	0,245	0,257	0,269
2,0	0,19	0,20	0,21	0,22	0,24	0,25	0,26	0,28	0,29	0,30
2,5	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,31	0,33	0,35	0,36	0,38
2,7	0,25	0,27	0,29	0,30	0,32	0,34	0,36	0,37	0,39	0,41
3,0	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,43	0,46
3,2	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40	0,42	0,44	0,46	0,49
3,5	0,33	0,35	0,37	0,40	0,42	0,44	0,46	0,49	0,51	0,53
4,0	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,53	0,56	0,59	0,62
4,3	0,41	0,44	0,46	0,49	0,52	0,55	0,58	0,60	0,64	0,66
4,5	0,43	0,46	0,49	0,52	0,54	0,57	0,60	0,63	0,66	0,70
5,0	0,48	0,51	0,54	0,57	0,61	0,64	0,67	0,71	0,74	0,78
5,5	0,54	0,57	0,60	0,64	0,67	0,71	0,75	0,78	0,82	0,87
5,7	0,56	0,59	0,63	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90
6,0	0,59	0,63	0,66	0,70	0,74	0,78	0,82	0,86	0,91	0,95
6,4	0,63	0,67	0,71	0,75	0,80	0,84	0,88	0,93	0,97	1,02
6,5	0,65	0,68	0,72	0,77	0,81	0,85	0,90	0,94	0,99	1,04
7,0	0,70	0,75	0,79	0,84	0,88	0,93	0,98	1,03	1,08	1,13
7,5	0,76	0,81	0,85	0,91	0,96	1,01	1,06	1,11	1,16	1,22
8,0	0,82	0,87	0,92	0,98	1,03	1,08	1,14	1,20	1,26	1,32
8,2	0,85	0,90	0,95	1,00	1,06	1,12	1,17	1,23	1,29	1,36
8,5	0,88	0,94	0,99	1,05	1,11	1,16	1,22	1,29	1,35	1,41
9,0	0,94	1,00	1,06	1,12	1,19	1,25	1,31	1,38	1,45	1,52
9,5	1,01	1,07	1,13	1,20	1,26	1,33	1,40	1,47	1,55	1,62
10,0	1,08	1,14	1,21	1,28	1,35	1,42	1,49	1,57	1,65	1,73
10,5	1,15	1,21	1,28	1,36	1,43	1,51	1,59	1,67	1,75	1,83
11,0	1,22	1,29	1,36	1,44	1,52	1,60	1,68	1,77	1,86	1,95

Garums mm	Tievģāla caurums cm									
	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
	Tilpums cietšetros									
1,0	0,149	0,155	0,162	0,170	0,177	0,185	0,193	0,202	0,210	0,219
1,5	0,230	0,240	0,251	0,263	0,275	0,287	0,299	0,313	0,326	0,340
1,8	0,282	0,294	0,307	0,321	0,336	0,350	0,365	0,382	0,399	0,416
2,0	0,32	0,35	0,36	0,38	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49
2,5	0,40	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,52	0,54	0,56
2,7	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64
3,0	0,48	0,50	0,52	0,54	0,57	0,60	0,62	0,65	0,68	0,71
3,2	0,51	0,53	0,56	0,58	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76
3,5	0,56	0,59	0,61	0,64	0,67	0,70	0,73	0,76	0,80	0,83
4,0	0,64	0,68	0,71	0,74	0,77	0,81	0,84	0,88	0,92	0,96
4,3	0,70	0,73	0,77	0,80	0,85	0,89	0,92	0,96	1,00	1,04
4,5	0,73	0,77	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,04	1,08
5,0	0,82	0,86	0,90	0,94	0,98	1,03	1,07	1,11	1,16	1,21
5,5	0,91	0,95	1,00	1,04	1,09	1,13	1,18	1,23	1,28	1,34
5,7	0,94	0,99	1,04	1,08	1,13	1,18	1,23	1,28	1,34	1,39
6,0	1,00	1,05	1,09	1,15	1,20	1,25	1,30	1,36	1,41	1,47
6,4	1,07	1,12	1,17	1,23	1,28	1,34	1,39	1,46	1,52	1,58
6,5	1,09	1,14	1,20	1,25	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,61
7,0	1,19	1,24	1,30	1,36	1,42	1,48	1,54	1,61	1,68	1,75
7,5	1,28	1,34	1,41	1,47	1,54	1,61	1,67	1,75	1,82	1,90
8,0	1,38	1,45	1,51	1,58	1,65	1,73	1,80	1,88	1,96	2,05
8,2	1,42	1,49	1,56	1,63	1,70	1,78	1,86	1,94	2,02	2,11
8,5	1,48	1,55	1,62	1,70	1,78	1,86	1,94	2,02	2,11	2,20
9,0	1,59	1,66	1,74	1,83	1,90	1,99	2,07	2,17	2,26	2,36
9,5	1,70	1,78	1,86	1,95	2,03	2,13	2,22	2,32	2,42	2,52
10,0	1,81	1,89	1,98	2,07	2,17	2,27	2,37	2,47	2,57	2,68
10,5	1,92	2,01	2,11	2,21	2,31	2,41	2,52	2,62	2,73	2,84
11,0	2,04	2,14	2,24	2,34	2,45	2,56	2,67	2,78	2,89	3,01
11,5	2,16	2,26	2,37	2,47	2,59	2,70	2,82	2,94	3,05	3,18
12,0	2,29	2,40	2,51	2,62	2,74	2,86	2,97	3,10	3,23	3,36
12,5	2,42	2,53	2,65	2,77	2,89	3,01	3,14	3,28	3,41	3,55

Garums mm	Tievgaļa caurmērs cm									
	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
	Tilpums cīsmetros									
1,0	0,228	0,238	0,247	0,257	0,267	0,277	0,287	0,297	0,308	0,318
1,5	0,355	0,370	0,385	0,401	0,416	0,432	0,447	0,463	0,480	0,496
1,8	0,434	0,453	0,471	0,492	0,510	0,530	0,549	0,568	0,589	0,609
2,0	0,49	0,51	0,53	0,55	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66	0,69
2,5	0,61	0,64	0,67	0,69	0,72	0,75	0,77	0,80	0,83	0,86
2,7	0,66	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,83	0,87	0,90	0,93
3,0	0,74	0,77	0,80	0,83	0,86	0,90	0,93	0,96	1,00	1,03
3,2	0,79	0,82	0,85	0,89	0,92	0,96	0,99	1,03	1,06	1,10
3,5	0,87	0,90	0,94	0,97	1,01	1,05	1,09	1,13	1,17	1,21
4,0	1,00	1,04	1,08	1,12	1,16	1,21	1,25	1,29	1,34	1,39
4,3	1,07	1,12	1,16	1,21	1,25	1,30	1,35	1,40	1,44	1,49
4,5	1,12	1,17	1,22	1,27	1,31	1,36	1,41	1,46	1,52	1,57
5,0	1,26	1,31	1,36	1,41	1,47	1,52	1,58	1,63	1,69	1,75
5,5	1,39	1,45	1,51	1,56	1,62	1,68	1,74	1,81	1,87	1,93
5,7	1,45	1,51	1,57	1,63	1,69	1,75	1,81	1,88	1,94	2,00
6,0	1,53	1,59	1,66	1,72	1,78	1,85	1,92	1,98	2,05	2,12
6,4	1,64	1,71	1,78	1,84	1,91	1,98	2,05	2,13	2,20	2,27
6,5	1,67	1,74	1,81	1,88	1,95	2,02	2,09	2,16	2,23	2,31
7,0	1,82	1,89	1,96	2,04	2,11	2,19	2,27	2,35	2,43	2,50
7,5	1,97	2,05	2,13	2,21	2,29	2,37	2,45	2,54	2,62	2,70
8,0	2,13	2,21	2,29	2,38	2,47	2,55	2,64	2,73	2,82	2,91
8,2	2,19	2,27	2,40	2,49	2,54	2,63	2,81	2,90	3,00	3,10
8,5	2,28	2,37	2,46	2,55	2,65	2,74	2,84	2,93	3,02	3,12
9,0	2,45	2,54	2,64	2,73	2,83	2,94	3,04	3,14	3,24	3,34
9,5	2,61	2,71	2,81	2,92	3,02	3,13	3,24	3,34	3,45	—
10,0	2,78	2,88	2,99	3,10	3,21	3,32	3,43	3,55	3,66	—
10,5	2,95	3,06	3,17	3,29	3,40	3,52	3,64	3,76	3,87	—
11,0	3,12	3,24	3,36	3,48	3,61	3,73	3,86	—	—	—
11,5	3,30	3,43	3,56	3,69	3,82	3,94	4,07	—	—	—
12,0	3,49	3,62	3,76	3,89	4,02	4,16	4,29	—	—	—
12,5	3,69	3,83	3,96	4,10	4,24	4,38	4,52	—	—	—

Baļsteņu tilpums

4. tabula

GOST (C16-41)

Ģarums m	Vienas pagales tilpums m ³ , ja tievgaļa caurums cm								
	7	8		10	11	12	13	14	15
0,5	0,0019	0,0025	0,0032	0,0039	0,0047	—	—	—	—
0,6	0,0024	0,0030	0,0039	0,0047	0,0057	—	—	—	—
0,7	0,0029	0,0035	0,0046	0,0055	0,0066	0,0079	0,010	—	—
0,8	0,0034	0,0041	0,0053	0,0064	0,0076	0,010	0,011	—	—
0,9	—	—	0,0060	0,0073	0,0086	0,011	0,013	—	—
1,0	—	—	0,0067	0,0082	0,010	0,012	0,014	—	—
1,1	—	—	0,0074	0,0090	0,011	0,013	0,016	—	—
1,2	—	—	0,0081	0,0098	0,013	0,015	0,017	0,020	0,023
1,3	—	—	0,0088	0,010	0,014	0,016	0,019	0,022	0,025
1,4	—	—	0,0095	0,011	0,015	0,017	0,020	0,024	0,027
1,5	—	—	0,010	0,012	0,016	0,019	0,022	0,025	0,029
1,6	—	—	—	—	0,017	0,020	0,023	0,027	0,031
1,7	—	—	—	—	0,018	0,021	0,025	0,029	0,033
1,8	—	—	—	—	0,020	0,023	0,026	0,031	0,035
1,9	—	—	—	—	—	—	0,028	0,033	0,037
2,0	—	—	—	—	0,022	0,026	0,030	0,035	0,039
2,1	—	—	—	—	—	—	0,032	0,037	0,041
2,2	—	—	—	—	0,024	0,028	0,033	0,038	0,043
2,3	—	—	—	—	—	—	0,034	0,040	0,045
2,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2,5	—	—	—	—	—	—	0,036	0,043	0,049
2,6	—	—	—	—	—	—	0,038	0,045	0,051
2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	0,053
2,8	—	—	—	—	—	—	0,042	0,048	0,055
3,0	—	—	—	—	—	—	0,045	0,052	0,060
3,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	0,072
3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Balsteņu tilpums

4. tabula

(GOST 616-41)

Garums m	Vienas pagales tilpums m ³ , ja tievgaļa caurmērs cm									
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,2	0,026	0,029	—	—	—	—	—	—	—	—
1,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1,5	0,033	0,037	—	—	—	—	—	—	—	—
1,6	0,035	0,039	—	—	—	—	—	—	—	—
1,7	0,037	0,042	—	—	—	—	—	—	—	—
1,8	0,039	0,045	—	—	—	—	—	—	—	—
1,9	0,042	0,048	—	—	—	—	—	—	—	—
2,0	0,044	0,050	0,056	0,063	—	—	—	—	—	—
2,1	0,046	0,053	0,059	0,066	—	—	—	—	—	—
2,2	0,048	0,056	0,062	0,069	0,076	0,084	—	—	—	—
2,3	0,051	0,058	0,065	0,073	0,079	0,089	—	—	—	—
2,4	—	0,061	0,068	0,075	0,083	—	—	—	—	—
2,5	0,056	0,064	0,071	0,079	0,087	0,097	0,107	0,118	—	—
2,6	0,058	0,067	0,074	0,083	0,091	0,101	0,111	0,123	—	—
2,7	0,061	0,070	0,077	0,086	0,095	0,105	0,116	0,128	—	—
2,8	0,064	0,073	0,080	0,090	0,100	0,109	0,121	0,133	—	—
3,0	0,069	0,078	0,086	0,096	0,107	0,118	0,130	0,143	0,157	0,170
3,2	—	0,084	0,093	0,104	0,114	0,127	0,140	0,153	—	—
3,3	—	—	—	0,107	0,118	0,131	—	—	—	—
3,5	0,082	0,093	0,103	0,114	0,126	0,140	0,154	0,169	0,184	0,20
3,7	—	—	—	0,122	0,134	0,149	—	—	—	—
4,0	—	—	—	0,133	0,147	0,163	0,178	0,195	0,21	0,23
4,3	—	—	—	0,146	0,160	0,177	0,193	0,21	0,23	0,25
4,4	—	—	—	0,150	0,165	0,181	0,198	0,21	0,23	0,25
4,5	—	—	—	—	—	0,186	0,20	0,22	0,24	0,26
5,0	—	—	—	—	—	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29

Priedes stumbru tilpums

Stumbrā garums m	Caurmērs krūšaugstumā (1,3 m) ar mizu cm										
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
	Cieš metri										
8	0,033	0,050	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0,037	0,054	0,074	0,096	0,122	—	—	—	—	—	—
10	0,041	0,060	0,080	0,104	0,131	0,156	—	—	—	—	—
11	0,046	0,066	0,087	0,112	0,141	0,168	0,203	0,240	—	—	—
12	0,049	0,070	0,095	0,120	0,151	0,184	0,220	0,259	0,302	0,354	0,405
13	0,051	0,074	0,102	0,131	0,163	0,199	0,237	0,281	0,328	0,382	0,436
14	0,055	0,081	0,108	0,140	0,175	0,213	0,257	0,304	0,353	0,411	0,470
15	0,059	0,086	0,116	0,150	0,188	0,230	0,275	0,327	0,382	0,443	0,504
16	—	0,092	0,121	0,158	0,201	0,244	0,295	0,349	0,407	0,474	0,540
17	—	0,096	0,128	0,166	0,211	0,257	0,313	0,370	0,436	0,504	0,575
18	—	0,100	0,135	0,175	0,222	0,272	0,327	0,387	0,457	0,532	0,609
19	—	—	0,141	0,183	0,232	0,285	0,345	0,407	0,482	0,560	0,643
20	—	—	0,146	0,192	0,242	0,296	0,361	0,431	0,505	0,586	0,671
21	—	—	0,150	0,198	0,252	0,311	0,380	0,449	0,530	0,614	0,703
22	—	—	—	0,207	0,262	0,324	0,394	0,468	0,554	0,640	0,732
23	—	—	—	0,213	0,274	0,336	0,410	0,490	0,573	0,665	0,760
24	—	—	—	0,221	0,282	0,350	0,425	0,508	0,596	0,692	0,789
25	—	—	—	—	0,292	0,362	0,438	0,523	0,614	0,712	0,815
26	—	—	—	—	—	0,371	0,451	0,537	0,630	0,737	0,843
27	—	—	—	—	—	0,383	0,463	0,552	0,649	0,756	0,871
28	—	—	—	—	—	—	0,476	0,568	0,670	0,782	0,899
29	—	—	—	—	—	—	—	0,582	0,689	0,807	0,927
30	—	—	—	—	—	—	—	—	0,707	0,828	0,956
31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,851	0,982
32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,003
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Priedes stumbru tilpums

Stumbrā garums m	Caurmērs krūšaugstumā (1,3 m) ar mizu cm											
	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
	C i e š m e t r i											
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	0,494	0,557	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	0,530	0,596	0,669	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0,572	0,642	0,722	0,802	0,885	—	—	—	—	—	—	—
16	0,613	0,686	0,770	0,857	0,945	1,040	1,138	—	—	—	—	—
17	0,652	0,735	0,821	0,912	1,004	1,104	1,206	1,310	—	—	—	—
18	0,689	0,777	0,870	0,967	1,060	1,164	1,271	1,379	1,486	1,589	—	—
19	0,730	0,822	0,918	1,017	1,117	1,226	1,336	1,451	1,564	1,674	1,793	—
20	0,762	0,861	0,963	1,067	1,170	1,287	1,400	1,521	1,641	1,761	1,886	2,017
21	0,798	0,902	1,007	1,119	1,228	1,344	1,468	1,594	1,724	1,853	1,987	2,127
22	0,830	0,937	1,047	1,163	1,280	1,402	1,534	1,665	1,803	1,941	2,081	2,230
23	0,861	0,971	1,088	1,208	1,330	1,461	1,598	1,738	1,882	2,025	2,177	2,331
24	0,893	1,007	1,126	1,255	1,383	1,521	1,661	1,809	1,961	2,111	2,270	2,433
25	0,926	1,044	1,169	1,303	1,435	1,578	1,730	1,882	2,041	2,198	2,365	2,534
26	0,956	1,083	1,212	1,349	1,488	1,635	1,791	1,949	2,114	2,278	2,450	2,626
27	0,991	1,121	1,255	1,397	1,540	1,691	1,854	2,018	2,190	2,360	2,537	2,725
28	1,024	1,159	1,299	1,445	1,593	1,750	1,913	2,083	2,261	2,436	2,619	2,810
29	1,060	1,200	1,348	1,494	1,644	1,803	1,973	2,147	2,329	2,508	2,696	2,895
30	1,093	1,238	1,390	1,541	1,695	1,859	2,031	2,209	2,395	2,579	2,777	2,980
31	1,120	1,270	1,427	1,582	1,740	1,909	2,082	2,267	2,458	2,647	2,846	3,053
32	1,149	1,304	1,462	1,621	1,786	1,956	2,136	2,323	2,513	2,707	2,913	3,124
33	—	1,339	1,499	1,663	1,826	2,002	2,184	2,375	2,572	2,770	2,977	3,196
34	—	—	1,530	1,698	0,864	2,041	2,229	2,428	2,629	2,829	3,038	3,261
35	—	—	—	—	1,899	2,080	2,272	2,471	2,675	2,882	3,101	3,323
36	—	—	—	—	—	—	—	2,514	2,721	2,934	3,154	3,380
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,980	3,203	3,434

