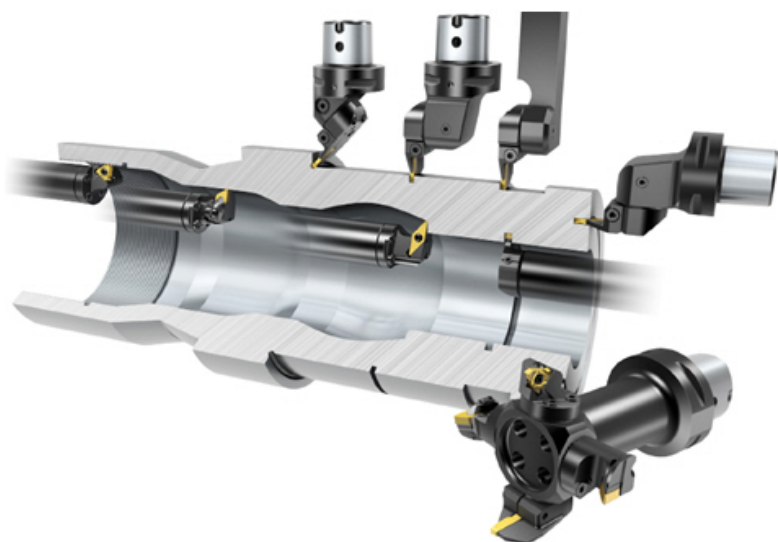


DIGITĀLAIS
MĀCĪBU
LĪDZEKLIS

JURIS KRIZBERGS
VIKTORS GUTAKOVSKIS
ANDA KAZUŠA

PROGRAMMVADĪBAS
DARBGALDU
PROGRAMMĒŠANA
METĀLAPSTRĀDĒ,
IZMANTOJOT
MASTERCAM
LIETOJUMPROGRAMMU



Valsts izglītības
satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

JURIS KRIZBERGS
VIKTORS GUTAKOVSKIS
ANDA KAZUŠA

PROGRAMMVADĪBAS DARBGALDU PROGRAMMĒŠANA METĀLAPSTRĀDĒ, IZMANTOJOT *MASTERCAM* LIETOJUMPROGRAMMU

Digitālais mācību līdzeklis izstrādāts ar Eiropas Savienības finansiālu atbalstu projektā "Nozaru kvalifikācijas sistēmas pilnveide profesionālās izglītības attīstībai un kvalitātes nodrošināšanai" (vienošanās Nr. 8.5.2.0/16/I/001)

2021



Valsts izglītības
satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

Digitālais mācību līdzeklis (turpmāk DML) **“Programm vadības darbgaldu programmēšana metālapstrādē, izmantojot *Mastercam* lietojumprogrammu”** izstrādāts atbilstoši ESF projekta “Nozaru kvalifikācijas sistēmas pilnveide profesionālās izglītības attīstībai un kvalitātes nodrošināšanai” (vienošanās Nr. 8.5.2.0/16/I/001) 5. darbībai “Mācību līdzekļu (to skaitā digitālo mācību līdzekļu) un metodisko materiālu, kā arī novērtēšanas materiālu un darba vidē balstītas profesionālās izglītības ieviešanai nepieciešamo mācību līdzekļu izstrāde, iegāde un publiskošana, un atbilstības Latvijas kvalifikācijas ietvarstruktūrai izvērtēšana”.

DML veidots sadarbībā ar sociālajiem partneriem: Latvijas Darba devēju konfederāciju, Latvijas Brīvo arodbiedrību savienību un Izglītības kvalitātes valsts dienestu.

Mācību līdzeklī integrēti vienlīdzīgu iespēju jautājumi neatkarīgi no dzimuma, vecuma, invaliditātes, etniskās piederības un citiem iespējamiem diskriminācijas veidiem tiktāl, kur tas nav pretrunā ar nozares normatīvo regulējumu par iegūstamajām profesionālajām kvalifikācijām.

DML ir mācību materiālu komplekts, kurā ietilpst:

- PDF mācību materiāls;
- e-kursa mācību materiāls.

DML ir publicēts Izglītības un zinātnes ministrijas un Valsts izglītības satura centra nodrošinātā tiešsaistes mācību vietnē, pieejams www.izm.gov.lv.

Autori: Juris Krizbergs, Viktors Gutakovskis, Anda Kazuša

Nozares eksperti: Aleksandrs Bikovs, Ģirts Jansons

Literārā redaktore: Kristīne Mežapuķe

Mācību satura digitalizētājs: SIA “Baltijas Datoru akadēmija”

Valsts izglītības satura centra koordinatore: Sarmīte Valaine, Irēna Kuliša, Brigita Pauniņa

Autortiesību atruna: © DML autortiesību īpašnieks ir Valsts izglītības satura centrs. Visas autortiesības uz šo līdzekli tiek aizsargātas atbilstoši autortiesību aizsardzību regulējošām starptautiskām tiesību normām un Latvijas Republikas Autortiesību likumam. DML saturu vai tā daļu drīkst kopēt un lejupielādēt tikai personiskām vai mācību vajadzībām. DML vai tā fragmenta pārpublicēšanas gadījumā atsauce uz autortiesību īpašnieku un ESF projektu “Nozaru kvalifikācijas sistēmas pilnveide profesionālās izglītības attīstībai un kvalitātes nodrošināšanai” ir obligāta. Autortiesības ir attiecināmas uz DML jebkurā atveidojuma formā. Materiālā ir iekļauti autordarbi saskaņā ar Autortiesību likuma noteikumiem par darba izmantošanu izglītības mērķiem.

© Valsts izglītības satura centrs, 2021

ISBN 978-9934-24-044-7



Valsts izglītības
satura centrs

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA

Eiropas Sociālais
fonds

ZIŅAS PAR AUTORIEM



JURIS KRIZBERGS

Dr. sc. ing., Rīgas Tehniskās universitātes profesors. No 1970. gada ieņem dažādus akadēmiskos un pētnieciskos amatus, vadot nodarbības Rīgas Tehniskās universitātes mašīnbūves specialitāšu studentiem nozares specializējošos studijuursos un veicot zinātniskos pētījumus mašīnbūves nozarē. No 1992. gada analogiskus darbus veic arī Rīgas Tehniskajā koledžā, pēc tam profesionālās izglītības kompetences centrā "Rīgas Tehniskā koledža". No 1998. gada līdz 2013. gadam pildījis eksperta pienākumus Mašīnbūves un metālapstrādes rūpniecības asociācijā.



VIKTORS GUTAKOVSKIS

Mg. sc. ing., Rīgas Tehniskās universitātes lektors, pētnieks, studiju kursu pasniedzējs metālapstrādes un automatizācijas jomā no 2009. gada. Profesionālās izglītības jomā profesionālās kompetences centrā "Rīgas Tehniskā koledža" strādā no 2013. gada. Darba pieredze galvenokārt saistīta ar automatizēto ražošanu, CAD/CAM sistēmām, mašīnbūvniecības tehnoloģiju un metālapstrādes procesu pētniecību.



ANDA KAZUŠA

Dr. sc. ing., Mg. paed., maģistra grāds kvalitātes vadībā, profesionālās izglītības kompetences centra "Rīgas Tehniskā koledža" Autotransporta un ražošanas tehnoloģiju katedras mašīnbūves un metālapstrādes nozares profesionālo priekšmetu pasniedzēja no 2000. gada. Kopš 2003. gada piedalījies ar metālapstrādes un mašīnbūves nozari saistītu projektu, tai skaitā arī starptautisku, realizēšanā.

ANOTĀCIJA

Digitālais mācību līdzeklis (turpmāk DML) “**Programmvadības darbgaldu programmēšana metālapstrādē, izmantojot *Mastercam* lietojumprogrammu**” paredzēts izglītojamajiem un pedagogiem metālapstrādes, mašīnbūves un mašīnzinību nozares kvalifikāciju struktūrā ietilpstošajām Latvijas kvalifikāciju ietvarstruktūras 3. un 4. līmeņa profesionālajām kvalifikācijām “Datorizētās ciparu vadības (CNC) metālapstrādes darbgaldu operators” un “Datorizētās ciparu vadības (CNC) metālapstrādes darbgaldu iestatītājs”.

DML veidots, balstoties uz metālapstrādes, mašīnbūves un mašīnzinību nozares mācību kursu/moduļu programmu saturu, saskaņā ar profesiju standartiem un profesionālās kvalifikācijas prasībām, kā arī visām izglītojamo mērķa grupām pieejamu izglītības satura apguves mehānismu mūžizglītības kontekstā.

Mācību līdzeklis paredzēts B daļas moduļa “Metāla detaļas izgatavošana uz programmvadības darbgaldiem” un C daļas moduļa “Frēzēšana ar programmvadības darbgaldu” apgūvei.

DML izmantojams, apgūstot programmvadības darbgaldu apstrādes tehnoloģiskā procesa automatizētās programmēšanas principus ar lietojumprogrammu *Mastercam*®. Mācību līdzeklis sniedz atbalstu detaļu apstrādes datorizētas projektēšanas, programmas pārbaudes, pārveides (pēcprocesēšanas) un pārsūtīšanas uz programmvadības darbgaldu praktisko iemaņu apgūvē, palīdz apgūt programmvadības darbgalda uzbūvi un funkcionēšanas principus, programmēšanas pamatus, CAM (*Computer Aided Manufacturing*) automatizēto projektēšanu un ražošanas iespējas ar CNC.

DML ir iekļautas šādas galvenās tēmas:

- programmvadības darbgaldi, to uzbūve;
- programmvadības darbgaldu instrumentu veidi, griešanas parametri un nosacījumi;
- ģeometriskās programmēšanas pamati;
- ievads *Mastercam2019*;
- praktiskie darbi virpošanas operāciju programmēšanā *Mastercam2019* vidē;
- praktiskie darbi frēzēšanas operāciju programmēšanā *Mastercam2019* vidē;
- praktiskie darbi frēzēšanas un virpošanas operāciju programmēšanā *Mastercam2019* vidē;
- praktiskie darbi elektroerozijas apstrādes operāciju programmēšanā *Mastercam2019* vidē.

SATURS

1. VISPĀRĒJIE DARBA DROŠĪBAS NOTEIKUMI, STRĀDĀJOT PIE PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES CENTRA	11
1.1. DARBA DROŠĪBAS PRASĪBAS DARBAVIETĀ	11
1.2. DARBA DROŠĪBA PIE PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDA	12
2. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDI UN TO UZBŪVE	14
2.1. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES VIRPA	15
2.2. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES FRĒZMAŠĪNA	19
2.3. VADĪBAS DISPLEJS	20
2.4. PROGRAMMĒŠANAS VALODAS	21
2.5. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDA DARBĪBAS CIKLS	22
2.6. MANUĀLA DATU IEVADE	24
2.7. PROGRAMMĒŠANA, IZMANTOJOT KODUS	25
2.8. PROGRAMMAS FORMĀTS	26
2.9. PROGRAMMAS DEFINĪCIJAS	27
2.10. BIEŽĀK IZMANTOTIE SAGATAVOŠANĀS G KODI	28
2.11. BIEŽĀK IZMANTOTIE M KODI	30
2.12. PROGRAMMU STRUKTŪRA	32
3. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDU INSTRUMENTU VEIDI, GRIEŠANAS PARAMETRI UN NOSACĪJUMI	37
4. ĢEOMETRISKĀS PROGRAMMĒŠANAS PAMATI	43
4.1. KOORDINĀTU SISTĒMA	44
4.2. VIRZIENU IZVIETOJUMS ASĪM	45
4.3. ATSKAITES PUNKTI CNC MAŠĪNAS DARBA ZONĀ	46
4.4. ATSKAITES PUNKTU KOMPENSĀCIJA	48
4.5. DETAĻAS ĢEOMETRIJAS SAGATAVOŠANA PROGRAMMĒŠANAI	50
4.6. ZINĀŠANU PĀRBAUDES UZDEVUMI	52
5. MASTERCAM 2019	56
IEVADS	56
1. PRAKTISKAIS DARBS – 2 ASU VIRPOŠANAS DARBA IESTATĪŠANA	66
2. PRAKTISKAIS DARBS – DETAĻAS GALA PIEVIRPOŠANA	77

3. PRAKTISKAIS DARBS – ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD) RUPJĀ APSTRĀDE	84
4. PRAKTISKAIS DARBS – IEKŠĒJĀ DIAMETRA (ID) URBŠANA	92
5. PRAKTISKAIS DARBS – ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD) GALĪGĀ APSTRĀDE	104
6. PRAKTISKAIS DARBS – RIEVAS VEIDOŠANA UZ ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD)	120
7. PRAKTISKAIS DARBS – OPERĀCIJU BIBLIOTĒKU LIETOŠANA	133
8. PRAKTISKAIS DARBS – RIEVAS IEGRIEŠANA UN IEKŠĒJĀ DIAMETRA (ID) GALĪGĀ APSTRĀDE	144
9. PRAKTISKAIS DARBS – IEKŠĒJĀ DIAMETRA (ID) UN ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD) VĪTŅOŠANA	158
10. PRAKTISKAIS DARBS – LĒJUMA APSTRĀDE	170
11. PRAKTISKAIS DARBS – APSTRĀDE UZ KARUSELĻVIRPAS	188
12. PRAKTISKAIS DARBS – DETAĻAS IEREGULĒŠANA UN PĀRVIETOŠANA	207
13. PRAKTISKAIS DARBS – FRĒZĒŠANAS UN VIRPOŠANAS DARBA IESTATĪŠANA	245
14. PRAKTISKAIS DARBS – ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTU KONTŪRU VEIDOŠANA	255
15. PRAKTISKAIS DARBS – GALA VIRSMAS KONTŪRAS VEIDOŠANA	278
16. PRAKTISKAIS DARBS – ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTU CAURUMU URBŠANA	287
17. PRAKTISKAIS DARBS – PADZIĻINĀJUMA FRĒZĒŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PAGRIEŠANA	306
18. PRAKTISKAIS DARBS – C ASS KONTŪRAS VEIDOŠANA	323
19. PRAKTISKAIS DARBS – 2D DETAĻAS UN KONTŪRAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA	334
20. PRAKTISKAIS DARBS – OPERĀCIJU KOPĒŠANA UN PĀRVEIDOŠANA	360
21. PRAKTISKAIS DARBS – ĢEOMETRIJAS UN INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PAGRIEŠANA	376
22. PRAKTISKAIS DARBS – URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA	400
23. PRAKTISKAIS DARBS – DARBS 3D TELPĀ	419
24. PRAKTISKAIS DARBS – APLOCES VEIDA INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS LIETOŠANA	443
25. PRAKTISKAIS DARBS – GALA VIRSMU UN PADZIĻINĀJUMU APSTRĀDES INSTRUMENTU TRAJEKTORIJAS	479
26. PRAKTISKAIS DARBS – PADZIĻINĀJUMU UN KONTŪRU APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJU TEHNIKA	502
27. PRAKTISKAIS DARBS – OPERĀCIJU ATKĀRTOTA LIETOŠANA	531
28. PRAKTISKAIS DARBS – VIRSMU VEIDOŠANA UN APSTRĀDE	561
29. PRAKTISKAIS DARBS – VIRSMU RUPJĀ APSTRĀDE	589
30. PRAKTISKAIS DARBS – VIRSMAS GALĪGĀ APSTRĀDE	623
31. PRAKTISKAIS DARBS – VAIRĀKU ASU INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA	656

32. PRAKTISKAIS DARBS – CIETU ĶERMEŅU APSTRĀDE	678
33. PRAKTISKAIS DARBS – VIENAS KONTŪRAS STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA	694
34. PRAKTISKAIS DARBS – VAIRĀKU KONTŪRU STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA	713
35. PRAKTISKAIS DARBS – STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA BEZ SERDES	735
36. PRAKTISKAIS DARBS – STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA AR VAIRĀKĀM CILPĀM	754
37. PRAKTISKAIS DARBS – 4 ASU STIEPLES TRAJEKTORIJAS IZMANTOŠANA	784
TERMINU SKAIDROJUMS	825
IZMANTOTIE AVOTI	855
ATTĒLU SARAKSTS	857
PIELIKUMI	859

IEVADS

Mašīnbūve un metālapstrāde ir viena no Latvijas vadošajām rūpniecības nozarēm. 2018. gadā tā nodrošināja 18 % no kopējās apstrādes rūpniecības apgrozījuma un 23 % no kopējā preču eksporta (skatīt www.masoc.lv).

Mašīnbūve ir stratēģiska nozare: tā ir augstas pievienotās vērtības nozare, kurā nepieciešamas plašas zināšanas un pieredze, tā apgādā visas pārējās tautsaimniecības nozares ar mašīnām, ražošanas sistēmām, sastāvdaļām un saistītajiem pakalpojumiem, kā arī ar minētajām nozarēm vajadzīgajām tehnoloģijām. Mašīnbūve aptver ļoti daudzas apakšnozares (Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komitejas atzinums).

Pētījumi liecina, ka šobrīd metālapstrādes un mašīnbūves nozares lielākais izaicinājums ir kvalificēta darbaspēka trūkums. Kvalificēti darbinieki nosaka uzņēmuma konkurētspēju metālapstrādes nozarē. Metālapstrādē nodarbinātie, kuri strādā ar programmvadības metālapstrādes darbgaldiem (CNC iekārtām), ir augsta līmeņa speciālisti, un pēc tiem ir un arī nākotnē būs liels pieprasījums gan Latvijā, gan visā Eiropas Savienībā.

Datorizētie ciparu programmvadības (CNC) darbgaldi ir nozares ražošanas automatizācijas pamatā individuālās un sīku sēriju ražošanas apstākļos. Šāda ražošana ir raksturīga virknei mašīnbūves apakšnozaru – darbgaldu un rīku ražošanai, sauszemes un ūdens transportlīdzekļu ražošanai, ražošanas iekārtu izgatavošanai tādām rūpniecības nozarēm kā kokapstrāde, pārtikas rūpniecība, tekstilrūpniecība, specializētu elektroiekārtu ražošana.

Programmvadības darbgaldi efektīvi ir izmantojami arī nozares masveida ražošanas apstākļos, izgatavojot plaša patēriņa metāla izstrādājumus.

Tā kā datorizēto programmvadības darbgaldu izmantošana mašīnu detaļu apstrādē arvien palielinās, tad ražošanas sagatavošanas efektivitāte gūst arvien lielāku nozīmi. Programmvadības darbgaldu vadības programmu izveide aizņem visvairāk laika un rada izmaksas ražošanas sagatavošanā, tāpēc programmēšanas iemaņas ir nepieciešamas ikvienam metālapstrādes, mašīnbūves un mašīnzinību nozares speciālistam. Sevišķi svarīgas tās ir tieši tiem darbiniekiem, kuri nodrošina programmvadības darbgaldu apkalpošanu, iestatīšanu, programmu izveidi un to ievadīšanu darbgalda vadības sistēmā.

Programmvadības darbgaldu programmēšanai var izmantot dažādas vadības sistēmas atkarībā no ražotājfirmas (piemēram, *Fanuc, Mazak, Siemens, Heidenhain, Fagor* un citas). DML materiālā tiek apskatītas *Haas* darbgaldu iespējas.

Mācību līdzekļa mērķis ir nodrošināt izglītojamo sagatavošanu profesionālajai darbībai ar programmvadības darbgaldiem, kā arī izglītojamajiem sniegt atbalstu profesionālās izglītības satura apgūvē un pedagogiem izglītības programmu īstenošanā metālapstrādes, mašīnbūves un mašīnzinību nozarē.

DML izglītojamajiem sniedz izpratni un zināšanas par programmvadības darbgalda uzbūvi un funkcionēšanu, nodrošina prasmju apguvi. Mācību līdzeklis veicina gan manuālo, gan datorprasmju attīstību programmvadības darbgaldu programmēšanā – ar lietojumprogrammas *Mastercam* palīdzību veidot instrumentu trajektorijas un ģenerēt programmvadības darbgalda vadības kodus visu nepieciešamo detaļu apstrādes operāciju veikšanai.

Pirms iepazīšanās ar DML sniegto informāciju izglītojamajiem ir jāapgūst CAD programmas detaļu konstruēšana, jo dators veido CNC vadības programmu pēc rasējuma datorprogrammā. Programmētājam atliek norādīt nepieciešamos griezējinstrumentus, apstrādes režīmus un nosūtīt uz darbgalda procesoru, kurš, lasot izveidoto programmu, izgatavo konstruēto detaļu. Populārākās programmas, kas nodrošina šādu iespēju, ir *SolidWorks*, *AutoCad*, *Mastercam*. Šīs programmas paver sarežģītu detaļu izgatavošanas iespējas. *Mastercam* ļauj vizualizēt detaļas konstruēšanu un apstrādes procesu, neizmantojot materiālu, uz datora ekrāna veikt dažādas darbības ar sagatavi, izvēlēties instrumentus, izveidot un pārbaudīt programmu, apstrādes procesu, labot kļūdas.

Lietojumprogramma *Mastercam* ir līdere vadības programmu izstrādes iespēju ziņā, kā arī viena no visplašāk lietotajām sava veida programmatūrām pasaulē, tādēļ šis mācību līdzeklis balstās uz *Mastercam* programmatūras izmantošanu.

Manuālās programmēšanas pamatu apguvei mācību līdzeklī iekļauti apstrādes piemēri, programmu izmantojamo standarta kodu apraksts.

Mastercam apguvei izmantoti daudzveidīgi praktiskie darbi ar instrukcijām, kas nosaka programmētāja darbību secību *Mastercam* darba vidē, veidojot vadības programmu tekstus. Instrukcijas balstās uz *Mastercam* darba logiem, tajos atveramajām lappusēm un informācijas zonām.

Praktisko darbu izpildei ir sagatavoti mācību faili ar apstrādājamo detaļu ģeometrijas un atsevišķos gadījumos arī detaļu sākotnējās apstrādes operācijām. Izpildot DML ievietotās instrukcijas, izglītojamais iegūst detaļu apstrādes operāciju apraksta failu un tam atbilstošu programmvadības darbgalda vadības programmas failu.

Katram praktiskajam darbam ir sagatavoti testa (vērtēšanas) detaļu skiču faili, kas satur uz programmvadības darbgalda apstrādājamās detaļas ģeometriju.

Pedagoga rīcībā ir divu veidu testa uzdevumu izpildes rezultātu faili: viens, kurš izklāsta apstrādes operāciju, otrs – satur programmvadības darbgalda vadības kodus (programmas). Tie ir izmantojami izglītojamā prasmju vērtēšanai.

DML ir mācību materiālu komplekts, kurā ietilpst:

- PDF mācību materiāls, tajā ir iekļauts mācību teksts ar uzdevumiem, ko iespējams lejupielādēt un skatīt datorā vai izdrukāt;
- e-kursa mācību materiāls, kas papildina PDF materiālu. E-kursā ir iekļauti konspektīvi materiāla kopsavilkumi, video, interaktīvi uzdevumi, pārbaudes vingrinājumi u. c. digitālais saturs.

1.

VISPĀRĒJIE DARBA DROŠĪBAS NOTEIKUMI, STRĀDĀJOT PIE PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES CENTRA

Nodaļas mērķis	Sniegt izglītojamajam informāciju par darba drošību, strādājot ar programmvadības metālapstrādes darbgaldu.
Sasniedzamie rezultāti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Apgūt zināšanas par drošu darbu ar programmvadības metālapstrādes darbgaldu. ▪ Zināt darba drošības prasības. ▪ Izprast drošu darbu ar programmvadības metālapstrādes darbgaldu.

Darba vides riska faktoru novēršanai vai samazināšanai izmanto darba aizsardzības noteikumus un citus normatīvos aktus. Darba aizsardzība ir personāla dzīvības un veselības saglabāšanas sistēma darba procesā, tajā ir iekļauti tiesiskie, sociāli ekonomiskie, organizatoriski tehniskie, sanitāri higiēniskie, ārstnieciski profilaktiskie, rehabilitācijas u. c. pasākumi. [10]

Īpaši bīstama ir metālapstrādes cehu darba vide, kur notiek mehāniska apstrāde, tās laikā tiek izmantoti asi griezējinstrumenti, celti smagi priekšmeti, lietots liels mehāniskais spēks (presējot, piespiežot utt.). Darbā ar programmvadības darbgaldu pastāv vairāki darba vides riska faktori. Darbiniekiem ļoti labi jāpārzina darba aizsardzības prasības, lai nezaudētu kādu no ekstremitātēm vai pat vissvarīgāko – savu dzīvību.

1.1. DARBA DROŠĪBAS PRASĪBAS DARBAVIETĀ

Darbnīcās **jāievēro vispārējie darba aizsardzības noteikumi** (Ministru kabineta 2009. gada 28. aprīļa noteikumi Nr. 359 “Darba aizsardzības prasības darba vietās” un Ministru kabineta 2002. gada 20. augusta noteikumi Nr. 372 “Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus”).

Pie metālapstrādes darbgaldiem atļauts strādāt personām, kas pārzina drošības tehnikas noteikumus un ir saņēmušas instruktāžu darbvietā.

Mašīnstrādniekam aizliegts strādāt neaizpogotā, plandošā apgērbā. Pie darbgalda nedrīkst pārgērbties un uz tā likt dažādus priekšmetus.

Darba drošības instruktāža skaidro darbavietas aizsardzības aprīkojumu, darba drošības zīmes un signālus, individuālos un kolektīvos aizsardzības līdzekļus un to izmantošanu, darba aizsardzības prasības darbā ar instrumentiem un aprīkojumu.

Grīdai pie darbgalda jābūt līdzenai, tā nedrīkst būt slidena. Uz darba virsmas nedrīkst atrasties instrumenti, atgriezumi vai citi priekšmeti. Strādājot pie darbgalda, jāstāv stingri uz grīdas, uz grīdas nedrīkst būt kādi atgriezumi.

Izglītojamajam vai darbiniekam ir pienākums nekavējoties ziņot meistaram par katru nelaimes gadījumu.

Darbgaldus ieslēgšanas un tā darbības laikā nepiederošu personu klātbūtne ir aizliegta. Izglītojamajam pirms darbgalda ieslēgšanas par savu darbību jābrīdina meistars. Pēc darbgalda ieslēgšanas detaļa apstrādei tiek padota tikai pēc pilnu apgriezumu sasniegšanas. Detaļu padevei uz griezējinstrumentu jābūt vienmērīgai, pretējā gadījumā griezējinstrumenti var sadalīties, kas savukārt var izraisīt nelaimes gadījumu.



AIZLIEGTS

- Pirms apstrādes materiāls jāpārbauda. Aizliegts apstrādāt netīras, apledojušas vai ar zemēm aplipušas detaļas.
- Aizliegts tuvināt rokas griezējinstrumentam, pieskarties tā kustīgajām detaļām. Atklājot bojājumus (klaudzienus, vibrācijas, pārkaršanu), darbgalds jāizslēdz un jāziņo meistaram. Aizliegts darbināt bojātu darbgaldu.
- Aizliegts tīrīt padeves mehānismu, kamēr darbgalds ir ieslēgts. Aizvākt skaidas un putekļus, regulēt vai mainīt griezējinstrumentu drīkst tikai pēc darbgalda izslēgšanas. Ir aizliegts skaidas savākt ar rokām.

Mašīnstrādnieks nedrīkst pasniegt vai saņemt detaļas pār darbgaldu, kurš darbojas. Beidzot strādāt vai atstājot darbgaldu uz laiku, tas ir jāizslēdz. Aiziet no tā drīkst tikai tad, kad tas ir pilnīgi apstājies. Apstādināšanu veic bremsēšanas iekārtas. Aizliegts bremsēt ar sagatavēm vai kaut ko citu.

Strādāt drīkst tikai pie ieslēgtas ventilācijas.

1.2. DARBA DROŠĪBA PIE PROGRAMMVAIDĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDA

- Programmvadības metālapstrādes darbgalds sāk kustību, pārvietojas un beidz kustību automātiski, tāpēc ir svarīgi savas ķermeņa daļas neturēt tuvu vai nenovietot pāri iekārtas kustīgajām daļām. Pirms iekārtas ieslēgšanas jāizlasa visas darbgalda instrukcijas un brīdinājuma zīmes uz iekārtas. Ignorējot tās, pastāv iespēja nopietni savainoties. [11]
- Darba vārpstai **jāļauj pilnībā apstāties**, pirms tiek aiztiktas detaļas, instrumenti vai darba vārpsta. Jāpārliedzinās, ka detaļa un griezējinstrumenti ir droši iestiprināti darbgaldā.

- Pirms darbgalda izslēgšanas **jāpārliecinās, ka visi aizsargi ir noslēgti un drošības ierīces ieslēgtas.**
- Nedrīkst darbināt darbgaldus, ja ir atvērts drošības stikls vai elektroinstalāciju nodalījums. Jāpārbauda visi kustīgie slēdži.
- Vienmēr jādomā par darba drošību, jālieto aizsargbrilles un darba apavi. Darbavietā jānoņem kaklarotas, rokassprādzes, jāizvairās no apģērba ar garām piedurknēm, kaklasaitēm, plandoša apģērba.
- Lai tīrītu skaidas no darba vārpstas, darbgalda, virsmām, vadības bloka vai grīdas, nedrīkst izmantot saspīestu gaisu.
- Lai celtu nelielu svaru, jāizmanto nevis muguras, bet kāju muskulatūra, savukārt smagu priekšmetu celšanai jāizmanto celtnis.
- Apgaismojumam jābūt noregulētam tā, lai tas nespīdētu strādniekam acīs. Uzgriežnatslēgas un citi instrumenti nedrīkst atrasties uz kustīgas virsmas, tuvu kustīgām daļām vai darba vārpstas ceļā.
- Jākoncentrējas darbam, nekādā gadījumā darbu nedrīkst veikt, ja lietotas nomierinošas zāles.
- Jāizmanto piemēroti rokas instrumenti.
- Tikai kvalificēti meistari var veikt jebkādus programmvadības metālapstrādes darbgalda labošanas darbus. Ja radusies nedroša situācija, jāziņo darba vadītājam.
- Darbgaldam jābūt labā tehniskā kārtībā, un katru reizi pēc darba beigām tas jāsakopj. Bez vajadzības apstrādes laikā vadības paneli aiztikt nedrīkst. Katras kontroles pogas nozīme jāapgūst pirms darba sākšanas.
- Bez cimdiem nedrīkst aiztikt skaidas un griezējinstrumentus, skaidas nedrīkst vākt apstrādes laikā. Darbgaldus drīkst tīrīt tikai pēc tam, kad tas atvienots no strāvas un nevar nejauši ieslēgties. Nedrīkst mērīt detaļu apstrādes laikā.
- Nekādā gadījumā apstrādes laikā nedrīkst mainīt vai pievienot griezējinstrumentus automātiskās nomainīšanas instrumentu blokā. Vienmēr jātur tīra datora ventilatora gaisa ieplūdes un izplūdes vieta.
- Apstrādes laikā nedrīkst tuvoties kustīgām detaļām. Apstrādes vietai jābūt tīrai, nedrīkst pieļaut skaidu uzkrāšanos, ja nepieciešams, tās jātīra pēc katras apstrādes.
- Nekādā gadījumā nedrīkst izmantot darbmašīnu, ja nav bijusi instruktāža par tās lietošanu un darba drošību.

2.

PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDI UN TO UZBŪVE

Nodaļas mērķis	Attīstīt izglītojamo prasmes darbā ar programmvadības metālapstrādes darbgaldu.
Sasniedzamie rezultāti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spēt aprakstīt programmvadības metālapstrādes darbgalda funkcionēšanu. ▪ Zināt programmvadības metālapstrādes darbgalda uzbūvi. ▪ Izprast darbu ar programmvadības metālapstrādes darbgaldu.

Ideja par darbgaldu ciparu vadību ir radusies 1949.–1950. gadā Amerikas Savienotajās Valstīs (ASV) Masačūsetsas Tehnoloģiju institūtā (MIT – *Massachusetts Institute of Technology*) pēc ASV Kara gaisa spēku pasūtījuma. Informāciju par pārvietojumiem un pārslēgumiem burtu un ciparu kodu veidā sauca par ciparu vadības (NC – *Numerical Control*) programmu. Saistībā ar jaunu mikroelektronikas struktūrelementu (mikroprocesoru un mikrodatoru) straujo attīstību 20. gadsimta 70. gados NC programmas attīstības rezultātā radās datoru ciparu vadība (CNC – *Computer Numerical Control*) vai arī ciparu programmas vadība (CPV). [11]

Pirmās komerciālās NC (*Numerical Control*) mašīnas tika izgatavotas 1950. gadā un strādāja ar perforētu lentu. Šis koncepts uzreiz pierādīja iespējas ietaupīt izmaksas, taču tas neatbilda ražotāju vajadzībām un bija ļoti lēns. Lai veicinātu straujāku tehnoloģijas attīstību, ASV armija nopirka 120 NC mašīnas un iedeva tās dažādiem ražotājiem, lai viņi varētu iepazīties ar ideju. Līdz piecdesmito gadu beigām NC darbgaldi tika pilnveidoti, un nu jau varēja nodrošināt nepieciešamo rūpnīcu jaudu, tomēr joprojām pastāvēja vairākas problēmas, piemēram, G kodi nebija universāli, un katrai darbmašīnai tie bija atšķirīgi. Katrs ražotājs bija ieinteresēts izmantot savu G kodu valodu.

Jebkuram rūpnieciskās apstrādes uzņēmumam ir nepieciešama attīstība un iespējas palielināt ražošanas jaudu. Arī kokapstrādes nozare nestāv uz vietas, bet ar katru dienu attīstās un pilnveidojas, lai maksimāli ātri izgatavotu izstrādājumu. Sekmīgai ražošanas attīstībai ir nepieciešams aizstāt novecojušas, nefunkcionējošas un konkurētspējīgas darbmašīnas ar jaunām, modernām,

daudzfunkcionālām, automatizētām un konkurētspējīgām iekārtām. Šādus modernus darbgaldus sauc par CNC, kas nozīmē, ka iekārta tiek vadīta ar datorizētās ciparu vadības programmas palīdzību.