Egles stumbru tilpums

Stumbrā garums m	Caurmērs krūšaugstumā (1,3 m) ar mizu cm											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
	Ciešmetri											
8	0,034	0,050	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0,038	0,055	0,073	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0,042	0,059	0,081	0,104	0,132	—	—	—	—	—	—	—
11	0,046	0,067	0,087	0,113	0,141	0,171	—	—	—	—	—	—
12	0,051	0,073	0,096	0,122	0,153	0,185	0,223	—	—	—	—	—
13	0,056	0,079	0,105	0,134	0,167	0,202	0,240	0,281	—	—	—	—
14	0,061	0,085	0,113	0,145	0,179	0,216	0,259	0,303	0,351	0,403	—	—
15	0,066	0,091	0,123	0,156	0,194	0,231	0,278	0,326	0,378	0,432	0,488	—
16	0,071	0,099	0,132	0,168	0,209	0,253	0,302	0,353	0,408	0,467	0,533	0,597
17	—	0,107	0,141	0,179	0,223	0,267	0,321	0,376	0,436	0,501	0,568	0,639
18	—	0,110	0,146	0,191	0,236	0,284	0,341	0,400	0,466	0,532	0,604	0,681
19	—	0,117	0,156	0,200	0,250	0,302	0,363	0,427	0,495	0,567	0,641	0,723
20	—	—	0,164	0,210	0,262	0,320	0,384	0,452	0,528	0,602	0,679	0,766
21	—	—	0,169	0,221	0,277	0,339	0,409	0,483	0,557	0,638	0,718	0,807
22	—	—	—	0,230	0,291	0,354	0,430	0,507	0,590	0,674	0,761	0,855
23	—	—	—	0,238	0,302	0,369	0,449	0,532	0,619	0,706	0,798	0,897
24	—	—	—	0,247	0,315	0,386	0,468	0,555	0,647	0,738	0,832	0,938
25	—	—	—	—	0,332	0,406	0,488	0,578	0,674	0,768	0,868	0,983
26	—	—	—	—	0,314	0,419	0,505	0,598	0,698	0,798	0,902	1,020
27	—	—	—	—	—	0,440	0,530	0,620	0,721	0,827	0,936	1,058
28	—	—	—	—	—	—	0,543	0,640	0,743	0,854	0,966	1,092
29	—	—	—	—	—	—	0,558	0,659	0,762	0,876	0,995	1,125
30	—	—	—	—	—	—	—	0,676	0,788	0,903	1,025	1,159
31	—	—	—	—	—	—	—	—	0,803	0,921	1,050	1,188
32	—	—	—	—	—	—	—	—	0,819	0,943	1,073	1,215
33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,966	1,095	1,240
34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,128	1,273
35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,290
36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Egles stumbru tilpums

Stumbrā garums m	Caurmērs krūšaugstumā (1,3 m) ar mizu cm										
	34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54
	C i e š m e t r i										
8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	1,715	0,791	—	—	—	—	—	—	—	—	—
18	0,761	0,844	0,927	—	—	—	—	—	—	—	—
19	0,810	0,899	0,990	1,084	—	—	—	—	—	—	—
20	0,855	0,944	1,035	1,127	1,227	—	—	—	—	—	—
21	0,900	0,994	1,089	1,187	1,294	1,400	—	—	—	—	—
22	0,951	1,050	1,153	1,256	1,367	1,480	1,598	1,717	—	—	—
23	0,997	1,102	1,209	1,320	1,437	1,558	1,681	1,807	1,936	—	—
24	1,048	1,159	1,271	1,387	1,509	1,632	1,765	1,893	2,034	2,169	—
25	1,094	1,212	1,328	1,447	1,576	1,706	1,841	1,982	2,119	2,268	2,418
26	1,136	1,261	1,382	1,505	1,643	1,780	1,921	2,064	2,210	2,365	2,522
27	1,180	1,310	1,437	1,566	1,707	1,849	1,999	2,149	2,297	2,362	2,624
28	1,221	1,354	1,488	1,620	1,772	1,917	2,075	2,230	2,388	2,559	2,731
29	1,259	1,397	1,535	1,675	1,829	1,986	2,143	2,313	2,474	2,654	2,837
30	1,296	1,440	1,581	1,729	1,885	2,047	2,215	2,389	2,558	2,746	2,934
31	1,332	1,478	1,627	1,777	1,937	2,105	2,279	2,454	2,636	2,830	3,027
32	1,364	1,514	1,669	1,822	1,996	2,167	2,345	2,528	2,715	2,919	3,119
33	1,395	1,550	1,707	1,858	2,045	2,221	2,406	2,594	2,787	2,996	3,205
34	1,421	1,580	1,742	1,910	2,090	2,277	2,473	2,660	2,860	3,075	3,292
35	1,445	1,608	1,779	1,949	2,135	2,328	2,520	2,721	2,925	3,146	3,365
36	—	1,639	1,811	1,988	2,179	2,375	2,577	2,783	2,990	3,214	3,441
37	—	—	—	2,022	2,221	2,423	2,629	2,842	3,050	3,277	3,507
38	—	—	—	—	—	—	2,678	2,892	3,103	3,337	3,564

Augošu koku masas pieauguma procenti

(Pēc Preslera)

Vainaga sākums		Augstuma pieaugums		Šķietami apstājies		vidējs		pilns		spēcīgs				
stumbra vidū vai zemāk				II		III		IV		IV/V				
starp 1/2 un 3/4 h				II/III		III/IV		IV/V		V				
3/4 h un augstāk				III		IV		V		—				
Relatīvais caurmērs	n-gadīga pieauguma %				Relatīvais caurmērs	n-gadīga pieauguma %				Relatīvais caurmērs	n-gadīga pieauguma %			
	II	III	IV	V		II	III	IV	V		II	III	IV	V
2.0	132	144	156	168	5.5	46	52	59	66	9.0	27	31	35	39
1	126	138	150	162	6	45	51	57	64	1	27	31	35	39
2	120	132	144	156	7	44	50	56	62	2	27	31	34	38
3	115	127	139	151	8	43	49	55	61	3	26	30	34	38
4	110	122	134	146	9	43	49	54	60	4	26	30	34	37
2.5	106	117	129	141	6.0	42	48	53	59	9.5	26	29	33	37
6	101	113	124	136	1	41	47	53	58	6	26	29	33	36
7	98	109	120	131	2	40	46	52	58	7	25	29	32	36
8	94	105	116	127	3	40	45	51	57	8	25	29	32	36
9	91	101	112	122	4	39	45	50	56	9	25	28	32	35
3.0	88	98	109	119	6.5	39	44	49	55	10.0	25	28	31	35
1	85	95	105	115	6	38	43	48	54	2	24	27	31	34
2	82	92	102	112	7	37	42	48	53	4	24	27	30	34
3	79	89	99	109	8	37	42	47	52	6	23	26	30	33
4	77	86	96	106	9	36	41	46	51	8	23	26	29	32
3.5	74	84	93	103	7.0	36	40	45	50	11.0	22	25	28	31
6	72	81	91	100	1	35	40	45	49	2	22	25	28	31
7	70	79	88	97	2	35	39	44	48	4	21	24	27	30
8	68	77	86	95	3	34	39	44	48	6	21	24	27	30
9	66	75	84	93	4	34	38	43	47	8	21	23	26	29
4.0	64	73	81	90	7.5	33	38	42	47	12.0	20	23	26	29
1	63	71	79	88	6	33	37	42	46	2	20	23	26	28
2	61	69	77	86	7	32	37	41	46	4	20	22	25	27
3	60	68	76	84	8	32	36	41	45	6	19	22	25	27
4	58	66	74	82	9	31	36	40	45	8	19	22	24	27
4.5	57	65	72	80	8.0	31	35	40	44	13.0	19	21	24	26
6	56	63	70	78	1	31	35	39	44	2	18	21	24	26
7	54	62	69	76	2	30	34	39	43	4	18	21	23	26
8	53	60	67	74	3	30	34	38	43	6	18	20	23	25
9	52	59	66	73	4	29	34	38	42	8	18	20	23	25
5.0	51	58	65	72	8.5	29	33	37	42	14.0	17	20	22	25
1	50	56	63	70	6	29	33	37	41	2	17	19	22	24
2	49	55	62	69	7	28	32	36	40	4	17	19	22	24
3	48	54	61	68	8	28	32	36	40	6	17	19	21	24
4	47	53	60	67	9	28	32	35	39	8	16	19	21	23

Relatīvais caurums	n-gadīga pieauguma %				Relatīvais caurums	n-gadīga pieauguma %				Relatīvais caurums	n-gadīga pieauguma %			
	II	III	IV	V		II	III	IV	V		II	III	IV	V
15.0	16	18	21	23	28.0	8.5	9.7	11	12	50	4.7	5.4	6.1	6.8
2	16	18	20	23	5	8.3	9.5	11	12	52	4.6	5.2	5.9	6.5
4	16	18	20	22	29.0	8.2	9.3	11	12	54	4.4	5.1	5.7	6.3
6	16	18	20	22	5	8.0	9.2	10	11	56	4.3	4.9	5.5	6.1
8	15	17	20	22	30.0	7.9	9.0	10	11	58	4.2	4.7	5.3	5.9
16.0	15	17	19	21	5	7.8	8.9	10	11	60	4.0	4.5	5.1	5.7
5	15	17	19	21	31.0	7.7	8.7	9.8	10	62	3.8	4.4	4.9	5.5
17.0	14	16	18	20	5	7.6	8.6	9.7	10	64	3.7	4.2	4.7	5.3
5	14	16	18	20	32.0	7.4	8.5	9.5	10	66	3.6	4.1	4.6	5.1
18.0	13	15	17	19	5	7.3	8.4	9.4	10	68	3.5	3.9	4.4	4.9
5	13	15	17	19	33.0	7.2	8.2	9.2	10	70	3.4	3.8	4.3	4.7
19.0	13	14	16	18	5	7.1	8.1	9.1	10	72	3.3	3.7	4.2	4.6
5	12	14	16	18	34.0	7.0	7.9	8.9	10	74	3.2	3.6	4.1	4.5
20.0	12	14	15	17	5	6.9	7.8	8.8	10	76	3.2	3.6	4.0	4.4
5	12	13	15	17	35.0	6.7	7.7	8.6	9.5	78	3.0	3.5	3.9	4.3
21.0	11	13	15	17	5	6.6	7.6	8.5	9.4	80	2.9	3.4	3.8	4.1
5	11	13	14	16	36.0	6.5	7.5	8.4	9.3	85	2.8	3.2	3.6	3.9
22.0	11	12	14	16	37	6.4	7.3	8.2	9.1	90	2.6	3.0	3.4	3.8
5	11	12	14	15	38	6.2	7.1	8.0	8.9	100	2.3	2.7	3.0	3.3
23.0	10	12	13	15	39	6.1	6.9	7.8	8.7	110	2.1	2.4	2.7	3.0
5	10	12	13	14	40	5.9	6.8	7.6	8.5	120	2.0	2.2	2.5	2.8
24.0	9.9	11	13	14	41	5.7	6.6	7.4	8.2	130	1.8	2.1	2.3	2.6
5	9.7	11	12	14	42	5.6	6.4	7.2	8.0	140	1.7	1.9	2.2	2.4
25.0	9.5	11	12	13	43	5.5	6.3	7.1	7.9	150	1.6	1.8	2.0	2.2
5	9.3	11	12	13	44	5.4	6.1	6.9	7.8	170	1.4	1.6	1.8	2.0
26.0	9.1	10	12	13	45	5.2	6.0	6.7	7.6	200	1.2	1.3	1.5	1.7
5	9.0	10	12	13	46	5.1	5.9	6.6	7.4	250	0.9	1.1	1.2	1.3
27.0	8.8	10	11	12	47	5.0	5.8	6.5	7.2	300	0.8	0.9	1.0	1.1
5	8.6	9.9	11	12	48	4.9	5.6	6.3	7.0					

Auģšanas gaitas tabulas normalām audzēm
(Papildinātas 1924. gada pagaidu tabulas)

P r i e d e

Vecums	Galvenā audze						Starpaudze (Starpizm.)		Gādējais masas pieaugums				Vecums	
	Vidējā koka augstums m	Skārsļaukums krūš- augstumā m³ uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra vēdskaitlis	Stumbru skaits uz 1 ha	Kokenes krāja (bez zarēm) m³ uz 1 ha	Pa- gāj. 10 gados	Pa visu laiku līdz minēt. vec.	Vidējais		Tekoš. galv. un starp- audzei nāk. gados			
									Galv. audzes	Kop- masse	(bez zarēm) m³	(bez zar.) m³		% no pašr. masas
							Galv. un starpauzdes kopējā masa m³ uz 1 ha							
20	10	21,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	
30	16	27,7	11	0,47	2915	199	—	—	199	6,6	6,6	12,9	6,5	30
40	19	31,4	17	0,46	1383	278	50	50	328	6,9	8,2	11,3	4,1	40
50	22	34,3	22	0,46	902	347	44	94	441	6,9	8,8	9,6	2,8	50
60	25	36,2	27	0,45	632	404	39	133	537	6,7	8,9	8,4	2,1	60
70	27	37,7	31	0,44	499	451	37	170	621	6,4	8,9	6,9	1,5	70
80	29	39,0	35	0,44	405	490	30	200	690	6,1	8,6	6,1	1,2	80
90	31	39,8	39	0,43	333	523	28	228	751	5,8	8,3	5,5	1,0	90
100	32	40,5	42	0,43	292	552	26	254	806	5,5	8,1	5,0	0,9	100
110	33	41,0	45	0,43	258	578	24	278	856	5,2	7,8	4,3	0,7	110
120	34	41,5	48	0,43	229	601	20	298	899	5,0	7,5	3,6	0,6	120
130	35	41,9	50	0,43	213	621	16	314	935	4,8	7,2	3,1	0,5	130
140	35	42,3	52	0,43	199	638	14	328	966	4,6	6,9	2,7	0,4	140
150	36	42,5	54	0,42	186	652	13	341	993	4,3	6,6	2,4	0,4	150
160	36	42,7	56	0,42	173	665	11	352	1017	4,2	6,4	—	—	160

I-a bonitate

20	10	21,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	16	27,7	11	0,47	2915	199	—	—	199	6,6	6,6	12,9	6,5	30
40	19	31,4	17	0,46	1383	278	50	50	328	6,9	8,2	11,3	4,1	40
50	22	34,3	22	0,46	902	347	44	94	441	6,9	8,8	9,6	2,8	50
60	25	36,2	27	0,45	632	404	39	133	537	6,7	8,9	8,4	2,1	60
70	27	37,7	31	0,44	499	451	37	170	621	6,4	8,9	6,9	1,5	70
80	29	39,0	35	0,44	405	490	30	200	690	6,1	8,6	6,1	1,2	80
90	31	39,8	39	0,43	333	523	28	228	751	5,8	8,3	5,5	1,0	90
100	32	40,5	42	0,43	292	552	26	254	806	5,5	8,1	5,0	0,9	100
110	33	41,0	45	0,43	258	578	24	278	856	5,2	7,8	4,3	0,7	110
120	34	41,5	48	0,43	229	601	20	298	899	5,0	7,5	3,6	0,6	120
130	35	41,9	50	0,43	213	621	16	314	935	4,8	7,2	3,1	0,5	130
140	35	42,3	52	0,43	199	638	14	328	966	4,6	6,9	2,7	0,4	140
150	36	42,5	54	0,42	186	652	13	341	993	4,3	6,6	2,4	0,4	150
160	36	42,7	56	0,42	173	665	11	352	1017	4,2	6,4	—	—	160

I bonitate

20	8	19,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	13	25,6	10	0,48	3261	158	—	—	158	5,3	5,3	10,5	6,6	30
40	16	29,1	15	0,47	1715	224	39	39	263	5,6	6,6	9,4	4,2	40
50	19	31,7	19	0,47	1105	283	35	74	357	5,7	7,1	8,2	2,9	50
60	21	33,5	23	0,46	792	333	32	106	439	5,6	7,3	7,2	2,2	60
70	24	34,9	27	0,46	605	375	30	136	511	5,4	7,3	6,1	1,6	70
80	25	36,0	31	0,45	489	410	26	162	572	5,1	7,1	5,4	1,3	80
90	27	36,8	34	0,45	408	440	24	186	626	4,9	7,0	4,6	1,0	90
100	28	37,5	37	0,44	352	465	21	207	672	4,6	6,7	4,2	0,9	100
110	29	38,0	39	0,44	310	488	19	226	714	4,4	6,5	3,5	0,7	110
120	30	38,5	42	0,44	279	506	17	243	749	4,2	6,2	3,0	0,6	120
130	31	38,8	44	0,44	255	522	14	257	779	4,0	6,0	2,6	0,5	130
140	31	39,1	46	0,44	237	536	12	269	805	3,8	5,8	2,1	0,4	140
150	32	39,3	47	0,43	223	546	11	280	826	3,6	5,5	1,9	0,4	150
160	32	39,5	49	0,43	211	556	9	289	845	3,5	5,3	—	—	160

Priede

Galvenā audze							Starpaudze (Starpizm.)		Gadējais masas pieaugums					Vecums	
Vecums	Vidējā koka augstums m	Sķērslaukums krās- augstumā m² uz 1 ha	Vidējā koka caurums cm	Stumbra veidskaits	Stumbru skaits uz 1 ha	Koksnes krāja (bez zarēm) m³ uz 1 ha	Pa- gāj- 10 gados	Pa visu laiku līdz minēt. vec.	Galv. un starpauzdes kopējā masa m³ uz 1 ha		Vidējais		Tekoš. galv. audzei nāk. gados		
							Masa (bez zarēm) m³		Galv. audzes m³	Kop- masas m³	(bez zarēm) m³	(bez zar.) m²	% no pašr. masas		

II bonitate

20	6	18,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	10	23,5	9	0,49	4049	117	—	—	117	3,9	3,9	8,1	6,9	30	
40	13	26,8	13	0,48	2147	170	28	28	198	4,2	5,0	7,5	4,4	40	
50	16	29,1	16	0,48	1378	219	26	54	273	4,4	5,5	6,8	3,1	0	
60	18	30,8	20	0,47	990	262	25	79	341	4,4	5,7	6,1	2,3	60	
70	20	32,1	23	0,47	753	299	24	103	402	4,3	5,7	5,2	1,7	7	
80	22	33,1	26	0,46	609	331	21	124	455	4,1	5,7	4,5	1,4	80	
90	23	33,8	29	0,46	509	357	19	143	500	4,0	5,5	3,8	1,1	90	
100	24	34,5	32	0,46	440	378	17	160	538	3,8	5,4	3,4	0,9	100	
110	25	35,0	34	0,45	387	397	15	175	572	3,6	5,2	2,7	0,7	110	
120	26	35,4	36	0,45	347	411	14	189	600	3,4	5,0	2,4	0,6	120	
130	26	35,7	38	0,45	318	423	11	200	623	3,2	4,8	1,9	0,4	130	
140	27	35,9	39	0,45	295	432	10	210	642	3,1	4,6	1,6	0,4	140	
150	27	36,1	41	0,44	276	440	9	219	659	2,9	4,4	1,4	0,3	150	
160	28	36,3	42	0,44	263	447	7	226	673	2,8	4,4	—	—	160	

III bonitate

20	5	16,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	8	20,8	7	0,54	5106	86	—	—	86	2,9	2,9	3,7	4,3	30	
40	10	23,6	10	0,52	2730	123	—	—	123	3,1	3,1	5,5	4,5	40	
50	12	25,7	14	0,50	1744	160	19	19	179	3,2	3,6	5,2	3,3	50	
60	14	27,2	17	0,49	1242	193	18	37	230	3,2	3,8	4,6	2,4	60	
70	16	28,3	19	0,49	959	224	16	53	277	3,2	3,9	4,2	1,9	70	
80	18	29,2	22	0,48	769	249	16	69	318	3,1	4,0	3,6	1,4	80	
90	19	29,9	24	0,48	644	271	14	83	354	3,0	3,9	3,0	1,1	90	
100	20	30,4	26	0,47	522	287	13	96	383	2,9	3,8	2,4	0,8	100	
110	21	30,9	28	0,47	487	301	11	107	408	2,7	3,7	2,0	0,7	110	
120	21	31,2	30	0,46	439	311	10	117	428	2,6	3,6	1,8	0,6	120	
130	22	31,5	32	0,46	402	320	9	126	446	2,5	3,4	1,4	0,4	130	
140	22	31,7	33	0,46	373	327	7	133	460	2,3	3,3	1,2	0,4	140	
150	23	31,9	34	0,46	349	332	7	140	472	2,2	3,1	1,0	0,3	150	
160	23	32,0	35	0,46	331	336	5	145	481	2,1	3,0	—	—	160	

Priede

Vecums	Galvenā audze						Starpaudze (Starpizm.)		Galv. un starpauzdes kopējā masa m ³ uz 1 ha	Gadējais masas pieaugums				Vecums
	Vidēja koka augstums m	Sīkrslaukums krūš. augstumā m ² uz 1 ha	Vidēja koka caurmērs cm	Stumbra veidskaitlis	Stumbru skaits uz 1 ha	Koksnes krāja (bez zariem) m ³ uz 1 ha	Pa-gāj. 10 gados	Pa visu laiku līdz minēt. vec.		Vidējais		Tekoš. galv. un starpauzdei nāk. gados		
										Galv. audzes m ²	Kop. masas m ²	(bez zariem) m ²	(bez zar.) m ²	
	Masa (bez zariem) m ²													

IV bonitate

20	3	13,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	6	18,0	6	0,62	6343	64	—	—	64	2,1	2,1	2,9	4,5	30
40	8	20,4	9	0,57	3438	93	—	—	93	2,3	2,3	4,1	4,4	40
50	10	22,2	11	0,55	2175	120	14	14	134	2,4	2,7	3,6	3,0	50
60	12	23,5	14	0,53	1571	144	13	27	171	2,4	2,8	3,5	2,4	60
70	13	24,5	16	0,51	1203	166	12	39	205	2,4	2,9	3,0	1,8	70
80	15	25,2	18	0,50	970	185	11	50	235	2,3	2,9	2,6	1,4	80
90	16	25,8	20	0,50	806	201	10	60	261	2,2	2,9	2,2	1,1	90
100	16	26,3	22	0,49	698	214	10	70	284	2,1	2,8	1,9	0,9	100
110	17	26,7	24	0,49	615	224	8	78	302	2,0	2,7	1,5	0,7	110
120	18	27,0	25	0,48	554	231	7	85	316	1,9	2,6	1,3	0,6	120
130	18	27,2	26	0,48	505	238	7	92	330	1,8	2,5	1,0	0,4	130
140	18	27,4	27	0,48	468	243	5	97	340	1,7	2,4	0,8	0,3	140
150	19	27,6	28	0,48	441	247	4	101	348	1,6	2,3	0,7	0,2	150
160	19	27,6	29	0,48	416	249	4	105	354	1,6	2,2	—	—	160

V bonitate

20	2	11,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	4	14,7	5	0,67	8477	42	—	—	42	1,4	1,4	2,1	5,0	30
40	6	16,8	7	0,63	4484	63	—	—	63	1,6	1,6	1,9	3,0	40
50	8	18,2	9	0,59	2868	82	—	—	82	1,6	1,6	2,7	3,3	50
60	9	19,3	11	0,57	2032	99	10	10	109	1,6	1,6	2,3	2,3	60
70	10	20,1	13	0,55	1563	114	8	18	132	1,6	1,9	2,1	1,8	70
80	11	20,7	15	0,54	1256	128	7	25	153	1,6	1,9	1,8	1,4	80
90	12	21,2	16	0,53	1055	139	7	32	171	1,5	1,9	1,5	1,1	90
100	13	21,6	17	0,52	908	148	6	38	186	1,5	1,9	1,2	0,8	100
110	14	21,9	19	0,52	798	154	6	44	198	1,4	1,8	1,0	0,6	110
120	14	22,3	20	0,51	720	160	5	49	200	1,3	1,7	0,9	0,6	120
130	14	22,4	21	0,51	658	164	4	53	217	1,3	1,7	0,6	0,4	130
140	15	22,5	22	0,51	608	166	4	57	223	1,2	1,6	0,5	0,3	140
150	15	22,6	22	0,50	575	168	3	60	228	1,1	1,5	0,5	0,3	150
160	15	22,7	23	0,50	543	170	3	63	233	1,1	1,5	—	—	160

Piezīme: Starpauzdzē skaitīti koki, sākot no 6 cm krūšaugstumā un vaļrāk.

Augšanas gaitas tabulas normalām audzēm

(Papildinātas 1924. gata pagaidu tabulas)

E g l e

Vecums	Galvenā audze							Starpaudze (Starpizm.)		Gadējais masas pieaugums				Vecums
	Vidējā koka augstums m	Skrēslaukums krūšaugstunā m ² uz 1 ha	Vidējā koka čaumērs cm	Stumbra veidskaits	Stumbru skaits uz 1 ha	Koksnes krēja (bez zariem) m ³ uz 1 ha	Pa-gāj. 10 gados	Pa visu laiku līdz minēt. vec.	Galv. un starpauzdes kopējā masa m ³ uz 1 ha	Vidējais		Tekoš.galv. un starp- audzei nāk. gados		
										Galv. audzes	Kop- masas	(bez zariem) m ³	% no pašr. masas	

I-a bonitate

20	5	16,1	—	—	—	—	—	—	—	132	4,4	4,4	9,9	7,5	30
30	10	24,2	8	0,57	4814	132	—	—	—	231	5,8	5,8	14,3	6,2	40
40	14	30,5	13	0,54	2298	231	—	—	—	374	6,7	7,5	15,0	4,5	50
50	19	35,2	18	0,51	1383	335	39	39	39	524	7,2	8,7	14,3	3,3	60
60	22	39,1	23	0,49	941	431	54	93	54	667	7,3	9,5	13,1	2,5	70
70	25	42,2	28	0,48	685	514	60	153	64	798	7,3	10,0	12,1	2,1	80
80	28	44,4	32	0,47	552	581	64	217	64	919	7,1	10,2	9,8	1,5	90
90	30	46,1	35	0,46	479	638	64	281	57	1017	6,8	10,2	7,4	1,1	100
100	32	47,2	38	0,45	416	679	57	338	45	1091	6,4	9,9	6,0	0,8	110
110	33	48,1	40	0,44	383	708	45	383	38	1151	6,1	9,6	4,6	0,6	120
120	34	48,8	42	0,44	352	730	38	421	29	1197	5,7	9,2	3,7	0,5	130
130	35	49,3	44	0,43	324	747	29	450	23	1234	5,4	8,8	3,0	0,4	140
140	35	49,6	45	0,43	312	761	23	473	18	1264	5,2	8,4	2,4	0,3	150
150	36	49,9	46	0,43	300	773	18	491	13	1288	4,9	0,8	—	—	160
160	36	50,1	47	0,43	288	784	13	504	—	—	—	—	—	—	—

I bonitate

20	4	14,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	8	22,2	7	0,59	5771	106	—	—	—	106	3,5	3,5	8,2	7,7	30
40	12	28,0	11	0,56	2944	188	—	—	—	188	4,7	4,7	11,4	6,1	40
50	16	32,0	15	0,53	1810	274	28	28	28	302	5,5	6,0	12,1	4,4	50
60	19	35,9	19	0,51	1240	356	39	67	39	423	5,9	7,0	11,7	3,3	60
70	22	38,6	23	0,50	929	428	46	113	46	541	6,1	7,7	10,9	2,5	70
80	25	40,7	27	0,49	738	487	49	162	49	649	6,1	8,1	10,0	2,1	80
90	26	42,4	30	0,48	620	538	49	211	49	749	6,0	8,3	7,8	1,4	90
100	28	43,3	32	0,48	531	571	44	255	44	826	5,7	8,3	5,6	1,0	100
110	29	44,2	34	0,47	473	600	38	293	38	893	5,5	8,1	5,2	0,9	110
120	30	44,8	36	0,46	429	621	31	324	31	945	5,2	7,9	4,0	0,6	120
130	31	45,3	38	0,46	397	637	24	348	24	985	4,9	7,6	3,2	0,5	130
140	31	45,6	39	0,45	372	649	20	368	20	1017	4,6	7,3	2,6	0,4	140
150	32	45,9	41	0,45	354	659	16	384	16	1043	4,4	7,0	2,0	0,3	150
160	32	46,1	41	0,45	343	668	11	395	11	1063	4,2	6,6	—	—	160

E g l e

Vēcums	Galvenā audze						Starppaudze (Starpizm.)		Galv. un starppaudzes kopējā masa m ³ uz 1 ha	Gadējais masas pieaugums				Vēcums	
	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūšaugstumā m ² uz 1 ha	Vidējā koka caurums cm	Stumbra voidskaitlis	Stumbru skaits uz 1 ha	Koksnes krājja (bez zariem) m ³ uz 1 ha	Pa-gados	Pa visu laiku līdz minēt. vec.		Masa (bez zariem) m ³	Vidējais		Tekoš. galv. un starppaudzei nākoš. gados		
											Galv. audzes	Kop-masas	(bez zar.) m ³		% no pašr. masas
										(bez zariem) m ³			Vēcums		

II bonitate

20	3	13,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	6	20,2	6	0,61	7414	80	—	—	80	2,7	2,7	6,5	8,1	30
40	10	25,5	9	0,58	3751	145	—	—	145	3,6	3,6	8,5	5,9	40
50	13	29,5	13	0,55	2294	213	17	17	230	4,3	4,6	9,3	4,4	50
60	16	32,7	16	0,53	1587	282	24	41	323	4,7	5,4	9,4	3,3	60
70	19	35,1	20	0,52	1177	343	32	73	416	4,9	6,0	8,5	2,5	70
80	21	37,1	22	0,51	941	395	34	107	502	4,9	6,3	7,6	1,9	80
90	23	38,6	25	0,50	793	437	34	141	578	4,9	6,4	6,3	1,4	90
100	24	39,4	27	0,49	678	467	33	174	641	4,7	6,4	5,3	1,1	100
110	25	40,2	29	0,49	605	491	29	203	694	4,5	6,3	4,5	0,9	110
120	26	40,8	31	0,48	548	512	24	227	739	4,3	6,2	3,5	0,7	120
130	27	41,3	32	0,48	507	527	20	247	774	4,1	6,0	2,7	0,5	130
140	27	41,6	33	0,48	477	537	16	263	800	3,8	5,7	2,1	0,4	140
150	28	41,8	34	0,47	452	546	13	276	822	3,6	5,5	1,6	0,3	150
160	28	42,0	35	0,47	435	552	10	286	838	3,5	5,2	—	—	160

III bonitate

20	3	11,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	5	17,9	5	0,63	9884	56	—	—	56	1,9	1,9	4,8	8,6	30
40	8	22,5	8	0,60	4958	104	—	—	104	2,6	2,6	5,3	5,1	40
50	10	26,1	10	0,58	3074	157	—	—	157	3,1	3,1	6,6	4,2	50
60	13	28,9	13	0,56	2183	210	13	13	223	3,5	3,7	6,6	3,1	60
70	15	31,1	16	0,54	1564	259	17	30	289	3,7	4,1	6,2	2,4	70
80	17	32,8	18	0,53	1260	300	21	51	351	3,8	4,4	4,7	1,6	80
90	19	34,1	20	0,52	1054	335	22	73	408	3,7	4,5	4,5	1,3	90
100	20	34,8	22	0,52	900	360	21	94	454	3,6	4,5	3,9	1,1	100
110	21	35,6	24	0,51	800	379	19	113	492	3,4	4,5	3,3	0,9	110
120	22	36,1	25	0,51	730	394	17	130	524	3,3	4,4	2,5	0,6	120
130	22	36,5	26	0,50	671	406	14	144	550	3,1	4,2	2,1	0,5	130
140	23	36,7	27	0,50	632	415	12	156	571	3,0	4,1	1,7	0,4	140
150	23	36,9	28	0,50	604	423	9	165	588	2,8	3,9	1,3	0,3	150
160	23	37,1	29	0,50	582	428	8	173	601	2,7	3,8	—	—	160

E g l e

Vecums	Galvenā audze							Starpaudzē (Starpizm.)		Gadējais masas pieaugums					Vecums
	Vidējā koka augstums m	Sķērslaukums krūšaugstumā m² uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra veidskaftlis	Stumburu skaits uz 1 ha	Koksnes krūķa (bez zariem) m³ uz 1 ha	Pa-gāj. 10 gados	Pa visu laiku līdz minēt. vec.	Masa (bez zariem) m³	Vidējais		Tekoš. galv. un starpaudzei nāk. gados			
										Galy. audzes	Kop-masas	(bez zariem) m³	(bez zar.) m³	%/o no pašr. masas	
	Galy. un starpaudzes kopējā masa m³ uz 1 ha														

IV bonitate

20	2	10,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	4	15,5	4	0,66	13059	39	—	—	39	1,3	1,3	3,5	9,0	—	30
40	6	19,6	6	0,62	6695	74	—	—	74	1,8	1,8	3,9	5,3	—	40
50	8	22,7	8	0,60	4092	113	—	—	113	2,3	2,3	4,1	4,6	—	50
60	11	25,1	11	0,58	2846	154	—	—	154	2,6	2,6	4,7	3,1	—	60
70	12	27,0	13	0,57	2129	191	10	10	201	2,7	2,9	4,4	2,3	—	70
80	14	28,5	15	0,56	1700	223	12	22	245	2,8	3,1	3,9	1,7	—	80
90	15	29,6	16	0,55	1419	251	11	33	284	2,8	3,2	2,9	1,9	—	90
100	16	30,3	18	0,54	1216	269	11	44	313	2,7	3,1	2,6	1,0	—	100
110	17	30,9	19	0,53	1079	285	10	54	339	2,6	3,1	2,2	0,8	—	110
120	18	31,4	20	0,53	978	297	10	64	361	2,5	3,0	1,8	0,6	—	120
130	18	31,7	21	0,53	906	306	8	72	378	2,4	2,9	1,4	0,5	—	130
140	19	31,9	22	0,53	855	314	7	79	393	2,2	2,8	1,3	0,4	—	140
150	19	32,1	22	0,52	814	319	7	86	405	2,1	2,7	1,0	0,3	—	150
160	19	32,2	23	0,52	782	324	6	92	416	2,0	2,6	—	—	—	160

V bonitate

20	1	8,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20
30	3	12,9	3	0,70	19606	25	—	—	25	0,8	0,8	2,3	9,2	—	30
40	5	16,3	5	0,65	9807	48	—	—	48	1,2	1,2	2,7	5,6	—	40
50	6	18,9	6	0,62	5860	75	—	—	75	1,5	1,5	2,8	3,7	—	50
60	8	20,9	8	0,61	4058	103	—	—	103	1,7	1,7	2,6	2,5	—	60
70	10	22,5	10	0,59	3041	129	—	—	129	1,8	1,8	2,5	1,8	—	70
80	11	23,7	11	0,58	2448	154	—	—	154	1,9	1,9	2,3	1,6	—	80
90	12	24,7	12	0,57	2041	171	6	6	177	1,9	2,0	1,9	1,1	—	90
100	13	25,2	13	0,57	1760	185	6	12	197	1,8	2,0	1,8	1,0	—	100
110	14	25,7	14	0,56	1558	197	5	17	214	1,8	1,9	1,4	0,7	—	110
120	14	26,1	15	0,56	1420	206	5	22	228	1,7	1,9	1,1	0,5	—	120
130	14	26,4	16	0,56	1312	212	5	27	239	1,6	1,8	1,0	0,5	—	130
140	15	26,6	17	0,55	1227	218	4	31	249	1,6	1,8	0,7	0,3	—	140
150	15	26,7	17	0,55	1177	222	3	34	256	1,5	1,7	0,7	0,3	—	150
160	15	26,8	17	0,55	1129	225	3	37	262	1,4	1,6	—	—	—	160

Piezīme: Starpaudzē skaitīti koki, sākot no 6 cm krūšaugstumā un vairāk.