Tā kā palielinās mašīnbūves izstrādājumu daudzveidība (individuālā un sīksēriju ražošana), pieaug arī datorizētās ciparu vadības programmvadības metālapstrādes darbgaldu izmantošanas iespējas. Tādējādi programmvadības metālapstrādes darbgaldu vadības programmu izstrādē arvien vairāk tiek izmantots dators, tas prasa apkalpojošā personāla digitālo kompetenču izmantošanu. [12]

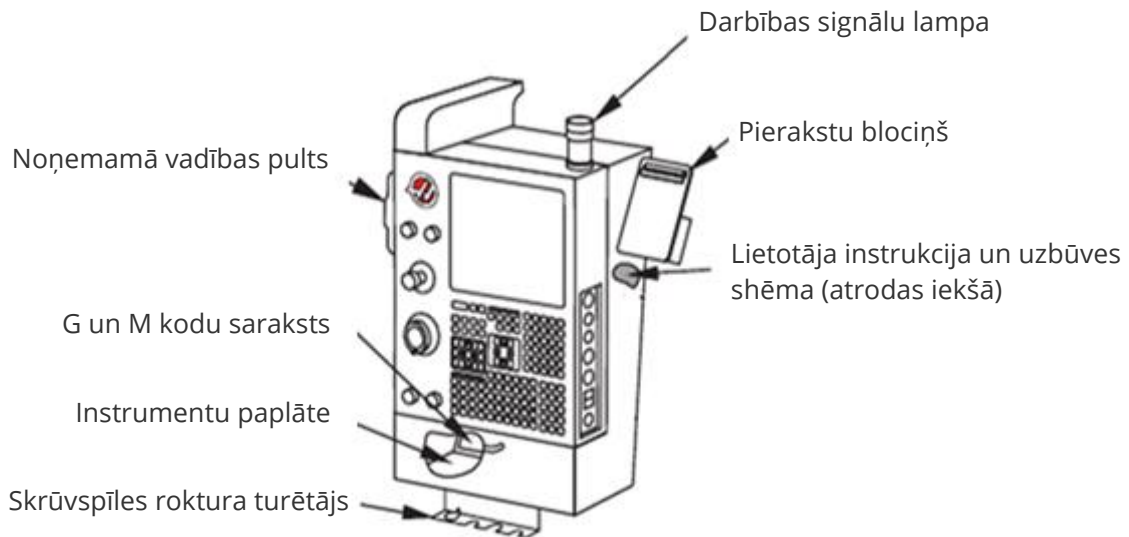
Programmvadības metālapstrādes darbgaldi darbojas pēc vienkārša principa, jo visas vadības komandas ir standartizētas un praktiski visiem darbgaldiem tās ir līdzīgas. Programmētājam atliek ievadīt noteiktai apstrādei nepieciešamās koordinātas, un darbgalds izpilda tās pa kadrām noteiktajā secībā. Ievadot programmu, jānorāda detaļas dimensijas. Pēc programmas ievades jānorāda izvēlētie griezējinstrumenti un jāpiesaista nulles punkts. Nulles punkta piesaisti veic X, Y un Z plaknei, lai darbgalds zinātu, kur atrodas detaļas sākumpunkts.

Mūsdienās ražotāji piedāvā ļoti lielu programmvadības metālapstrādes darbgaldu klāstu, kas dažbrīd mulsina patērētājus, jo tie apjūk no lielā piedāvājuma. Iekārtu ražotāji darbgaldus izgatavo ar dažādiem parametriem un funkcijām, kuras atvieglo kādas detaļas vai kāda noteikta materiāla apstrādi. Tomēr, izvēloties darbgaldu, svarīgi atcerēties, kādam nolūkam tas tiek meklēts, vai pietiks ar trim apstrādes asīm, ar ko parasti pietiek vienkāršākām detaļām, vai tomēr tiks gatavotas sarežģītākas detaļas, kurām nepieciešamas piecas apstrādes asis. [3]

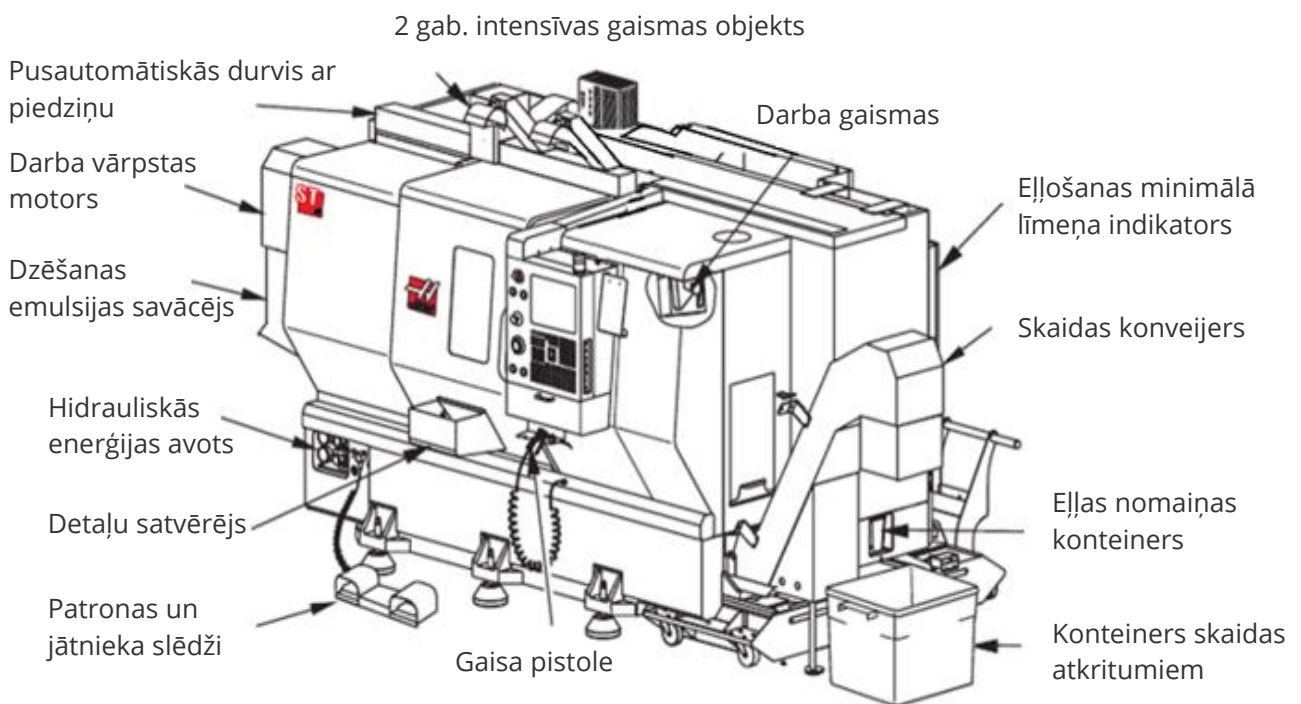
2.1. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES VIRPA

Programmvadības metālapstrādes virpa ir vairāku funkciju virpa ar datorvadību. Funkciju daudzveidību raksturo iespējas izmantot vairākus instrumentu turētājus, ātra instrumentu nomaiņa un iestatīšana. Svarīgi papildinājumi ir aktīvie instrumenti, kuri virpām dod iespēju veikt urbšanas vai frēzēšanas operācijas. Maksimālajā komplektācijā programmvadības metālapstrādes virpai jātnieka vietā var būt otrā (sekundārā) patrona un otrs suports (instrumentu turētājs) ar instrumentiem, ar kuru var veikt arī sagataves apstrādi un dubultot ražotspēju.

Programmvadības metālapstrādes virpas un tās vadības sistēmas paraugs parādīts 2.1. attēlā. Savukārt programmvadības metālapstrādes virpas kopējā uzbūve parādīta 2.2. attēlā.

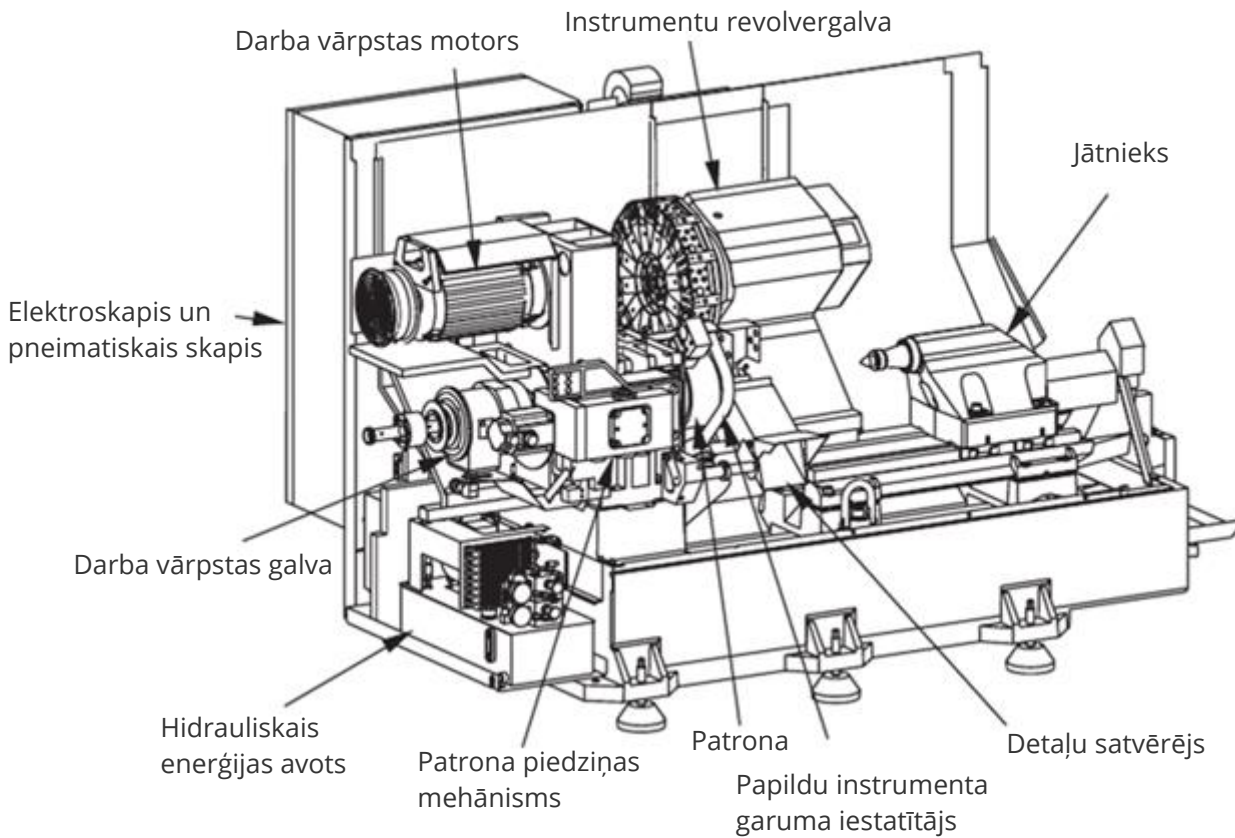


2.1.A attēls. ProgrammvaĒdības metālapstrādes virpas vadības statne

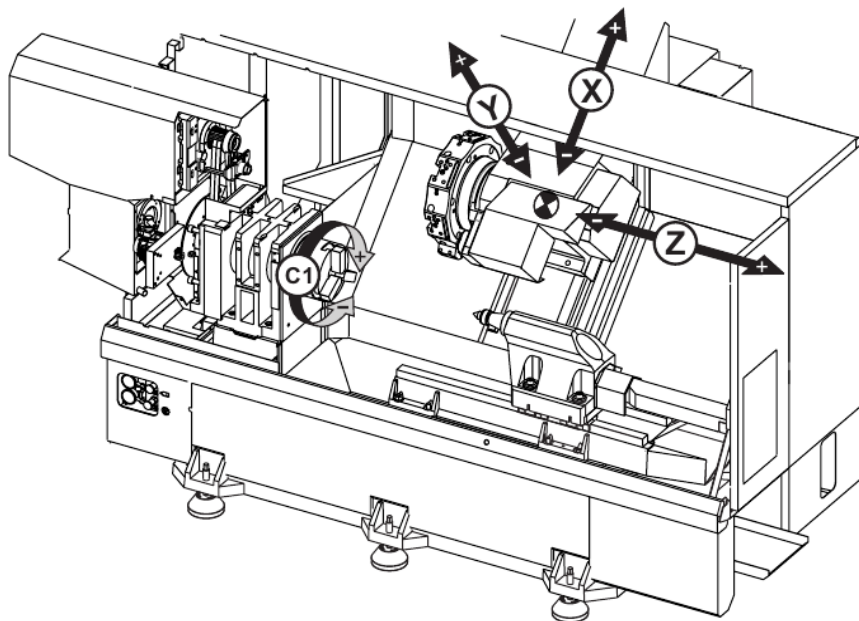


2.1.B attēls. ProgrammvaĒdības metālapstrādes virpas uzbūve

2.2. attēlā ir attēlota klasiskās programmvadības metālapstrādes virpas iekšēja uzbūve (ar vienu darba vārpstu, instrumentu turētāju revolvergalvu un jātnieku).



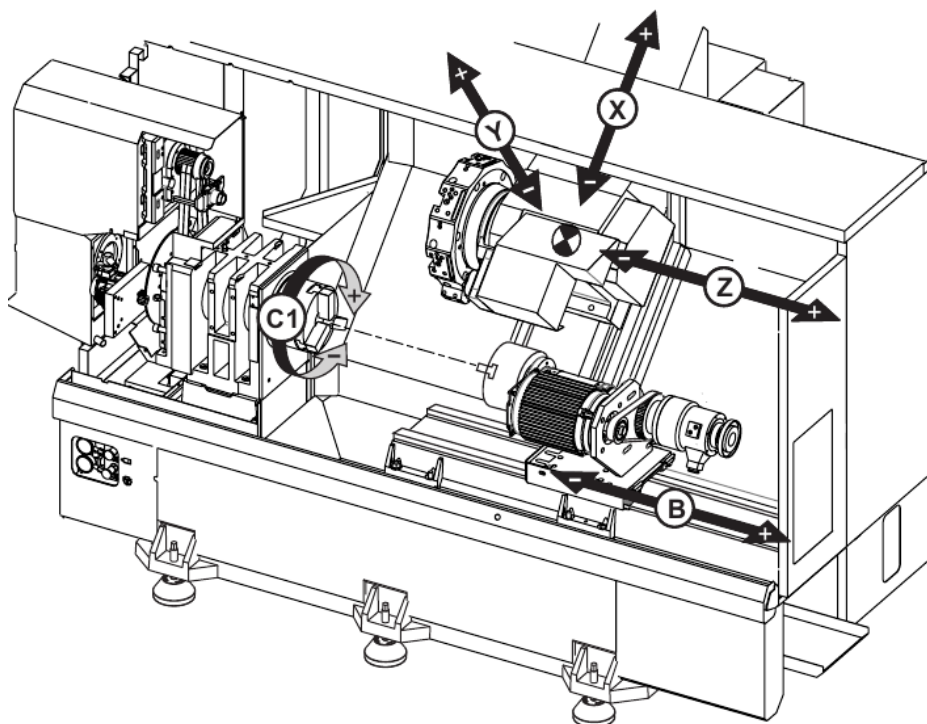
2.2. attēls. Programmvadības metālapstrādes darbmašīnas iekšpuses skats ar vienu vārpstu



2.3. attēls. Programmvadības metālapstrādes darbmašīna ar vienu vārpstu (C1) un pārvietošanās asīm – X, Y, Z

2.3. attēlā redzama virpas uzbūve un koordinātu asi: C1 – darba vārpsta (darba vārpstas rotācijas C1 ass), instrumenta turētāja revolvergalvas kustības pa X, Y un Z asi.

2.4. attēlā ir redzama virpas uzbūve (ar divām vārpstām un koordinātu asīm): C1 – darba vārpstas rotācija, B – otrā (sekundārā) darba vārpstas kustības ass, instrumenta turētāja revolvergalvas pārvietošanas kustības koordinātas pa X, Y un Z asi.



2.4. attēls. Divu vārpstu C1 un B programmavidības metālapstrādes virpa ar trim kustības asīm – X, Y, Z

Programmavidības metālapstrādes virpas (ar divām vārpstām) apraksts

Pirmā – C1 – darbojas kā galvenā vārpsta uz 2 asu virpas. Otrā vārpsta – sekundārā – ar kustības koordināti B aizvieto jātnieku ar konusa stiprinājumu. Pozicionēšana tiek programmēta, ievērojot B ass papildu koordināti.

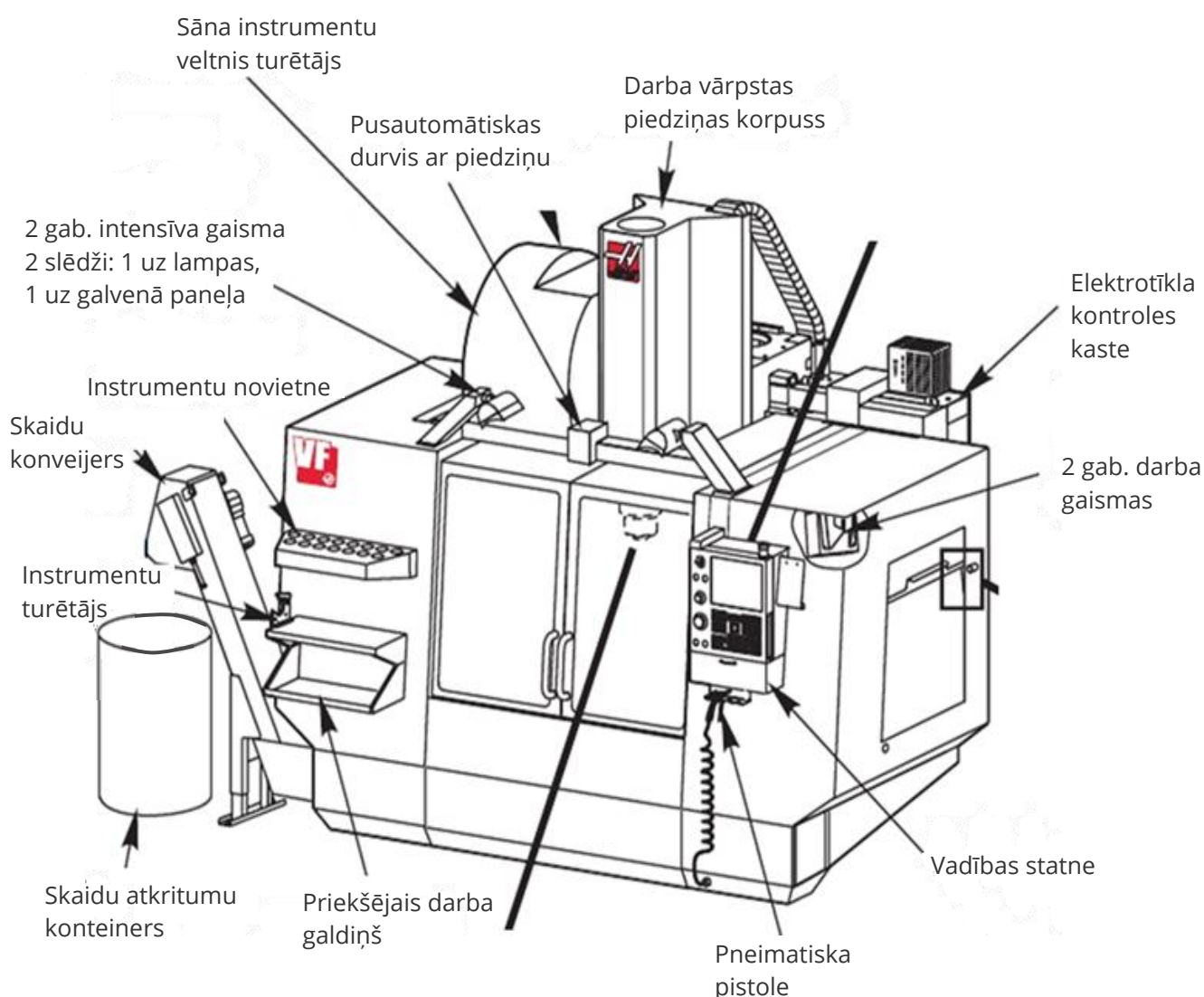
Divu vārpstu virpas ir spējīgas sinhronizēt galveno un sekundāro vārpstu. Ja galvenā vārpsta griežas ar noteiktu apgriezību skaitu minūtē, arī sekundārā vārpsta griežas ar tādu pašu ātrumu, to sauc par sinhrono vadību. Sinhronās vadības laikā abas vārpstas vienādi paātrinās, saglabā nemainīgu ātrumu un palēninās kopā. Tāpēc detaļu nostiprina abos galos, lai nodrošinātu maksimālu atbalstu un minimālas vibrācijas. Turklāt detaļas pārvietošanu starp galveno un sekundāro vārpstu var veikt bez vārpstu apstādināšanas. Sekundārās vārpstas programmas struktūra ir tāda pati kā galvenajai vārpstai. Galvenās vārpstas komandas – M kodi un iebūvētie cikli – tiek atbalstītas sekundārās vārpstas režīmā (skatīt darbmašīnas ražotāja lietošanas instrukciju).

2.2. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES FRĒZMAŠĪNA

Šajā apakšnodaļā aplūkota programmvadības metālapstrādes vertikālā frēzēšanas iekārta (VMC – *Vertical Machining Center*), kuras uzbūve attēlota 2.5. attēlā.

Klasiskā programmvadības metālapstrādes vertikālās frēzēšanas iekārtas uzbūve ļauj apstrādāt detaļu 1016 x 660 x 635 mm izmēru diapazonā. Izplatītāko sagataves materiālu apstrādei parasti pietiek līdz 30 ZS (22,4 kW) jaudas piedziņas darba vārpstai, apgriezienu skaits aptuveni 7000 apg./min un 12 līdz 30 instrumentu aptvere. Programmas ielāde notiek caur vadības displeju ar USB porta palīdzību.

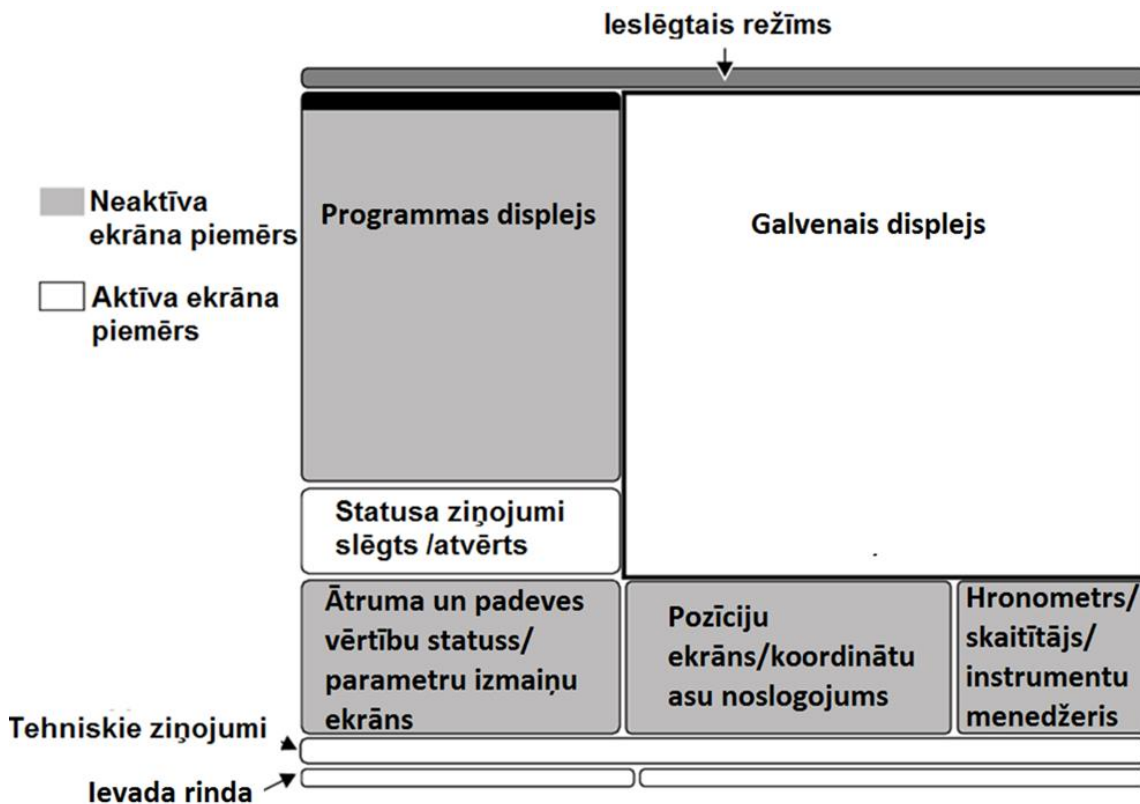
Dažas tehnoloģiskās iespējas tiks apskatītas turpmākajās nodaļās.



2.5. attēls. VMC programmvadības metālapstrādes frēzmašīna un tās sastāvdaļas

2.3. VADĪBAS DISPLEJS

Vadības displejs ir sakārtots rūtīs, kas atšķiras no izvēlētā režīma un tā, kādas displeja pogas tiek izmantotas. 2.6. attēlā redzams vadības displeja lauku izvietojums.



2.6. attēls. Vadības displeja lauku izvietojums

Darbības ar datiem var veikt tikai attiecīgajā brīdī aktīvajā rūtī. Tikai viena rūtis ir aktīva jebkurā laikā, un tas ir parādīts ar baltu fonu. Piemēram, lai strādātu ar *Tool offset* (garuma nobīdes) tabulu, vispirms tabulā jāaktivizē, nospiežot *Offset* pogu, līdz tiek parādīts balts fons, tad var veikt izmaiņas datus. Aktīvo rūtī kontroles režīmā parasti maina ar displeja pogu.

Kontroles funkcijas tiek organizētas trīs režīmos: iestatījumi, rediģēšana un darbība. Katrs režīms nodrošina visu uzdevuma veikšanai nepieciešamo informāciju. Piemēram, iestatījumu režīmā displejā redzama gan detaļu, gan rīku *Offset* tabulas un pozīcijas informācija.

Rediģēšanas režīms piedāvā divas programmas rediģēšanas rūtis un piekļuvi VQCP un IPS/WIPS sistēmām (ja tās ir uzstādītas).

Piekļuves režīmi, izmantojot režīmu pogas:

- iestatījumi: **Zero Ret**, **Hand Jog** pogas. Nodrošina visas kontroles funkcijas mašīnas iestatīšanai;
- rediģēšana: **Edit**, **MDI/DNC**, **List Prog** pogas. Sniedz visu programmu rediģēšanu, vadības un pārneses funkcijas;

- darbība: **Mem** poga. Nodrošina visas vadības funkcijas, kas vajadzīgas, lai izgatavotu detaļu. Tastatūra ir sadalīta astoņās daļās: funkciju pogas, **Jog** pogas, pārrakstīšanas pogas, displeja poga, kursora poga, **Alpha** poga, režīma poga un skaitļu poga.

Turklāt, kā redzams 2.7. attēlā, uz klaviatūras atrodas arī dažādas citas pogas. To nozīme un lietošana izklāstīta konkrētā darbgalda lietotāja darba instrukcijā, ko piegādā programmvadības metālapstrādes darbgalda ražotājs.

Tastatūras izmantošanas princips aprakstīts attiecīgā ražotāja iekārtas (programmvadības metālapstrādes virpas, frēzes vai cita darbgalda) rokasgrāmatā.



2.7. attēls. Datu ievades tastatūras izkārtojums

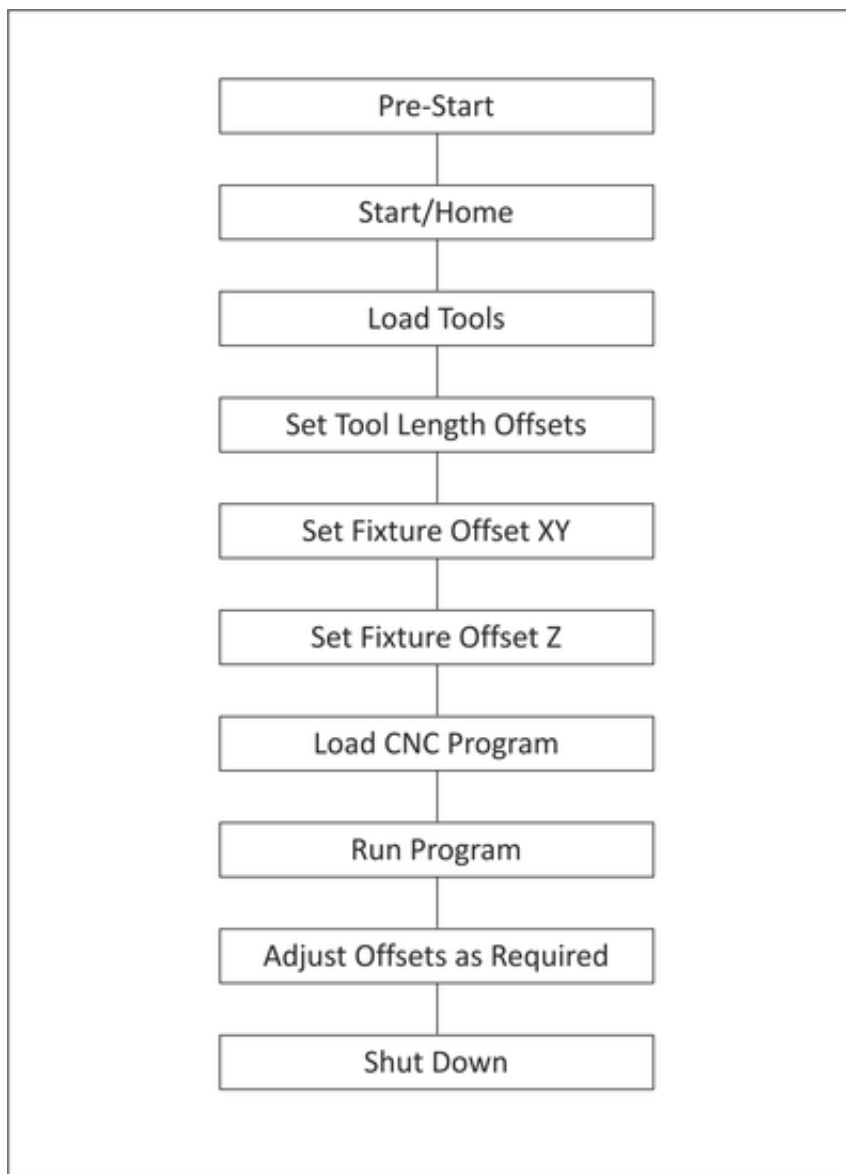
2.4. PROGRAMMĒŠANAS VALODAS

No pirmajām programmvadības metālapstrādes mašīnām līdz vismodernākajiem apstrādes centriem attīstījušās arī dažādas programmēšanas valodas. Mūsdienās programmēšana ar G un M kodiem (skatīt 1. un 2. pielikumu) ir kļuvusi par visplašāk izplatīto. G un M kodu valoda ir balstīta uz Starptautiskās Standartizācijas organizācijas (ISO) noteikumiem. Šī valoda dažreiz tiek saukta par ISO 7 bitu kodu un ir oficiālais standarts Amerikas un Eiropas CNC iekārtu ražotājiem. Parasti ražotāji seko standartam. Taču, lai aprakstītu sistēmas specifiskās iespējas, viņi var izmantot savus kodus. *Fanuc* (Japāna) CNC sistēmas bija pirmās, kas tika pielāgotas darbam ar ISO, G un M kodiem un varēja izmantot šo standartu, cik vien iespējams.

Mūsdienās *Fanuc* CNC mašīnas ir ļoti populāras daudzās valstīs. *Fanuc* programmēšanas stils tiek izmantots, lai aprakstītu G un M kodu programmēšanu. CNC mašīnas, ko ražo citi ražotāji, piemēram, *Heidenhain* un *Sinumerik (Siemens)*, arī var strādāt ar G un M kodiem, bet daži kodi varētu atšķirties. Nav nepieciešams zināt visus dažādu CNC sistēmu kodus. Svarīgi ir G un M pamata kodi. Katras sistēmas funkcijas tiek aprakstītas darbgalda tehniskajā dokumentācijā. Piemēram, zinot *Fanuc* programmēšanas principus, ir iespējams strādāt ar jebkuru citu no CNC iekārtām.

2.5. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDA DARBĪBAS CIKLS

Programmavādības metālapstrādes darbgalda funkcionēšanas operāciju secība atainota 2.8. attēlā.



2.8. attēls. Programmavādības metālapstrādes darbmašīnas funkcionēšanas operāciju secības blokshēma

Programmvadības metālapstrādes darbmašīnas funkcionēšanas operāciju skaidrojums

1. **Pre-Start** – pirms darba sākšanas ar programmvadības metālapstrādes darbmašīnu.

Pirms darbmašīnas ieslēgšanas jāpārbauda, vai eļļas un dzesēšanas šķidrums līmenis ir līdz vajadzīgajai atzīmei. Ja darbmašīnai nepieciešama gaisa padeve, jāpārliedz, vai kompresors ir ieslēgts un spiediens atbilst darbmašīnas prasībām. Jāpārliedz, vai darbvieta ir brīva no jebkādiem instrumentiem vai aprīkojuma. Ja neesat pārliedz par to, kā strādāt ar darbmašīnu, skatieties darbmašīnas apkopes rokasgrāmatu.

2. **Start/Home** – palaišana/sākums.

Ieslēdz strāvas padevi darbmašīnai un vadības sistēmai. Galvenais slēdzis atrodas mašīnas aizmugurē. Mašīnas barošanas poga atrodas augšējā kreisajā stūrī uz kontroles paneļa.

3. **Load Tools** – ievieto instrumentus padeves mehānismā jeb aptverē. Instrumentus iestata, kā norādīts CNC programmas rīku sarakstā.

4. **Set Tool Length Offsets** – iestata instrumentu garumu nobīdi (garuma starpība/atšķirība no sākotnējā garuma, ja instruments ir cits vai jauns, bez garuma nodiluma). Katram izmantotajam rīkam ieslēdz darbmašīnu, lai atrastu un noteiktu instrumenta garuma nobīdi.

5. **Set Fixture Offset XY** – uzstāda nobīdi uz koordinātēm XY.

Kad detaļa darbmašīnā ir uzstādīta, iestata nobīdi, lai atrastu detaļas XY pamatdatus.

6. **Set Fixture Offset Z** – uzstāda nobīdi Z.

Izmantojot indikatoru un 1-2-3 bloku, atrod un nosaka detaļas nobīdi Z.