Augšanas gaitas tabulas normalām audzēm

(Papildinātas 1924. gada pagaidu tabulas)

10. tabula

Bērzs

A pse

Melnalksnis

Vecums	Galvenā audze				Galvenā audze				Galvenā audze				Vecums	
	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūš- augstumā m ² uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra veidskaitis	Koksnes krāja (bez zarjiem) m ³ uz 1 ha	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūš- augstumā m ² uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra veidskaitis	Koksnes krāja (bez zarjiem) m ³ uz 1 ha	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūš- augstumā m ² uz 1 ha		Vidējā koka caurmērs cm

I bonitate

20	11	13,7	6	0,44	65	11	15,8	6	0,46	80	14	15,1	7	0,46	99	20
30	15	20,7	12	0,43	135	15	23,9	12	0,46	165	18	22,9	13	0,45	189	30
40	19	25,4	17	0,43	203	19	29,4	17	0,45	249	21	28,2	19	0,45	258	40
50	22	29,3	21	0,42	268	22	33,9	21	0,45	332	23	32,4	24	0,45	340	50
60	24	31,8	25	0,42	325	24	36,8	25	0,45	401	24	35,2	28	0,45	382	60
70	27	33,7	28	0,42	378	27	39,0	28	0,45	468	25	37,3	31	0,45	419	70
80	29	35,0	31	0,41	420	29	40,5	31	0,44	521	26	38,7	34	0,45	445	80
90	31	35,9	33	0,41	454	31	41,5	33	0,44	563	26	39,8	36	0,44	466	90
100	32	36,6	34	0,41	478	32	42,3	34	0,44	593	27	40,5	38	0,44	483	100

II bonitate

20	9	12,3	5	0,44	49	9	14,0	5	0,47	58	11	13,5	6	0,46	72	20
30	13	18,7	10	0,44	105	13	21,1	10	0,46	126	16	20,3	11	0,46	144	30
40	16	23,0	14	0,43	161	16	26,0	14	0,46	192	18	25,0	16	0,45	205	40
50	19	26,4	18	0,43	214	19	30,0	18	0,45	258	20	28,8	21	0,45	260	50
60	21	28,7	21	0,42	259	21	32,5	21	0,45	312	21	31,3	24	0,45	301	60
70	24	30,4	24	0,42	303	24	34,5	24	0,45	366	22	33,2	27	0,45	329	70
80	26	31,6	26	0,42	338	26	35,8	26	0,45	409	23	34,4	29	0,45	351	80
90	27	32,4	28	0,42	364	27	36,7	28	0,45	441	23	35,4	31	0,45	369	90
100	28	33,0	29	0,42	380	28	37,4	29	0,44	461	24	36,0	33	0,45	381	100

[III bonitate]

20	7	10,8	4	0,45	36	7	11,9	5	0,47	42	9	11,5	5	0,47	51	20
30	11	16,3	8	0,44	79	11	18,0	8	0,47	91	13	17,4	10	0,46	105	30
40	14	20,0	12	0,44	119	14	22,2	12	0,46	140	15	21,4	14	0,46	151	40
50	16	23,0	15	0,43	160	16	25,5	16	0,46	188	17	24,6	17	0,46	191	50
60	18	25,0	17	0,43	196	18	27,7	18	0,46	230	18	26,7	20	0,45	222	60
70	20	26,5	20	0,43	227	20	29,4	20	0,45	268	19	28,3	23	0,45	243	70
80	22	27,5	21	0,42	252	22	30,5	22	0,45	298	20	29,4	25	0,45	260	80
90	23	28,3	23	0,42	269	23	31,3	24	0,45	318	20	30,2	26	0,45	272	90
100	23	28,7	24	0,42	281	23	31,9	25	0,45	332	20	30,7	27	0,45	281	100

Bērzis

Apse

Melnalksnis

Vecums	Galvenā audze					Galvenā audze					Galvenā audze				
	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūš- augstumā m ² uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra veidskaitlis	Koksnes krāja (bez zariem) m ³ uz 1 ha	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūš- augstumā m ² uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra veidskaitlis	Koksnes krāja (bez zariem) m ³ uz 1 ha	Vidējā koka augstums m	Šķērslaukums krūš- augstumā m ² uz 1 ha	Vidējā koka caurmērs cm	Stumbra veidskaitlis	Koksnes krāja (bez zariem) m ³ uz 1 ha

IV bonitate

20	6	9,2	3	0,46	27	6	9,7	4	0,48	30	8	9,1	4	0,47	33	20
30	9	13,9	6	0,45	56	9	14,6	7	0,47	62	11	13,8	8	0,47	69	30
40	11	17,1	9	0,44	86	11	18,0	10	0,47	96	13	17,0	11	0,46	101	40
50	13	19,7	12	0,44	116	13	20,7	13	0,46	128	14	19,5	14	0,46	127	50
60	15	21,4	13	0,43	142	15	22,5	15	0,46	157	15	21,2	17	0,46	148	60
70	17	22,7	15	0,43	164	17	23,8	17	0,46	182	16	22,5	19	0,46	163	70
80	18	23,5	17	0,43	179	18	24,8	18	0,46	201	16	23,3	20	0,46	175	80
90	18	24,2	18	0,43	191	18	25,4	19	0,46	213	17	24,0	21	0,46	185	90
100	19	24,6	18	0,43	200	19	25,9	20	0,45	223	17	24,4	22	0,46	190	100

V bonitate

20	5	7,4	2	0,47	17	5	7,2	3	0,49	18	6	6,7	3	0,48	20	20
30	7	11,2	5	0,46	37	7	10,9	6	0,48	38	9	10,1	6	0,47	41	30
40	9	13,8	6	0,45	57	9	13,4	8	0,47	58	10	12,4	9	0,47	59	40
50	11	15,9	8	0,45	77	11	15,5	10	0,47	79	12	14,3	11	0,47	77	50
60	12	17,3	10	0,45	94	12	16,8	12	0,47	96	12	15,5	13	0,47	88	60
70	13	18,3	11	0,44	108	13	17,8	14	0,47	111	13	16,4	15	0,47	98	70
80	14	19,0	12	0,44	118	14	18,5	15	0,47	121	13	17,0	16	0,47	105	80
90	14	19,5	13	0,44	124	14	19,0	16	0,46	127	14	17,5	17	0,47	110	90
100	15	19,9	13	0,44	129	15	19,3	16	0,46	131	14	17,8	18	0,47	112	100

Nr. p. k.	T i p a		Meliorācijas vajadzībām izdalīto apakštipu		Valdošās sugas bontāte	Reljefs (makro) (mikro)	Parastāko augsnu apraksts
	nosaukums	apzīmēj.	nosaukums	apzīmējums			
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Sīls Pinetum cladinoso- callunosum	Sl	—	—	III-V	Kāpu ainavas uzkalni vai līdzens	Sausa smilts vai grants bez sīkākām minerāldaļiņām; bieži stipri izskalota ar izveidotu rūsas jeb ortšteina kārtu. Pamatūdens dziļi.
2.	Grīnis Pinetum sphagnoso- callunosum	Gs	—	—	IV-V	Līdzenums ciņains	Periodiski slapja, vasarās sausa smilts vai grants, stipri un dziļi izskalota ar izveidotu rūsas jeb ortšteina kārtu un kūdru virskārtā. Pamatūdens 1—2 m dziļi.
3.	Riests Pinetum ledosum	Rs	—	—	IV(V) (III)	Līdzenums vai viļņaina reljefa ielejas ciņains	Slapja, nedziļa (līdz 0,5 m) spilvuspukrūmu-koku-sfagnu kūdra, maz— vidēji sadalījusies uz smilts pamata. Pamatūdens sekli, līdz 1 m dziļi.

SARAKSTS

Valdošā suga un mistrojums	Pamežs	Raksturīgākie zemsegas augi	Izcirtumos un degumos parastāko sugu maiņa	Piezīmes
9	10	11	12	13
P (+B)	Nav vai ļoti rets; atsevišķi paēģi + egle	Virsis un ogulāji: Calluna vulgaris, Arctostaphylos uvae ursi, Vaccinium vitis idaea. Kērpji: Cladonia, Cetraria	—	—
P (+B+ E)	Rets — vidēji biezs; paēģlis	Virsis, ogulāji, citi puskrūmi un grīšļi: Calluna (ļoti spēcīgs ar lielu biežību), Ledum, Empetrum, Vaccinium uliginosum, V. vitis idaea, Erica, Myrica, Carex. Sfagni un dzegužļņi: Sphagnum, Polytrichum	(B-Gs)	—
P+B	Nav vai ļoti rets; egle	Puskrūmi, spilva + ogulāji: Ledum, Andromeda, Vaccinium uliginosum, V. vitis idaea, Calluna, Eriophorum. Sfagni un dzegužļņi: Sphagnum, Polytrichum	B-Rs	Nosusinātus nogabalus atzīmē Rsn.

Nr. p. k.	T i p a		Melliorācijas vāj- dzībam izdalīto apakštīpu		Val- došās sugas boni- tate	Reljefs (makro) (mikro)	Parastāko augšņu apraksts
	nosaukums	apzīmēj.	nosaukums	apzīmē- jums			
4.	Purvājs Pinetum sphagnosum	Pv	—	—	V	Līdzenums vai lauza reljefa ielejas ciņains	Slapja, dziļa sfagnu kūdra, maz sadalījusies uz dažādu mineralaugšņu pamata.
5.	Niedrājs Pinetum caricoso- phragmi- tosum	Nd	—	—	III-V	Zems līdz- enums vai lauza rel- jefa ielejas ciņains	Slapja, dziļa koku-sfagnu-grīšļu kūdra, labi — vidēji sadalījusies ar koku-grīšļu- sfagnu kūdru virskārtā. Pamatūdens sekli, līdz 1 m dziļi.
6.	Priedu- lājs Pinetum (molinoso-) vaccinosum	Pr	Priedu- lājs Pinetum vaccinio- sum	Pr	P- I-III	Drenēts līdzenums vai viļņains	Valga, izskalota smilts vai viegla grants ar izveidotu irdenu rūsas kārtu. Pamatūdens dziļi.
			Priedu- lājs purv- augš- nās Pinetum molinio- sum	Prp	P- III- IV	Līdzenums vai uzkal- naina reljefa seklās ielejas vietām nedaudz ciņains	Mitra-slapja, pārpurvota, izskalota smilts vai viegla grants ar izveidotu dziļu rūsas jeb ortšteina kārtu un līdz 30 cm biezu kūdru virs- kārtā. Pamatūdens sekli, 1—2 m dziļi.

Valdošā suga un mīstrojuma	Pamežs	Raksturīgākie zemsegas augi	Izērtumos un degumos parastāko sugu maiņa	Piezīmes
9	10	11	12	13
P	Nav	Puskrūmi, dzērvenāji un spilva: Vaccinium oxycoccus, Calluna, Eriophorum + (Ledum, Drosera, Vaccinium uliginosum, Andromeda). Sfagni (dzegužlini): Sphagnum, (Polytrichum)	—	Nosusinātus nogabalus atzīmē Pvn.
P, B, E +M	Rets — vidēji biezs; kārkli, krūklis, vietām krūmu bērzs	Grīšļi, niedra, spilva, puskrūmi: Carex, Phragmites, Eriophorum, Vaccinium. Sfagni un dzegužlini: Sphagnum, Polytrichum	B-Nd E-Nd	Nosusinātus nogabalus atzīmē Ndn
I st. P, B, II st. E	Rets; paeglis	Ogulāji, reti platlapji: Vaccinium vitis idaea, (V. myrtillus), Melampyrum Spīdīgā sūna: Pleurozium, Hylocomium, Ptilium crista castrensis, Dicranum	B-Pr, E-Pr	Tipa audzēs var arī izpalikt E II st.
I st. P, B, II st. E	Rets; atsevišķi paegļi	Ogulāji, molinija + reti platlapji: Vaccinium vitis idaea (V. myrtillus), Molinia coerulea, Trientalis Spīdīgā sūna + (sfagni + dzegužlini): Ptilium crista castrensis, Pleurozium, Hylocomium, Dicranum (Sphagnum, Polytrichum)	B-Pr, E-Pr	Tas pats

Nr. p. k.	T i p a		Meliorācijas vajadzībām izdalīto apakštipu		Valdības sugas bonitāte	Reljefs (makro (mikro)	Parastāko augsnu apraksts
	nosaukums	apzīmēj.	nosaukums	apzīmējums			
1	2	3	4	5	6	7	8
7.	Priedegļājs Pinetum-Piceetum moliniosomyrtillosum	Ed	Priedegļājs Pinetum-Piceetum myrtillosum	Ed	I-II	Uzkalnaina vai viegli viļņaina morēnu ainava līdzens	Valga, labi drenēta, irdena, mālaina smilts, smilšains māls (retāk sīko mineraldaļiņu bagāta smilts un grants), bieži ar mālu dziļākās kārtās; vidēji, bet dziļi izskalota ar izveidotu irdeni vieglu rūsas kārtu un plānu skābā trūda kārtu virskārtā. Pamatūdens dziļi.
			Priedegļājs purvauģsnās Pinetum-Piceetum moliniosomyrtillosum	Ed p	II-III	Līdzenums vai viegli viļņaina reljefa seklās ielejas vietām iedobumains	Mitra-slapja, pārpurvota, vidēji izskalota mālaina smilts, grants, (retāk auglīga smalka smilts) ar dziļu irdeni rūsas kārtu un līdz 30 cm biezu skābā trūda kārtu. Pamatūdens sekli, 1-2 m dziļi.

Valdošā suga un mistrojums	Pamežs	Raksturīgākie zemsegas augi	Izcirtumos un degumos parastāko sugu maiņa	Piezīmes
9	10	11	12	13
E, P, B, A vai I st. P, E, B+A II st. E	Rets — vidēji biezs; pilādzis, lazda, paeglis + baltalksnis	Ogulāji, zaķu kāposti, platlapji + (ērgļu paparde, staipekņi): Vaccinium myrtillus, (V.vitis idaea), Oxalis, Pteridium aquilinum, Pirola, Trientalis, Majanthemum, Luzula, Lycopodium Spīdīgā sūna (nepārtraukta sega): Rhytidiadelphus, Hylocomium, Dicranum, Pleurozium. Izcirtumos spēcīgi attīstītas Calamagrostis	B-Ed, A-Ed, (Ba-Ed)	P-Ed, kur E izdegusi, ilgstoši kultivēta P. E-Ed, kur P izcirsta
E, P, B+A+(M) vai I st. P, E, B+A II st. E	Rets vai iztrūkst; paeglis, pilādzis + (krūklis)	Ogulāji, molinija, zaķu kāposti, platlapji + (papardes): Vaccinium myrtillus, (V. vitis idaea), Molinia, coerulea, Oxalis, Pirola, Trientalis, Aspidium Spīdīgā sūna + (sfagni, dzegužlini): (nepārtraukta sega): Rhytidiadelphus, Ptilium, Hylocomium, Pleurozium, Dicranum, Sphagnum, Polytrichum	B-Ed A-Ed	Tas pats

Nr. p. k.	T i p a		Meliorācijas vajadzībām izdalīto apakštipu		Valdošās sugas bonitāte	Reljefs (makro) (mikro)	Parastāko augsnu apraksts
	nosaukums	apzīmēj.	nosaukums	apzīmējums			
1	2	3	4	5	6	7	8
8.	Eglājs Piceetum hylocomiosum	Eg	Eglājs Piceetum oxalidosum	Eg	I-II	Morenu uzkalni vai drenēti līdzenumi	Valgs-mitrs smilšains māls un māls (retāk grants un ūdeņu sanesta smalka smilts); bieži stipri izskalota ar izveidotu plānu skābā trūda kārtu, pelēku vai dzeltenu (apšu māls) izskaloto un rūsas kārtu. Dziļākās kārtās blīva. Pamatūdens dziļāk par 1,5 m Mitra-slapja, pārpurvota mālaina smilts (retāk smalka ūdeņu nogulumu smilts un grants) un smilšains māls ar māla pamatu, izskalota ar izveidotu tumšu irdenu rūsas kārtu un līdz 30 cm biezu skābā trūda kārtu virskārtā. Pamatūdens 1—2 m dziļi.
			Eglājs purv- aug- nās Piceetum myrtillosum	Egp		II-III	
9.	Dumbrājs Piceetum aspidiosum	Db	—	—	III-IV	Zems līdzenums vai viļņaina reljefa ielejas ciņains un iedobumains	Mitra-slapja, labi—vidēji sadalījusies koku-grīšu kūdra uz zilgani pelēka māla un smilšaina māla (gleja) pamata. Pamatūdens sekli, līdz 1,5 m dziļi.