7. **Load CNC Program** – ielādē CNC programmu.

Lejupielādē CNC programmu no sava datora uz iekārtas kontroli, izmantojot standarta RS-232 komunikācijas vai USB zibatmiņu.

8. **Run Program** – programmas izpilde.

Aktivizē programmu, seko līdz instrumentu trajektorijām, līdz programma tiek apstiprināta. Ja programmu apstiprina, tas nozīmē, ka kļūdu nav. Ja neapstiprina, jāmeklē kļūda un jāveic korekcijas.

9. **Adjust Offsets as Required** – koriģēt prasīto nobīdi.

Pārbauda detaļu, un, ja nepieciešams, pielāgo CDC vai TLO (*Tool Length Offset*) reģistrus, lai nodrošinātu, ka detaļa atbilst dizaina specifikācijai.

10. **Shut Down** – apstādināšana.

Noņem instrumentus no vārpstas, notīra darba zonu un pilnībā izslēdz darbmašīnu. Jāpārliedz, ka darba zona ir notīrīta un darbgalds, instrumenti atstāti tā, kā tie bija pirms darba sākšanas.

2.6. MANUĀLA DATU IEVADE

Manuālā datu ievade (turpmāk tekstā – MDI) ir līdzeklis, lai vadītu automātisku programmvadības metālapstrādes darbgalda darbību bez iepriekš sagatavotu programmu izmantošanas. Nospiežot MDI/DNC taustiņu, var ieiet šajā režīmā. Programmēšanas kods tiek ievadīts, ierakstot komandas un nospiežot **[Enter]** katras rindas beigās. Jāņem vērā, ka bloka beigu simbols EOB (**End Of Block**) automātiski tiks ievietots katras rindas beigās.

```
PROGRAM - MDI
G97 S1000 M03 ;
G00 X2. Z0.1 ;
G01 X1.8 Z-1. F12 ;
X1.78 ;
X1.76 ;
X1.75 ;
```

2.9. attēls. MDI paraugs

Lai redīgētu MDI programmu, izmantojiet taustiņus pa labi no **Edit** pogas. Dodoties uz punktu, kurš tiks mainīts, iespējams izmantot dažādas redīgēšanas funkcijas. Lai ievadītu papildkomandu, uzrakstiet komandu un nospiediet **[Enter]**. Lai mainītu vērtību, izmantojiet bultiņu pogas vai **Jog** rokturi, lai izceltu komandu, ievadiet jauno komandu un nospiediet mainīšanas pogu **[Alter]**. Lai dzēstu komandu, iezīmējiet komandu un nospiediet **[Delete]**. Atsaukušanas poga var atcelt MDI programmā veiktās izmaiņas (līdz deviņām reizēm). MDI programmu var saglabāt atmiņā. Lai to izdarītu, dodieties uz programmas sākumu (vai nospiediet **[Home]**) un ievadiet programmas nosaukumu.

Lai atkārtoti piekļūtu programmai, nospiediet **ListProg** un izvēlieties nepieciešamo. Dati MDI tiek saglabāti arī pēc izešanas no MDI režīma un pēc mašīnas izslēgšanas. Lai notīrītu aktualizētās MDI komandas, nospiediet **DeleteProg**.

MDI programmu var pārveidot ciparu programmā un pievienot programmu sarakstam. Lai to izdarītu, dodieties uz sākumu (vai nospiediet **[Home]**), ievadiet programmas nosaukumu (programmas tiek nosauktas, izmantojot formātu *Onnnnn*, burtam O seko līdz pieciem cipariem), piemēram, O10023, un nospiediet **Alter**. Tas papildinās programmu sarakstu un notīrīs MDI.

Programmas izvēlas, ieejot programmas direktorijā, nospiežot **ListProg**, tas parādīs saglabātās programmas. Ritiniet līdz vajadzīgajai programmai un nospiediet **SelectProg**, tad izvēlieties programmu. Programmu var arī izvēlēties, ievadot programmas nosaukumu un nospiežot **SelectProg**, un programma tiks izpildīta.

Programmu ielādēšanu veic, numurētās programmas pārkopējot no programmvadības metālapstrādes darbgalda vadības statnes uz personālo datoru (PC) un atpakaļ. Vislabāk, ja programma saglabāta kā fails, kas beidzas ar "txt". Tādā veidā ikviens dators tās atpazīs kā vienkāršu teksta failu. Programmas var pārvietot no datora uz programmvadības metālapstrādes darbgaldū vairākos veidos, piemēram, ar USB vai RS-232. Uzstādījumi, nobīdes un makromainīgie starp programmvadības metālapstrādes darbgaldū un datoru var tikt pārvietoti līdzīgā veidā.

Ja CNV saņem bojātus programmas datus, tie tiek pārveidoti par komentāru, uzglabāti programmā, un parādās brīdinājums.

Haas vadības statne ietver ierīces pārvaldnieku, kas parāda pieejamās atmiņas ierīces (USB/cietais disks/internets) atsevišķā izvēlnē.

Ierīces pārvaldniekā (**Device Manager**) var iet, nospiežot **ListProg**. Lai pārlūkotu programmas sarakstu, izmantojiet bulttaustiņus uz augšu/leju, iezīmējiet programmas un nospiediet **[Enter]**, lai pievienotu iezīmēto programmu.

2.7. PROGRAMMĒŠANA, IZMANTOJOT KODUS

Jebkura programmvadības metālapstrādes darbgalda detaļas apstrādes programmu veido apstrādes instrumenta vadības un vārpstas kustības ātruma izmaiņas – apgriezieni minūtē (RPM – *Revolutions per minute*). Programma satur arī palīgdarbību kontroles funkcijas, piemēram, instrumentu maiņas, dzesēšanas šķidrums ieslēgšanas vai izslēgšanas un ārējo M kodu komandas.

Instrumentu kustības veido straujas pozicionēšanas komandas, taisnu līniju kustības vai kustības gar loku kontrolētā ātrumā.

Tālāk tiks aplūkota *Haas* darbmašīna ar trim lineārām asīm, kas definētas kā X, Y un Z ass.

X un Y asis mašīnu virza zem un ap vārpstu centra līniju, bet Z ass instrumentu vārpstu pārvieto taisni, uz leju vai augšu un prom no mašīnas galdā. Mašīnas nulles stāvoklis ir tad, kad vārpsta ir vērsta uz leju un atrodas augšējā labajā stūrī atbilstoši darbgalda uzbūves konstrukcijai.

Kustība pa X asi mašīnas galdu virzīs pa labi ar negatīvām vērtībām un pa kreisi ar pozitīvām vērtībām. Y ass virzīs mašīnas galdu uz Jūsu pusi ar pozitīvām vērtībām un prom no Jums ar negatīvām vērtībām. Kustība Z asī virzīs rīku pret mašīnas galdu ar negatīvām vērtībām un prom no mašīnas galdā ar pozitīvām vērtībām.

Programma ir sarakstīta kā instrukciju kopa, kas ir jāpilda noteiktā secībā.

Piemērs: instrukcija, kas redzama uz vadības statnes

LINE #1 – SELECT CUTTING TOOL
 LINE #2 – TURN SPINDLE ON AND SELECT THE RPM
 LINE #3 – RAPID TO THE STARTING POSITION OF THE PART
 LINE #4 –TURN COOLANT ON
 LINE #5 – CHOOSE PROPER FEED RATE AND MAKE THE CUT (S)
 LINE #6 –TURN THE SPINDLE AND COOLANT OFF
 LINE #7 – RETURN TO CLEARANCE POSITION TO SELECT ANOTHER TOOL

Instrukcijas skaidrojums

#1 – izvēlieties griezējinstrumentu
 #2 – ieslēdziet vārpstu un izvēlieties RPM (apgriezienu skaitu minūtē)
 #3 – virziet detaļu uz tās sākuma pozīciju
 #4 – ieslēdziet dzesēšanu
 #5 – izvēlieties pareizu padeves ātrumu
 #6 – izslēdziet vārpstu un dzesēšanu
 #7 – atgriezieties sākuma pozīcijā un izvēlieties citu rīku

2.8. PROGRAMMAS FORMĀTS

Adrešu kodus blokā var novietot jebkādā secībā. Katrs lietotājs var formatēt savas programmas dažādos veidos. Programmas formāts vai programmas stils ir svarīga CNC apstrādes daļa. Ir daži programmas komandu formāti, kurus var pārvietot, ir komandas, kurām jābūt noteiktā veidā, un ir daži standartprogrammu noteikumi, kurus vajadzētu ievērot.

Standarta programmu noteikumi:

- programmas jebkurā blokā X, Y un Z kodi doti alfabēta secībā. Mašīna lasīs Z, X vai Y jebkādā secībā;
- ja rindā ir vairāk nekā viens kods (X, Y vai Z), tie būtu jāiekļauj kopā un alfabētiskā kārtībā. Vispirms rakstiet X, tad Y un tikai pēc tam Z;
- programmas rindā G un M kodu varat likt jebkurā vietā. Laikā, kad NC programma tika izstrādāta, G kodi bija jānovieto rindas sākumā un M kodi – beigās. Šim priekšnosacījumam daudzi cilvēki vēl joprojām seko, un tas ir labs standarts, ko izmantot;
- dažas CNC iekārtas vienā kodu rindā ļauj rakstīt vairāk par vienu M kodu, bet dažas neļauj. *Haas* sistēmā uz vienu bloku var būt ieprogrammēts tikai viens M kods, visi M kodi tiek aktivizēti vai var izraisīt darbību, kas notiktu tikai tad, kad visi pārējie procesi programmas rindā būtu izpildīti.

Programmas formāts ir kārtība, kādā mašīnu kodi ir uzskaitīti programmā, tos veido komandu vārdi, ko mašīna var pieņemt un izpildīt.

Komandu vārdi sākas ar vienu burtu, kam seko ciparu kopa. Ja tam ir plusa (+) vērtība, zīme nav nepieciešama, bet, ja mīnusa (-) vērtība, tad vajadzīga mīnusa zīme.

Ja komandvārds ir tikai skaitlis un tam nav vērtības, tad nevienu zīmi vai komatu ar šo komandu neievada.

Programmas formāts tiek definēts darbarīku valodā:

N1 (frēzēt ārējo stūri);

T1 M06 (6,5 mm Ø. 4 FLT gala frēze);

G90 G54 G00 X-2.3 Y2.3 S1600 M03;

G43 H01 Z0.1 M08;

G01 Z-0.625 F50.;

G41 Y2. D01 F9.6;

X2.;

Y-2.;

X-2.;

Y2.25;

G40 X-2.3 Y2.3;

G00 Z1. M09;

G28 G91 Y0. Z0. M05;

M01

2.9. PROGRAMMAS DEFINĪCIJAS

Rakstzīme – viena burtcipara rakstzīmes vērtība vai “+” un “-” zīmes.

Vārds – rakstzīmju virkne, kas definē vienu funkciju, piemēram, X pārvietošanu, F padeves lielumu vai G un M kodus. Katrai komandai ir sava rakstzīme, kuru apzīmē ar burtu, tas ir pirmais burts vārdam, kas kalpo arī kā komanda.

Piemēram, programmā var būt vārds, kas definē distanci un virzienu. Attālums un virziens vārdā ir veidots no vērtības ar plusa (+) vai mīnusa (-) zīmi. Plusa (+) vērtība tiek pieņemta, ja nav nevienas zīmes.

Bloks – vārdu sērija, ar ko izsaka vienu norādījumu. Norāde var sastāvēt no vienas lineārās kustības, apļveida kustībām vai iebūvēta cikla, kā arī papildinformācijas, piemēram, padeve vai dažādas komandas (M kodi).

Vērtību zīmes – ja komandā burts, piemēram, A, B, C, I, J, K, R, U, V, W, X, Y vai Z, ir pozitīvs, plusa zīmei nav jābūt ieprogrammētai. Ja tam ir negatīva vērtība – to ieprogrammē ar mīnusa (-) zīmi.

Piemēram, G0 pārveido par G00, M1 par M01. Nulles, kas seko aiz cipara, gan ir jāprogrammē, jo M30 nav M3, G70 nav G7.

Modālās komandas – kodi, kas darbojas vairāk nekā tikai vienā programmas rindā, kurā tie ir ierakstīti. Modālajai komandai var pielāgot gan ātrā traversa, gan padeves kustības, gan arī fiksētos ciklus. Nomodālās komandas ir spēkā tikai ierakstītajā blokā, un pēc tam uzreiz kontrole tās aizmirst.

Sagatavošanās funkcijas: G kodi izmanto programmas rindā ietvertu informāciju, lai mehāniskajam rīkam liktu veikt noteiktas funkcijas, piemēram:

1. strauji pārvietot instrumentu šķērsvirzienā,
2. ar padeves lielumu pārvietot rīku pa taisnu līniju,
3. ar padeves lielumu virzīt rīku gar loku pulksteņrādītāja virzienā,
4. ar padeves lielumu virzīt rīku gar loku pretēji pulksteņrādītāja virzienam,
5. virzīt rīku caur atkārtotu operāciju virkni, ko kontrolē tādi “fiksētie cikli” kā viena punkta urbšana, urbšana, virpošana un aizurbšana.

Citas funkcijas: M kodi ir efektīvi (var izraisīt darbību) bloka beigās, un tikai viens M kods var būt katrā programmas blokā.

Kārtas numuri – no N1 līdz, piemēram, N99999, programmā tiek izmantoti, tikai lai atrastu un noteiktu rindu vai bloku un pozīciju CNC programmā. Programma var būt ar vai bez kārtas numura. Vienīgā funkcija kārtas numuriem ir atrast noteiktu bloku vai līniju CNC programmas robežās. [1; 2; 7]

2.10. BIEŽĀK IZMANTOTIE SAGATAVOŠANĀS G KODI

(Skatīt 1. pielikumu.)

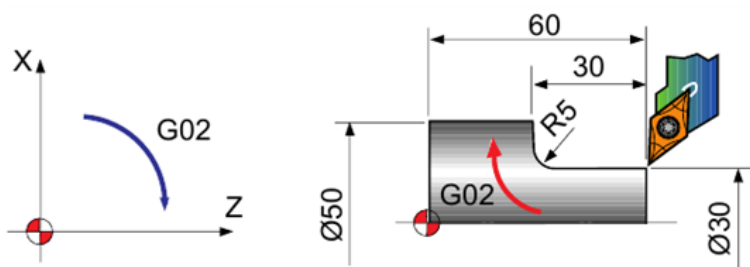
G00 – ātrā padeves/šķērsvirziena kustība. To izmanto, lai mašīna ātrā kustībā, bez apstrādes procesa novietotu savas daļas uz vietu, kur detaļa tiek mehāniski apstrādāta, vai ātrai pārvietošanai prom no veiktajiem ieprogrammētajiem griezumiem. Maksimālais kustības ātrums *Haas* mašīnai būs atkarīgs no ierīces modeļa.

G01 – lineārā interpolācijas kustība. To izmanto faktiskai apstrādei un metāla noņemšanai. Noregulēta ar ieprogrammētu padeves lielumu collās (vai milimetros) minūtē. Maksimālais padeves ātrums *Haas* mašīnai ir atkarīgs no mašīnas modeļa. [13;14]

G02 – riņķveidīgā interpolācija pulksteņrādītāja virzienā (skatīt 2.10. attēlu).

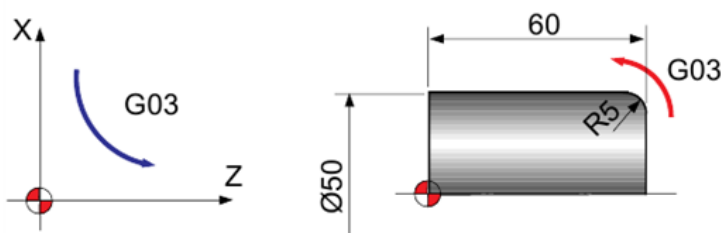
G03 – riņķveidīgā interpolācija pret pulksteņrādītāja virzienu (skatīt 2.10. attēlu).

G02 X(u) Z(w) R_ F_ :



G01 X30.0 Z60.0 F0.3 :
Z35.0 :
G02 X40.0 Z30.0 I5.0 :
(G02 U10.0 W-5.0 I5.0)
G01 X50.0 :
Z0 :

G03 X(u) Z(w) R_ F_ :



G01 X40.0 Z60.0 F0.3 :
G03 X50.0 Z55.0 K-5.0 :

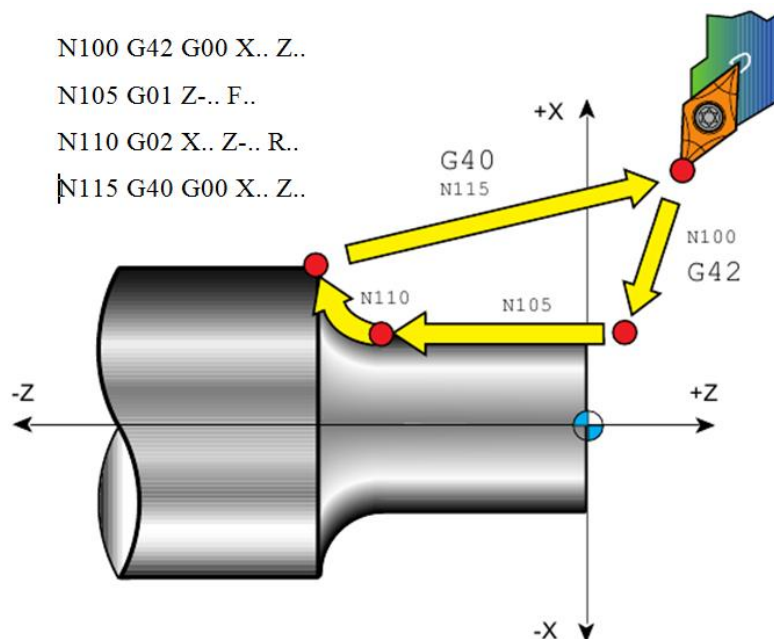
2.10. attēls. G02 un G03 izmantošana (parādīts ar bultiņu)

G28 –ātrā šķērsvirziena kustība uz darbgalda nulles punktu.

G40 – griezēja kompensācijas atcelšana (skatīt 2.11. attēlu).

G41 – griezēja kompensācija pa kreisi no ieprogrammētā ceļa.

G42 – griezēja kompensācija pa labi no ieprogrammētā ceļa (skatīt 2.11. attēlu).



2.11. attēls. G40 un G42 izmantošanas piemērs (parādīts ar bultiņu)

- G43** – griezējinstrumenta garuma kompensācija.
- G53** – mašīnas koordinātu novietojums, nemedāls.
- G54** – darba koordināta #1 (nulles daļas atrašanās vieta).
- G80** – fiksētā cikla atcelšana.
- G81** – urbšanas fiksētais cikls.
- G82** – punkta urbšanas fiksētais cikls.
- G83** – urbšanas cikls ar aizturi.
- G84** – vītnes griešanas fiksētais cikls.
- G90** – absolūtā programmēšanas pozicionēšana.
- G91** – papildu programmēšanas pozicionēšana.
- G98** – atgriešanās sākuma punktā.
- G99** – cikla ātrā atgriešanās līmenī.

2.11. BIEŽĀK IZMANTOTIE M KODI

M00 – tiek izmantots mašīnas programmas apstādināšanas (**Stop**) komandai. Šis process apstādina vārpstu, izslēdz dzesēšanu un atslēdz visus uz priekšu plānotos procesus. Nospiežot atkārtoti **Cycle Start**, programma turpinās citā programmu blokā.

M01 – tiek izmantots izvēles programmas apstādināšanai. Uz kontroles paneļa nospiežot **Opt Stop** (*Optional Stop*) pogu, mašīna izpildīs apstāšanās komandu. Kad kontrole nolasīs M01 komandu, mašīna to izpildīs kā M00 komandu.

M03 – sāk vārpstas griešanos pulksteņrādītāja virzienā. Jābūt noteiktam griešanās ātrumam.

M04 – sāk vārpstas griešanos pret pulksteņrādītāja virzienu. Jābūt noteiktam griešanās ātrumam.

M05 – apstādina vārpstu.

M06 – rīka maiņas komanda. Šī komanda automātiski apstādina vārpstu, mašīnas daļa pa Z asi aiziet uz augšu uz tās nulles pozīciju, un izvēlētais rīks tiek ielikts vārpstā. Dzesēšanas sūknis izslēdzas tieši pirms rīka maiņas izpildījuma.

M08 – ieslēdz dzesēšanu.

M09 – izslēdz dzesēšanu.

M30 – programmas beigas, un nonāk programmas sākumā.

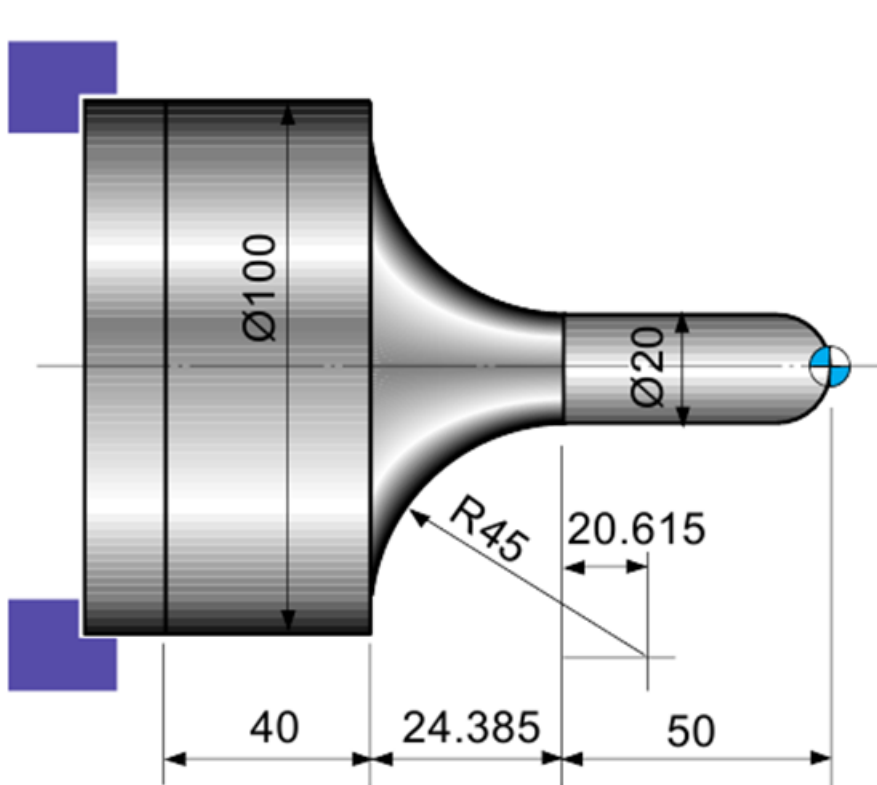
M97 – lokālās apakšprogrammas signāls.

M98 – apakšprogrammas signāls.

M99 – apakšprogrammas atgriešanās (M98) vai subrutīnas atgriešanās (M97), vai programmas cilpa.

Piezīme. Tikai viens M kods var būt izmantots vienā programmas rindā. M kodiem atbilstošie procesi vienmēr tiks izpildīti kā pēdējie programmas rindā, neskatoties uz to, kur tie ir ierakstīti programmas rindā.

Piemērs M30 koda izmantošanai parādīts 2.12. attēlā.



```

N10 :
N20 G50 S2000 T0300 :
G96 S200 M03 :
G00 X0 Z3.0 T0303 M08 :
G42 G01 Z0 F0.2 :
G03 X20.0 Z-10.0 R10.0 :
G01 Z-50.0 :
G02 X100.0 Z-74.385 I40.0 K20.615 : (G02 X100.0 Z-74.385 R45.0)
G01 Z-125.0 :
G40 U2.0 W1.0
G00 X200.0 Z200.0 M09 T0300 :

```

M30 :

2.12. attēls. M30 koda izmantošanas piemērs

2.12. PROGRAMMU STRUKTŪRA

CNC detaļas apstrādes programma sastāv no viena vai vairākiem blokiem.

Aplūkojot programmu, var redzēt, ka bloks ir tieši tāds pats kā komandu rinda. Bloki, kas tiek parādīti uz displeja, vienmēr beidzas ar semikolu (;), kas tiek saukts par bloka beigām (EOB – *End of Block*). Bloki sastāv no alfabētiskajiem kodiem – burtam vienmēr seko ciparu kopa. Piemēram, lai pārvietotos pa X asi, ciparu kopa ir jāpapildina ar X simbolu. Programmām ir jāsākas un jābeidzas ar procentu zīmi (%). Pēc pirmās procentu zīmes (%) tajā rindā ir tukšums, bet programmas nākamajā rindā jābūt programmas ciparu kopai, kurai jāsākas ar O (tā nav nulle), un tad ciparu kopai, kas definēs šo programmu. Šie programmas bloki tiek izmantoti, lai identificētu un izvēlētos galveno programmu vai apakšprogrammu. Vadības sistēma neredzēs % zīmi. Tai jau ir jāatrodas programmā, kad to ielādē vadības sistēmā. Zīme būs redzama, kad programma tiks lejupielādēta no mašīnas. Ja programmu *Haas* ievadīsiet vadības sistēmā, tad tā % zīmes saliks Jūsu vietā. Programma var saturēt arī slīpsvītras zīmi (/); visa informācija, kas seko aiz šīs zīmes, tiek uzskatīta par izvēlni. Ja blokā ir šāda zīme, tad, izmantojot programmu, visa informācija, ja tiek izvēlēta bloka dzēšanas poga, aiz tās tiek ignorēta.

Tālāk dots paraugs programmai, kā tā parādīsies uz vadības ekrāna. Vārdi pēc (:) nav daļa no faktiskās programmas, bet ir ievietoti paskaidrojumiem.

Šī programma urbs četrus caurumus divu collu diametrā četru collu kvadrātveida plāksnē ar X un Y nulles vērtību centrā.

Piemērs programmai. Programma ar komentāriem. [6]

%: Visām programmām jāsākas un jābeidzas ar procentzīmi (%), un tā nebūs redzama programmas displejā

O10023; : Burts O un programmas ciparu kopa līdz pieciem cipariem

(MILL PART PROGRAM EXAMPLE); : Komentārus iekavās programma ignorēs

(ENTER DIA. OFFSET D02 AT.625); : Piezīmes operatoram

T2 M06 (5/8 DIA. 2 FLT END MILL); : Instrumenta maiņa uz instrumentu #2 (piezīmes operatoram)

G90 G54 G00 X-2.35 Y2.35 S1604 M03; : ABS pozīcija, darba *offsets#*, ātrā padeve pa asīm X Y, vārpsta rotē pret pulksteņrādītāja kustības virzienu

G43 H02 Z0.1 M08; : Instrumenta garuma kompensācija #2, Z pozīcija, ieslēgta izdzesēšana

G01 Z-0.625 F50.; : Ātrā padeve uz dziļumu

G41 Y2. D02 F16.; : Griezējinstrumenta kompensācija pa kreisi no kustības trajektorijas ar diametra kompensāciju D02

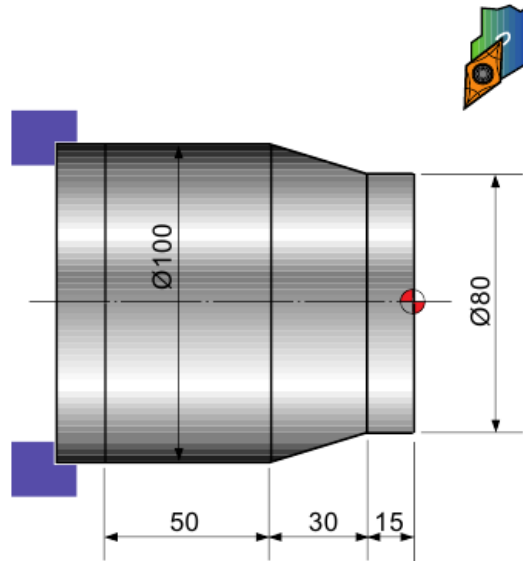
X2.0; : Griezt 4,0 collu kvadrātu

Y-2.0;	: "Koordināta " "
X-2.0;	: " Koordināta " "
Y2.25;	: " Koordināta " "
G40 X-2.3 Y2.3;	: G40 atceļ griezējinstrumenta kompensāciju
G00 Z1. M09;	: Ātrā padeve pa Z1, dzesēšana izslēgta
G28 G91 Z0. M05;	: Z0 atgriezt uz mašīnas nulles punktu, vārpsta izslēgta
M00 (CHECK PART);	: Programmas Stop komanda, lai izpildītu jaunu uzdevumu
(SPOT DRILL HOLES);	: (Piezīmes operatoram)
T3 M06 (1/2 DIA. 90 DEG. SPOT DRILL);	: Instrumenta maiņa uz #3, (piezīmes operatoram)
G90 G54 G00 X-1.5 Y1.5 S1250 M03;	: ABS pozicionēšana, darba koordinātu iestādīšana #, ātri pārvietojas uz X Y, vārpsta ieslēgta, griežas pulksteņrādītāja kustības virzienā
G43 H03 Z1. M08;	: Instrumenta garuma kompensācija #3, Z augstuma sasniegšana, ieslēdz dzesēšanu
G82 G99 Z-0.125 P0.2 R0.1 F10.;	: Apstādina urbšanu pie Z-0.125, apstāšanās uz 0,2 sekundēm
Y-1.5;	: Nākamā urbuma veidošana, ātra atgriešanās plaknē R0.1
/ X1.5;	: Trešā urbuma veidošana
/ Y1.5;	: Ceturtā urbuma veidošana
G80 G00 Z1. M09;	: Esošā ciklā apstādināšana, ātra pārvietošanās uz Z1, izslēdz dzesēšanu
G28 G91 Z0. M05;	: Atgriešanās uz iestatīto darbgalda Z0, vārpstas izslēgšana
(DRILL HOLES);	: (Piezīmes operatoram)
T4 M06 (1/4 DIA. DRILL);	: Instrumenta maiņa uz #4, (piezīmes operatoram)
G90 G54 G00 X-1.5 Y1.5 S1400 M03;	: ABS pozicionēšana, darba koordinātu iestādīšana#, ātri pārvietojas uz X Y, vārpsta ieslēgta, griežas pulksteņrādītāja kustības virzienā
G43 H04 Z1. M08;	: Instrumenta garuma kompensācija #4, Z augstuma sasniegšana, ieslēdz dzesēšanu
G83 G99 Z-0.525 Q0.5 R0.1 F12;	: Urbšanas cikls ar pārtraukumiem līdz dziļumam Z-0.525, urbja pacelšana līdz plaknei R0.1
Y-1.5;	: Otrā urbuma veidošana, ātra instrumenta pacelšana augstumā R0.1
/ X1.5;	: Trešā urbuma veidošana
/ Y1.5;	: Ceturtā urbuma veidošana

G80 G00 Z1. M09;	: Esošā cikla apstādināšana, ātra pārvietošanās uz Z1, izslēdz dzesēšanu
G28 G91 Y0. Z0. M05; M30;	: Instrumenta atgriešanās Y un darbmašīnas Z0 : Programmas apstādināšana un atgriešanās uz sākumu
%	: Programma sākas un beidzas ar %

Avots: Helmann CNC programmēšana [6]

Ārējās cilindriskās virsmas apstrādes parauga programma



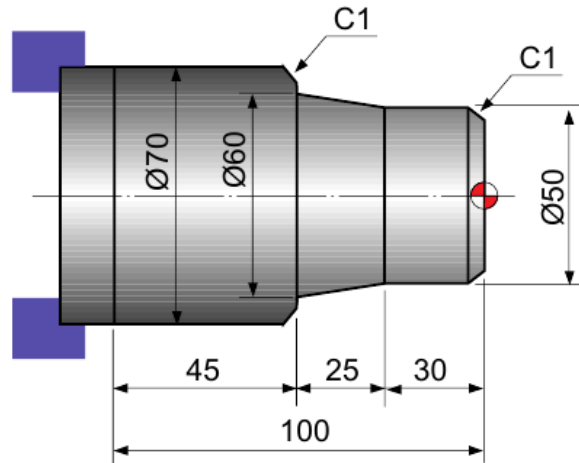
2.13. attēls. Apstrādājamās detaļas skice

Programma ar komentāriem

O0001 :	X85.0 Z-22.3 :
N10 G50 S1500 T0100 M42 :	G00 X200.0 Z200.0 M09 T0100 :
G96 S180 M03 :	M01:N20 G50 S2000 T0300 :
G00 X100.5 Z5.0 T0101 M08 :	G96 S200 M03 :
G01 Z-95.0 F0.25 :	G00 X85.0 Z5.0 T0303 M08 :
G00 U2.0 Z0.5 :	Z0 :
G01 X-1.6 F0.2 :	G01 X-1.6 F0.2 :
G00 X95.0 W1.0 :	G00 X80.0 Z3.0 :
G01 Z-37.3 F0.25 :	G42 Z1.0 :
X100.0 Z-45.5 :	G01 Z-15.0 F0.18 :
G00 Z1.0 :	X100.0 Z-45.0 :
X90.0 :	Z-95.0 :
G01 Z-29.8 :	G40 U2.0 W1.0
X95.0 Z-37.3 :	G00 X200.0 Z200.0 M09 T0300 :
G00 Z1.0 :	M30 :
X85.0 :	G50: Maksimālā rotējošā laika iestatīšana. Galvenās
G01 Z-22.3 :	vārpstas ātrums
X90.0 Z-29.8 :	G96: Konstanta virsmas ātruma kontrole
G00 Z1.0 :	G40: Kompensācijas atcelšana
X80.5 :	G42: Labās rokas kompensācija
G01 Z-15.55 :	

Avots: Helmann CNC programmēšana [6]

Ārējās cilindriskās virsmas apstrādes parauga programma



2.14. attēls. Apstrādājamās detaļas skice

Programmas teksts

O0002 :	X60.3 Z-54.7 :
N10 G50 S2000 T0100 :	X72.0
G96 S180 M03 :	G00 X150.0 Z200.0 T0100 :
G00 X70.5 Z5.0 T0101 M08 :	M01 :
G01 Z-100.0 F0.25 :	N20 G50 S2300 T0300 :
G00 U2.0 Z0.5 :	G96 S200 M03 :
G01 X-1.6 F0.23 :	G00 X55.0 Z5.0 T0303 M08 :
G00 X65.0 W1.0 :	Z0 :
G01 Z-54.5 F0.25 :	G01 X-1.6 F0.2 :
G00 U2.0 Z1.0 :	G00 X46.0 Z3.0 :
X60.0 :	G42 Z1.0 :
G01 Z-54.5 :	G01 X50.0 Z-1.0 F0.15 :
G00 U2.0 Z1.0 :	Z-30.0 :
X55.0 :	X60.0 Z-55.0 :
G01 Z-30.0 :	X68.0 :
X60.0 Z-54.5 :	X70.0 W-1.0 :
G00 U2.0 Z1.0 :	Z-100.0 :
X50.5 :	G40 U2.0 W1.0
G01 Z-30.0 :	G00 X150.0 Z200.0 M09 T0300 :
	M30 :

Avots: Helmann CNC programmēšana [6]

3.

PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDU INSTRUMENTU VEIDI, GRIEŠANAS PARAMETRI UN NOSACĪJUMI

Nodaļas mērķis	Attīstīt izglītojamo prasmes veidot CNC apstrādes procesu, izvēlēties prasībām atbilstošus instrumentus un prasme tos izmantot.
Sasniedzamie rezultāti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spēt raksturot programmvadības metālapstrādes darbgaldu instrumentus. ▪ Zināt instrumentu veidus un lietošanas prasības. ▪ Izprast apstrādes parametru izvēli.

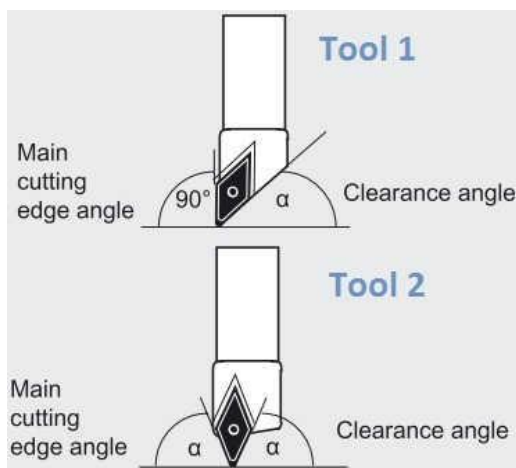
Visi frēzēšanas un virpošanas instrumenti CPV mašīnām ir izgatavoti, balstoties uz speciālo kompāniju veidotu rīku standartu prasībām. Visi instrumenti attēloti katalogos atbilstoši konkrētu rīku izlasei un ierīces procedūrai. Vairāki izstrādātāji ir norādīti tālāk tekstā.

Šajā nodaļā ir piedāvāti CNC operatora padomi instrumentu izvēlē, tie palīdzēs, izvēloties instrumentu detaļu apstrādei Jūsu CNC metālapstrādes darbnīcā.

Gatavojot detaļas ar programmvadības metālapstrādes darbgaldiem, instrumentu izvēle ir ļoti atbildīgs process. Programmvadības metālapstrādes darbgalds var veikt dažādas apstrādes operācijas, piemēram, apvirpošanu, nogriešanu, vītņu griešanu, gala pievirpošanu un loka apstrādi.

3.1. attēlā var redzēt 1. instrumentu (*Tool 1*), kas paredzēts CNC galveno mērķu izpildei. Šo instrumentu var izmantot virpošanai, gala virsmas apstrādei, rievošanai (mazai rievošanai, tikai ja mugurleņķis α to atļauj), konusveida apvirpošanai, loka apstrādei.

Aplūkojiet 2. instrumentu (*Tool 2*). Šis instrumentu tips nav daudz izmantots. Ar to var veikt vairākas apstrādes darbības: virpošanu, rievošanu, konusveida apvirpošanu, loka apstrādi.



3.1. attēls. CNC virpošanas instrumenta paraugs

Sandvik Coromant, Seco, Kennametal ir pasaules vadošie metālgriešanas instrumentu un mehāniskās apstrādes risinājumu sniedzēji metālapstrādes industrijā. Daži no viņiem ir pārstāvēti piecdesmit līdz simt piecdesmit pasaules valstīs. *Sandvik Coromant* piedāvā augstākās klases produktus virpošanai, frēzēšanai, urbšanai un instrumentu apsaimniekošanai, kā arī piedāvā risinājumus metālapstrādes industrijā. Pieejami lejupielādējami bezmaksas mehāniskās apstrādes risinājumu katalogi. Vairums instrumentu katalogu pieejami gan collu, gan metriskās sistēmas versijā un dažādās valodās. Šajā moderno tehnoloģiju laikmetā visi instrumentu ražotāji savās oficiālajās tīmekļvietnēs piedāvā katalogus, kas pieejami PDF formātā.

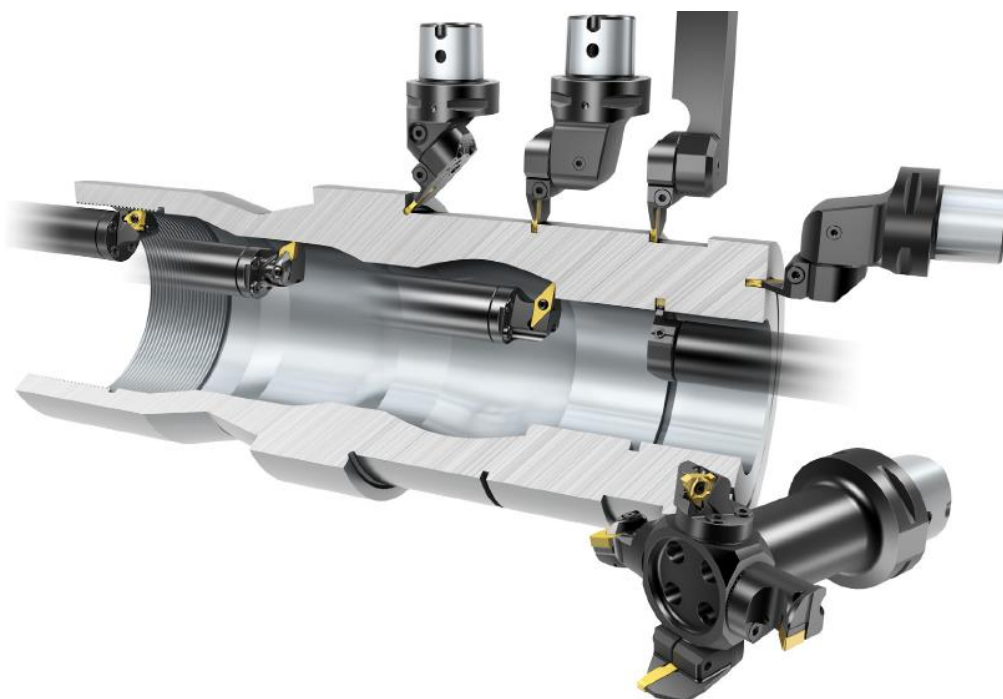
ISO 13399 ir starptautisks standarts, kurš cenšas vienkāršot datu apmaiņu par griešanas instrumentiem. Noteikti var pamanīt nelielu atšķirību starp jauniem parametriem un katra instrumenta aprakstu.

Modernie virpošanas griezējinstrumenti dod iespēju uz CNC virpas veikt praktiski visas nepieciešamās operācijas (skatīt 3.2., 3.3. attēlu) un apmainīt rīkus, piemēram, *CoroTurn® SL* ir sadalīta četrās dažādās sistēmās (skatīt 3.4. attēlu). Operācijas un instrumenti ir norādīti sarakstā:

- iekšēja virpošana: *CoroTurn® 107*,
- ārēja virpošana: *T-Max® PleverandCoroTurn® RC*,
- rievošana: *CoroCut®*, *CoroCut® QDand T-Max® Q-Cut*,
- vītņu iegriešana: *CoroThread® 266*,
- vairāku operāciju apstrāde: *CoroPlex® SL mini-turret*,
- profilēšana: *CoroTurn® TR*,
- virpošana: *CoroTurn® 107* un *CoroCut®*,
- rievošana: *CoroCut®*,
- profilēšana: *CoroTurn® 107*.

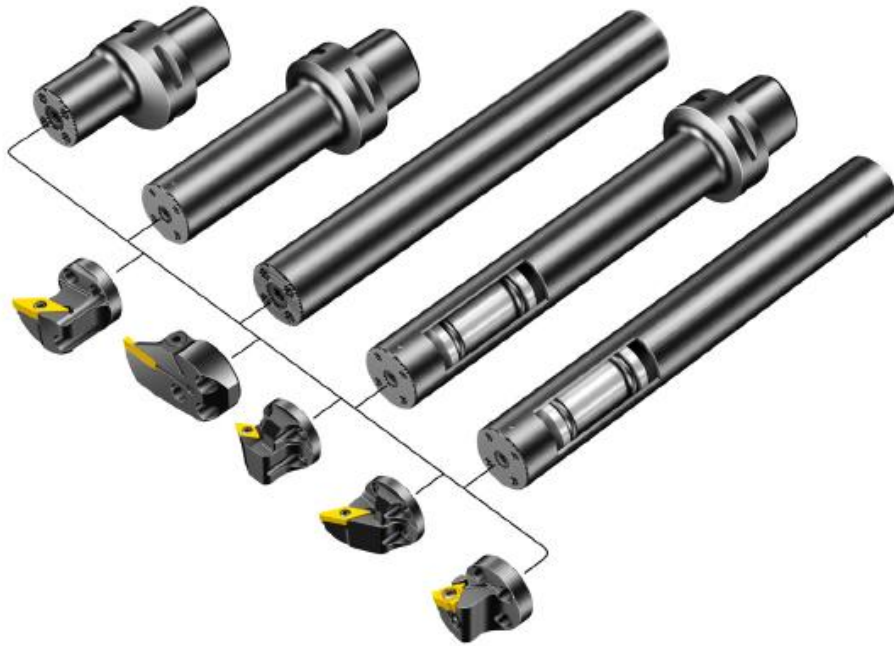


3.2. attēls. Liela profila detaļas apstrāde



3.3. attēls. Detaļas izgatavošana ar dažāda veida virpošanas instrumentiem

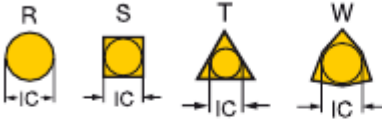








3. NODAĻA. PROGRAMMVADĪBAS METĀLAPSTRĀDES DARBGALDU INSTRUMENTU VEIDI, GRIEŠANAS PARAMETRI UN NOSACĪJUMI



3.4. attēls. CNC virpas izvirpošanas instrumentu iespēju kombinācija
Standarta virpošanas plāksnišu forma, veidi un citas iespējas parādītas 3.5. un 3.6. attēlā.

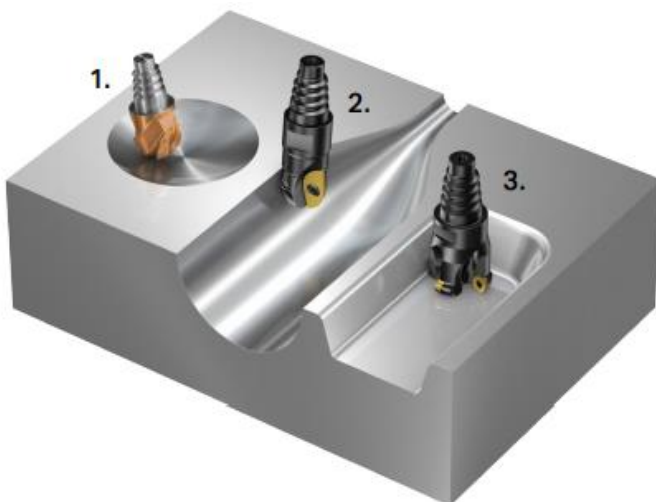
1 Insert shape		4 Insert type	
C		D	
K		R	
S		T	
V		W	
		A	
		Q	
		G	
		R	
		M	
		T	
		N	
		W	
		P	
		X	
			Special design

3.5. attēls. Virpošanas instrumentu forma, veidi un citas ražotāja katalogā norādītās iespējas

5 Insert size		Cutting edge length, metric									
		IC mm	IC inch	C	D	R	S	T	V	W	K
 <p>Inscribed circle is indicated in 1/8".</p> <p>¹⁾ For insert shape K (KNMX, KNUX) only the theoretical cutting edge length is indicated.</p>											
		3.18	1/8"					05			
		3.97	5/32"					06		02	
		5.0				05					
		5.56	7/32"			09					
		6.0			06						
		6.35	1/4"	06	07			11	11	04	
		8.0				08					
		9.525	3/8"	09	11	09	09	16	16	06	16 ¹⁾
		10.0	10.0			10					
		12.0				12					
		12.7	1/2"	12	15	12	12	22	22	08	
		13			13				13		
		15.875	5/8"	16		15	15	27			
		16.0				16					
		19.0	3/4"	19		19	19	33			
		20.0				20					
		25.0				25 ¹⁾					
		25.4	1"	25		25 ²⁾	25				
¹⁾ Metric base design		31.75	1/4"			31					
²⁾ Inch base design		32				32					

3.6. attēls. Virpošanas plāksnīšu izmēru tabula

Frēzēšanas instrumentu piemēri



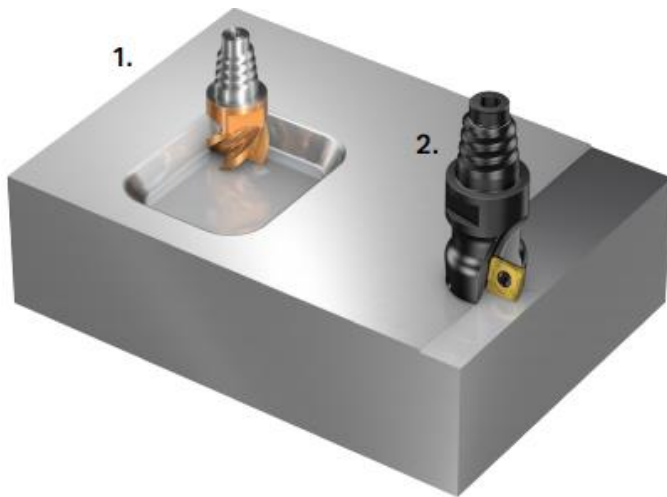
3.7. attēls.

Profila frēzēšana

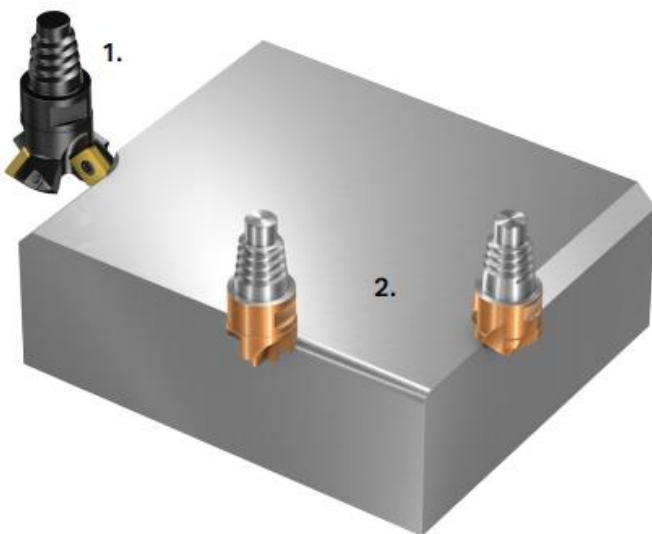
1. *CoroMill*[®] 316. Liels metāla noņemšanas ātrums un dziļums.

2. *CoroMill*[®] 390. Universāls koncepts, perfekti piemērots kombinētai apstrādei.

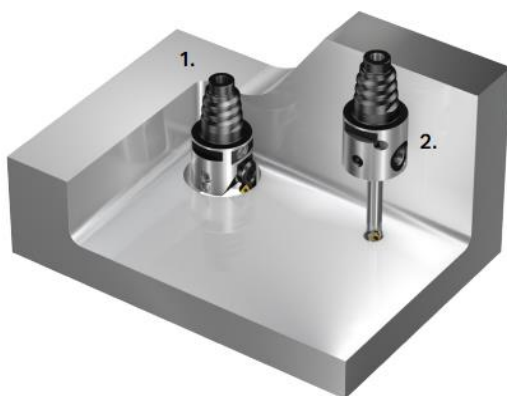
3. *CoroMill*[®] 490. Ekonomisks četru malu dizains.



3.8. attēls.



3.9. attēls.



3.10. attēls.

Virsmas frēzēšana

1. *CoroMill*[®] 316. Virsmas apstrāde lielā ātrumā.
2. *CoroMill*[®] 490. Virsmas kopējai frēzēšanai.

Fāzīšu un noapaļojumu frēzēšana

1. *CoroMill*[®] 495.
2. *CoroMill*[®] 316 dažādu grādu (15, 30, 45, 49, 60) slīpuma un malas noapaļošanas frēze.

Urbšana

1. *CoroBore*[®] 825. Urbuma diametrs 19–36 mm (0,748–1,417 collas)
2. *CoroBore*[®] 824. Urbuma diametrs 1–20 mm (0,039–0,787 collas)

4.

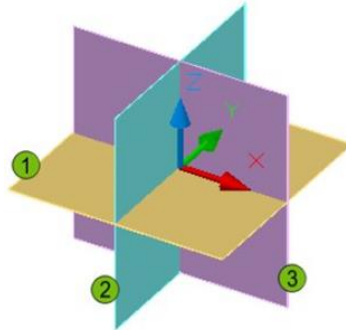
ĢEOMETRISKĀS PROGRAMMĒŠANAS PAMATI

<p>Nodaļas mērķis</p>	<p>Attīstīt izglītojamo prasmes veidot programmvadības metālapstrādes darbgaldu vadības programmu.</p>
<p>Sasniedzamie rezultāti</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spēt izveidot CNC vadības programmu, lai ar CNC darbgaldu izgatavotu detaļu. ▪ Zināt CNC vadības programmas uzbūvi un kodu izmantošanu. ▪ Izprast CNC vadības programmas saturu un funkcijas.

Programmvadības metālapstrādes darbgaldu vadības programma satur informāciju par apstrādē lietojamā instrumenta kustības trajektoriju, kuru veido tādi ģeometriski elementi kā plaknē novietotas taisnes, loki un sarežģītākas līknes, kā arī dažādas virsmas. Šo ģeometrisko elementu definēšanai izmanto to raksturīgos punktus – taisņu nogriežņu galapunktus, loka centra punktu, līkņu ģenerēšanas punktus, norādot to koordinātas telpā.

4.1. KOORDINĀTU SISTĒMA

Koordinātu sistēma tiek izmantota, lai noteiktu CNC mašīnas elementu kustību. Tam izmanto trīsdimensiju Dekarta koordinātu sistēmu ar X, Y un Z asi (skatīt 4.1. attēlu)



4.1. attēls. Plakņu novietojums telpā

Programmavadiņas metālapstrādes darbgaldos izmanto trīs galvenās plaknes (skatīt 4.1. attēlu):

- XY plakni jeb skatu no augšas,
- YZ plakni jeb sānskatu,
- XZ plakni jeb pretskatu.

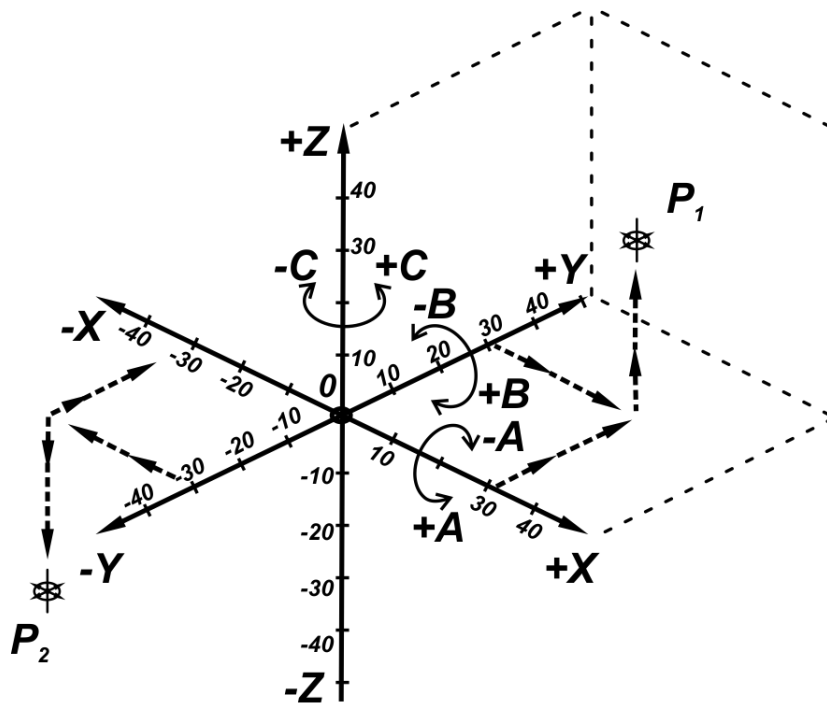
Kopā ar koordinātu sistēmas pozīciju DIN 66217 standarti nosaka virzienus CNC mašīnas asīm. Ja rotācijas kustība vai rīku novietojums (virpošanas darbgaldi, novietojuma iespējas instrumenti un apstrādājamās detaļas turētājam) ir pieejams kopā ar galda praktiskajām kustībām, papildu rotācijas kustības pa attiecīgajām asīm tiek parādītas kā:

- rotācijas leņķis A – rotācija ap X asi,
- rotācijas leņķis B – rotācija ap Y asi,
- rotācijas leņķis C – rotācija ap Z asi.

Rotācija ir pozitīva, ja tā notiek pulksteņrādītāja virzienā, kā tas redzams, skatoties ass pozitīvajā pusē. Rotācija ir negatīva, ja tā notiek pret pulksteņrādītāja virzienu, kā redzams ass pozitīvajā pusē.

4.2. attēls ataino, kā punkti ir noteikti Dekarta (taisnleņķa) koordinātu sistēmā.

Programmējot CNC mašīnu, programmētājs piemēro koordinātu sistēmu nekustīgai iedomātai detaļai.



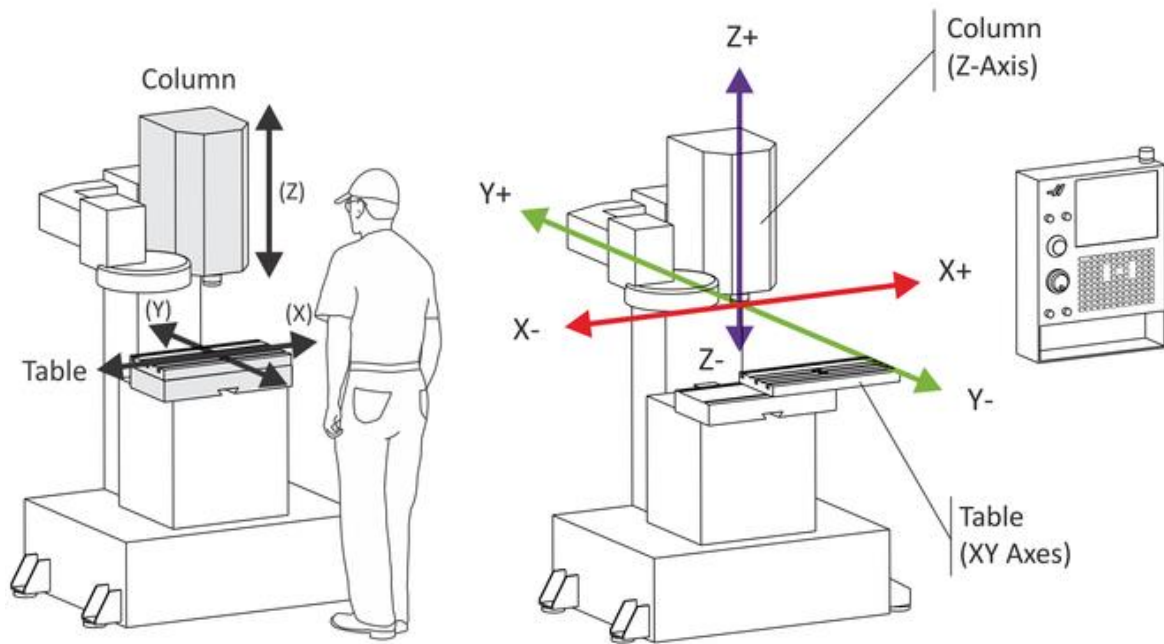
Punktu koordinātu piemērs

P1	P2
X = +30	X = -30
Y = +30	Y = -30
Z = +30	Z = -30

4.2. attēls. Dekarta (taisnleņķa) koordinātu sistēma

4.2. VIRZIENU IZVIETOJUMS ASĪM

Programmējamā CNC mašīngaldā asu virzienu izvietojumu nosaka DIN 66217 standarts. Z ass nosaka CNC mašīnas darba vārpstas izvietojumu. Z ass pozitīvā puse nosedz visu attālumu no piestiprinātās detaļas līdz vārpstai. Kad griezējriķi virza prom no detaļas, tad koordināta palielinās. Ja Z ass kustība ir pozitīva, Z koordinātu vērtības palielinās, un rīks nolaižas uz leju. To var definēt kā plusa kustību. Ja rīks ir pārvietots uz detaļas pusi, parādās negatīvā Z ass kustība, koordināta samazinās, un rīks paceļas uz augšu. Ieprogrammētai Z vērtībai ir jābūt negatīvai. To var definēt kā mīnusa kustību. Programmējot Z ass kustības, ir jābūt ļoti uzmanīgiem, lai neradītu vārpstas iesprūšanu darbgaldā. X ass koordinātu sistēma parasti ir horizontāla un atrodas paralēli mašīnas galdam, kur detaļa ir piestiprināta. Y ass izvietojums ir atkarīgs no X un Z asu izvietojuma. Lai noteiktu virpas asu izvietojumu, būtu jānosaka, vai rīks atrodas pretī griešanās centram vai aiz detaļas centra. Ja instruments atrodas pretī centram, Y ass ir pagriezta uz leju kā pārlieks pagrieziens. Ja rīks atrodas aiz centra, +Y ass ir pavērsta uz augšu. CNC mašīnas izmanto trīsdimensionālo Dekarta koordinātu sistēmu. 4.3. attēlā parādīts tipisks vertikālais frēzēšanas centrs (VFC), kam noņemti apvalki, lai parādītu kustīgās daļas. Sagataves materiāls, kas ir piestiprināts pie mašīnas galda, tiks mehāniski apstrādāts. Šis galds kustēsies pa XY līmeni. Kad operators vēršas ar seju pret mašīnu, tad X ass kustas pa kreisi un pa labi. Y ass kustas virzienā uz un no mašīnista. Mašīnas kolonna satur un griež rīku. Kolonnu kontrolē Z ass, kura kustas uz augšu un uz leju.

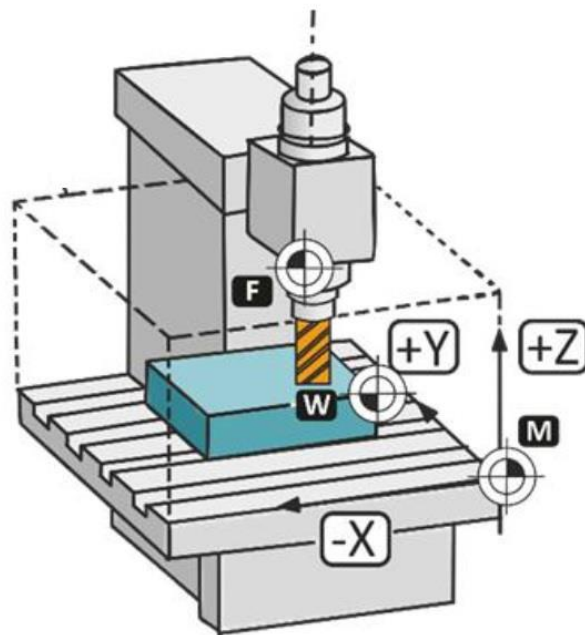


4.3. attēls. VFC mašīnas kustību koordinātas

4.3. ATSKAITES PUNKTI CNC MAŠĪNAS DARBA ZONĀ

CNC mašīnas darba zonā ir nepieciešami vairāki atskaites punkti, lai noteiktu instrumenta kustības sākumpunktu. Virpas centrā koordinātu sistēmai ir mašīnas nulles punkts, ko ir ieprogrammējuši CNC mašīnas ražotāji, un to nevar izmainīt. CNC mašīnas nulles punkts ir atskaites punkts citām koordinātu vērtībām mašīnu darba zonā. Šis punkts ne vienmēr atrodas visu asu krustpunktā. Lai noteiktu apstrādes sākumpunktu, ir nepieciešams noteikt otro atskaites punktu. Tas mērīšanas sistēmā (koordinātu sistēmā) ir definēts kā kontroles punkts un bieži atrodas pie ārējās malas CNC mašīnas darba zonā. Apstrādājamo detaļu nulles punkts parasti atrodas pie detaļas malas punkta.

Tehniskajā zīmējumā visi detaļas ģeometriskie mērījumi ir noteikti saskaņā ar detaļas nulles punktu. Detaļas nulles punkts virpai saskan ar vārpstas rotācijas leņķi un atrodas pie detaļas centra līnijas. Bieži vien, apstrādājot detaļu, tiek izmantoti vairāki instrumenti. Tātad ir jābūt pietiekami daudz vietas, lai mainītu rīkus, un ārpus sagataves (WWP) tiek noteikts instrumenta maiņas punkts. Darbgaldu kontroles programma sākas ar noteiktu programmu nulles punktu (PO). Pirms apstrādes funkciju veidošanas jāatrod programmas nulles punkts. 4.4. attēls parāda frēzēšanas mašīnai ieprogrammētos atskaites punktus. Programmējot koordinātas, nepieciešams norādīt, kā detaļa ir novietota attiecībā pret apstrādājamo kontūru.







4.4. attēls. CNC frēzēšanas mašīnas atskaites punkti – mašīnas nulles punkts M, sagataves nulles punkts W un instrumenta atskaites punkts F

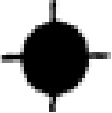
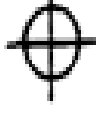


Lai pietuvinātos pusloka kontūrai, specifikācija ļauj precīzi būt ieprogrammēto detaļas kontūru. Papildu punkts HP ir noteikts, lai pietuvotos detaļas kontūrai. Darbs ar CNC virpu prasa papildu fiksācijas punktu F un instrumentu kontroles punktu WZ. Fiksācijas punkts F nosaka ierīces izvietojumu attiecībā pret detaļas atskaites punktu. Rīka kontrolpunkts WZ nosaka vārpstas rotācijas leņķi attiecībā pret instrumentu turētājiem.

4.1. tabula ataino vairāku novietoto CNC instrumentu turētāju (magazīnas/revolvergalvas) atskaites punktus CNC darba zonā.

4.1. tabula

Atskaites punkti CNC darbgalda darba zonā

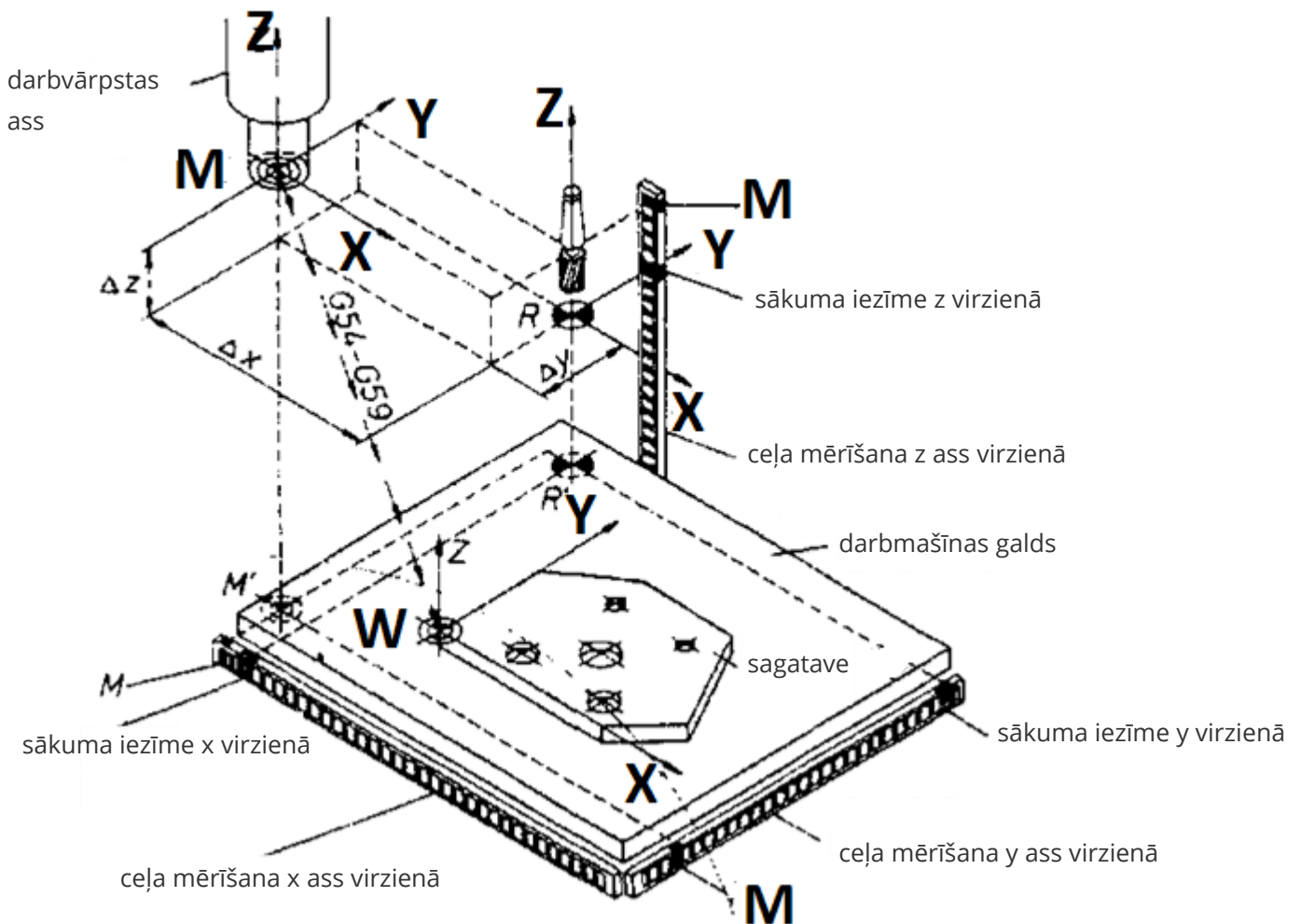
Ilustrācija	Atskaites punkti	Piezīmes
 DIN 55003	Mašīnas nulles punkts M	Uzstāda rīka koordinātu sistēmu.
 DIN 55003	Kontrolpunkts R	Kontrolpunkts vienlaicīgi atrodas visās trijās asīs. Tas ir vajadzīgs, lai anulētu mērījumu sistēmu.
	Detaļas nulles punkts W (peldošais punkts)	Detaļas koordinātu sistēmas nulles punkts.
	Programmas nulles punkts PO (peldošais punkts)	CNC programmas starta punkts. Rīka atrašanās vieta pirms detaļas apstrādes.