Valdošā suga un mistrojums	Pamežs	Raksturīgākie zemsegas augi	Izcirtumos un degumos parastāko sugu maiņa	Piezīmes
9	10	11	12	13
E, A, B	Rets; pīlādzis, lazda + baltalksnis	Zaķu kāposti un nelielā daudzumā citi platlapji un ogulāji: Oxalis, Pirola, Majanthemum, Luzula, Fragaria, Anemone, Vaccinium myrtillus Spīdīgā sūna (nepārtraukta sega): Hylocomium, Rhytidiadelphus, Dicranum, Pleurozium, Plagiochila. Izcirtumos spēcīgi attīstās stiebraugi: Calamagrostis, Agrostis, Aira	A-Eg, B-Eg, Be-Eg	
E, B, A (+M+P)	Rets; pīlādzis + lazda	Ogulāji, skostes un reti platlapji: Vaccinium myrtillus, (V. vitis idaea), Equisetum, Pirola, Majanthemum, Oxalis Spīdīgā sūna + dzegužlini, sfagni (nepārtraukta sega): Hylocomium, Dicranum, Pleurozium, Rhytidiadelphus, Polytrichum, Sphagnum	B-Eg, (A-E, P-E)	
E, B, M +A+Os (+P)	Rets; krūklis, kārkli	Zemsegas parasti tikai mikrokorelēja paaugstinājumos. Papardes, grīšji un citi šaurlapji, platlapji + mellenāji, kosas, doņi: Aspidium, Asplenium, Ulmaria, Carex, Calamagrostis lanceolata, Aira, Iris, Cirsium, Calla, Caltha, Oxalis, Vaccinium myrtillus, Juncus. Spīdīgā sūna: Climacium, Acrocladium, Dicranum, Thuidium, Hylocomium, Mnium, Polytrichum.	M-Db, B-Db	Nosusinātus nogabalus atzīmē Dbu

Nr. p. k.	T i p a		Meliorācijas vāj- dzībām izdalīto apakštīpu		Val- došās sugas boni- tate	Reljefs (makro) (mikro)	Parastāko augšņu apraksts
	nosaukums	apzīmēj.	nosa ukums	apzīmē- jums			
10.	Purv- eglājs Piceetum sphagnoso- caricosum	Ep	—	—	III- IV(V)	Zems līdze- nums vai lauzta rel- jefa šaurās ielejas ciņains	Slapja, nedziļa, līdz 30 cm grīšļu- hipnu-sfagnukūdra uz blīva zila māla (gleja) pamata. Pamatūdens seklī, līdz 1 m dziļi.
11.	Gārša Piceetum compositum	Gr	—	—	I-III	Morenu uz- kalni vai viegli viļ- ņains līdzens vai iedobumains	Valga-mitra, maz izskalota, bet nereti ar gleja pazī- mēm; parasti trūdbagāts māls (arī smilšains māls un grants) ar mer- ģeļa mālu dziļākās kārtās. Pamatūdens 1,5 m un dziļāk.
12.	Mistrājs (Ošājs- ozolājs) Fraxinetum- Quercetum fruticosum	Ms Os Oz	—	—	I-II	Līdzenums vai viegli viļņains (nereti upju ielejas) līdzens vai iedobumains	Valga-slapja saldā trūda bagāta, auglīga, maz izska- lota, neitrāla vai vāji skāba ar da- žādu minerālo sad- stāvu; ar seklu mer- ģeļa pamatni vai periodiski ap- gādāta ar kaļķa bagātu ūdeņu no- gulumiem. Pamatūdens dažādā dziļumā.
13.	Meln- alksnājs Alnetum glutinosae	Ml	—	—	I-III	Zemes līdze- nums; strautu ielejas; iedobumains	Slapja, dziļa, labi sadalījusies, bez- struktūras saska- lota koku kūdra uz merģeļa, māla vai smilšu pamata. Pamatūdens kaļķa bagāts, plūstošs, līdz 1 m dziļi.

Valdošā suga un mistrojums	Pamežs	Raksturīgākie zemsegas augi	Izcirtu- mos un degumos para- stāko sugu maļņa	Piezīmes
9	10	11	12	13
E, B (+M) (+P)	Rets; atsevišķi kārkli un krūklis	Zemsega parasti paaugstinā- tās vietās. Grīšļi, doņi, kosas, šaur- un platlapji: Carex, Juncus, Equisetum, Aira, Agrostis (Oxalis, Myo- sotis u. c.) Sfagni, dzegužlini: Sphagnum, Polytrichum.	B-Ep, M-Ep	Nosusinātus nogabalus apzīmē Epn
E, B, A, Os, L + O + M + Ba + Gb + VI	Biezs un vid. biezs; lazda, pīlādzis, liepa, sausserdis, krūklis u. c.	Platlapji, papardes: Aegopodium, Mercurialis, Angelica, Hepatica, Asarum, Galeobdolon, Asperula, Oxa- lis, Paris, Ulmaria, Pulmo- naria, Anemone, Asplenium, Aspidium Izcirtumi neaizņē ar stiebr- augiem	B-Gr, A-Gr, Ba-Gr, L-Gr, Os-Gr	
Os, O, B, A, L, Gb, K], Ba	Biezs (izņemot slapjas vietas); lazda, pīlādzis, sausserdis, ieva, krūklis u. c.	Platlapji, papardes (lielā daudzumā): Anemone, Pulmonaria, Ul- maria, Mercurialis, Aegopo- dium, Asperula, Galeobdo- lon, Hepatica, Asarum, Ur- tica, Asplenium, Aspidium Sūnas parasti iz- trūkst	B-Ms, A-Ms, Ba-Ms	Tipā apvie- notas dažā- da rakstura augtenes — kādreizēja ozolmeža niecīgas atliekas
M + B + Os	Rets; krūklis, irbene	Bieži tikai paaugstinātās vietās: Platlapji un papardes: Ulmaria, Ci- cuta, Urtica, Impatiens, Calla, Caltha, Scirpus, Carex, Myosotis, Aspidium, Asple- nium u. c.	B-MI	

AUGSTUMŠKIRU

audzes augstum

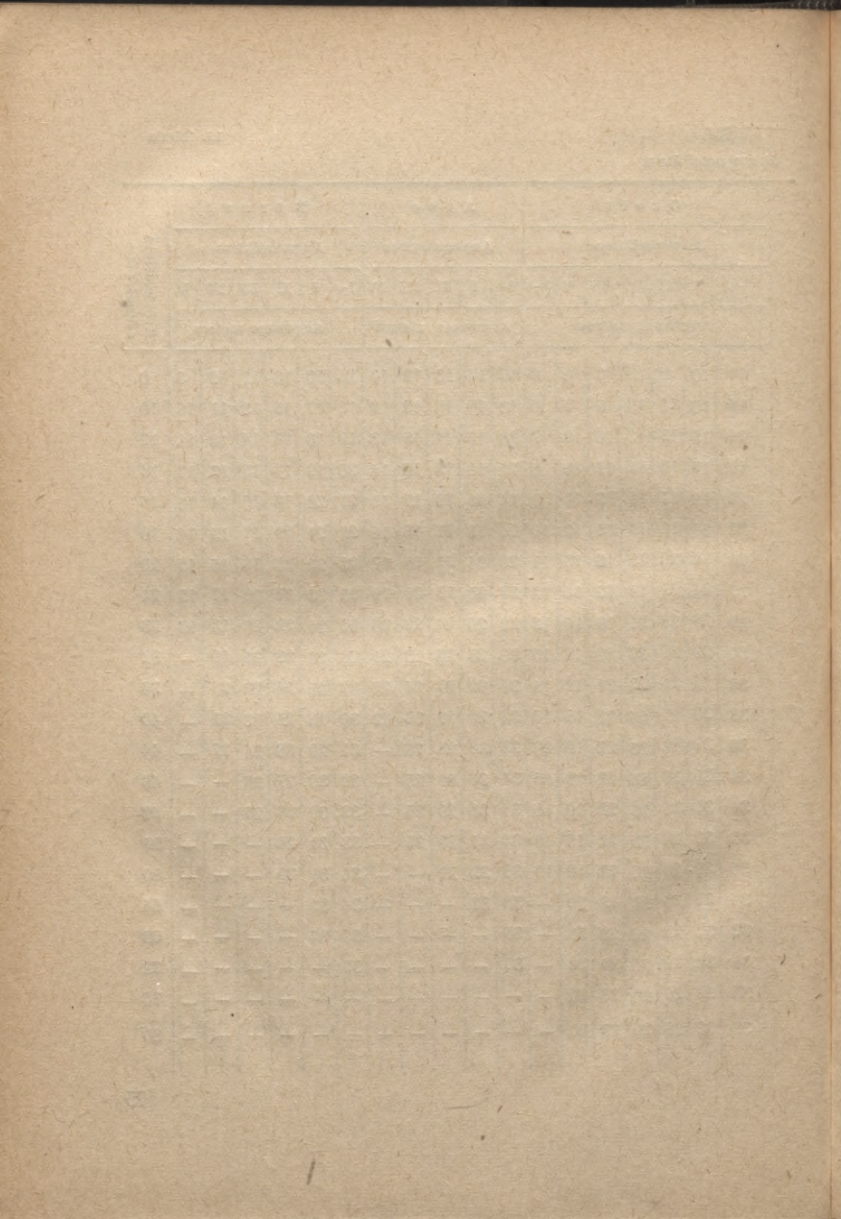
Krūšaugstuma caurmērs cm	P r i e d e								E g l e					
	Augstumšķiras								Augstumšķiras					
	I-b	I-a	I	II	III	IV	V	V-a	I-a	I	II	III	IV	V
	Augstums metros								Augstums metros					
8	15	14	12	11	9	8	7	6	12	12	9	8	7	6
10	17	16	14	13	11	10	9	7	14	13	12	11	9	8
12	19	18	16	14	13	12	10	8	17	15	14	13	11	10
14	22	20	18	16	15	13	11	9	19	17	16	14	13	11
16	24	22	20	18	16	15	12	10	21	19	18	16	14	13
18	26	24	21	19	18	16	13	11	23	21	19	18	16	14
20	28	26	23	21	19	17	14	11	25	23	21	19	17	15
24	31	28	25	23	21	19	15	12	27	25	23	21	19	17
28	33	30	27	25	22	20	16	13	30	28	25	23	21	19
32	35	31	28	26	23	21	17	14	31	29	27	25	22	20
36	36	32	29	27	24	21	18	—	33	31	28	26	23	21
40	36	33	30	27	25	22	19	—	34	32	29	27	24	22
44	37	33	30	28	25	22	19	—	35	33	30	28	25	—
48	38	34	31	28	25	23	—	—	35	33	31	29	26	—
52	38	34	31	28	25	23	—	—	36	34	32	29	26	—
56	38	34	31	28	26	23	—	—	36	35	32	30	—	—
60	39	34	31	28	26	23	—	—	37	35	33	—	—	—
64	39	35	32	28	26	—	—	—	37	35	33	—	—	—
68	39	35	32	29	26	—	—	—	37	35	33	—	—	—
72	39	35	32	29	26	—	—	—	37	35	33	—	—	—
76	39	35	32	29	—	—	—	—	37	36	—	—	—	—
80	39	35	32	29	—	—	—	—	37	36	—	—	—	—

TABULA

12. tabula

šķiras noteikšanai

O z o l s							A p s e					B ē r z s					Krāšaugstuma caurpētis cm	
Augstumšķiras							Augstumšķiras					Augstumšķiras						
I-a	I	II	III	IV	V	V-a	I-a	I	II	III	IV	I-a	I	II	III	IV		V
Augstums metros							Augstums metros					Augstums metros						
11	10	9	8	7	6	5	15	14	13	12	10	16	15	13	11	9	8	8
14	13	11	10	9	7	6	18	16	15	13	12	18	17	15	13	11	10	10
16	15	13	12	10	8	7	20	18	17	15	13	19	18	16	14	12	11	12
19	17	15	13	11	10	8	21	19	18	16	14	20	19	17	15	13	12	14
21	19	17	15	13	11	9	24	21	19	17	15	21	20	18	16	14	13	16
22	20	18	16	14	12	10	25	23	21	18	16	22	21	19	17	15	14	18
24	22	20	17	15	13	11	26	24	22	19	17	23	22	20	18	16	15	20
27	24	22	19	17	14	12	27	25	23	21	19	25	23	21	19	17	15	24
29	26	24	21	19	16	13	29	26	24	22	20	26	24	22	20	18	15	28
30	28	25	22	20	17	15	30	28	26	23	21	28	26	23	21	19	—	32
32	29	26	23	21	18	15	31	29	27	24	22	29	27	24	22	20	—	36
33	30	27	25	21	19	16	32	29	27	25	22	30	28	25	23	21	—	40
33	30	28	25	22	19	16	33	30	28	25	—	31	29	26	24	22	—	44
34	31	28	25	22	19	16	34	31	29	25	—	32	30	27	25	—	—	48
34	31	28	25	22	19	16	34	31	29	25	—	33	30	28	26	—	—	52
35	32	28	25	22	19	16	34	31	29	25	—	33	31	29	—	—	—	56
35	32	29	26	22	19	16	35	32	29	—	—	34	31	29	—	—	—	60
35	32	29	26	23	20	—	35	32	—	—	—	34	32	—	—	—	—	64
35	32	29	26	23	20	—	35	—	—	—	—	35	32	—	—	—	—	68
35	32	29	26	23	20	—	35	—	—	—	—	35	—	—	—	—	—	72
35	32	29	26	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76
35	32	29	26	23	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	80



L I T E R A T U R A

- Абрамов, Н. Н. и Панков, В. Ч. — Сортиментные таблицы для березы и осины северной части водоохранной зоны. 1943.
- Анучин, Н. П. — Проверка таблиц объемов бревен. Лесн. х. и лесн. пром. № 5—6. 1931.
- Анучин, Н. П. — Техника расчетов сырьевой базы фанерной промышленности. ЦНИИЛХ. Москва, 1933.
- Анучин, Н. П. — Раскряжевка хвойных деревьев. Москва, 1936.
- Анучин, Н. П. — Таблицы для расчета выхода сортиментов из стоящих деревьев. 1936.
- Анучин, Н. П. — Номограмма для определения запаса древесины. Лесн. хоз. № 10. 1940.
- Анучин, Н. П. — Упрощенные методы таксации леса. Москва, 1943.
- Анучин, Н. П., Грошевой, М. и Егоров, М. — Сортиментные таблицы сосны, ели, березы и осины. Москва, 1931.
- Archer, E. — Om tomerets form; Glommens og Drammens vasdrag. Med. f. d. Norske Skogsförs. N. 1. Kristiania, 1920.
- Арнольд — Вспомогательная книжка для лесничих. 1893.
- Баранов, Н. — Зеркальный проектор для измерения крон деревьев. Лесн. хоз. и экспл. № 6. Ленинград, 1936.
- Bruse, D., Schumacher, Fr. — Forest Mensuration, New York, 1935.
- Богдашин, М. С. — Таблицы сбега и объема сибирской лиственницы. Омск, 1929.
- Богдашин, М. С. — Таблицы сбега, объема и сортиментов пихты. 1935.
- Богдашин, М. С. — О недостатках общесортиментной шкалы. Лесн. хоз. № 10. 1940.
- Богословский, С. А. — К вопросу об изучении способов таксации прироста. Т. Л. О. Д. 60 вып. 1916.
- Богословский, С. А. — К вопросу о методах определения объема древесного ствола. Изв. Ив.-Возн. Полит. Инст. 1919.
- Богословский, С. А. и Зиновьев, В. П. — Статистический метод учета лесных ресурсов. Москва-Ленинград, 1932.
- Богословский, С. А. — Содержание понятия «прирост древесины». Лесн. хоз. № 7. 1940.
- Vonnemann, A. — Der gleichaltrige Mischbestand von Kiefer und Buche. Mitt. a. Forstwirtsch. u. Forstwiss. N. 4.
- Sajanus, W. — Über die Entwicklung gleichaltriger Waldbestände. Acta forestalia fennica. Helsinki, 1914.
- Давидов, М. В. — Производительность черноольховых насаждений в СССР. Воронеж, 1936.
- Дюкарев, Н. П. — Составление лесных планов по контактным аэро-фотоснимкам. Лесн. авиация. Ленинград, 1934.
- Добролянский, В. Я. — К вопросу об определении объема срубленных деревьев. Изв. С.-Петерб. лесн. и-та 13. 1915.

- Draudt, A. — Die Ermittlung der Holzmassen. 1860.
- Eglite, A. — Starpība starp stumbra neisto veidskaitli f un formas koeficientiem q_1 un q_2 pēc mērījumiem Latvija. 1940.
- Егоров, М. И. и Грошевой, М. Г. — Результаты проверки таблиц объема бревен. 1933.
- Eide, E. og Langsaeter A. — Avsmalningstabell for Granskog. Med. f. d. N. Skogsf. Nr. 12. Oslo, 1929.
- Эйтингген, Г. Р. — Лесная опытная дача 1865—1945. Москва, 1946.
- Эйтингген, Г. Р. — Рубка ухода за лесом в новом освещении. Москва, 1934.
- Эйтингген, Г. Р. — Лесоводство. 1944.
- Epander, V. — En avkastningstabell for blandskog. Skogen Nr. 4., Stockholm, 1934.
- Fekete, S. — Akác — Fatömegetáblák és szerfabeclési Táblázatok. Sopron, 1935.
- Гавеман, А. В. — Аэросъемка и исследование природных ресурсов. 1937.
- Гавеман, А. В. и Кузнецов, А. И. — Аэросъемка в лесном хозяйстве. Москва, 1934.
- Gerhardt, E. Zur Ertragstafelfrage. Allg. Forst- u. Jagdzeit. XI. 1928.
- Gevorkiantz, S., Kittredge, J. — Forest Possibilities of Aspen Lands in the Lake States. Univ. of Minnesota, Agr. Exper. Station. 1929.
- Григорьев, К. И. — Комбинированный воздушнонадземный метод обследования лесов. Сб. лесная авиация. 1934.
- Grundner und Schwappach — Massentafeln zur Bestimmung des Holzgehaltes stehender Waldbäume und Waldbestände. Heck — Freie Durchforstung. 1904.
- Hilfsbuch für Forsttaxatoren. Riga, 1903.
- Iivessalo, Y. — Ertragstafeln für die Kiefern-, Fichten- und Birkenbestände in der Südhälfte von Finland. Acta forestalia fennica. 15. 1920.
- Iivessalo, Y. — Vorschriften zu den Feldarbeiten der zweiten Reichstaxierung der Wälder Suomis. Helsinki, 1936.
- Ивашкевич — Таблицы сбега и массы главнейших дальневосточных пород. Владивосток, 1931.
- Известия Петровской с/х и Лесн. Академии. 1882.
- Изюмский, П. П. — Полнодревесность складочных мер. Журн. Лесн. хозяйство № 5, 1939.
- Jaccard, P. — Nouvelles recherches sur l'accroissement en épaisseur des arbres. Lausanne, Genève 1919.
- Jedlinski, W. — Tablice zasobności ir przyrostu drzewostanow sosnowych w Polsce. Warszawa, 1932.
- Kēlers, A. — Priežegļu audžu ražas Latvijas PSR. Latv. PSR mežu pēt. stac. rakstī, I (XI) 1940.
- Климашевский, Л. — Таблицы и руководство для определения объема бревен. 1909.
- Кобранов, Н. П. — Определение видового числа березы и осины.
- Колпиков, М. В. — Проходные рубки, как меры борьбы с потерей древесной массы в период возрастания насаждений. Сб. тр. Поволжского лесотехн. ин-та № 2, 1939.
- Кондратьев, А. И. — Рационализация способов промышленной таксации растущего и срубленного леса. 1933.