	Papildu punkts HP (peldošais punkts)	Jāseko frēzēšanas kontūras nosacījumiem.
	Rīka maiņas punkts WWP (peldošais punkts)	Punkts, kurā instrumenti tiek mainīti. Šis punkts ne vienmēr atradīsies pie PO.
	Fiksācijas nulles punkts F (peldošais punkts)	F atrodas detaļas pacēluma punktā, uz mirkli, detaļas frēzēšanas ierīces fundamentā.
	Rīku kontrolpunkts WZ (peldošais punkts)	Rīku kontrolpunkts atrodas rīku turētājā.

4.4. ATSKAITES PUNKTU KOMPENSĀCIJA

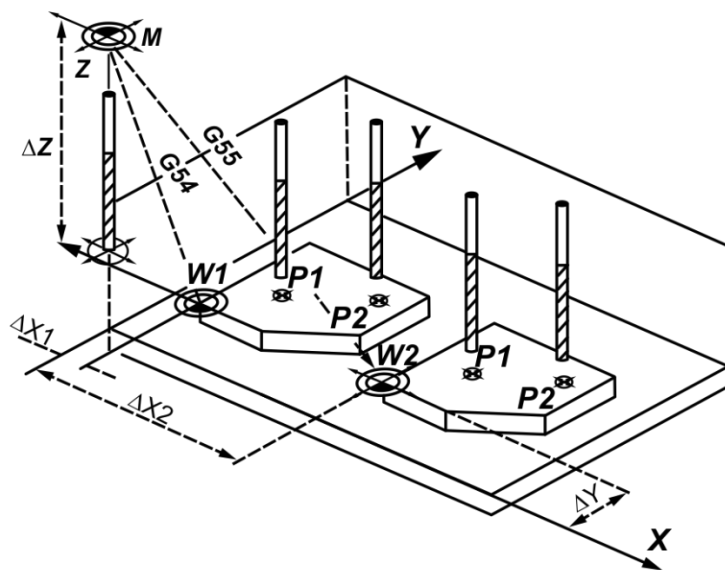
Dažādie atskaites punkti daudzpozīciju instrumentu turētāja darba zonā ļauj CNC programmētājam izstrādāt vadības programmu neatkarīgi no apstrādājamās detaļas izvietojuma uz iekārtas galda. CNC operators saņem programmu un sāk programmēt CNC mašīnu. Sākumā CNC mašīnas vadības centrs nav informēts par atskaites punktu pozīcijām. Operatoram, iestatot mašīnu, ir jānosaka mašīnas nulles punkts. Mašīnas nulles punktu nosaka, pārvietojot instrumentu turētāju pa X, Y un Z asi, līdz mērīšanas sistēmas kontroles punkti nekrustojas. Tad attālums starp kontroles punktu un mašīnas nulles punktu tiek saglabāts mašīnas atmiņā un noteikts kā monitora nulles vērtība. Pēc mērīšanas sistēmas anulēšanas un nulles punkta kompensēšanas CNC operators nosaka piestiprinātās apstrādājamās detaļas pozīciju.

Attālumu starp detaļas nulles punktu un mašīnas nulles punktu visās asīs nosaka, izmantojot pieskāriena zondi vai mikroskopu, un to saglabā atmiņā (funkcijas G54–G59). Tas ļauj efektīvi sagatavot tik daudz informācijas, cik iespējams vienas iestatīšanas laikā, jo, tikai nosakot detaļas apstrādes sākumpunktu, var samazināt programmēšanas uzdevumu. Pēc ieprogrammēšanas detaļu apstrādes programma ir jāatkārto, novirzot detaļas nulles punktu uz nākamo detaļas nulles punktu. Detaļas apstrādes programma ir rakstīta vienu reizi un atkārtojas, virzot no detaļas nulles punkta uz nākamo detaļas nulles punktu. Kad mašīnas nulles punkts X/Y plaknē tiek nobīdīts, ir jāiestata tikai pozitīvās koordinātas, kā tas parādīts 4.5. attēlā.



4.5. attēls. Nulles punkta kompensācijas aprēķina shēma, ņemot vērā M (mašīnas nulles punktu), R (kontroles punktu) un W (detaļas nulles punktu)

4.6. attēls parāda atskaites punktus urbumu kompensācijai uz tehniskā zīmējuma pamata.



4.6. attēls. Frēzēšanas mašīnas darba zona; W1, W2 – detaļu nulles punkti

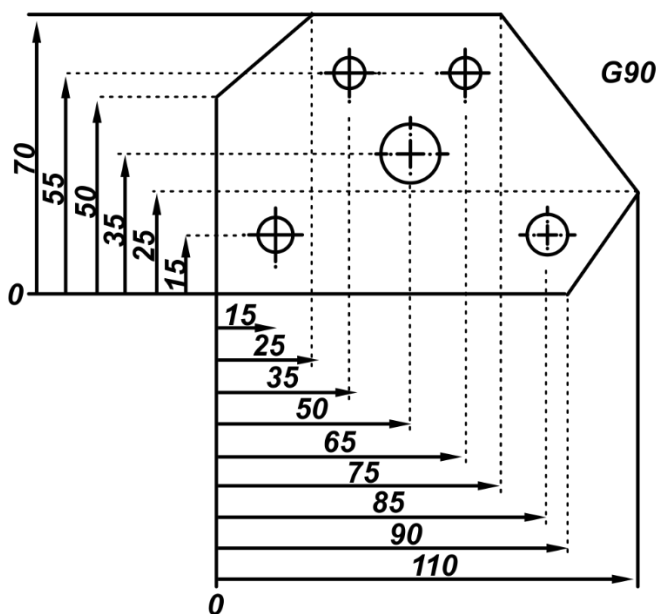
4.5. DETAĻAS ĢEOMETRIJAS SAGATAVOŠANA PROGRAMMĒŠANAI

Lai izveidotu programmvadības metālapstrādes darbgalda vadības programmu, nepieciešams izstrādāt izgatavojamās detaļas darba rasējumu vai skici, kurā attēloti detaļas ģeometrijas elementi ar izmēriem, kurus nosaka un programmē atbilstoši apstrādes operācijai (absolūtā vai relatīvā mērīšanas sistēmā).

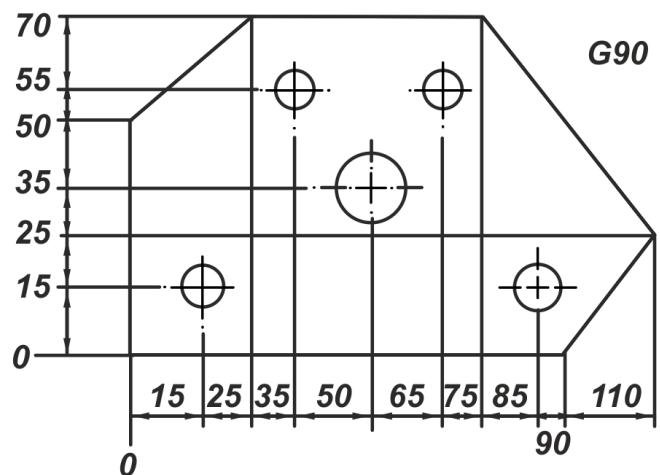
Absolūtā mērīšanas sistēma

Absolūtā mērīšanas sistēma ir tāda izmēru noteikšanas sistēma, kur jebkura punkta novietojumu nosaka attiecībā pret vienu un to pašu punktu (nulles punktu).

4.7. un 4.8. attēls rāda absolūtus mērījumus. Lai darbgalda vadības sistēma zinātu ģeometriskās informācijas formātu, tiek izmantota funkcija G90 absolūto mērījumu iestatīšanai (absolūtā programmēšana).



4.7. attēls. Absolūtās mērīšanas izmēru uzstādīšana ar bultiņu



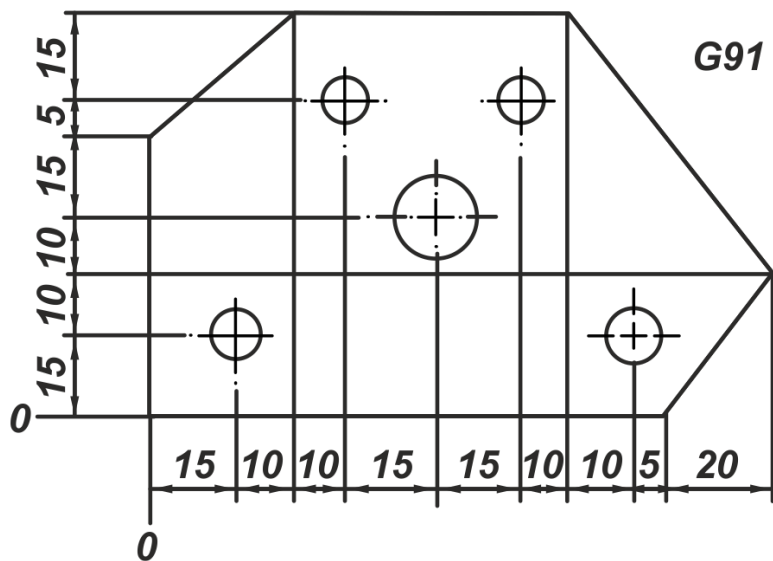
4.8. attēls. Absolūtās mērīšanas izmēru uzstādīšana progresijā (ar bultiņām)

Absolūtā mērīšanas sistēma ļauj noteikt visu punktu koordinātas bez atskaites punkta pārrēķināšanas.

Relatīvā izmēru programmēšana

Relatīvajā izmēru programmēšanā apstrādes sākumpunktu nosaka, pamatojoties uz detaļas nulles punktu. Attiecībā uz katru apstrādes punktu iepriekš noteiktā koordināta arī ir nulles punkts.

Tas nozīmē, ka tad, kad mērījumi tiek noteikti, pakāpeniski mainot punktu vai grupu apstrādes punktu, tas izraisa detaļas nulles punkta nobīdi, kā tas parādīts 4.9. attēlā.



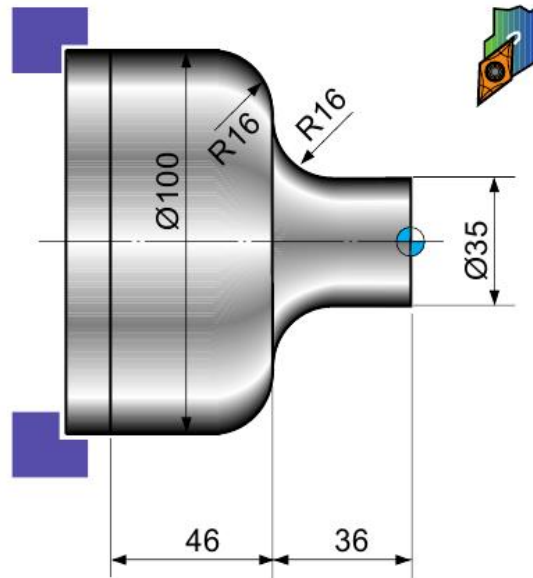
4.9. attēls. Relatīvā izmēru uzstādīšana

Nākamo punktu izmēri noteikti progresīvi, norādot koordinātu pieaugumu.

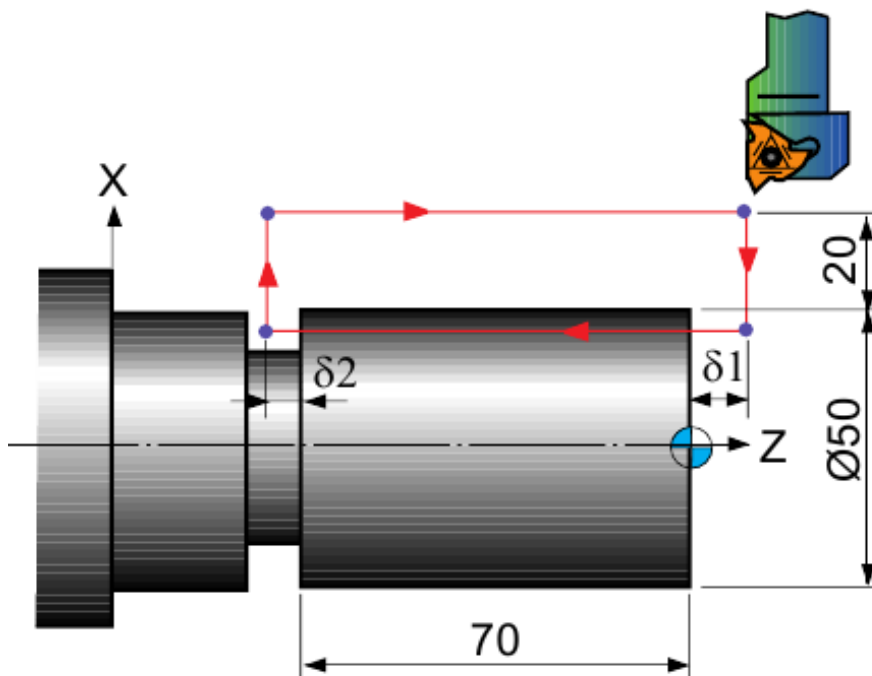
4.6. ZINĀŠANU PĀRBAUDES UZDEVUMI

G KODU ZINĀŠANU PĀRBAUDES UZDEVUMI

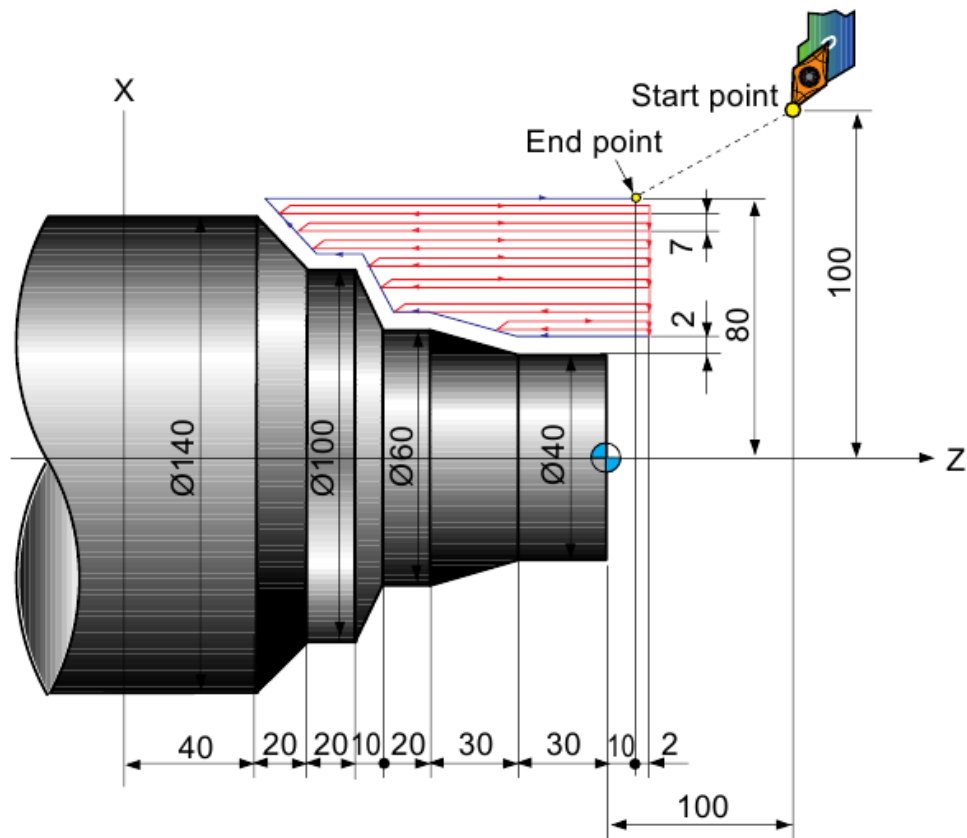
1. Raksturojiet šādus G kodus – G00, G01, G02, G03, G28, G41, G42, G43, G53, G54, G80, G81, G82, G83, G84, G90, G91, G98, G99!
2. Uzrakstiet programmu detaļas apstrādei!



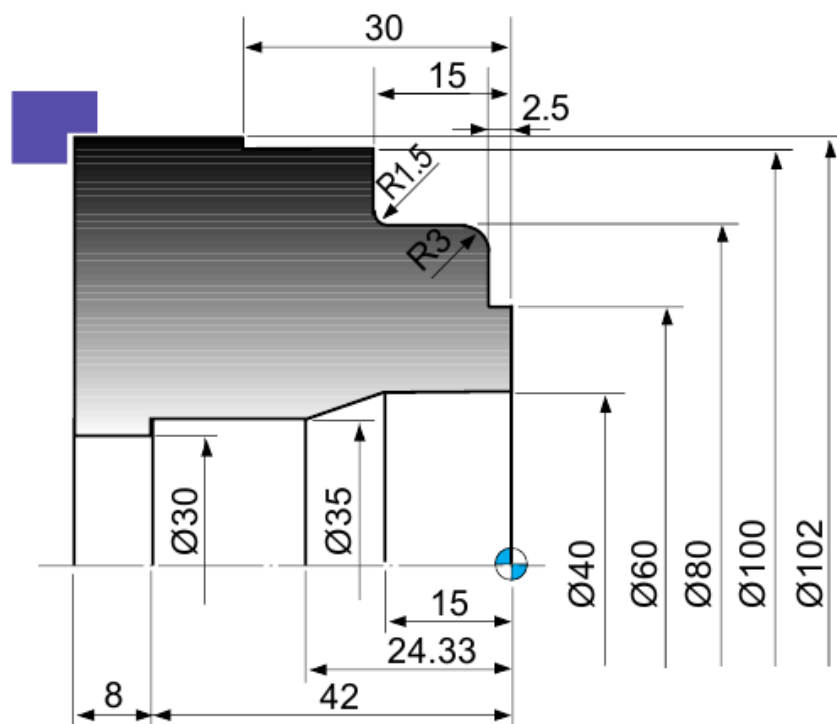
3. Uzrakstiet programmu detaļai ar vītnes iegriešanu!



4. Uzrakstiet programmu virpošanas procesam (*Start point* – sākuma punkts, *End point* – beigu punkts)!

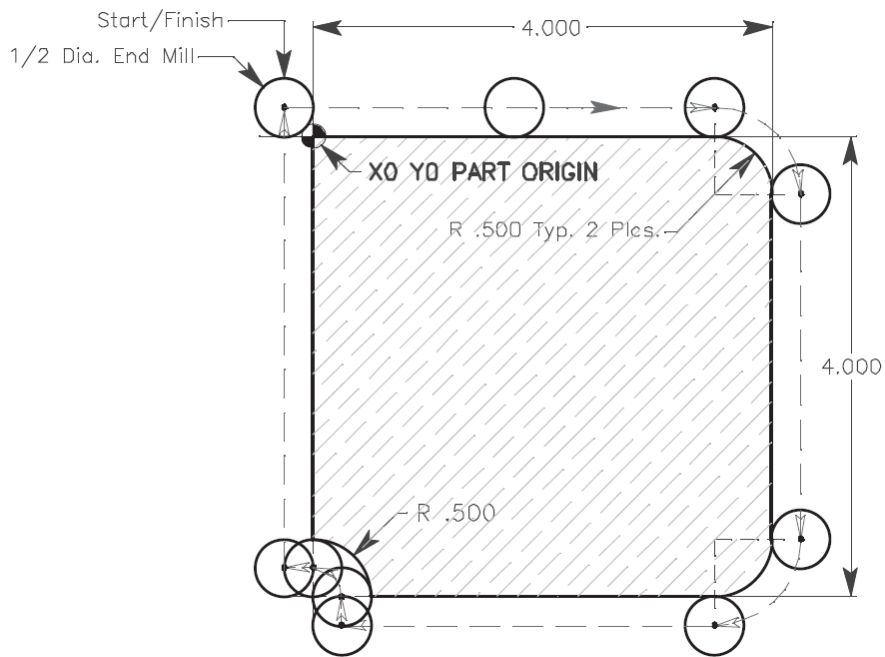


5. Uzrakstiet programmu izvirpošanas procesam!



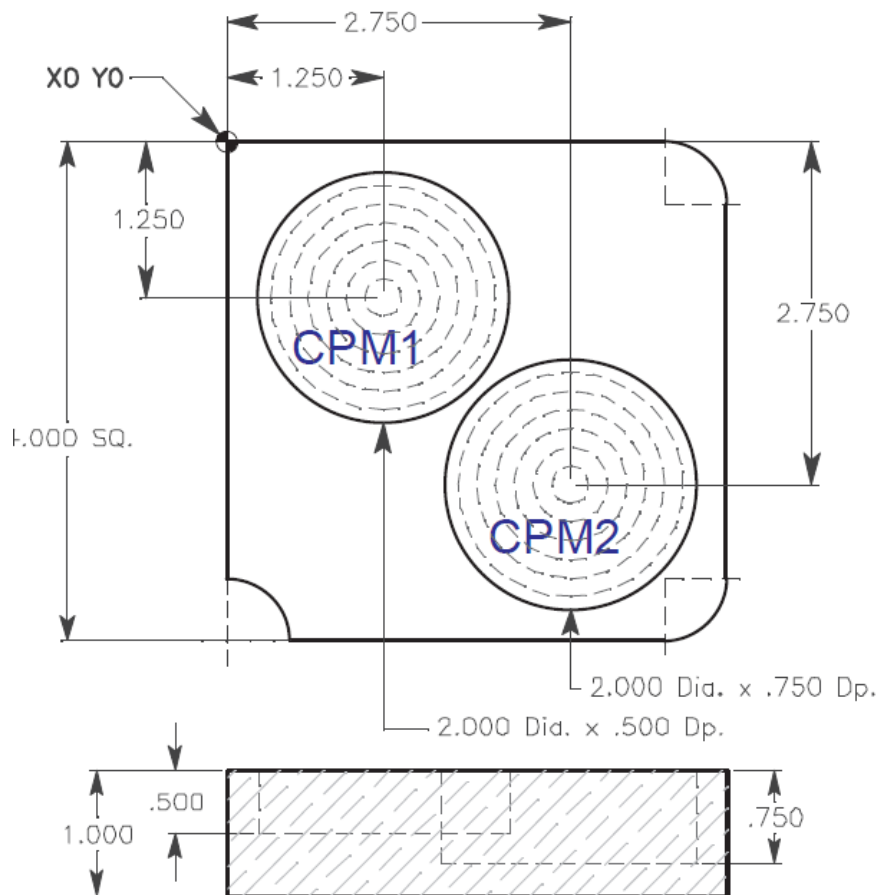
6. Uzrakstiet programmu frēzēšanas procesam!

Izmēri collās: frēzes diametrs 0,50 collas (12,7 mm). *Start/Finish* – sākuma/beigu punkts.

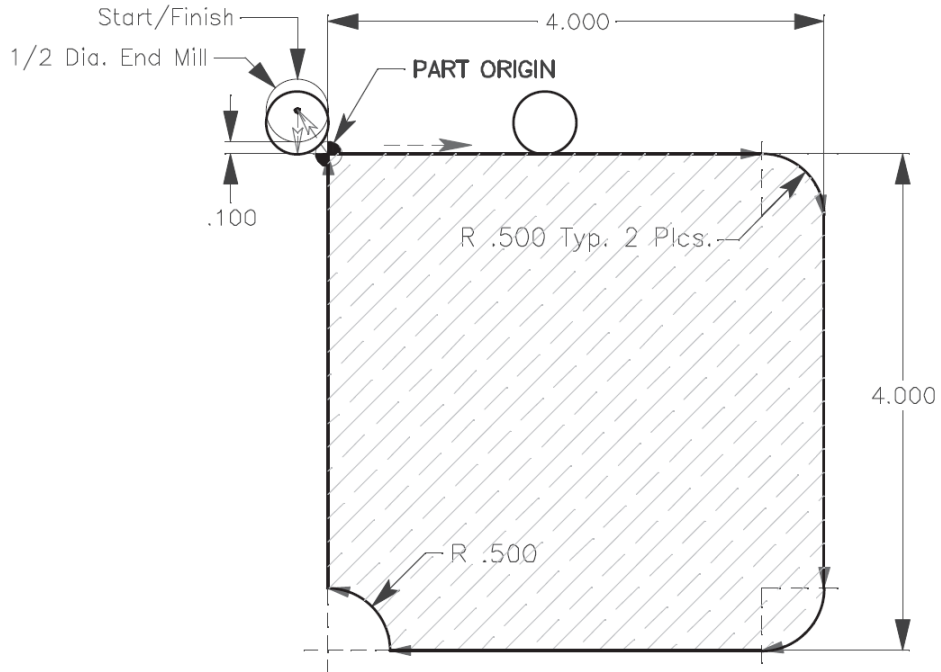


7. Uzrakstiet programmu apaļas formas iekšējo kabatu frēzēšanai!

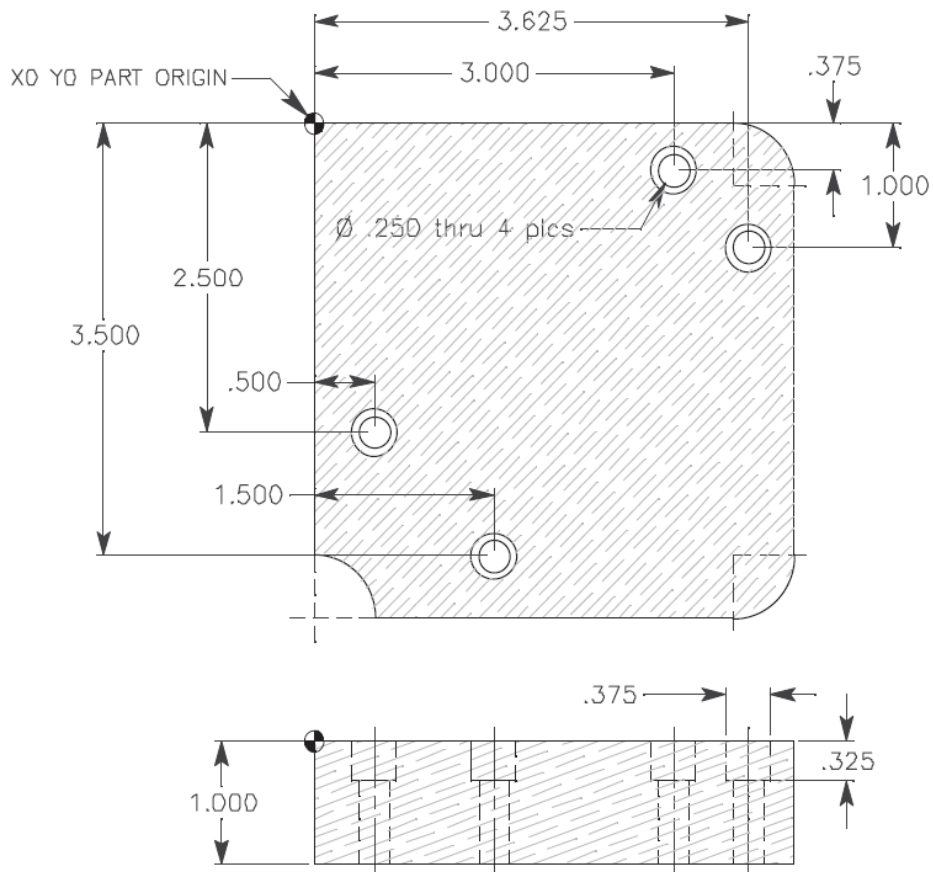
Izmēri collās.



8. Uzrakstiet programmu frēzēšanas procesam ar instrumenta kompensāciju!



9. Uzrakstiet programmu urbumu veidošanai ar cikla palīdzību!



5.

MASTERCAM 2019

IEVADS

Nodaļas mērķis	Attīstīt izglītojamo prasmes izmantot <i>Mastercam</i> programmatūru.
Sasniedzamie rezultāti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Spēt strādāt ar <i>Mastercam</i> interfeisu. ▪ Zināt <i>Mastercam</i> pamatfunkcijas. ▪ Izprast detaļas ģeometrijas izveidošanu.

MASTERCAM IZMANTOŠANA

Mastercam2019 veido dažādas instrumenta trajektorijas virpošanas, frēzēšanas, stieples elektroerozijas apstrādei, sākot no rupjās apstrādes un galīgās apstrādes iekšējam un ārējam diametriem līdz C ass apstrādes (frēzēšana + rotācija) programmēšanai. Tas ietver arī rievu iegriešanas, vītņošanas, urbšanas, gala pievirpošanas un nogriešanas instrumenta trajektoriju veidošanu visām virpošanas apstrādes vajadzībām, kā arī dažādu virsmu frēzēšanas darbiem.

Ar *Mastercam2019* palīdzību tiek sagatavotas programmvadības darbgaldu vadības programmas, ģenerējot ISO standartam atbilstošus kodus.

Šo DML var izmantot kā palīgu pašmācībā, lai varētu orientēties programmā un interfeisā. Mācību līdzeklī ietvertie projekti ir veidoti tā, lai parādītu efektīvus ceļus, ko var izmantot reālās situācijās.

Mācību līdzeklis nemēģina apskatīt katru *Mastercam2019* īpašību.

Konkrētu jautājumu gadījumā izmantojiet tiešā režīma palīdzību. Šis mācību līdzeklis parādīs, kā lietot tiešā režīma palīdzību.

PIEMĒRA DETAĻU LIETOŠANA

Piemēra detaļas, kas tiks izmantotas šī mācību līdzekļa vingrinājumiem, atrodamas e-kursa mācību materiālā. Veidojiet jaunu darba mapi, kur saglabāt savas detaļas pēc mācību beigšanas.

Piezīme. Šī mācību līdzekļa vajadzībām detaļas ir veidotas metriskajā mērvienību sistēmā. Kad atvērsiet kādu no šīm detaļām, lietojot konfigurācijas failu, kas balstās uz citu mērvienību sistēmu, *Mastercam* automātiski pārslēgs konfigurācijas failus atbilstoši pašreizējam failam. Piemēram, ja strādājat ar metriskās konfigurācijas failu *Mastercam* vidē un atverat detaļu, kas mērāma collās, sistēma pārslēdzas uz collu konfigurācijas failu.



PADOMS

Papildu palīdzībai varat spiest arī **[Alt + H]** jebkurā *Mastercam* darba vides punktā. Lietojiet **Help** rīkjoslās pogu, lai iegūtu informāciju par pašreizējo izvēlni.

Ja vajag vairāk palīdzības

Tiešā režīma palīdzība satur pašu pēdējo un visatbilstošāko informāciju par *Mastercam*. Uzklikšķiniet uz jautājuma zīmes, tad uz jebkura lauka, lai iegūtu informāciju.

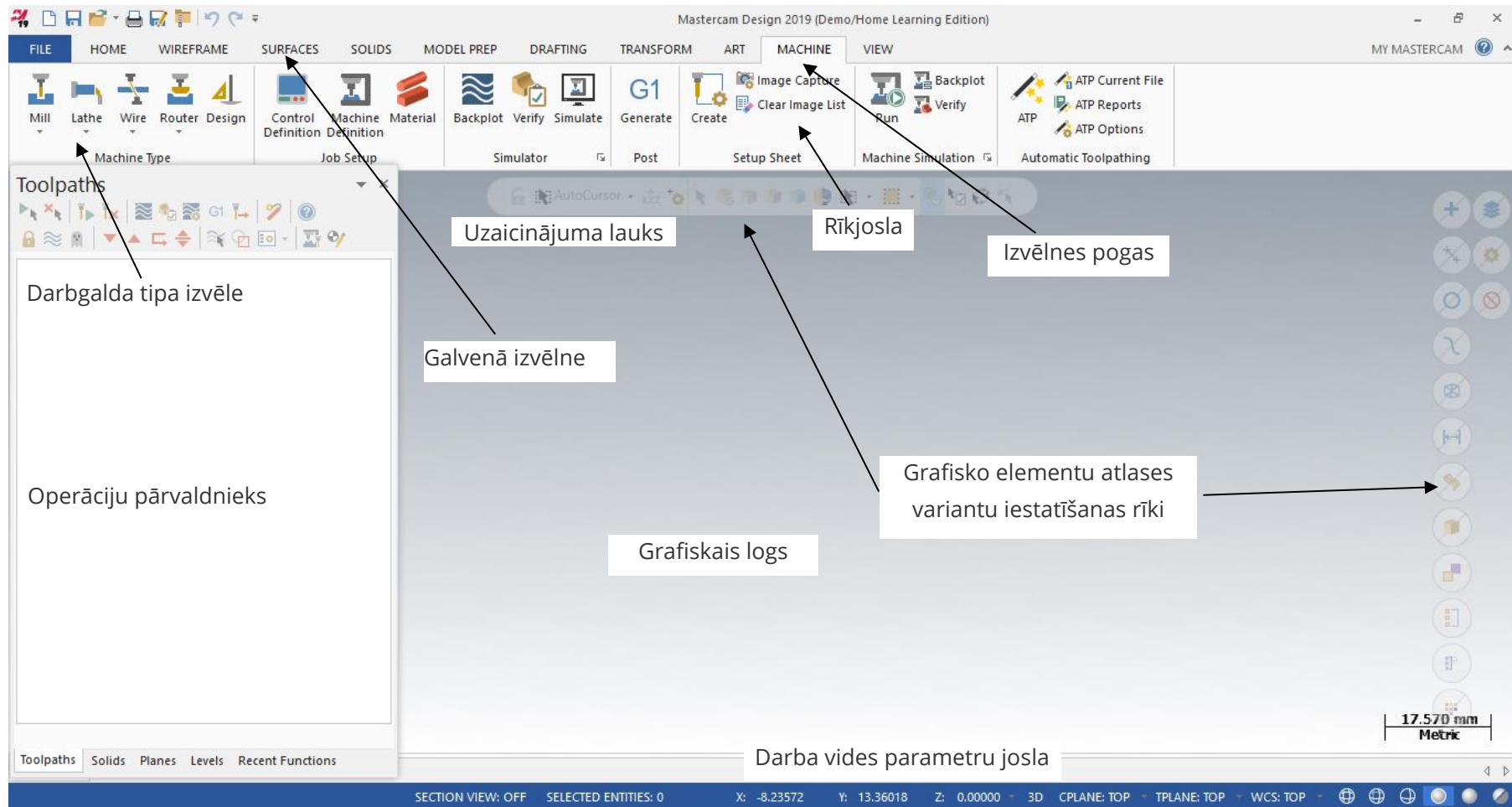
Papildresursi

Par mācību informāciju kontaktējieties ar *Mastercam* izplatītāju. Diskusijām par jautājumiem, kas saistīti ar *Mastercam*, atveriet *Mastercam* tiešsaistes forumu <http://www.emastercam.com>.

MASTERCAM2019 SĀKŠANA

Dubultklikšķiniet ikonu uz *Windows* darba virsmas, kura atbilst *Mastercam2019*.

Attēls rāda dažas *Mastercam* darba vides galvenās īpašības. Tālāk redzams sākuma ekrāns (skatīt nākamo attēlu). Klikšķinot izvēlnes pogas, tiek iegūta pieeja vajadzīgajai rīkjoslai, kur attiecīgi ir sakopoti rīki noteiktu funkciju veikšanai.



Rīkjosla – katra poga izsauc kopējās izvēlnes komandu. Turiet kursoru virs pogas, lai ieraudzītu šīs pogas darbību.

Galvenā izvēlne – šeit, pārslēdzot rīkjoslas, atradīsiet gandrīz visas komandas.

Izvēlnes pogas – izmantojiet šīs pogas, lai pārvietotos pa rīkjoslām.

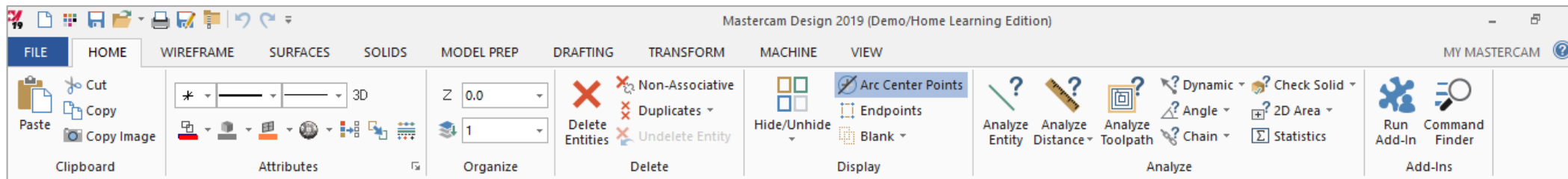
Uzaicinājuma lauks – *Mastercam* lieto šo teritoriju, lai paziņotu, kāda informācija jāievada vai kurš taustiņš jānospiež.

Grafiskais logs – šeit parādās Jūsu detaļa un instrumenta trajektorija.

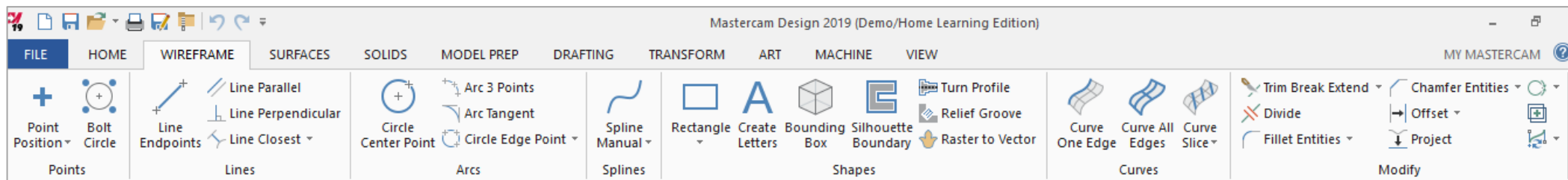
Operāciju pārvaldnieks – šeit parādās visa informācija par projektējamām operācijām.

Darba vides parametru josla – šeit tiek atspoguļota informācija par *Mastercam* darba vides stāvokli: pašreizējās kursora koordinātas, konstruēšana, instrumenta un detaļas plaknes.

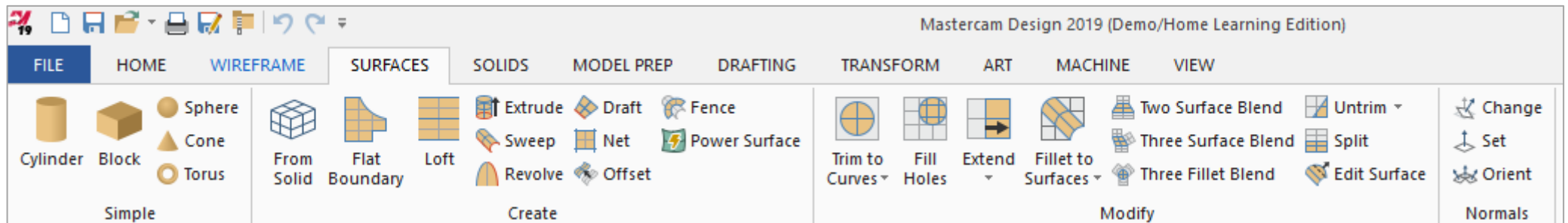
Rīkjoslā **HOME** ir rīki darba vides pārskatīšanai un stāvokļa analīzei.



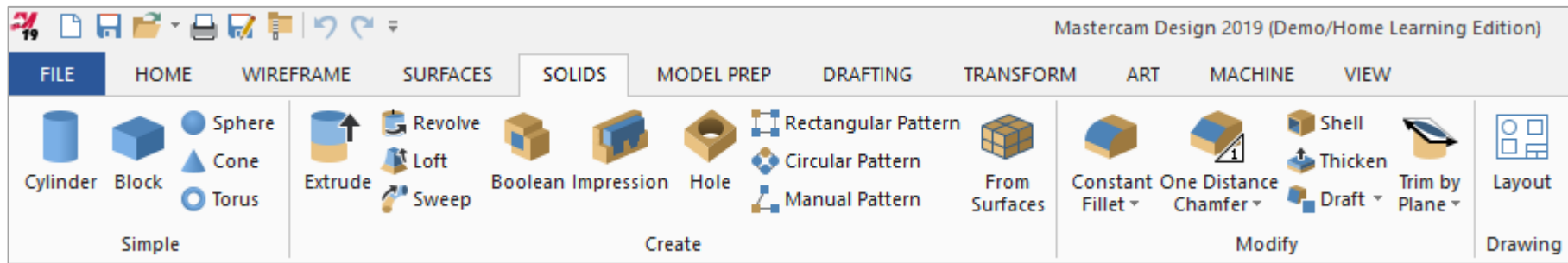
Rīkjoslā **WIREFRAME** ir rīki stieņu režģa veida detaļu ģeometrijas veidošanai.



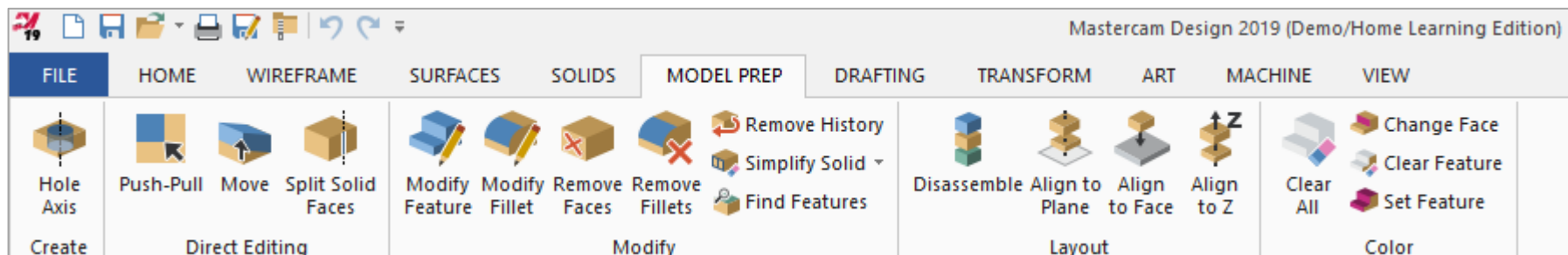
Rīkjoslā **SURFACES** ir rīki no virsmām sastāvošas detaļu ģeometrijas veidošanai.



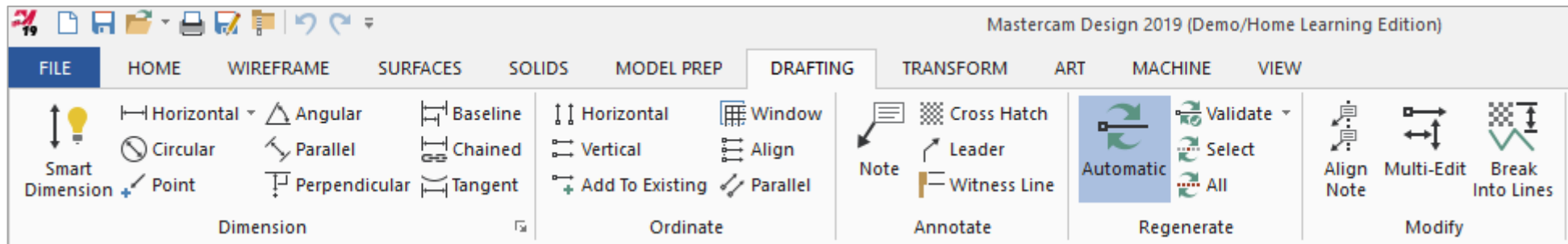
Rīkjoslā **SOLIDS** ir rīki ķermeņa tipa detaļu ģeometrijas veidošanai.



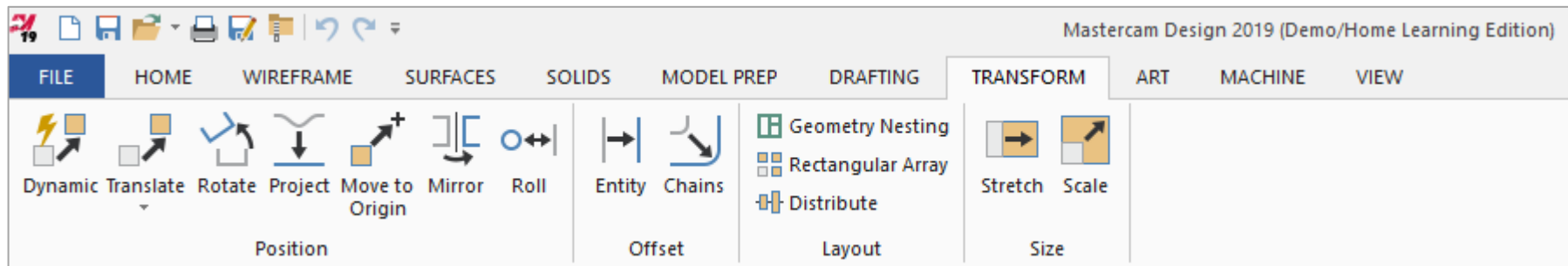
Rīkjoslā **MODEL PREP** ir rīki detaļu ģeometrijas koriģēšanai un pielāgošanai.



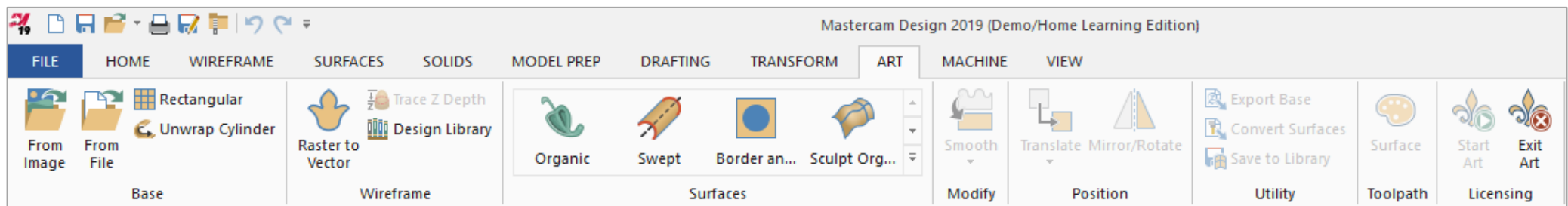
Rīkjoslā **DRAFTING** ir rīki detaļu rasējumu izveidei.



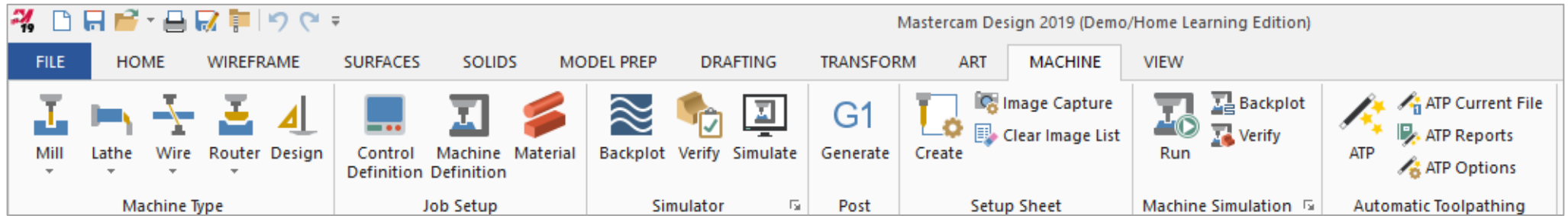
Rīkjoslā **TRANSFORM** ir rīki detaļas ģeometrijas daļu novietojuma izmaiņai.



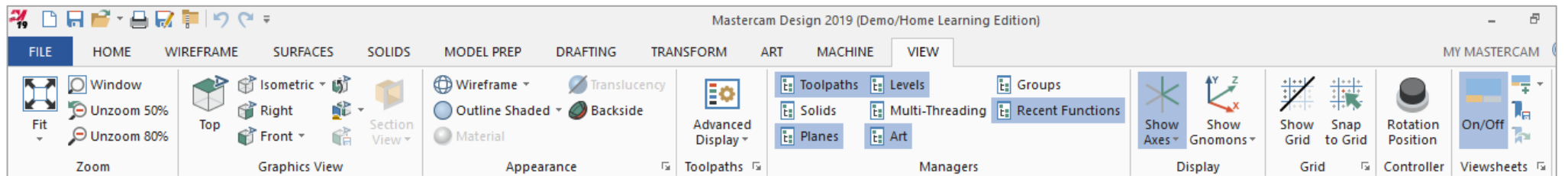
Rīkjoslā **ART** ir rīki detaļu ģeometrijas izveidei no attēliem.



Rīkjoslā **MACHINE** ir rīki darbvalda izvēlei un pielāgošanai, kā arī apstrādes apskatei.



Rīkjoslā **VIEW** ir rīki grafiskā loga vadībai.



Detaļas attēlojuma vadīšana grafiskajā laukā

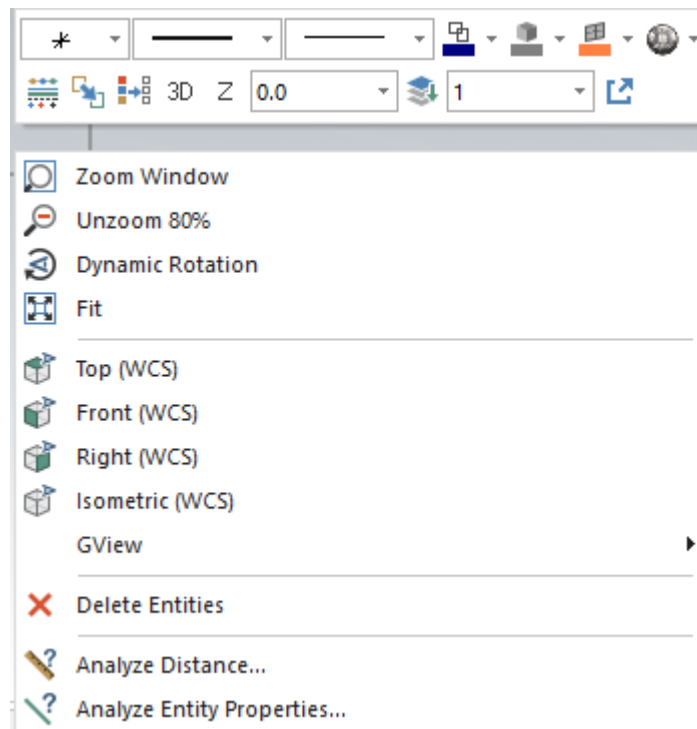
Mastercam nodrošina vairākus veidus, kā vadīt operatora darbību attēlojumu grafiskajā logā. Dažas tālāk minētās rīkjoslas pogas ļauj vadīt detaļas attēla mērogu grafiskajā logā.

Window	Lietojiet kursoru, lai apvilktu rāmīti palielināmajam laukumam.
Unzoom 50 %	Samazina attēlu ar koeficientu 0,5.
Unzoom 80 %	Samazina attēlu ar koeficientu 0,8.
Fit	Palielina vai samazina attēlu, līdz ekrāns ir aizpildīts.

Piezīme. Grafiskais skats neietekmē plakni, kurā eksistē (ir izveidota) detaļas ģeometrija.

Mastercam vidē to sauc par konstruēšanas plakni – **Cplane**. Skatieties *Mastercam* tiešā režīma palīdzību, lai iegūtu papildinformāciju par **Cplane**.

Uzklīkšķinot labo pogu grafiskajā logā, parādās nākamajā attēlā redzamā izvēlne, kas ļauj kontrolēt attēlu līdzīgi rīkjoslas pogām, kā arī nodrošina dažas papildu kontroles iespējas. Šīs iespējas izmantojiet viscaur šajā mācības līdzeklī.



Mastercam programmā biežāk izmantojamie taustiņi

Alt + 1	Iestatīt virsskatu.
Alt + 2	Iestatīt pretskatu.
Alt + 3	Iestatīt aizmugures skatu.

Alt + 4	Iestatīt apakšskatu.
Alt + 5	Iestatīt skatu no labās puses.
Alt + 6	Iestatīt skatu no kreisās puses.
Alt + 7	Iestatīt izometrisko skatu.
Alt + A	Automātiska saglabāšana.
Alt + bultiņu taustiņi	Pagriezt skatu.
Alt + C	Palaist lietotāja lietojumprogrammu (C-Hooks un NET-Hooks).
Alt + D	Iestatīt globālos zīmēšanas parametrus.
Alt + E	Parādīt/paslēpt ģeometriju (Show/hide).
Alt + F1	Pielāgot visu ģeometriju uz ekrāna.
Alt + F2	Samazināt skatu 0,8 reizes.
Alt + F4	Iziet no <i>Mastercam</i> .
Alt + F8	Konfigurēt <i>Mastercam</i> .
Alt + F9	Parādīt visas asis (work view, Cplane, Tplane).
Alt + F12	Izvēlēties rotācijas punktu 3D Connexion device lietošanai.
Alt + G	Tīkla parametru izvēle.
Alt + H	Palīdzība tiešsaistē.
Alt + O	Rādīt/slēpt operāciju pārvaldnieku.
Alt + P	Atpakaļ uz iepriekšējo skatu.
Alt + S	Ieņot/atēnot.
Alt + T	Rādīt/nerādīt trajektoriju.
Alt + U	Atcelt pēdējo darbību.
Alt + V	<i>Mastercam</i> versijas, SIM numurs.
Alt + X	Iestatīt krāsu/līmeni/stilu/biezumu no izvēlētā elementa.
Alt + Z	Līmeņu pārvaldnieks.
Bultiņu taustiņi	Pārbīdīt skatu.
Ctrl + A	Izvēlēties visus ģeometrijas elementus.

Ctrl + C	Kopēt uz starpliktuvi.
Ctrl + F1	Skata izvēršana ap mērķa punktu, paslēpt izvēlni.
Ctrl + U	Atcelt pēdējo darbību.
Ctrl + V	Ielīmēt no starpliktuves.
Ctrl + X	Izgriezt uz starpliktuvi.
Ctrl + Y	Atjaunot atcelto darbību.
Ctrl + Z	Atjaunot pēdējo darbību.
F1	Skata palielinājums izvēlētā logā.
F2	Skata samazinājums uz iepriekšējo/ 50 % no oriģināla.
F3	Pārzīmēt ekrānu.
F4	Analizēt izvēlēto elementu.
F5	Nodzēst izvēlēto elementu.
F9	Rādīt/slēpt koordinātu asis.
Page down	Samazināt skatu par 5 %.
Page up	Palielināt skatu par 5 %.
Shift + Ctrl + R	Atjaunināt ekrānu.

1. PRAKTISKAIS DARBS – 2 ASU VIRPOŠANAS DARBA IESTATĪŠANA

Darba mērķis	Apgūt virpošanas apstrādes sagatavošanas procedūras.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaļas atvēršana. ▪ Sagataves ierobežojumu noteikšana. ▪ Detaļas novietošana iespilējošā patronā. ▪ Instrumenta ierobežojumu iestatīšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj aprakstīt detaļas sagatavi, noteikt tās iespilēšanu patronā.
Rezultāta vērtēšana	Sagataves un patronas novietojuma koordinātas grafiskajā laukā atbilst detaļas izmēriem.

Pārbaudi sevi

Kāpēc nepieciešams noteikt instrumenta ierobežojumus?

Praktiskais darbs satur norādes par virpojamās detaļas iestatīšanu, pirms trajektoriju apstrādei izmanto 2 asu instrumentu. Apstrādājamās detaļas iestatīšanā ietilpst arī ierobežojumu noteikšana, lai izvairītos no instrumenta sadursmes ar sagatavi, patronu un jātnieku (aizmugures balstu), kā arī atskaites punktu iestatīšana.

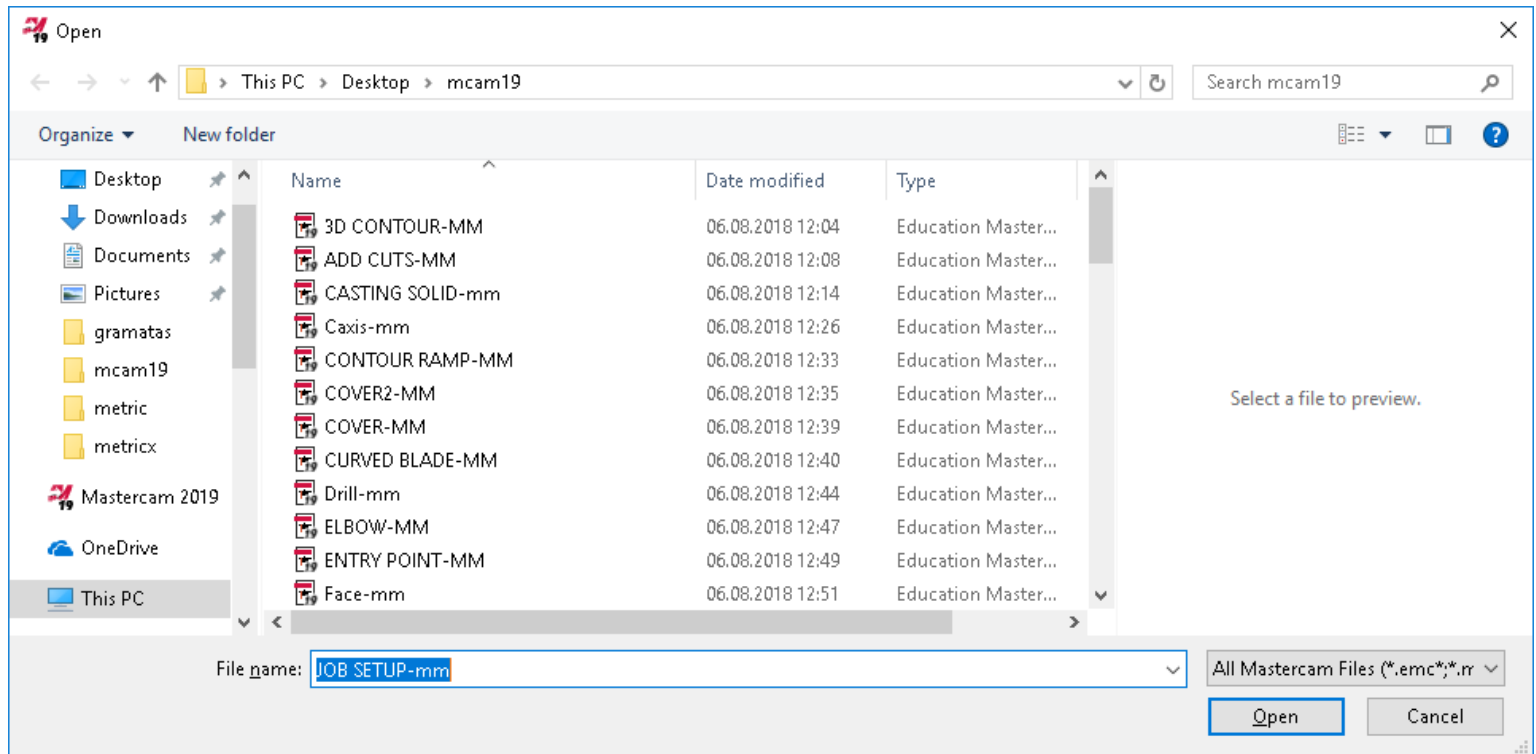
DETAĻAS ATVĒRŠANA

1. darbība

Izvēlieties **File, Open**. Atveras tipiskais **Windows** dialoga logs un parāda visas detaļas **mcam19** mapē.

2. darbība

Izvēlieties **Preview** pogu augšējā labajā dialoga loga stūrī. Tas ļauj apskatīt faila saturu pirms tā atvēršanas. **Open** dialoga logam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



3. darbība

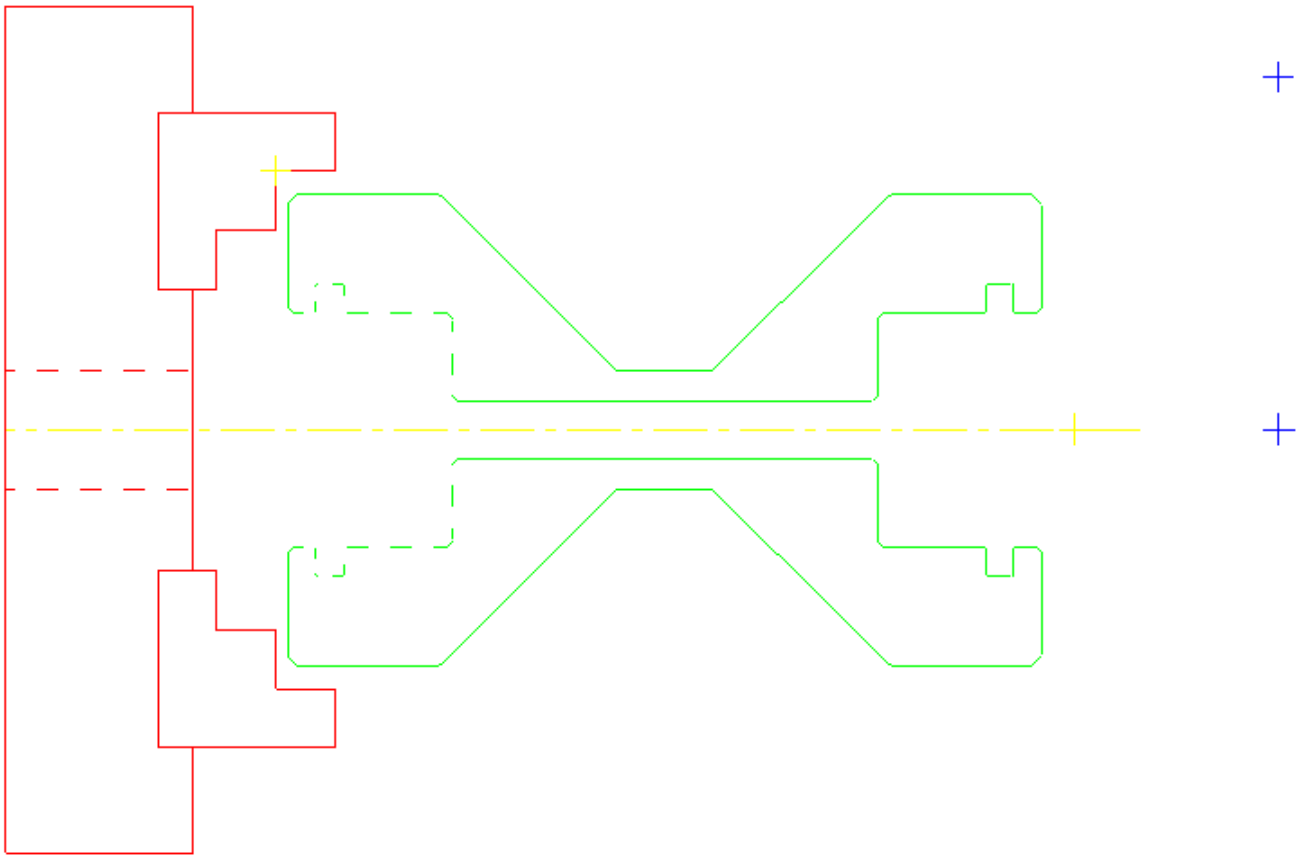
Pārejiet uz praktisko darbu mapi.

4. darbība

Izvēlieties *darba_iestatijums.emcam*. Faila iepriekšējais skats parādās dialoga logā.

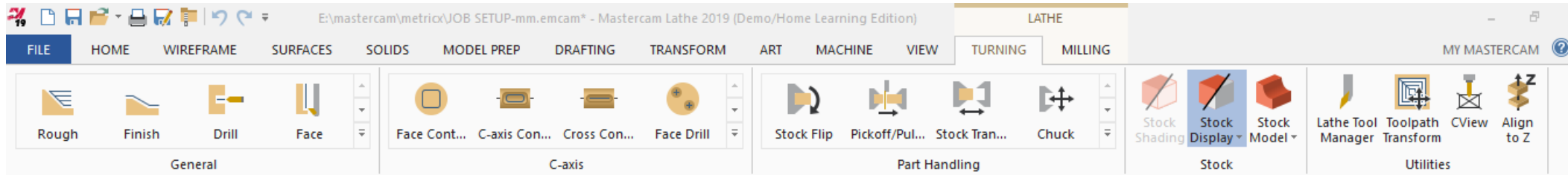
5. darbība

Izvēlieties **Open**. Faili parādās grafiskajā logā.



Lai strādātu ar **Mastercam Lathe**, galvenajā izvēlnē izvēlieties **Machine, Lathe** un atbilstošo mašīnas tipu. Sākotnēji var izvēlēties **Default**.

Atveras virpošanas darbu rīkjosla:



Šajā piemērā detaļa tiek nostiprināta pa kreisi esošajā patronā un novietojas pa labi no tās. Zaļā kontūra rāda detaļas profilu. Sarkanā kontūra rāda virpas darba vārpstu un patronu. Dzeltenā pārtrauktā līnija ir centru līnija. Zilie punkti tiks lietoti vēlākos vingrinājumos.

INSTRUMENTA IEROBEŽOJUMU IESTATĪŠANA

Kad detaļa ir savā vietā, ir jāiestata griežņa ierobežojumi, lai neļautu tam ātrā kustībā sadurties ar detaļu, kas izraisītu griežņa un detaļas bojājumus. Ja šie ierobežojumi būs iestatīti attiecībā pret sagatavi, patronu un jātnieku (aizmugures balstu), *Mastercam* brīdinās par potenciālo sadursmi, kad tiks veidota instrumenta trajektorija. Šai detaļai jānosaka ierobežojumi tikai attiecībā pret sagatavi un patronu. Jāiestata arī griežņa sprauga, kura nosaka, cik tuvu grieznis var pietuvoties robežām pirms brīdinājuma saņemšanas.

Patronas ierobežojuma iestatīšana

Patrona notur detaļu apstrādes laikā. Lai nepieļautu griežņa atsišanos pret patronu, jānosaka robeža apkārt patronai.

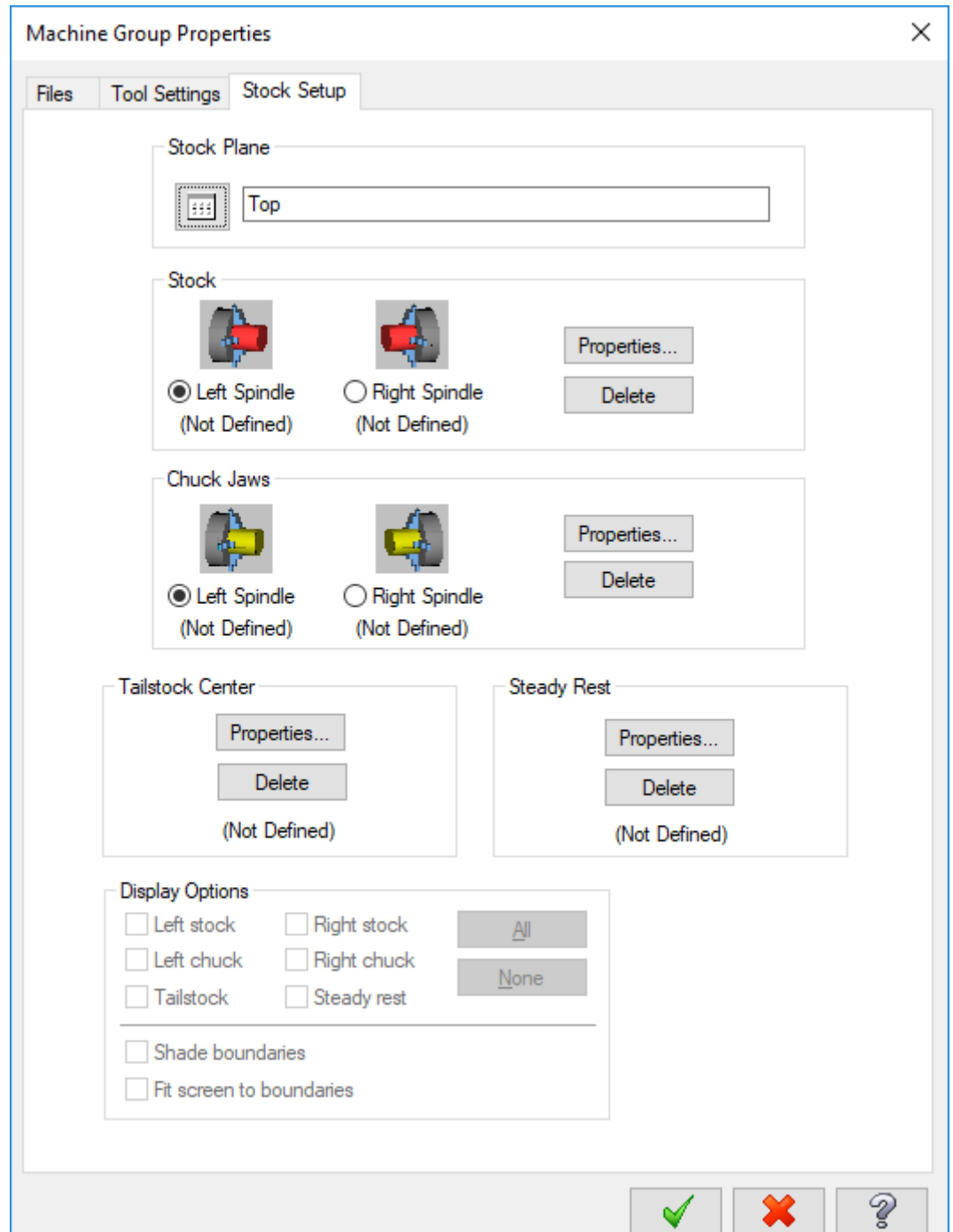
1. darbība

Atveriet sadaļu **Properties, Stock Setup**, lai atvērtu **Machine Group Properties** dialoga logu.