- Кондратьев, А. И. — Определение текущего и среднего прироста насаждений. Рукопись. 1938. (По Тюрину).
- Kopetzky — Neue Verfahren der Bestandesmassenermittlung. C. i. d. g. F. 1899 und 1900.
- Korsun, F. — Krychlení kulatiny ze středové kruhové základny a délky (T. zv. metoda Huberovata). 1931.
- Korsun, F. — Stanovení krychlového obsahu kulatiny. Lesnická Práce XIII, 1934.
- Korsun, F. — Kubovací metody se dvěma příčnými rezy. Praha, 1934.
- Korsun, F. — Vzorec Sustovriv. Lesnická Práce 9. 1939.
- Кошарновский, Н. А. — Справочник по таксации лесоматериалов. Москва, 1932.
- Козицын, П. Д. — О некоторых приложениях правила Чебышева к лесной таксации. Отчет Моск. Лесн. Общ. за 1895 г.
- Козицын, П. Д. — Теоретическая проверка удельных массовых таблиц для березы. Труды Моск. лесн. общ. Москва, 1909.
- Котов, А. М. — Сто лет русским лесным опытными таблицам. Природа, № 11. 1946.
- Kraft, G. — Beiträge zur Lehre von den Durchforstungen, Schlagstellungen und Lichtungshieben. 1884.
- Краинев, В. П. и Дворецкий, М. Л. — Сортиментные таблицы для березы и осины северо-восточной части водоохранной зоны. 1943.
- Kreidins, G. S. — Elementars statistikas kurss. Rīgā, 1945.
- Крюденер, А. — Удельные массовые таблицы. 1909—1913.
- Крюденер, А. — Таблицы объема бревен сосны и приложение к таблицам объема бревен. 1910.
- Kunze, M. — Untersuchungen über die Genauigkeit der Inhaltsberechnung der Stämme aus Mittenstärke und Länge. 1912.
- Kunze, M. — Hilfstabellen für Holzmassen-Aufnahmen. 1928.
- Курбатский, Н. П. — Новый способ таксации лесного массива по выборочному методу. Вопр. лесн. такс. Ленинград, 1937.
- Курбатский, Н. П. и Мокеев, Г. А. — Методика исследования хода роста древостоев, установления пригодности существующих и составления новых таблиц хода роста. Вопросы лесной таксации. ЦНИИЛХ Ленинград, 1937.
- Кузнецов, А. И. — Опыт микрофотометрического дешифрирования лесных аэроснимков.
- Ландсберг, С. — Влияние точности и способов определения поперечных сечений. С. X. Л. № 2, 1904.
- Лапиров-Скобло, С. Я. — Унифицированные стандарты на круглые лесные материалы хвойных пород. Лесн. промышл. № 8—9, Москва, 1946.
- Лесное хозяйство и лесозэксплуатация. 1932.
- Лесной журнал. 1877, 1879.
- Levakovič, A. — O odnošaju drvnog pierasta u stábalu napratha jednoj komponenti toga prirasta. Zagreb, 1926.
- Levakovič, A. — Analitički oblik zakona rastenja. Glasnik za šumske rokuse 4. 1935.
- Левин, В. М. — К вопросу о приросте древостоев после осушки площадей на Севере. Сборн. Арханг. лесотехн. и-та. 1946.

- Lönnroth, E. — Untersuchungen über die innere Struktur und Entwicklung gleichaltriger naturnormaler Kiefernbestände. Acta forestalia fennica. Helsinki, 1926.
- Лосицкий, К. Б. — Изменение полндревесности деревьев дуба при рубках ухода. Лесн. пром. № 2. 1947.
- Löwis, A. — Anteilung zur Forstwirtschaft für Livland. Riga, 1914.
- Любимов, В. и Корш, В. — Исследование хода роста нормальных кедровых насаждений III кл. бонитета. Омск, 1926.
- Maas, A. — Kubikinnehallet och formen hos tallen och granen inom Särna socken af Dalarna. Medd. fr. d. St. Skogsf. Nr. 5, 1908.
- Maas, A. — Kubikinnehallet och formen hos tallen i Sverige. Medd. fr. d. St. Skogsf. Nr. 8, Stockholm, 1911.
- Markus, R. — Latvijas priedes stumbru raukums un tilpums. JLA raksti MF I. sēj. 1. nr. Jelgava, 1940.
- Markus, R. — Latvijas egles stumbru raukums un tilpums. JLA raksti MF I. sēj. 2. nr. Jelgava, 1940.
- ВСХХ Союзлеспром — Массовые таблицы для сосны, ели, дуба, березы и осины по классам бонитета. Москва, 1931.
- Mathiesen, A. — Über die Birkenbestände des Lehrforstes Kästre-Peravald. Tartu, 1926.
- Mathiesen, A. — Beiträge zur Holzmassenermittlung mit besonderer Berücksichtigung der Schwerpunktsmethode. Tartu, 1931.
- Матвеев-Мотин — Лесное хозяйство № 6. 1939.
- Медведев, Я. С. — Опыт исследования гущины леса. Лесн. журнал № 4—5. 1910.
- Metzger — Studium über den Aufbau der Waldbäume und Bestände nach statischen Gesetzen. Münd. forsil. Hefte 5, 6, 7. 1893.
- Милованович, Д. А. — Типы лесов среднего Урала. Пермь, 1928.
- Милованович, Д. А. — Ход роста нормальных насаждений сосны, ели и березы среднего Урала. Пермь, 1929.
- Мойсеенко, Ф. П. — Определение запаса и товарности черноольховых насаждений. Сборн. науч.-исслед. раб. БелНИИЛХ. Гомель, 1940.
- Мойсеенко, Ф. П. — Сортиментные таблицы для хвойных и лиственных пород. Лесн. хоз. № 1. 1940.
- Мойсеенко, Ф. П. и Мурашко, А. Г. — Таблицы для сортиментного учета леса на корню (сосна, ель, дуб, ольха, береза, осина и граб). БелНИИЛХ. Минск, 1940.
- Мойсеенко, Ф. П. и Мурашко, А. Г. — Определение текущего прироста насаждений. Сборн. работ по лесн. хоз. БелНИИЛХ. 1940.
- Мойсеенко, Ф. П. — Массовые таблицы для клена и граба и методы их составления. БелНИИЛХ. Минск, 1940.
- Мойсеенко, Ф. П. — Сортиментные таблицы для сосны и ели. Москва, 1946.
- Морохин, Д. — Установление бонитета при промышленной таксации. Лесопром. дело № 1. 1932.
- Mūrnīeks, P. — Latvijas priedes un egles mizas daudzums. Rīgā, 1938.
- Mūrnīeks, P. — Baltalkšņu augšanas gaita. Rīgā 1947.
- Müller, Udo — Lehrbuch der Holzmesskunde, Berlin, 1923.
- Науменко, И. М. — Текущий объемный прирост насаждений. Научн. записки Воронежск. лесхоз. и-та. 1946.
- Науменко, И. М. — Достоверно ли определение текущего прироста насаждения по моделям. Лесн. хоз. № 7. 1940.

- Орлов, М. М. — Лесная таксация, 3-е издание.
 Орлов, М. М. — Лесная вспомогательная книжка. Ленинград, 1931.
 Орлов, М. М. — Таксация леса на корню по массовым и сортиментным таблицам. Масс. табл. Союзлеспрома. 1931.
 О'Рурк — Таблицы умножения.
 Осетров, С. Е. — К вопросу о способах определения площадей сечения. Изв. С.-Пет. лесного и-та 13, 1905.
 Ostwald, E. — Zur Inhaltsbestimmung des Langnutzholzes. Balt. Wochenschrift Nr. 4, 1894.
 Ostwald, E. — Ertragstafelstudien. Silva Nr. 51/52. 1924.
 Отчеты Московского Лесного Общества. 1895.
 Ozols, J. — Par masas tabulām. М. г. кр. Rīgā, 1924.
 Ozols, J. — Stumbru un balķu formas labuma noteikšanas metode. М. г. кр. IX, Rīgā, 1931.
 Petriņi, S. — Formeln für Stammkubierung. Thar. forstl. Jahrb. Bd. 7, 1926.
 Pieauguma tabulas normalām mežaudzēm un stumbru masas un takses tabulas. Rīgā, 1937.
 Pļonksi, Wl. — Die Berechnung des Massenzuwachses am gefällten Stamme mit Hilfe des normalen Querschnittes. Thar. forstl. Jahrb. 1930.
 Podiņš, V. — Sakarība starp veidskaitli un Sefela formas koeficientu q^1 . Rīgā, 1930.
 Pogrebniak, P. S. — Art der Prozentberechnung der Astmasse einzelner Bäume. Mitt. a. d. forstl. Versuchsw. in d. Ukraine. H. VIII. 1928.
 Погребняк, П. С., и др. — Основы лесной типологии. Киев, 1944.
 Поморский, Ю. Л. — Вариационная статистика I, II. Ленинград, 1929, 1930.
 Praktisk Skogshandbok. Stockholm, 1924.
 Pressler, R. — Forstliches Hilfsbuch. Wien, 1902.
 Pressler, R. — Neue holzwirtschaftliche Tafeln.
 Princis, R. — Baltalkšņa veidskaitlis. Rīgā, 1947.
 Пронин, А. К. — Руководство по дешифрированию лесных аэроснимков. 1935.
 Проваторов. — Таблицы кубич. содерж. древесн. массы бревен. 1873. Rokas grāmata mežkopjiem. 1947.
 Ростовцев и Курдиани — Массовые и сортиментные таблицы для бука, дуба, граба, ясеня, ольхи, пихты, липы, сосны. Тифлис, 1932.
 Rozens, A. — Bērza vecuma noteikšana pēc tāšu slāņiem. Mežs. rakstu krājums. Rīgā, 1927.
 Rozens, A. — Koksnes gadskārtu saskatāmības uzlabošana. Mežs. rakstu krājums V. Rīgā, 1927.
 Rozens, A. — Mizošanas un skaldišanas ietekme uz bērza malkas žūšanu un bojāšanos no puves. Rīgā, 1935.
 Рудский — Лесная таксация; 2 изд. 1890.
 Самойлович, Г. Г. — Дешифрирование по аэроснимкам лесов. Матер. по дешифр. аэросн. 1942.
 Sarma, P. (Sreinerts) — Šķerslaukuma kļūda sakarā ar caurmēra nopārošanu pie audžu dastošanas. LUR L. f. ser. I, 18. 1931.
 Sarma, P. (Sreinerts) — Egles stumbru ekscentricitate atkarībā no debess pusēm un vainagu formas. Mežs. rakstu kr. 1934.
 Sarma, P. (Sreinerts) — Egles stumbra formas studijas. LUR Lauks. f. ser. II, 17. 1935.

- Sarma, P. — Mūķenes bojājumu ietekme egles pieaugumā. Rīgā, 1935.
- Sarma, P. — Pētījumi par egļu audžu strukturu eglājā. 1945.
- Sarma, P. — Cirtmeta pazemināšanas iespējas Latvijas PSR priēžu saimniecībās. 1947.
- Sarma, P. — Salīdzinājumi par Latvijas PSR galveno koku sugu audžu augšanas gaitu. 1947.
- Сепреев, П. Н. — Лесная таксация. Москва, 1940.
- Speidel — Beiträge zu den Wuchsgesetzen des Hochwaldes. Tübingen, 1893.
- Степунин, Г. А. Основы лесной таксации. Москва, 1933.
- Сукачев, В. — Руководство к исследованию типов леса. 1930.
- Schiffel, A. — Form und Inhalt der Fichte. Mitteil. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs. Wien, 1899. H. 24.
- Schiffel, A. — Die Kubierung von Rundholz aus zwei Durchmesser und Länge. Mitt. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs XXVII. 1902.
- Schiffel, A. — Wuchsgesetze normaler Fichtenbestände. Mitt. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs XXIX. 1904.
- Schiffel, A. — Über die Kubierung handelsmässig bearbeiteter Hölzer und über die Beurteilung der Vollholzigkeit von Rundholz. Zentralbl. f. d. g. F. 1904.
- Schiffel, A. — Form und Inhalt der Lärche. Mitteil. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs. Wien, 1905. H. 31.
- Schiffel, A. — Form und Inhalt der Weissföhre. Mitteil. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs. Wien, 1907. H. 32.
- Schiffel, A. — Form und Inhalt der Tanne. Mitteil. a. d. forstl. Versuchsw. Österreichs. Wien, 1908. H. 34.
- Schilling, L. — Ostpreussische Kiefern-Fichtenmischbestände. Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 1925.
- Шустов, Б. А. — К вопросу о ходе роста дубовых высокоствольников. Т. Л. О. Д. 17 вып. 1909.
- Шустов, Б. А. — Порослевые дубовые насаждения южной России. Тер. по лесн. оп. делу 52, 1914.
- Шустов, Б. А. — Таблицы сбег и объема стволов дуба по бонитетам. Масс. табл. Союзлеспрома. 1931.
- Schwarzsch, A. — Die Kiefer. Neudamm, 1908.
- Тарашкевич, А. И. — Способ быстрой оценки насаждений без заложения пробных площадей. Лесопр. дело. V, 1923.
- Тарашкевич, А. И. — К вопросу о строении насаждений. Лесн. хоз. Лесопр. и Топл. № 9, 1924.
- Тарашкевич, А. И. — Таксационный глазомер. Лесн. хоз. Лесопр. и Топл. 6/7, 1924.
- Тарашкевич, А. И. — Процесе отпада стволов. Лесн. хоз. и лесозекспл. 12, 1935.
- Тарашкевич, А. И. — Процесс перегруппировки стволов. Лесн. хоз. и лесозекспл. 1—2, 1936.
- Ткайн, А. Ф. и Иванов, В. К. — Дрова как топливо и сырье для химической переработки. Москва, 1935.
- Тихомиров, Б. и Тищенко, И. — Ход роста сибирской лиственницы по исследованиям в Хакасском округе Сибирского края. Сиб. инст. с/х и лесоводства т. II, вып. 3. Омск, 1929.
- Tischendorf, Willh. — Lehrbuch der Holzmassenermittlung. Berlin, 1927.

- Тюрин, А. В. — Исследования хода роста нормальных сосновых насаждений в Архангельской губ. Тр. по лесн. оп. делу, 45. 1913.
- Тюрин, А. В. — К познанию объемов и форм деревьев важнейших древесных пород России. Воронеж, 1921.
- Тюрин, А. В. — Всеобщие опытные таблицы хода роста нормальных сосновых насаждений. Лесн. дело, 1924.
- Тюрин, А. В. — Употребление всеобщих таблиц хода роста. Лесн. хоз. и лесн. пром. 29/30. 1926.
- Тюрин, А. В. — Нормальная производительность насаждений сосны, березы, осины и ели. 1931.
- Тюрин, А. В. — Таблицы сбега и объема стволов березы по бонитетам. Масс. табл. Союзлеспрома. 1931.
- Тюрин, А. В. — Таксация леса. Москва, 1938.
- Тюрин, А. В. — Таксация леса, 2 изд. Москва, 1945.
- Тюрин, А. В. и Науменко, И. М. — Лесная вспомогательная книжка. Москва, 1945.
- Ткаченко, М. Е. — Закон объемов древесных стволов и его значение для массовых и сортиментных таблиц. Ж. с/х и лесов. СПб. 1911.
- Ткаченко, М. Е., Асосков, А. И. и Синев, В. Н. — Общее лесоводство. Ленинград, 1939.
- Товстолес, Д. И. — Методика составления таблиц сбега и объемов древесных стволов. Лесн. хоз. и лесн. пром. № 55—59, 1928.
- Третьяков, Н. В. — Определение объема древесного ствола с помощью трех обмеров. 1915.
- Третьяков, Н. В. — Закон единства в строении насаждений. 1921/27.
- Третьяков, Н. В. — Глазомерная таксация запаса насаждения. Лесопр. дело № 3, 1925.
- Третьяков, Н. В. — Новый метод составления таблиц сбега. Тр. по лесн. опыту. делу I, Москва, 1925.
- Третьяков, Н. В. и Горский, П. В. — Выявление товарности древостоев сосны и ели на корню. 1934.
- Третьяков, Н. В. — Методика учета среднего и текущего приростов древостоев. Вопр. лесн. такс. Ленинград, 1937.
- Третьяков, Н. В. — Методика составления массовых таблиц сбега и объемов для древостоев ценных пород Сев. Кавказа. Вопр. лесн. такс. Ленинград, 1937.
- Третьяков, Н. В. и Горский, П. В. — Объемные, сортиментно-сортиные и товарные таблицы по разрядам для лесов Карелии. 1940.
- Тур, А. — Массы и таксы. Лесн. журн. 1882.
- Турский, Т. М. — Таблицы для таксации леса. 1902.
- Турский, Т. М. — Очерки по теории прироста. Москва, 1925.
- Турский, Т. М. — Лесная таксация. Москва, 1927.
- Van der Vliet — O Presslerovčé a Schneiderovčé vzorei pro určování běžného prírustu. Nek. dendrom. otázek. Praha, 1934.
- Van der Vliet — Nekolik dendrometrických otázek. Sbornik. Praha, 1934.
- Варгас де Бедемар, А. — Исследования о запасе и приросте лесов в Тульской губ. Лесн. журн. 1848.
- Варгас де Бедемар, А. — Исследования запаса и прироста лесонасаждений Самарской губ. Лесн. журн. 1850.