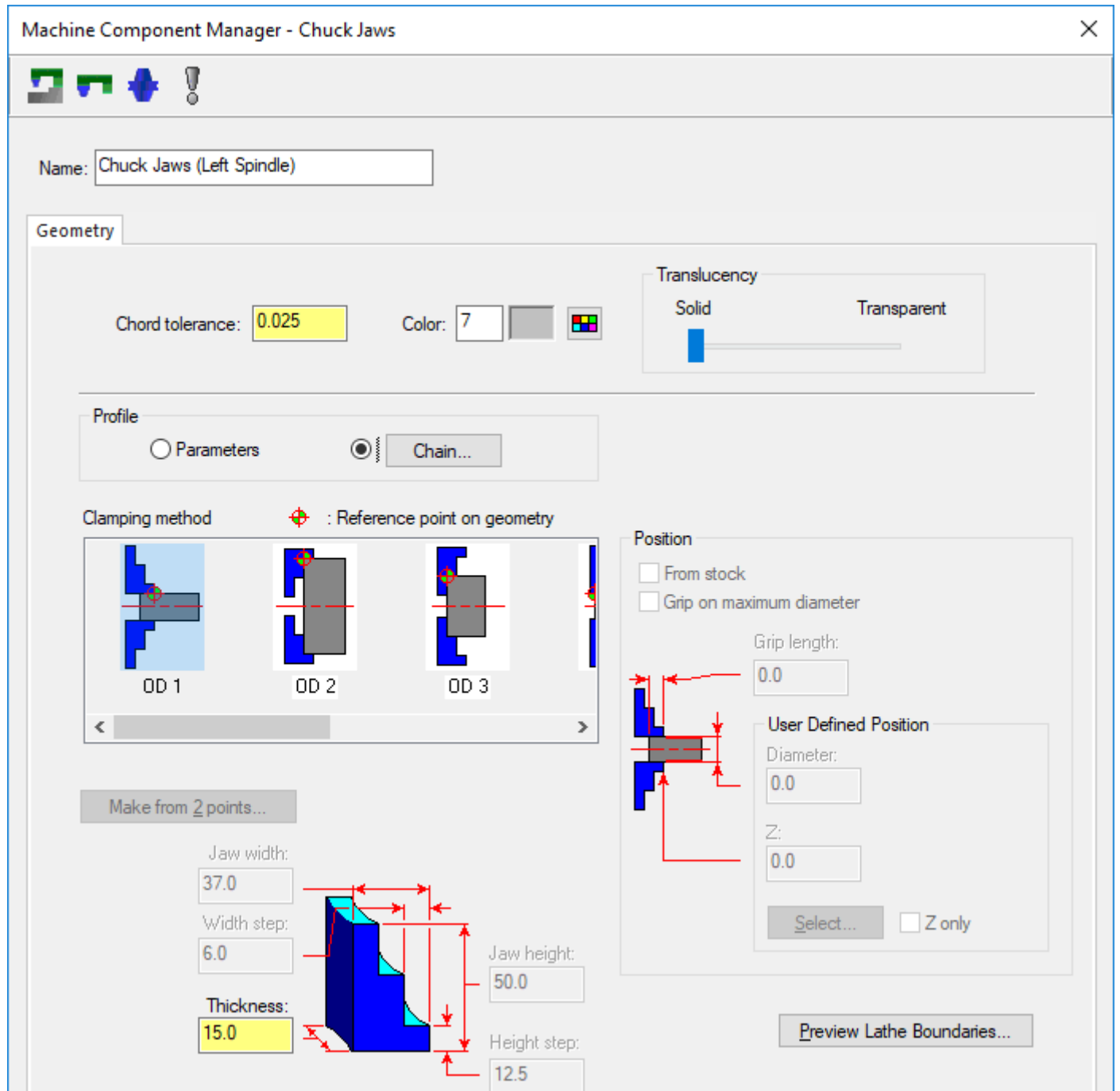
PADOMS

Tā kā patronai ir neregulāra forma, izvēlieties **Properties** pogu **Chuck Jaws** laukā uz dialoga loga, lai iestatītu patronas ierobežojumu.



2. darbība

Izvēlieties **Chain** pogu un taustiņu no **Profile** zonas (skatīt nākamo attēlu).

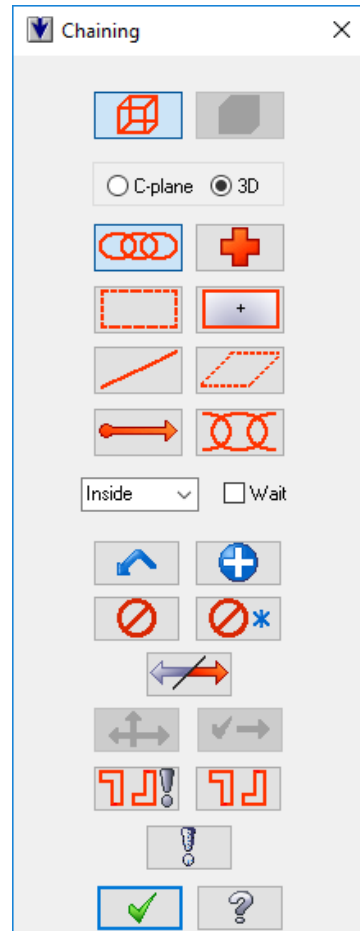


Atveras **Chaining** logs (skatīt nākamo attēlu).



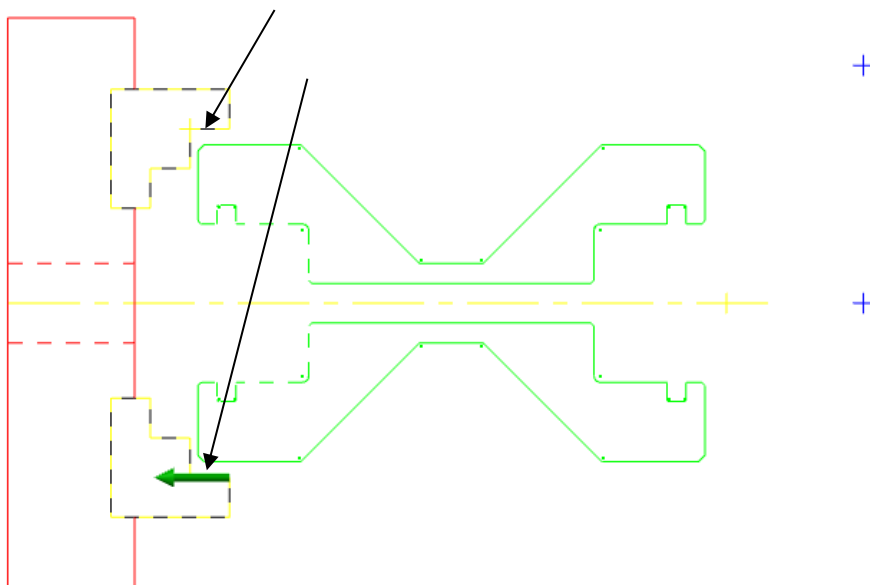
PIEZĪME

Virknēšana (Chaining) ir process, kad tiek izvēlēti elementi kādas formas definēšanai. Vairāk par virknēšanu iespējams uzzināt praktiskajā darbā.



3. darbība

Izvēlieties patronas malu pa labi no dzeltenā punkta un simetrisko taisni zem ass līnijas (skatīt nākamo attēlu). Patronas kontūra iezīmējas, ja bultiņas pie izvēles vēršas pa kreisi. Ja tā nav, jāpārslēdz virziens.




**PIEZĪME**

Lai redzētu patronas ierobežojumu, iespējams, nāksies pabīdīt **Machine Group Properties** dialoga logu uz sāniem.

4. darbība

Izvēlieties  uz **Chaining** loga pa kreisi no grafiskā loga.

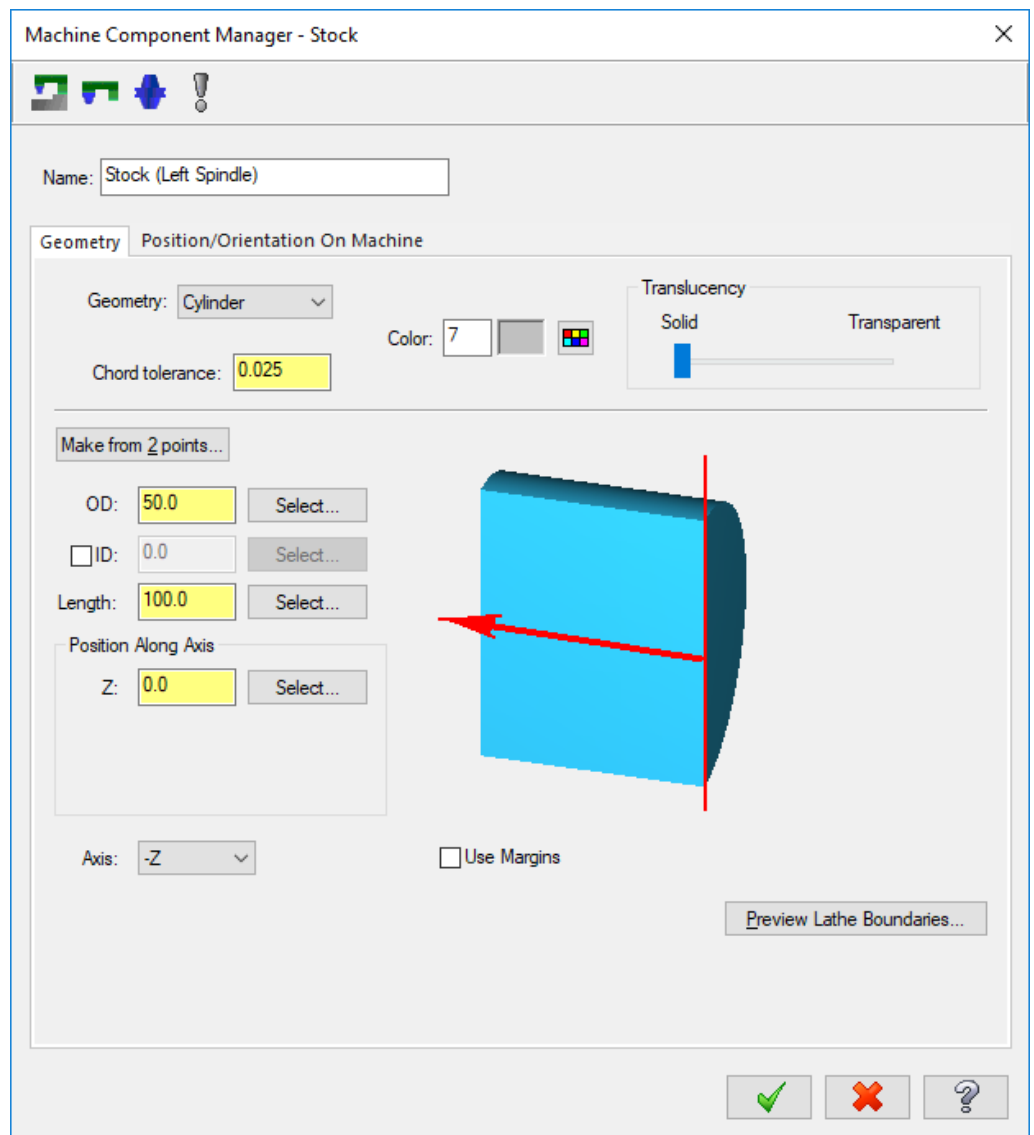
Aizveriet **Chuck Jaws** logu, klikšķinot uz .

SAGATAVES IEROBEŽOJUMU IESTATĪŠANA

Līdzīgi kā ar patronas ierobežojumu, sagataves ierobežojums nosaka sagataves (materiāla) aizņemto teritoriju, kā arī teritoriju ārpus tās, lai nepieļautu griežņa ietiekšanos sagatavē. *Mastercam* atjaunina šo ierobežojumu, kad materiāls tiek aizvākts ar instrumenta trajektoriju.

1. darbība

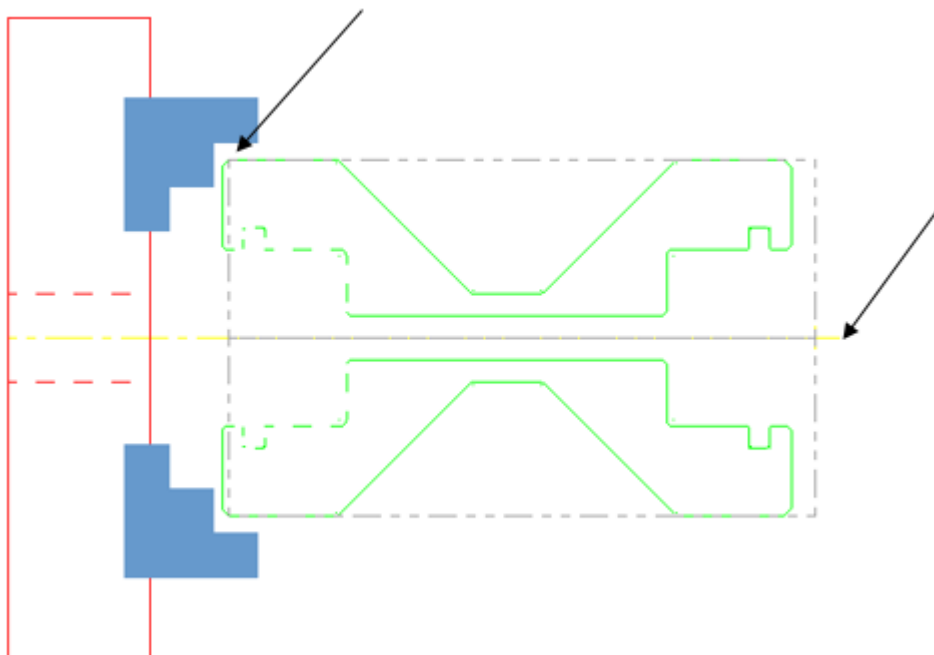
Izvēloties **Properties** pogu **Stock** lauka dialoga logā, parādās **Machine Component Manager - Stock** logs ar nosaukumu **Stock (Left Spindle) Name** logā.

**2. darbība**

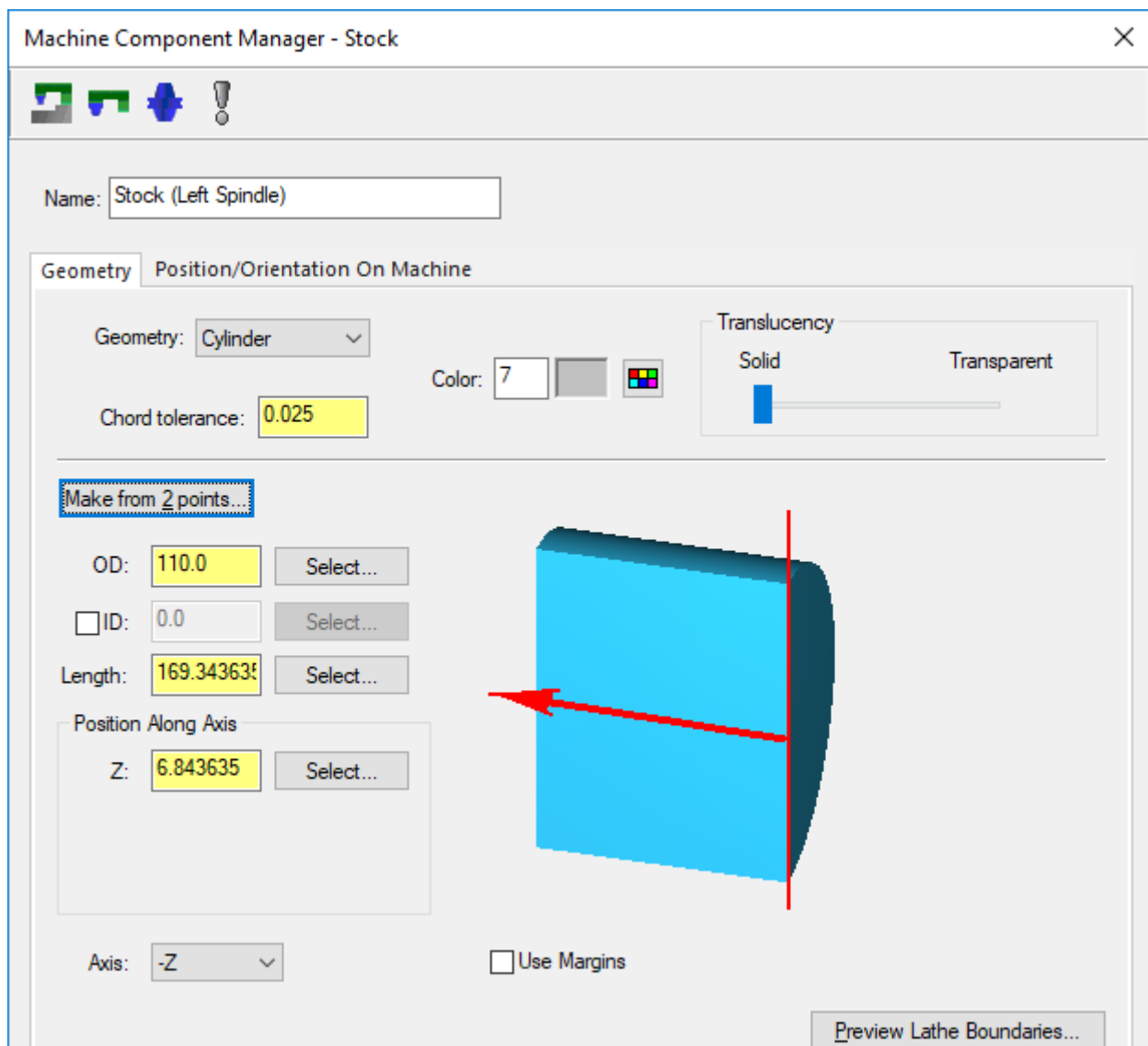
Izvēlieties pogu **Make from 2 points**.

3. darbība


Izvēlieties divus dzeltenos punktus (skatīt nākamo attēlu), lai noteiktu sagataves formu. Izvēlētie punkti apzīmē cilindriskas sagataves projekcijas stūrus.



Parādās sagatavi raksturojošas koordinātas **OD, Length, Position Along Axis**.



4. darbība

Izvēlieties , lai atgrieztos **Machine Group Properties** dialoga logā. Sagataves sadursmes ierobežojums ir automātiski iezīmēts ar pelēku līniju, un ir arī izveidots spoguļattēls pret Z asi.



Piezīme

*Lai redzētu sagataves ierobežojumu, iespējams, vajadzēs pabīdīt **Machine Group Properties** dialoga logu.*

5. darbība

Display Options lauka dialoga logā (apakšā pa kreisi), izvēlieties **Fit screen to boundaries**, lai panāktu, ka sagataves un patronas ierobežojumi ir ietverti, kad ģeometrija tiek pielāgota grafiskajā logā.

DETAĻAS SAGLABĀŠANA UN IZEJA NO MASTERCAM

1. darbība

Lai paturētu iestatītās apstrādājamās detaļas izmaiņas, fails ir jāsavāc. Izvēlieties **File, Save**.

2. darbība

Kā faila nosaukumu ievadiet *darba_iestatijums2.emcam* un izvēlieties **Save** pogu.

Tagad detaļa ir iestatīta un gatava instrumenta trajektorijas veidošanai.



PADOMS

Lai aizvērtu **Mastercam**, var arī izvēlēties **File, Exit** vai klikšķināt krustiņu augšējā labajā stūrī.

Tā kā pirmais darbs ar *Mastercam* ir pabeigts, šo programmu varat aizvērt.

3. darbība

Nospiediet [**Alt + F4**].

4. darbība

Lai apstiprinātu vēlmi slēgt programmu, izvēlieties **Yes**.

Pēc apstrādājamās detaļas iestatīšanas programma nav obligāti jāslēdz, taču tas ļaus pārtraukt mācības un atgriezties pie tās vēlāk. Atvērsiet programmu atkal un sāksiet nākamo praktisko darbu.

2. PRAKTISKAIS DARBS – DETAĻAS GALA PIEVIRPOŠANA

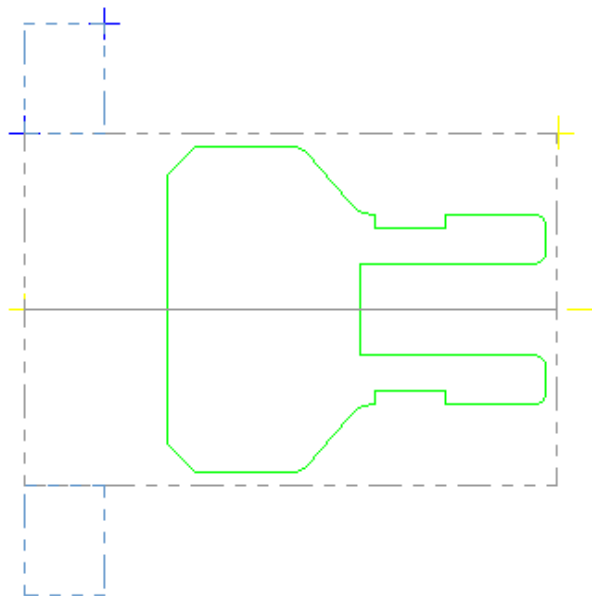
Darba mērķis	Apgūt rotācijas tipa detaļas gala virsmas apstrādes programmas izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Priekšējā gala apstrādes griezējinstrumenta izvēle. ▪ Priekšējā gala apstrādes instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana. ▪ Detaļas automātiska saglabāšana. ▪ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei. ▪ Programmas kodu ģenerēšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot gala virsmas apstrādes programmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests1.emcam</i> apstrādāt detaļas gala virsmu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

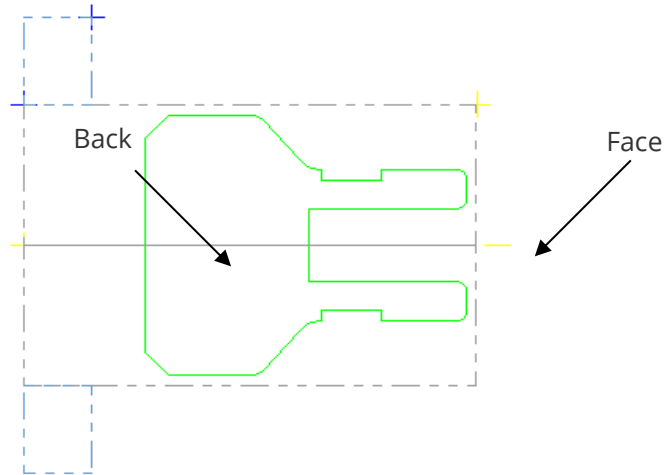
Kāpēc instrumentu vajag pārvirzīt pāri centra līnijai?

DARBA GAITA

Vispirms izvēlieties **Machine, Lathe, Default** un atveriet *gala_virsm.emcam*. Šī detaļa satur visu nepieciešamo apstrādājamās detaļas iestatīšanas informāciju – sagataves un patronas ierobežojumus –, tādējādi var sākt veidot priekšējā gala apstrādes instrumenta trajektoriju.



Tiklīdz ir iestatīta apstrādājamā detaļa, var sākt veidot instrumenta trajektoriju. Parasti detaļas apstrādē uz virpas ir iesaistītas vairākas instrumenta trajektorijas. Tā kā materiāls var būt neviendabīgs, ieteicams sākt ar priekšējā gala pievirpošanas instrumenta trajektoriju. Šī instrumenta trajektorija veidos tīru virsmu uz detaļas gala virsmas. Detaļas priekšējais gals (*face*) un aizmugures gals (*back*) ir parādīti nākamajā attēlā.



Kad priekšējais gals ir tīrs, to var izmantot, lai iestatītu griezējinstrumentu, vai noteikt griezējinstrumenta nobīdes. Detaļas priekšējā gala apstrāde arī nodrošina gludāku virsmu urbšanas instrumenta trajektorijas veidošanai.

PIEVIRPOŠANAS INSTRUMENTA IZVĒLE

Virpošanas griezējinstrumenti sastāv no divām daļām: ieliktna, kurš griež materiālu, un turētāja, kurš notur vietā ieliktnus. *Mastercam* ir aprīkots ar iepriekš definētu griezējinstrumentu bibliotēku un automātiski ataino griezējinstrumentus, kuri ir atbilstoši veidojamās instrumenta trajektorijas tipam. Katrai instrumenta trajektorijai var izvēlēties tikai vienu griezējinstrumentu. To izvēlēties un izmainīt var caur **Tool parameters** dialoga logu.

1. darbība

Izvēlieties **Lathe, Turning, Face**. Ievadiet jaunu vai apstipriniet NC faila vārdu. Atveras **Lathe Face** dialoga logs (**Lathe Face** rekvizīti).

2. darbība

Uzklikšķiniet uz **Rough Face Right** griežņa griezējinstrumentu attēlošanas laukā, lai to izvēlētos. Tas ir rupjās apstrādes griezējinstrumenti, ar kuru var noņemt lielu materiāla apjomu.

Lathe Face [Close]

Toolpath parameters | **Face parameters**

Show library tools

Right-click for options
 Tool filter...

Tool number: Offset number:
 Station number:

Feed rate: mm/rev mm/min microns
 Finish feed rate: mm/rev mm/min microns

Spindle speed: CSS RPM
 Finish spindle speed: CSS RPM

Max. spindle speed:

Home Position
 From Machine

Force tool change To batch

Comment:

Axis Combination / Spindle Origin
 Stock Update... Ref point...
 Tool Display...

3. darbība

Ja uz dažām sekundēm atstāsi kursoru virs griezējinstrumenta, parādīsies lielāks griezējinstrumenta skats. Tas padarīs vieglāku pareizā griezējinstrumenta izvēli.

Piezīme. Šajā piemērā izvēlies tikai griezējinstrumentu. Vēlāk apgūsi, kā veikt izmaiņas griezējinstrumentos.

PIEVIRPOŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Katrai instrumenta trajektorijai ir savi specifiski parametri, kuri nosaka, kā griezējinstrumenti griež materiālu. Priekšējā gala instrumenta trajektorija ietver parametrus, kuri nosaka, cik daudz materiāla tiek noņemts katrā gājienā un kā griezējinstrumenti pārvietojas pa instrumenta trajektoriju.



PADOMS

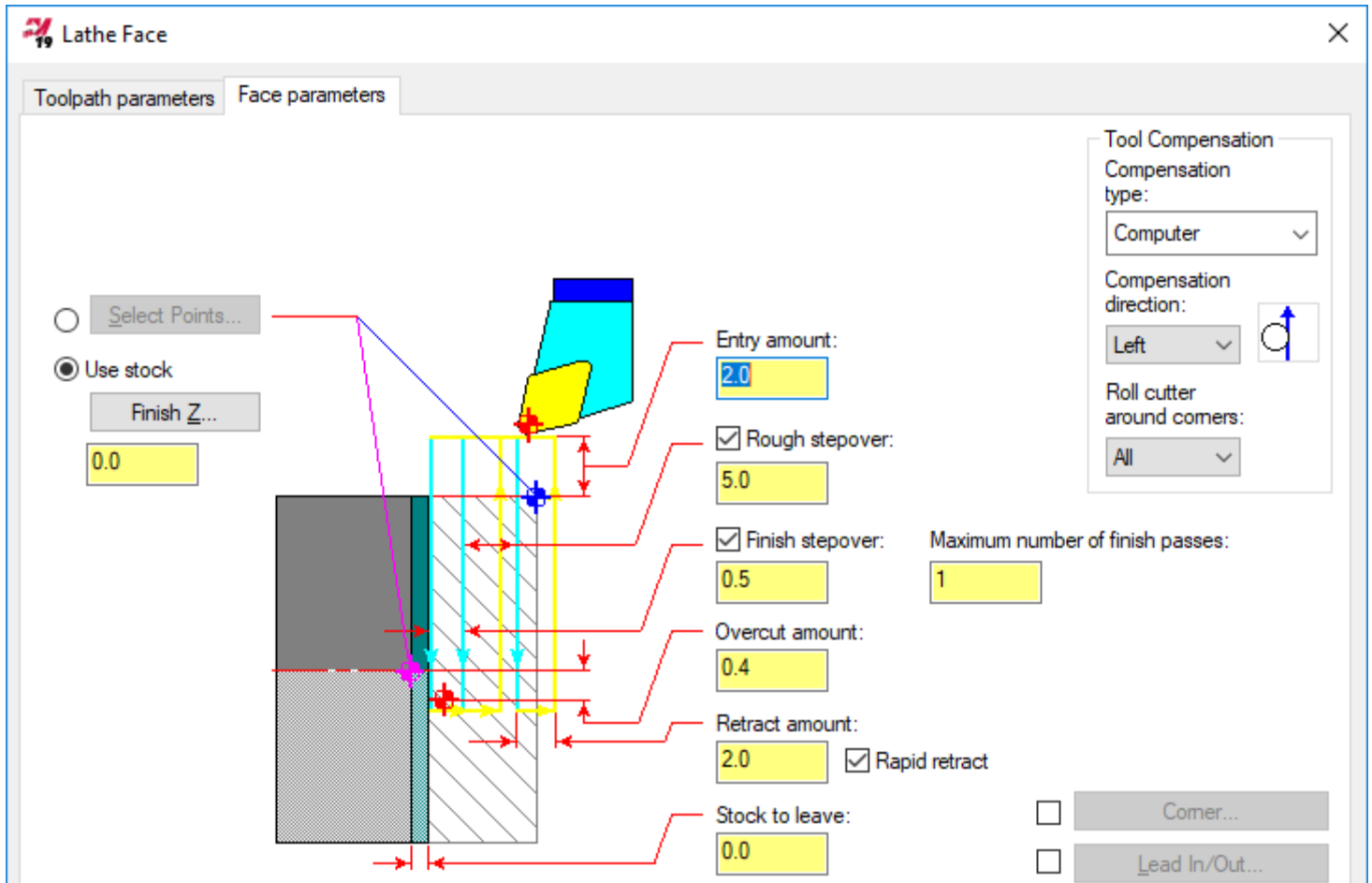
Informāciju par sagataves ierobežojumu iestatīšanu skatieties iepriekšējā nodaļā.

Šajā instrumenta trajektorijā laukumu, kas tiek novākts no priekšējā gala, automātiski nosaka sagataves ierobežojums, kas ir ietverts detaļas failā. Tādējādi nav jāizvēlas ģeometrija, lai iestatītu vietu, kur tiks veidota instrumenta trajektorija.

Darbības

1. Dialoga loga augšpusē izvēlies **Face parameters**.
2. Izvēlies **Rough stepover** iezīmju lauku. Tas instrumenta trajektorijā padara iespējamu rupjās apstrādes posmu.
3. Rupjās apstrādes uzlaides lielumam (**Rough stepover**) ievadiet **5.0**. Kad iezīmju lauks ir izvēlēts, tas noteiks, cik daudz materiāla tiks noņemts katrā rupjās apstrādes gājienā.
4. Gludās apstrādes uzlaides lielumam (**Finish stepover**) ievadiet **0.5**. Kad iezīmju lauks ir izvēlēts, tas noteiks, cik daudz materiāla tiks noņemts katrā gludās apstrādes gājienā.
5. Izskrejas lielumam (**Overcut amount**) ievadiet **0.4**. Tas nosaka, cik tālu pāri noteiktajam apstrādes laukam (simetrijas asij) griezējinstrumenti griežīs.

Kad ievadīti visi parametri, **Face parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

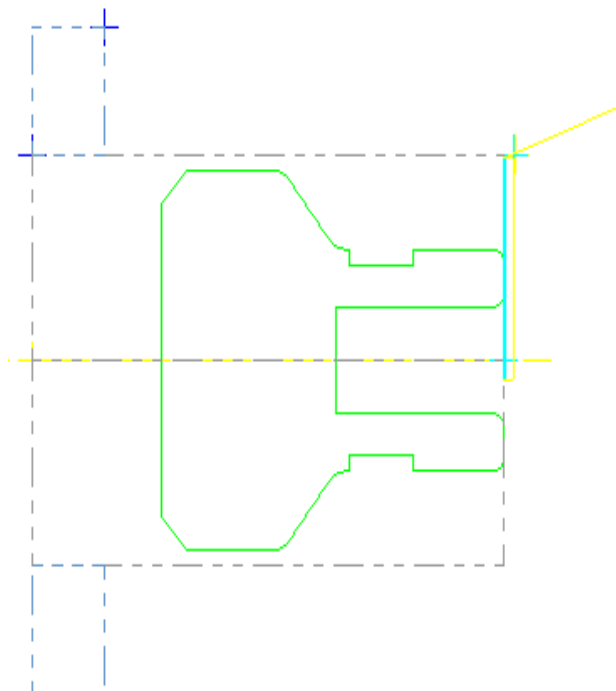


6. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Griezējinstrumenta modelis simulēs instrumenta trajektoriju. Rezultāts parādīs nākamajā attēlā. Kad instrumenta trajektorija ir izveidota, sagataves ierobežojums tiek automātiski atjaunināts.