- Варгас де Бедемар, А. — Исследования запаса и прироста лесонасаждений С.-Петербургской губернии. 1850.
- Васильев, П. В. — Пятилетний план и задачи лесной науки. Лесная промышленность 8—9. Москва, 1946.
- Vīksne, A. — Apažo koku tievgaļu minimalo caurmēru aprēķināšana tēsto, materialu izstrādāšanai. Meškopju darbs un zinātne. Rīgā, 1940.
- Weber, R. — Lehrbuch der Forsteinrichtung mit besonderer Berücksichtigung der Zuwachsgesetze der Waldbäume. 1891.
- Weise, W. — Eine einfache Methode für die Ausstellung der Ertragstafel für die Kiefer. Münd. Forstl. Heft X, 1896.
- Захаров, В. К. — Таблицы объемов, сбега и сортиментные для сосны, ели, дуба, ясеня, ольхи, осины, березы, граба (Белоруссии). Минск, 1928.
- Захаров, В. К. — Таблицы сбега и объема стволов сосны по бонитетам. Масс. табл. Союзлеспрома. 1931.
- Захаров, В. К. — К изучению изменчивости формы древесных стволов дубовых насаждений в связи с методикой таксации леса на корню. Лесн. хоз. и лесн. пром. № 7. 1929.
- Zviedris, A. — Latvijas valstsmežu pieaugums. Mežs. rakstu krāj. VIII, 1930.
- Zviedris, A. — Latvijas egļu audžu bonitates. Mežs. rakstu krājums XII, Rīgā 1934.
- Zviedris, A. — Bērza koku masa. Mežs. rakstu krāj. XV. Rīgā, 1937.
- Zviedris, A. — Reguletā izlases cirte Latvijas PSR mežos. 1947.



S A T U R S

	Lpp.
Priekšvārds	3
Ievads	5
1. §. Meža taksācijas jēdziens, uzdevums un saturs	5
2. §. Meža taksācijas attīstības un izveidošanās galvenie etapi	7

I. ATSEVIŠKA KOKA UN TĀ DAĻU TAKSĀCIJA

1. Koka taksācijas elementi un to noteikšana

A. Koka taksācijas elementi

3. §. Koka daļas	9
4. Stumbra taksācijas elementi	10
5. Taksācijas elementu apzīmējumi un mērīšanas vienības	11

B. Stumbra garuma mērīšana

6. Stumbra garuma mērīšanas rīki	12
7. Stumbra garuma mērīšanas noteikumi un tehnika	12

C. Netiešā koku augstuma mērīšana

8. Netiešās augstuma mērīšanas teorija	13
9. Vienkāršie augstuma mērīšanas paņēmieni	19
10. Dastmēra pielāgošana augstuma mērīšanai	21
11. Augstummēri	23
Trigonometriskie augstummēri	23
Geometriskie augstummēri	24
12. Netiešās augstuma mērīšanas noteiktība	33

D. Tiešā stumbra caurmēra mērīšana

13. Caurmēru mērīšana uz šķērsgriezumiem	34
14. Caurmēru mērīšana ar dastmēru	34
15. Dastmēra uzbūve	35
16. Mērlīneala iedalījums	36
17. Raksturīgākās dastmēru konstrukcijas	37
18. Dastmēri tilpuma noteikšanai	42
19. Reģistrētāji dastmēri	44
20. Dastmēri augošu koku caurmēru mērīšanai lielākā augstumā	46

E. Netiešā caurmēra mērīšana

21. Ievads	47
22. Caurmēra noteikšana pēc stumbra apkārtmēra	47
23. Netiešās caurmēru mērīšanas teorija	48
24. Netiešās caurmēru mērīšanas instrumenti	52
25. Netiešās caurmēru mērīšanas noteikumi	57

	Lpp.
F. Stumbra šķērslaukuma noteikšana.	
26. §. Stumbra šķērslaukuma noteikšanas metodes	58
27. §. Caurmēra kļūdas ietekme šķērslaukumā	62
2. Mērišanas kļūdas un kļūdu izlīdzināšanas pamati.	
A. Izlīdzināšanas rēķinu pamatjēdzieni.	
28. §. Mērišanas kļūdas un to cēloņi	64
29. §. Aritmetiskā vidējā noteikšana	65
30. §. Vidējais novirzījums, vidējā kvadratiskā kļūda un aritmetiskā vidējā kļūda	68
31. §. Normalais sadalījums un normalā likne	69
32. §. Kļūdu sakrāšanās	71
33. §. Tiešo novērojumu izlīdzināšana	73
B. Dažādi rēķināšanas palīgīdzekļi.	
34. §. Literārie un grafiskie palīgīdzekļi	77
35. §. Mechaniskie palīgīdzekļi	80
3. Nocirsta koka un tā daļu taksācija.	
A. Koku stumbru tilpuma noteikšanas teoretiskie pamati.	
36. §. Koku stumbru forma	87
37. §. Vispārīgās stereometriskās formulas	90
B. Gulošu stumbru tilpuma noteikšana.	
38. §. Stumbru un to nogriežņu tilpuma noteikšanai atvasinātās formulas	92
39. §. Saliktās tilpuma formulas	99
40. §. Mērišanas kļūdu ietekme tilpumā	104
41. §. Dažādu formulu piemērotība tilpuma noteikšanai	107
42. §. Stumbra tilpuma noteikšanas piemērs	115
C. Fizikalās tilpuma noteikšanas metodes.	
43. §. Fizikalās tilpuma noteikšanas pamati	122
44. §. Ksilometriskā metode	122
45. §. Svaru metode	125
46. §. Kombinētā metode	127
D. Mizas, celmu, sakņu un zaru tilpuma noteikšana	
47. §. Mizas tilpuma noteikšanas metodes	128
48. §. Mizas novietošanās stumbrā	129
49. §. Mizas tilpuma noteikšanas piemērs	132
50. §. Celmu un sakņu tilpuma noteikšana	134
51. §. Zaru tilpuma noteikšana	134
4. Apstrādāto meža materiālu taksācija.	
A. Apaļo lietskoku sortimentu taksācija.	
52. §. Sortimentācijas jēdziens	137
53. §. Apaļo sortimentu taksācija	138
54. §. Balķu raukums	139
55. §. Balķu tilpuma noteikšana pēc tievgāja caurmēra un garuma	141
56. §. Kāršu un mietu tilpuma noteikšana	143

B. Grēdās krauto materiālu taksācija.

57.	Dedzināmās malkas, papīrmalkas un balsteņu taksācija	144
58.	Attieksmes starp grēdas krāvuma un ciešo tilpumu	145
59.	Tilpīguma koeficienti	148
60.	Žaģaru un zaru grēdu tilpuma noteikšana	150
61.	Celmu un saku malkas tilpuma noteikšana	150
62.	Ogļu sārta tilpuma noteikšana	151
63.	Sagatavotas mizas un kriju tilpuma noteikšana	152

C. Zāģēto, tēsto un citu apstrādāto meža materiālu taksācija.

64.	Zāģēto materiālu tilpuma noteikšana	152
65.	Tēsto materiālu tilpuma noteikšana	155
66.	Tēsto materiālu izstrādāšanai nepieciešamais apaļo koku minimalais tievgaļa caurmērs	157
67.	Skaldīto, plēsto un lobīto materiālu tilpuma noteikšana	159
68.	Apstrādāto materiālu iznākums no apaļiem sortimentiem	160

5. Augošu koku taksācija.

A. Augošu koku formas un tilpuma noteikšana.

69.	Augošu koku taksācijas elementu noteikšana	162
70.	Veidskaitļi	164
71.	Formas koeficienti	168
72.	Veidrādis	170
73.	Sakarības starp veidskaitli, formas koeficientiem un citiem stumbra taksācijas elementiem	172
74.	Veidskaitļu grozības dažādu faktoru ietekmē	177
75.	Vidējo veidskaitļu tabulas	181
76.	Veidskaitļu lietošana stumbra tilpuma noteikšanai	183
77.	Pāreja no cilindra uz stumbra tilpuma tabulām	187
78.	Masas tabulu iekārtojums	188
79.	Augošu koku zaru un mizas masas noteikšana	190
80.	Stumbra raukums un tā ietekmētāji faktori	191
81.	Stumbra masas un raukuma tabulas	193
82.	Masas un raukuma tabulu sastādīšanas metodes	196
83.	Izplatītāko masas un raukuma tabulu raksturojums	203
84.	Masas tabulu metodes novērtējums	206
85.	Augošu koku tilpuma noteikšana ar nocirstu koku tilpuma noteikšanas metodēm	208
86.	Virzienpunkta metode	209
87.	Acumēra taksācija un tuvinātās metodes	211

6. Koku vecuma un pieauguma noteikšana.

A. Atsevišķa koka vecuma noteikšana.

88.	Vecuma noteikšanas nolūks un pamati	213
89.	Nocirsta koka vecuma noteikšana	214
90.	Augoša koka vecuma noteikšana	216
91.	Fiziskais un saimnieciskais vecums	218

B. Koku pieauguma noteikšana.

92.	Pieauguma jēdziens	219
93.	Pieauguma veidi	220

	Lpp.	
94.	Attieksme starp vidējo un tekošo pieaugumu	221
95.	Pieauguma procenta noteikšana	222
96.	Koka augšana garumā un augstuma pieaugums	223
97.	Koka augšana resnumā un caurmēra pieaugums	228
98.	Koku šķērslaukuma pieaugums un šķērslaukuma attīstība	233
99.	Stumbra analīze	236
100.	Stumbra masas attīstība un masas pieaugums	249
101.	Veidskaitļu grozības vecuma ietekmē	253
102.	Sakarības starp stumbra taksācijas elementu pieauguma procentiem pv, pg, ph un pr	254
103.	§. Tuvinātās metodes nocirsta koka absolūtā masas pieauguma noteikšanai	258
104.	§. Tuvinātās metodes nocirsta koka masas pieauguma procenta noteikšanai	266
105.	§. Tuvinātās metodes augošu koku masas pieauguma procenta noteikšanai	270
C. Koku augšanas gaitas likumsakarības.		
106.	Koku augšanas gaitu ietekmētāji faktori	282
107.	§. Stumbra taksācijas elementu attīstības gaitas raksturīgākās iezīmes	283
108.	§. Koku augšanas gaitas likumsakarības	287

II. AUDŽU TAKSACIJA

1. Audzes sastāva un struktūras pamatjēdzieni.

109.	Jēdziens par audzi	290
110.	Vienkāršas tīraudzes koku sadalījums caurmēru pakāpēs; vidējais caurmērs	293
111.	§. Audzes koku caurmēru un augstumu attieksmes, augstuma līkne, vidējais augstums	297
112.	Audzes vecuma noteikšana	301
113.	Saliktās audzes	306
114.	Audzes sastāvs	308
115.	Audzes biežība	310
116.	Audzes koku diferenciacija, galvenā audze un starpaudze	315
117.	Audzes bonitate	321
118.	Meža tipi	327
119.	Audzes stāvoklis	329
120.	Audzes sortimentu struktūra	330
121.	Nogabals kā taksācijas vienība	331

2. Audzes masas un sortimentu noteikšana.

A. Audzes krājas noteikšana uzņemšanas ceļā.

122.	§. Audzes krājas noteikšanas pamatprincipi	332
123.	Audzes koku dastošana	334
124.	Dastošanas noteikumi un tehnika	335
125.	Caurmēru noapaļošana	336
126.	Audzes uzņemšanas darbu organizācija	340
127.	Audzes masas noteikšana ar stumbru masas tabulām	343
128.	Lasas tabulu metodes noteiktība	344
129.	§. Audzes masas noteikšana ar augstumšķiru un bonitāšu masas tabulām	345

	Lpp.
130. Audzes sortimentu noteikšana ar sortimentu tabulām	350
131. Paraugkoku metodes	353
132. Audzes vidējā paraugkoka metode	354
133. Divu vidējo paraugkoku metode	356
134. Kļāšu vidējo paraugkoku metodes	358
135. Grafiskās metodes	370
136. Kombinētās metodes	376
137. Paraugkoku metožu novērtējums	378
B. Audzes masas noteikšana ar daļēju uzņemšanu	
138. Jēdziens par parauglaukumiem	381
139. Parauglaukumu izvēle, lielums un veids	382
140. Parauglaukumu ierīkošana un uzņemšana	384
141. Audzes masas noteikšana pēc cirtes rezultātiem	390
142. Tuvinātās metodes audzes krājas noteikšanai un acumēra taksacija	391
C. Audzes masas noteikšanas metodes izvēle	
143. §. Audzes masas noteikšanas metodes izvēle atkarībā no taksācijas uzdevumiem	394
3. Audzes pieaugums un augšanas gaita.	
A. Audzes pieauguma noteikšana.	
144. §. Audzes pieaugums un tā ietekmētāji faktori	395
145. §. Audzes vidējā pieauguma noteikšana	397
146. §. Audzes tekošā pieauguma noteikšana	397
147. §. Tuvinātās metodes audzes tekošā pieauguma procenta noteikšanai	401
148. §. Audzes pieauguma noteikšanas metožu novērtējums un metodes izvēle sakarā ar taksācijas uzdevumu	406
B. Audzes augšanas un attīstības gaita.	
149. §. Audzes augšanas gaita dažādos apstākļos	407
150. §. Normālo audžu augšanas gaitas tabulas	408
151. §. Augšanas gaitas tabulu sastādīšanas metodes	410
152. §. Augšanas gaitas tabulas dažādām starpciršu pakāpēm	416
153. §. Augšanas gaitas tabulas mistrotām un saliktām audzēm	417
154. §. Vietējās un vispārējās augšanas gaitas tabulas	419
155. §. Izplatītākās augšanas gaitas tabulas	423
156. §. Augšanas gaitas tabulu praktiskā lietošana	424
157. §. Augšanas gaitas tabulu papildināšana un pārveidošana taksācijas prakses vajadzībām	431
158. §. Audzes taksācijas elementu attīstības gaitas raksturīgās iezīmes	435
159. §. Audzes attīstības gaitas likumsakarības	450

III. MEŽA MASIVU TAKSACIJA.

1. Mežiericības taksācijas pamatzudevumi.

160. §. Meža masivu taksācijas īpatnības	455
161. §. Meža masivu sadalīšana	455
162. §. Meža teritorijas iedalījums dažādās zemju kategorijās	459

	Lpp.
163. §. Dažādo meža platību kategoriju nozīme	459
164. §. Nogabalu minimalais lielums un izdališanas pazīmes	461
165. §. Nogabalu izdališanas paņēmieni	463
166. §. Nogabalu taksācija	466
167. §. Daļplānu un mežaudžu plānu sastādīšana	474
2. Lielu meža masīvu inventarizēšanas metodes.	
168. §. Statistiskā jeb izlases metode	475
169. §. Aerofotogrammetriskā metode	479
170. §. Aerovizualā taksācija	492
171. §. Kombinētās metodes	496
IV. CIRSMU TAKSĀCIJA.	
172. §. Cirsmas jēdziens	498
173. §. Cirsmu projektēšana	498
174. §. Cirsmu iestigošana	500
175. §. Cirsmu uzsākšana	501
176. §. Cirsmu taksācija	502
Pielikumi	
1. Šķērslaukums pēc caurmēra cm ar desmitdaļām	506
2. Šķērslaukumu tabulas	510
3. Apaļo meža materiālu tilpuma tabulas	542
4. Balsteņu tilpuma tabulas	548
5. Priedes stumbru tilpuma tabulas	550
6. Egles stumbru tilpuma tabulas	552
7. Pieauguma procenšu tabula	554
8. Augšanas gaitas tabulas normalām priežu audzēm	556
9. Augšanas gaitas tabulas normalām egļu audzēm	559
10. Augšanas gaitas tabulas normalām bērza, apšu un meln- alkšņu audzēm	562
11. Meža tipu saraksts	564
12. Augstumšķiru tabula	574
Literatūra	577



Redaktors J. Siliņš.

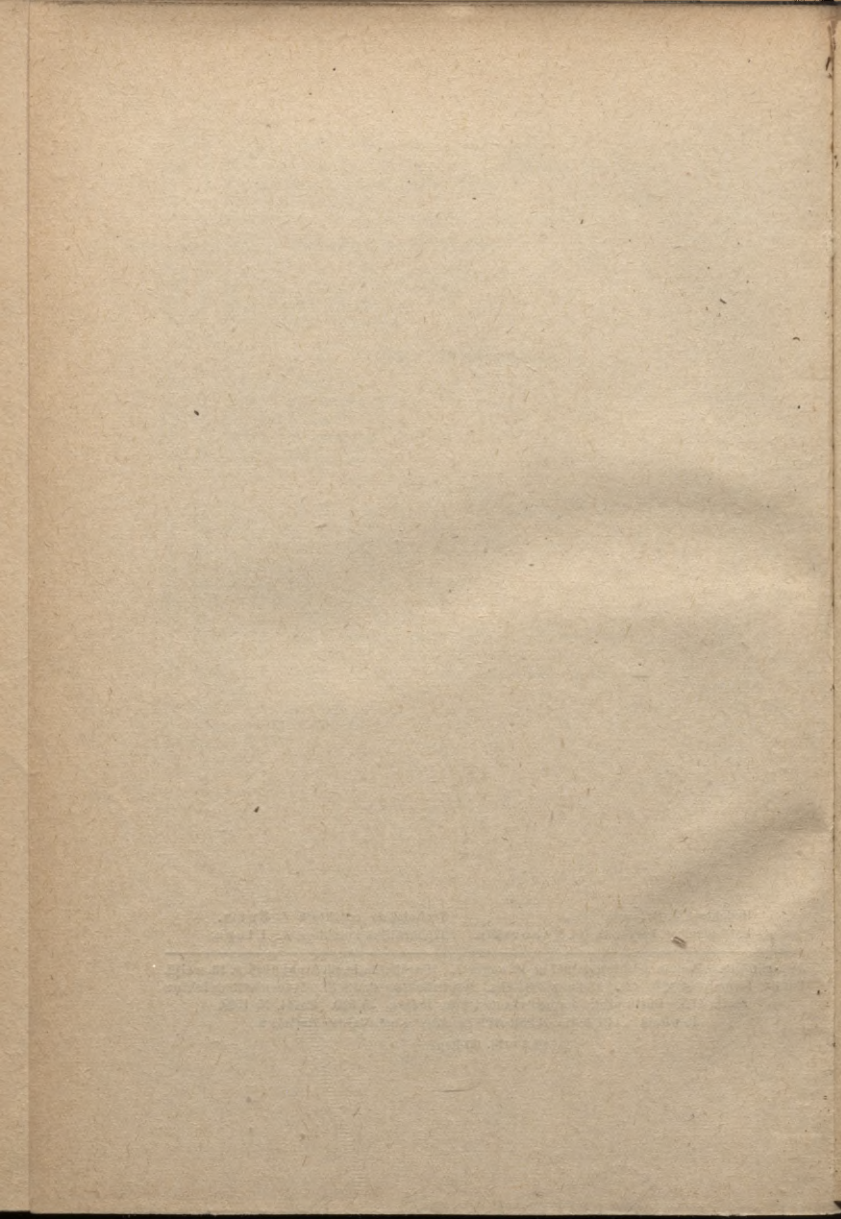
Izdevniecības korektors Ed. Manovskis.

Techniskais redaktors J. Zutis.

Tipogrāfijas korektors A. Liepa.

JT Nr. 07918. Nodota saikšanai 1947. g. 18. augustā. Parakstīta iespiešanai 1948. g. 18. maijā.
Papīra formāts 61 × 85 cm. Metiens 3000 eks. Iespiedlokšņu skaits 37. Izdevniecības lokšņu
skaits 41,5. Burtu skaits iespiedloksnē 44880. Izdevn. № 820. Pasūt. № 1589.
Iespiesta LPT 6. tip. „LPSR APP Zīpotājs” Rīgā, Valdemāra ielā 6.

Maksā 19 rbj. 60 kap.

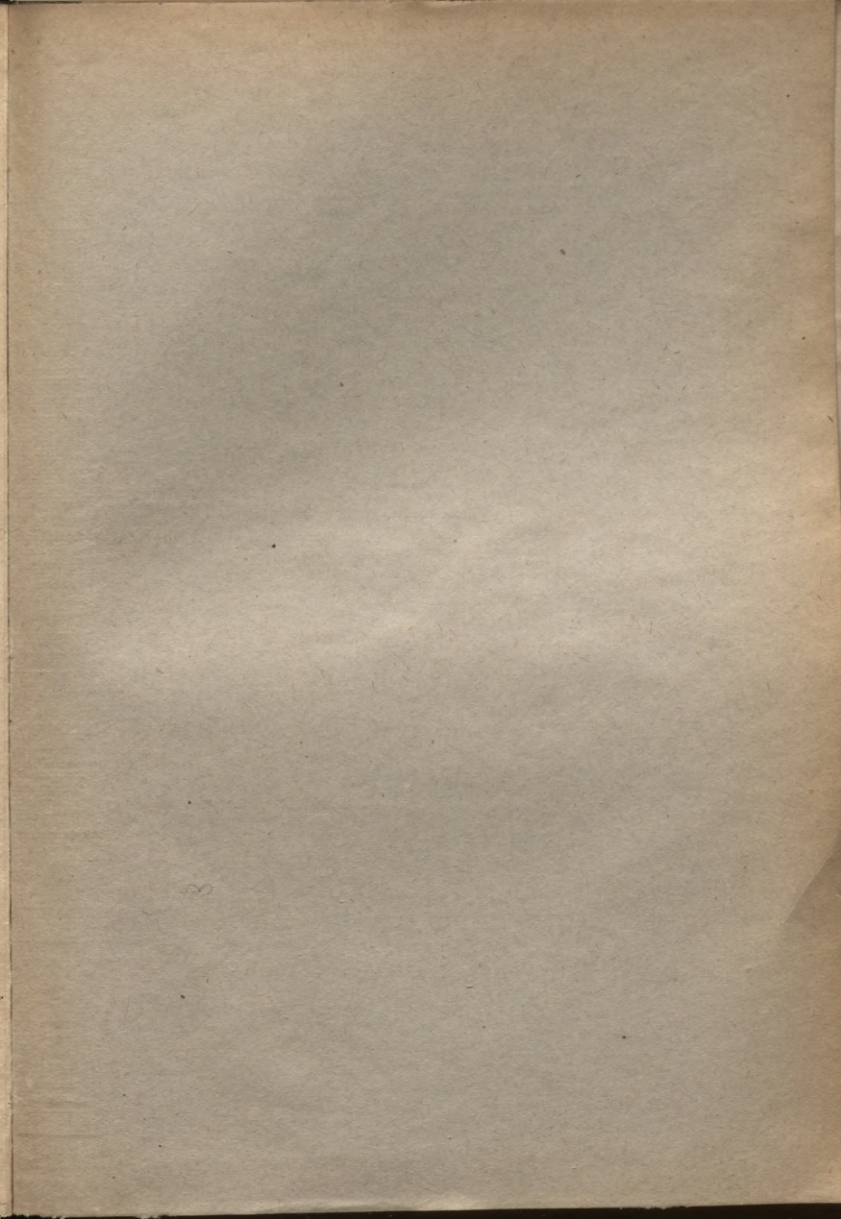


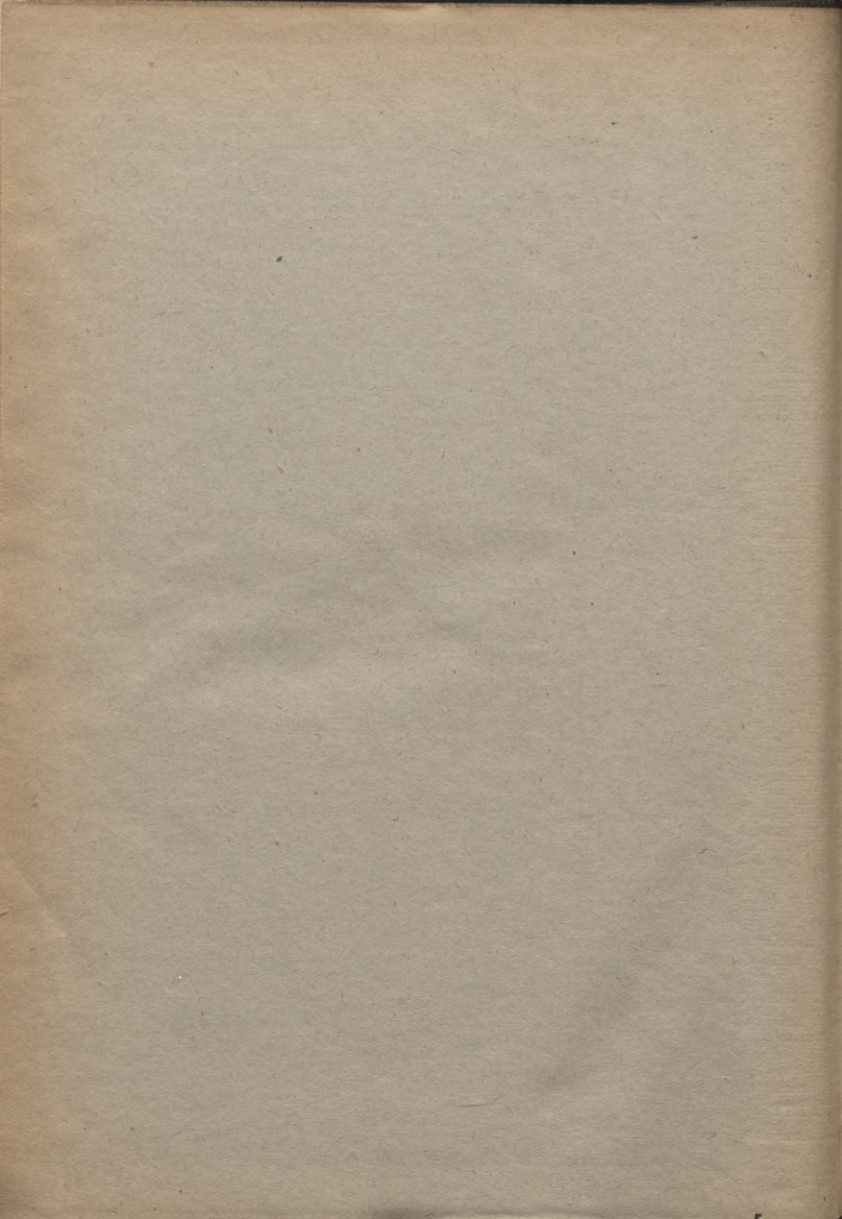
Pamanīto kļūdu labojums

Lpp.	Rinda	Iespiests	Jābūt	Kas vainojams par radušos kļūdu
19.	11. no augš., formula	$H = \frac{H_1}{l} = \frac{H_1}{h_1} \cdot h$	$H = \frac{H_1}{l} \cdot h = \frac{H_1}{h_1} \cdot h$	Tipografija
59.	1. formula	$g = x \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right) + I + II$	$g = x \left(\frac{y_0 + y_n}{2} + y_1 + y_2 + \dots + y_{n-1} \right) + I + II$	Korektors
60.	5. formula	$g = \frac{\pi}{4} ab = 0,785 ab$	$g = \frac{\pi}{4} ab = 0,785 ab$	"
63.	7. formula	$\Delta d : d = p_g : 100$	$\Delta d : d = p_d : 100$	Autors
70.	16. formula	$y = \frac{n}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$	$y = \frac{n}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{2\sigma^2}}$	Tipografija
74.	25. formula	$\sigma = \pm \sqrt{\frac{x_1^2 f_1 + x_2^2 f_2 + x_3^2 f_3 + \dots + x_n^2 f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n}} =$	$\sigma = \pm \sqrt{\frac{x_1^2 f_1 + x_2^2 f_2 + x_3^2 f_3 + \dots + x_n^2 f_n}{f_1 + f_2 + f_3 + \dots + f_n}} =$	Autors
90.	17. no augš.	67. §.	37. §.	Tipografija
91.	6. formula	$v_{\text{nogr.}} = \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} H \left(\frac{d_0^2 d_0^{2/r} - d_n^2 d_n^{2/r}}{d_0^{2/r} - d_n^{2/r}} \right)$	$v_{\text{nogr.}} = \frac{1}{r+1} \frac{\pi}{4} H \left(\frac{d_0^2 d_0^{2/r} - d_n^2 d_n^{2/r}}{d_0^{2/r} - d_n^{2/r}} \right)$	"
96.	21. formula	$v = K L d_{1,2} d_{1,3}$	$v = K L d_{1,2} d_{1,3}$	"
146.	6. no apakš.	50 %	5 %	Korektors
175.	14. formula	$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 h} - 0,140$	$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 h} + 0,140$	Tipografija
186.	9. no augšas	$\sigma_f = \frac{2f}{d} = \sigma_d$	$\sigma_f = \frac{2f}{d} \cdot \sigma_d$	Korektors
202.	formula	$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 \cdot h} - 0,140.$	$f = 0,66 q_2^2 + \frac{0,32}{q_2 h} + 0,140.$	Tipografija
230.	95. attēls	šķērsgriezuma	šķērsgriezuma	"
244.	4. no apakš.	Galotnes koku	Galotnes konu	Redaktors
250.	9. no augšas	a — m vecumā	a — n vecumā	Korektors
255.	8. no augšas	$p_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}$	$p_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a-n}} \cdot \frac{200}{n}$	Tipografija
255.	9. no augšas	g_{a-n} vietā $\frac{\pi d_{a-n}^2}{4}$	g_{a-n} vietā $\frac{\pi d_{a-n}^2}{4}$	Redaktors

Lpp.	Rinda	Iespēts	Jābūt	Kas vajadzams par radusos kļūdu
256.	4. no augšas	$p_a = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a-n}} \cdot \frac{200}{n} =$	$p_g = \frac{g_a - g_{a-n}}{g_a + g_{a-n}} \cdot \frac{200}{n} =$	Redaktors
257.	9. no apakš.	$a - n = 1$	$n = 1$	Autors
270.	7. no apakš.	$p_v = \frac{\frac{\pi d_a^2}{4} hf - \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf}{\frac{\pi d_a^2}{4} hf - \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf} \cdot \frac{200}{n} =$	$p_v = \frac{\frac{\pi d_a^2}{4} hf - \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf}{\frac{\pi d_a^2}{4} hf + \frac{\pi d_{a-n}^2}{4} hf} \cdot \frac{200}{n} =$	Korektors
272.	2. no augšas	$p_v = \frac{r^3 - (a-1)^3}{r^3 + (r-1)^3} \cdot \frac{200}{n} \quad (20-b)$	$p_v = \frac{r^3 - (r-1)^3}{r^3 + (r-1)^3} \cdot \frac{200}{n} \quad (27-b)$	Redaktors
272.	9. no augšas	$100^3 + 100^2 p_v = 100^3 + 3 \cdot 100^3 p_a + 3 \cdot 100 p_a^2 + p_a^3$	$100^3 + 100^2 p_v = 100^3 + 3 \cdot 100^2 p_a + 3 \cdot 100 p_a^2 + p_a^3$	Tipografija
275.	14. no augš.	Apzīmējot reizinātāju ar k	Apzīmējot reizinātāju ar K	Redaktors
318.	4. no augšas	5 7 tūkstoši	5 - 7 tūkstoši	Tipografija
338.	11. no augš.	$\sigma_G = \sqrt{\left(\frac{\partial G}{\partial d_1}\right)^2 \sigma_{d_1}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial d_2}\right)^2 \sigma_{d_2}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial d_3}\right)^2 \sigma_{d_3}^2 + \dots}$	$\sigma_G = \sqrt{\left(\frac{\partial G}{\partial d_1}\right)^2 \sigma_{d_1}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial d_2}\right)^2 \sigma_{d_2}^2 + \left(\frac{\partial G}{\partial d_3}\right)^2 \sigma_{d_3}^2 + \dots}$	"
338.	12. no augš.	$\frac{\partial G}{\partial d_1} = \frac{\pi}{2} d_1; \quad \frac{\partial G}{\partial d_2} = \frac{\pi}{2} d_2; \quad \frac{\partial G}{\partial d_3} = \frac{\pi}{2} d_3 \text{ utt.}$	$\frac{\partial G}{\partial d_1} = \frac{\pi}{2} d_1; \quad \frac{\partial G}{\partial d_2} = \frac{\pi}{2} d_2; \quad \frac{\partial G}{\partial d_3} = \frac{\pi}{2} d_3 \text{ utt.}$	"
338.	13. no augš.	$\sigma_G = \frac{\pi}{2} \sqrt{d_1^2 \sigma_{d_1}^2 + d_2^2 \sigma_{d_2}^2 + d_3^2 \sigma_{d_3}^2 + \dots}$ $\dots = \frac{\pi}{2} \sqrt{\Sigma d^2 \sigma_d^2}.$	$\sigma_G = \frac{\pi}{2} \sqrt{d_1^2 \sigma_{d_1}^2 + d_2^2 \sigma_{d_2}^2 + d_3^2 \sigma_{d_3}^2 + \dots}$ $\dots = \frac{\pi}{2} \sqrt{\Sigma (d^2 \sigma_d^2)}.$	"
361.	9. no augšas	$V = \frac{G}{G'} (v_1 n'_1 + v_2 n'_2 + v_3 n'_3 + \dots + v_n n'_n),$	$V = \frac{G}{G'} (v_1 n'_1 + v_2 n'_2 + v_3 n'_3 + \dots + v_n n'_n),$	"
368.	12. no augš.	$V = v_1 \frac{G_1}{g'_1} + v_2 \frac{G_2}{g'_2} + v_3 \frac{G_3}{g'_3} + \dots + v_m \frac{G_m}{g'_m}$	$V = v_1 \frac{G_1}{g'_1} + v_2 \frac{G_2}{g'_2} + v_3 \frac{G_3}{g'_3} + \dots + v_m \frac{G_m}{g'_m}$	"
368.	14. no augš.	$V = \frac{v_1 k G_1}{g'_1 k} + \frac{v_2 k G_2}{g'_2 k} + \frac{v_3 k G_3}{g'_3 k} + \dots + \frac{v_m k G_m}{g'_m k}$	$V = \frac{v_1 k G_1}{g'_1 k} + \frac{v_2 k G_2}{g'_2 k} + \frac{v_3 k G_3}{g'_3 k} + \dots + \frac{v_m k G_m}{g'_m k}$	"
452.	10. no augš.	$G_a = \frac{1}{2} \frac{p^2 a}{1,0 p_a} \text{ vai } 2 G_a = p^2 a \cdot \frac{1}{1,0 p_a}$	$G_a = \frac{1}{2} \frac{p^2 a}{1,0 p_a} \text{ vai } 2 G_a = p^2 a \cdot \frac{1}{1,0 p_a}$	Korektors
556.	5. no kreisās	augstumā m ³ uz 1 ha	augstumā m ² uz 1 ha	Tipografija







LATVIJAS NACIONĀLĀ BIBLIOTĒKA



0311019479

Maksā 21 rubl. 60 kap.

751