PIEZĪME

Dzeltenās instrumenta trajektorijas taisnes parāda ātros gājienu, gaiši zilās taisnes – gājienu ar darba padevi.

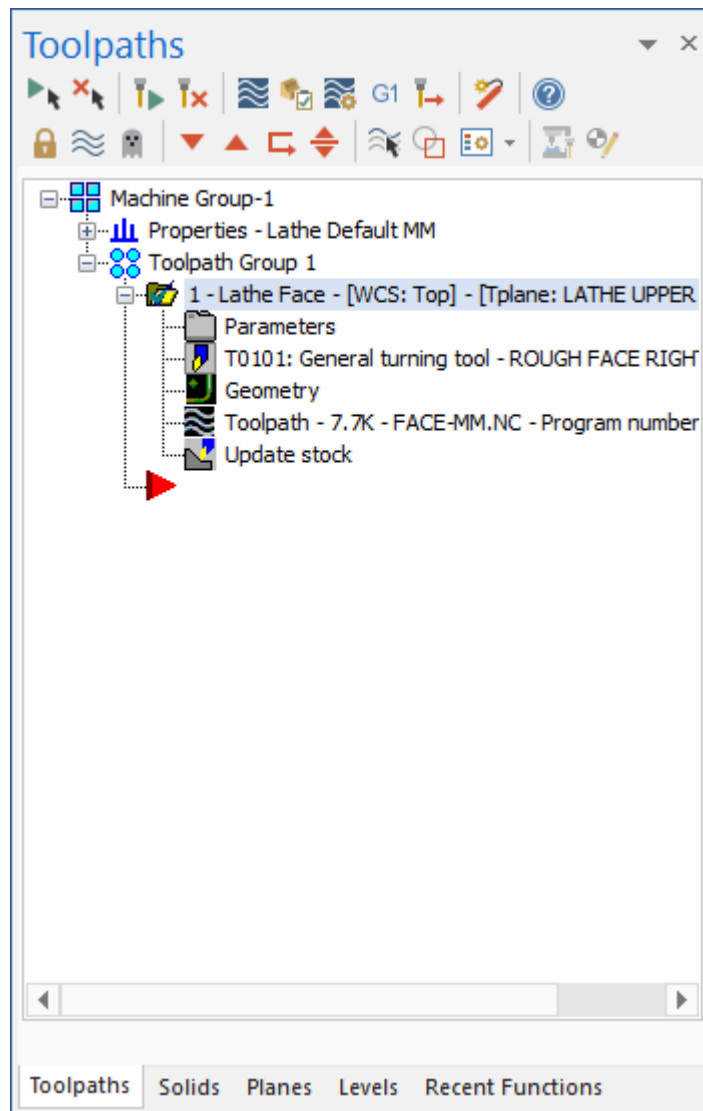


INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI

Zīmēšana simulē griezējinstrumenta kustību. Tas ļauj uz instrumenta trajektorijas atkārtoti pārbaudīt noteiktus posmus pirms programmas nosūtīšanas uz virpu. Instrumenta trajektoriju var mainīt un zīmēt vairākas reizes, līdz tā atbilst vajadzīgajam. Pa instrumenta trajektoriju var virzīties soli pa solim, rādot vienu griezējinstrumenta kustību vai *izskriet* cauri visai instrumenta trajektorijai uzreiz.

1. darbība

Operāciju pārvaldnieka dialoga logs ir centrālā vieta, kur *Mastercam* vidē rediģēt instrumenta trajektoriju.



2. darbība

Dialoga loga augšējā rīkjoslā izvēlieties **Backplot selected operations**.

**PADOMS**

Lai parādītos griezējinstrumenta, nepieciešams iestatīt **Display Tool**.

Lai virzītos pa trajektorijas zīmējumu, var nospiegt [S] uz klaviatūras atkārtoti tā vietā, lai izvēlētos **Step** no izvēlnes. Ātrākai zīmēšanai var arī vienlaicīgi nospiegt abas peles pogas.

**PIEZĪME**

Ja zīmēšanas laikā ir atrasta kļūda, caur operāciju pārvaldnieku ir iespējams mainīt ģeometriju un/vai instrumenta trajektoriju, kā arī atkārtoti ģenerēt instrumenta trajektoriju, lai ietvertu izmaiņas. Šis īpašības piemērs tiks apskatīts 7. praktiskajā darbā.

3. darbība

Izvēlieties **Play** vai **Step forward Backplot** izvēlnē. Parādās griezējinstrumenta modelis un pirmais ātrais griezējinstrumenta gājiens (attēlots dzeltenā krāsā).

4. darbība

Izvēlieties **Step forward** atkārtoti, līdz instrumenta trajektorija ir pabeigta. Kad grafiskais mērītājs loga augšpusē aizpildīsies, trajektorija būs pabeigta.

5. darbība

Izvēlieties



Tagad, kad detaļas priekšējais gals ir tīra, līdzena virsma, var sākt novākt vairāk materiāla un virzīties uz galīgo detaļas formu.

3. PRAKTISKAIS DARBS – ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD) RUPJĀ APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt rotācijas tipa detaļas ārējās cilindriskās virsmas apstrādes programmas izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ģeometrijas virknēšana. ▪ Ātrās rupjās apstrādes parametru ievadīšana. ▪ Iegriešanās un izskrejas kustību vadība. ▪ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei. ▪ Detaļas saglabāšana kopā ar aprakstu.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot rotācijas tipa detaļas ārējās cilindriskās virsmas apstrādes (apvirpošanas) programmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests1.emcam</i> apstrādāt virsmu ar diametru 76,20 mm. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

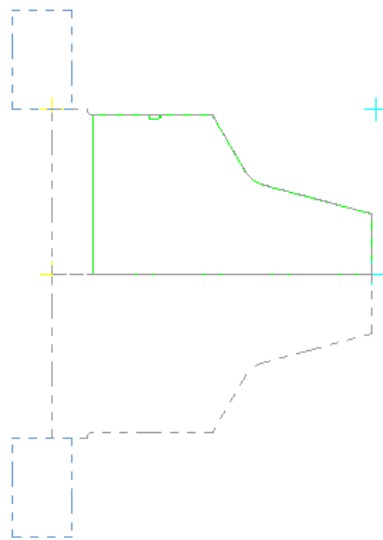
Kāda ir iegriešanās un izskrejas kustību nozīme?

DARBA GAITA

Tagad, kad ir notīrīts detaļas priekšējais gals, tiks veidota rupjās apstrādes instrumenta trajektorija detaļas ārējam diametram (OD). Rupjā apstrāde noņem lielu materiāla apjomu, lai iegūtu aptuvenu detaļas formu un izmēru gludās apstrādes instrumenta trajektorijai. Lai aizvietotu priekšējā gala instrumenta trajektoriju, priekšējā gala notīrīšanai var izmantot arī rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju.

Šajā praktiskajā darbā tiks izmantota ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorija, kam ir mazāk instrumenta trajektorijas parametru nekā regulārās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai, bet kas ļauj ātri iegūt rezultātus.

Vispirms savā darba katalogā atveriet *atra_rupja.emcam*. Šī detaļa jau satur visu nepieciešamo apstrādājamās detaļas iestatīšanas informāciju un gala apstrādes instrumenta trajektoriju, tāpēc var sākt veidot rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju.

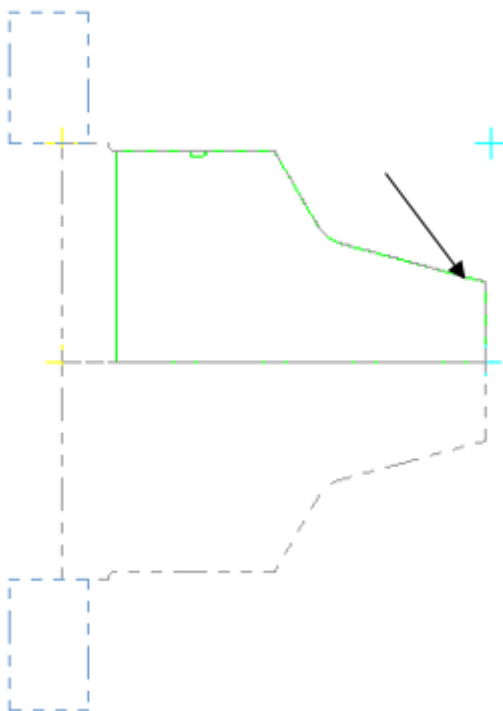


ĢEOMETRIJAS VIRKNĒŠANA

Virknēšana ir process, kur tiek izvēlēti elementi, kas veido apstrādājamo formu. Griezējinstrumentu iegriežas detaļā virknes sākumā un atstāj instrumenta trajektoriju virknes beigās. Tā vietā, lai veidotu instrumenta trajektoriju caur izvēlnēm, kā tas tika darīts iepriekšējā praktiskajā darbā, šoreiz veidosiet instrumenta trajektoriju, sākot no operāciju pārvaldnieka iekšienes.

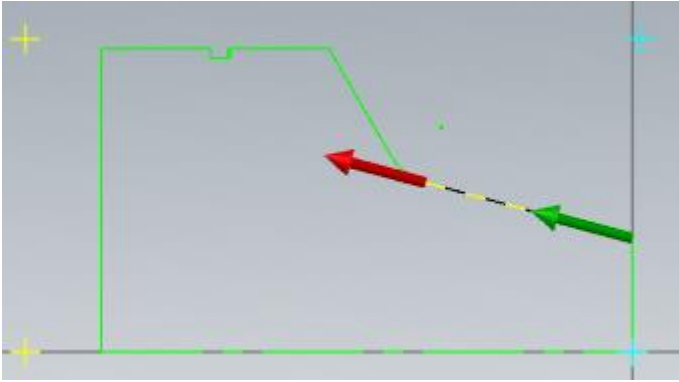
1. darbība

Uzklīkšķiniet labo peles pogu baltajā laukā un izvēlieties **Lathe, Turning, Rough**. Parādās **Chaining** izvēlnes logs, norādot, ka atrodaties virknēšanas režīmā. No izvēlnes nav jāizvēlas virknēšanas metode – var sākt elementu izvēli šai atsevišķajai virknei.



2. darbība

Uzklīkšķiniet uz ģeometrijas vietā, kas parādīta attēlā.



Kad uzklikšķināt uz ģeometrijas, zaļā bultiņa un sarkanā bultiņa parādās uz detaļas (skatīt nākamo attēlu). Krustpunkts pie zaļās bultiņas pamatnes norāda beigu punktu. Krustpunkts pie sarkanās bultiņas pamatnes norāda virknes sākumu. Sarkanās bultiņas galva ir vērsta virknēšanas virzienā (tas ir virziens, kā griezējinstrumentis pārvietosies gar elementu virkni).

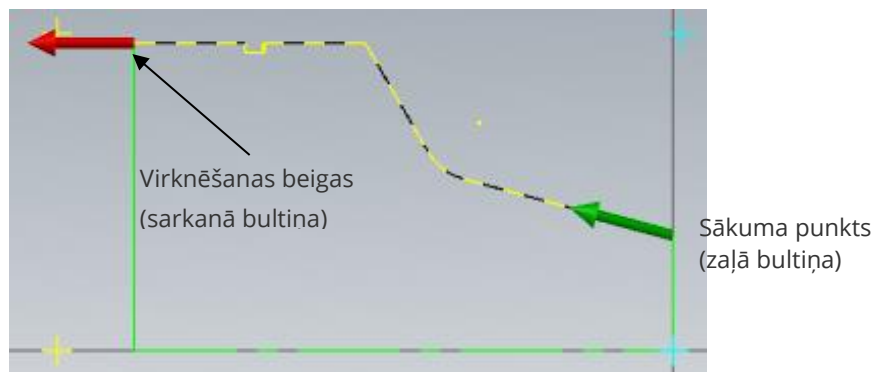
3. darbība

Lai iestatītu virknes beigu punktu, uzklikšķiniet uz ģeometrijas vietā, kas parādīta nākamajā attēlā.




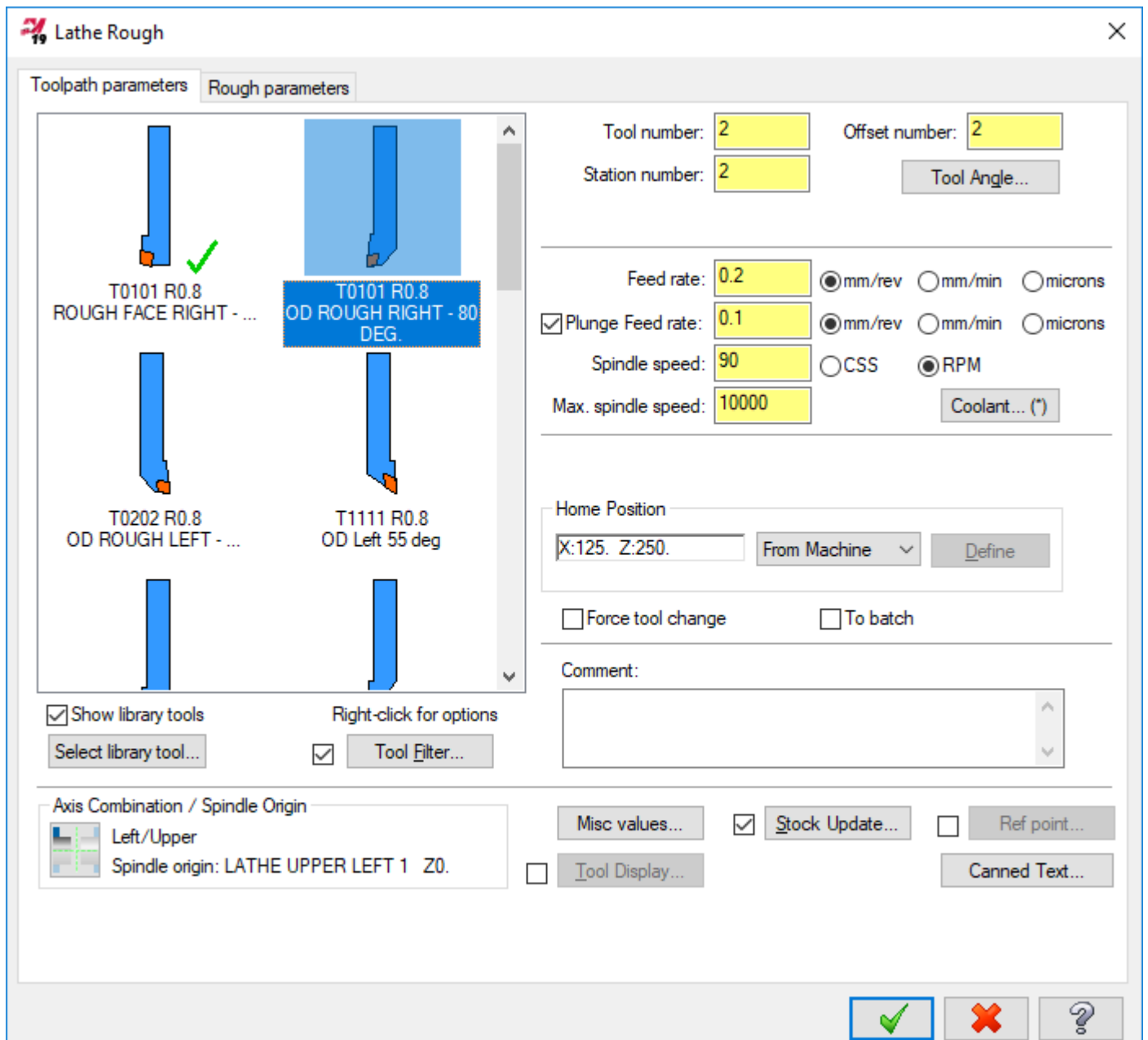
PADOMS

Pārliecinieties, ka detaļas aizmugures daļa nav izvēlēta kā virknes beigas.



4. darbība

Izvēlieties  **Chaining** logā, lai pieņemtu virkni. Atveras **Lathe Rough** dialoga logs.



RUPJĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA



PIEZĪME

Lielākie griezējinstrumenti parasti tiek lietoti rupjās apstrādes instrumenta trajektorijām, lai nepieļautu griezējinstrumenta salūšanu, griežot lielāku materiāla daudzumu.

1. darbība


Izvēlieties **OD Rough Right – 80 Deg** rupjās apstrādes griezējinstrumentu (skatīt iepriekšējo attēlu).

2. darbība

Izvēlieties **Rough parameters** dialoga loga augšpusē.

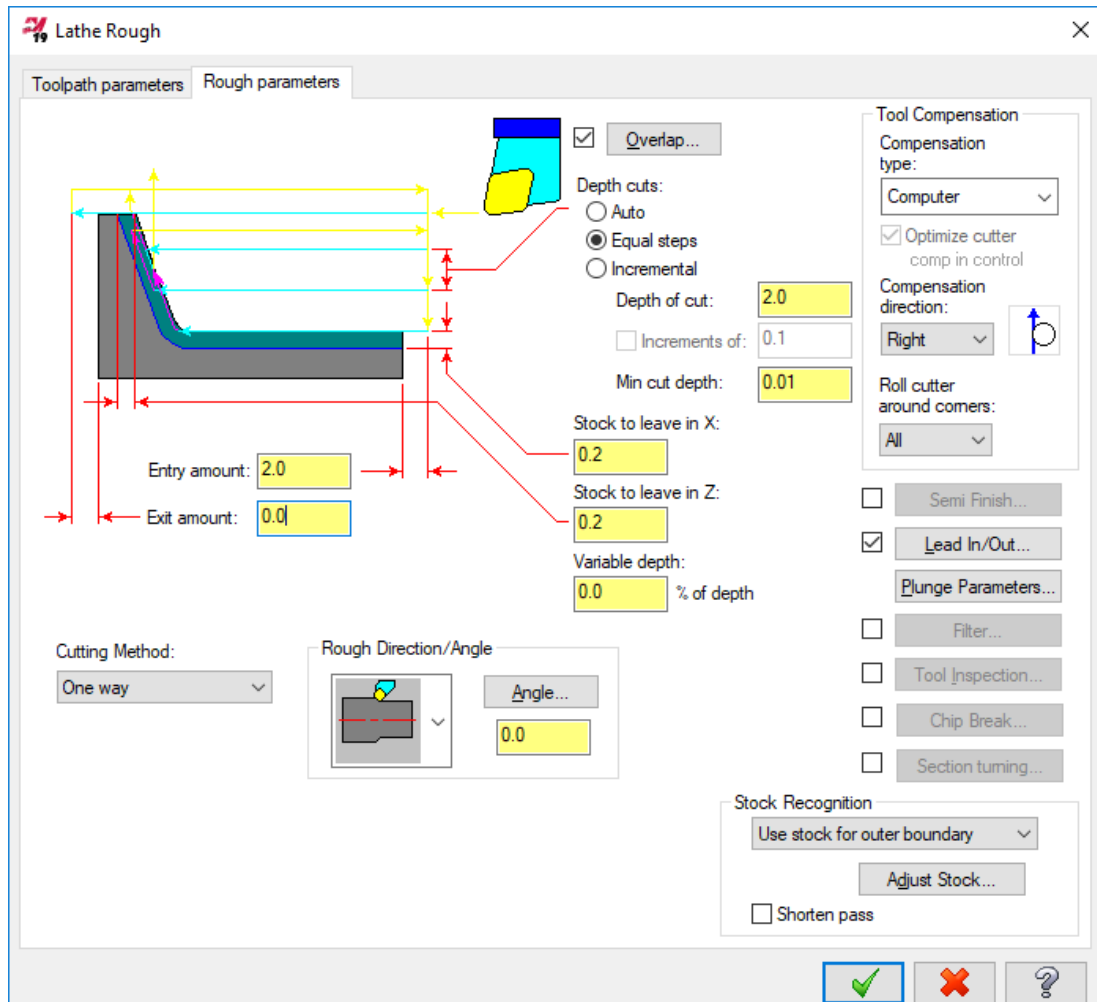


PADOMS

Neizvēlieties , jo nepieciešams iestatīt ieejas un izskrejas (Lead in/Out) parametrus.

3. darbība

Šajā vingrinājumā tiks lietoti ātrās rupjās apstrādes parametru noklusējuma iestatījumi, tāpēc pārbaudiet savus iestatījumus un veiciet jebkuras nepieciešamās korekcijas (skatīt nākamo attēlu).



Iestatiet **Stock Recognition** uz **Use stock for outer boundary**, lai instrumenta kustībai ievērotu sagataves robežas.

IEEJAS UN IZSKREJAS KUSTĪBU VADĪŠANA

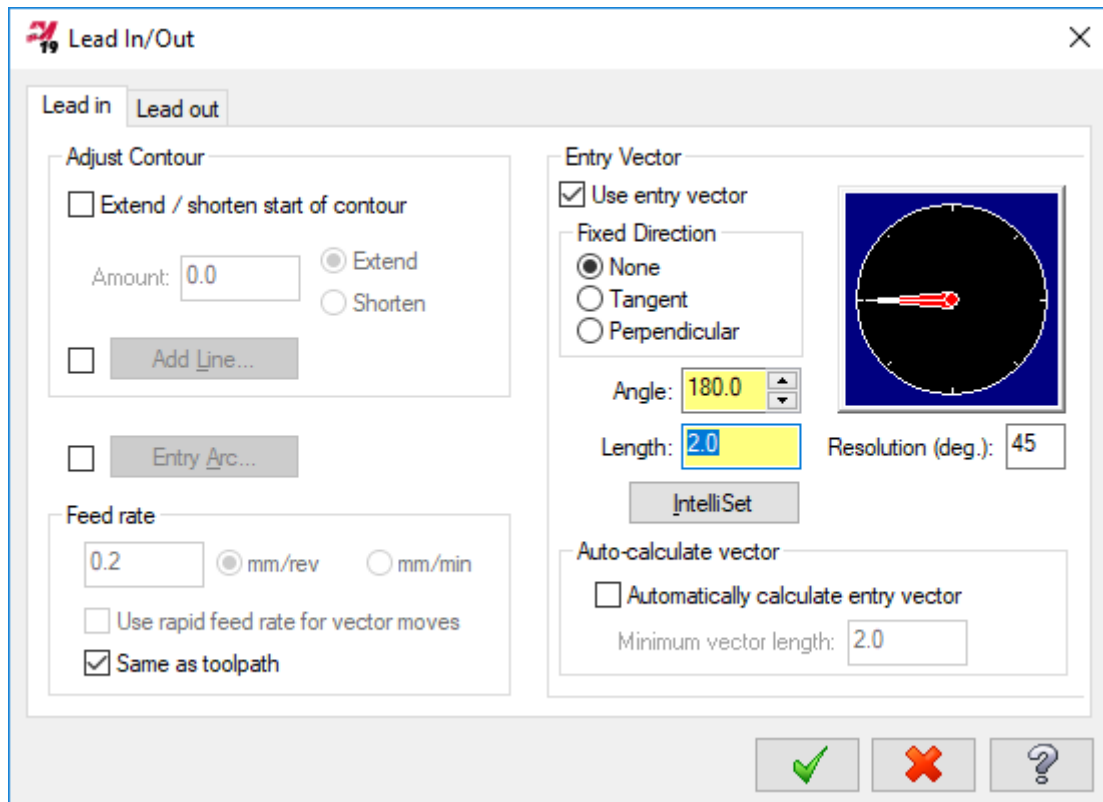
Ieejas un izskrejas kustības vada virzienu un distanci, ko griezējinstrumenta veic instrumenta trajektorijas sākumā un beigās. Ir svarīgi definēt ieejas un izskrejas kustības tā, lai ātrās kustības instrumenta trajektorijas sākumā un beigās neradītu griezējinstrumenta ietiekšanos detaļā vai mašīnā.

1. darbība

Izvēlieties **Lead In/Out** pogu dialoga loga labajā malā.

2. darbība

Iestatiet **Entry vector, Polar, Length** uz **0** (nulli). Šo parametru iestata uz nulli, jo **Entry amount** ir ievadīts uz **Quick rough parameters** dialoga loga. Nav nepieciešams veidot papildu ieejas kustību. Ieejas parametriem jāparādās tā, kā redzams nākamā dialoga logā. Veiciet nepieciešamās korekcijas.

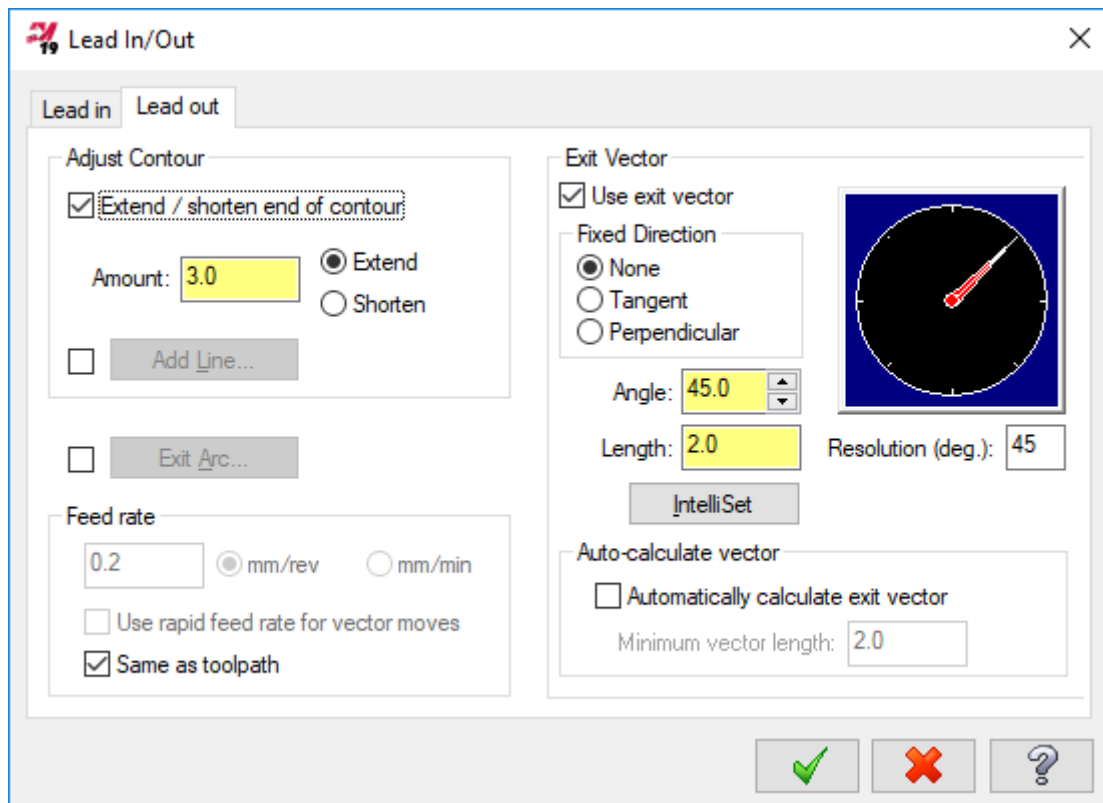


3. darbība

Izvēlieties **Lead Out** pogu dialoga loga augšpusē.

4. darbība


Izvēlieties **Extend end of contour** iezīmju lauku un ievadiet **3** kā garumu. Pagarinot kontūras beigu galu, griezējinstrumentu griezīs tālāk par detaļas aizmugures galu instrumenta trajektorijas beigās. Taisne tiek pagarināta virknēšanas virzienā. Izskrejas parametriem jāparādās tā, kā redzams nākamajā dialoga logā.

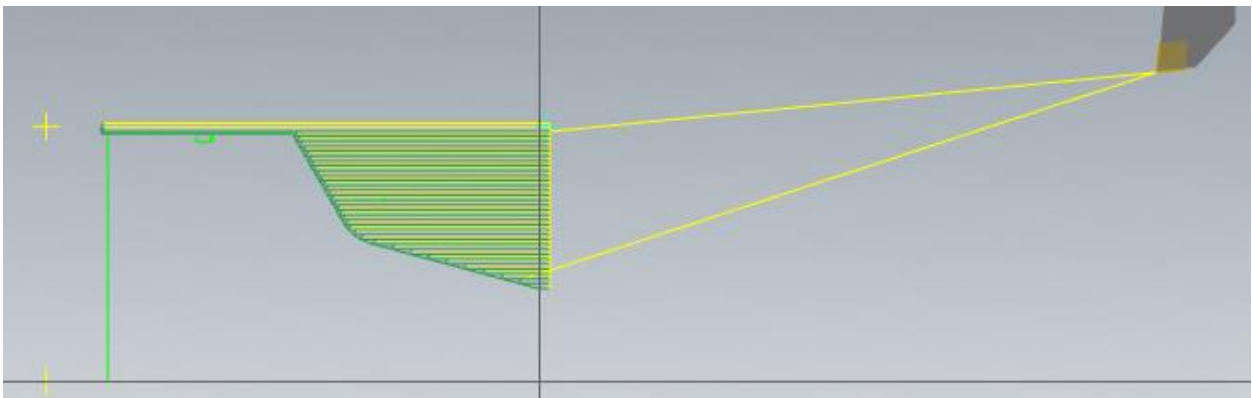


5. darbība

Izvēlieties , lai aizvērtu **Lead In/Out** dialoga logu.

6. darbība

Izvēlieties , lai aizvērtu **Lathe Rough** dialoga logu un pabeigtu instrumenta trajektoriju. Kad instrumenta trajektorija ir izveidota, sagataves ierobežojumi nepārtraukti atjauninās, tādējādi ir redzama materiāla novākšana. *Mastercam* atpazīst sagataves ierobežojumus un padara instrumenta trajektoriju efektīvāku, lai grieztu tikai sagatavi, ne gaisu. Pabeigta rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI

Ja vēlaties ātrāk ieraudzīt instrumenta trajektoriju, nevis soli pa solim izsekot katru griezējinstrumenta pārvietojumu, visu instrumenta trajektoriju palaidiet caur vienu izvēlnes variantu.



PIEZĪME

Zilā iezīme (ķeksītis) uz instrumenta trajektoriju kataloga norāda, kura instrumenta trajektorija ir izvēlēta. Jābūt izvēlētai tikai ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai.


1. darbība

Operāciju pārvaldniekā izvēlieties **Backplot selected operations** pogu.

2. darbība

Izvēlieties **Play (R)** no **Backplot** izvēlnes. Pilnīgi visa instrumenta trajektorija ir attēlota grafiskajā logā.

3. darbība

Kad instrumenta trajektorija ir pabeigta, **Backplot** logā izvēlieties .

DETAĻAS SAGLABĀŠANA KOPĀ AR APRAKSTU

Lai atvieglotu savu detaļu identifikāciju vēlāk, saglabājot failu, varat ievadīt aprakstu. Tas var būt detaļas apraksts vai jebkura informācija pēc Jūsu ieskatiem, piemēram, griezējinstrumenti, materiāli vai piegādātāji.

1. darbība

Izvēlieties **File, Save As**.

2. darbība

Ievadiet *atra_rupja2.emcam* kā faila nosaukumu un saglabājiet failu savā mapē.

Ir novākts daudz materiāla no detaļas ārējā diametra (OD), bet dažām virpojamām detaļām ir jānovāc materiāls arī no iekšējā diametra (ID).

4. PRAKTISKAIS DARBS – IEKŠĒJĀ DIAMETRA (ID) URBŠANA

Darba mērķis	Apgūt rotācijas tipa detaļas centrālā urbuma urbšanas programmas izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Centrēšanas instrumenta trajektorijas veidošana. ▪ Urbšanas instrumenta trajektorijas veidošana. ▪ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei. ▪ Izmaiņu veikšana urbšanas instrumenta trajektorijā. ▪ Atjauninātās instrumenta trajektorijas zīmēšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot centrālā urbuma urbšanas programmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests1.emcam</i> urbt 24 mm urbumu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kāda ir centrēšanas operācijas nozīme?

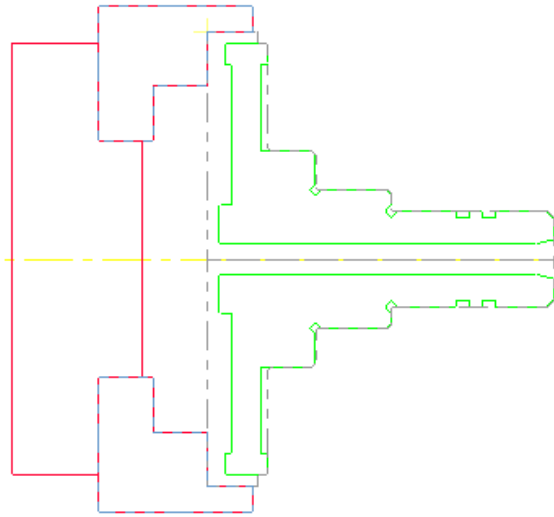
DARBA GAITA

Pēc liekā materiāla aizvākšanas no ārējam detaļas virsmām nepieciešams novākt materiālu arī no iekšējā detaļas diametra (ID). To var realizēt ar urbšanas instrumenta trajektoriju.

Urbšanas instrumenta trajektorija veido caurumus detaļā. Uz virpām urbšanas instrumenta trajektorija parasti tiek izpildīta uz detaļas centru līnijas.

Šis praktiskais darbs ietver arī ģeometriju saistības piemēru, kas nozīmē saiti starp ģeometriju un instrumenta trajektoriju, kura ir izvietota uz tās. Ģeometriju saistība izslēdz vajadzību no jauna izveidot instrumenta trajektoriju katru reizi, kad tā tiek mainīta. Pēc operāciju komponentu rediģēšanas (ģeometrija un parametri) var atkārtoti ģenerēt instrumenta trajektoriju caur operāciju pārvaldnieku, lai ietvertu savas izmaiņas.

Vispirms atveriet *urbsana.emcam*, kur ietverta visa nepieciešamā apstrādājamās detaļas iestatīšanas informācija un rupjās apstrādes instrumenta trajektorija OD apstrādei, tādējādi bez kavēšanās var sākt veidot urbšanas instrumenta trajektoriju.



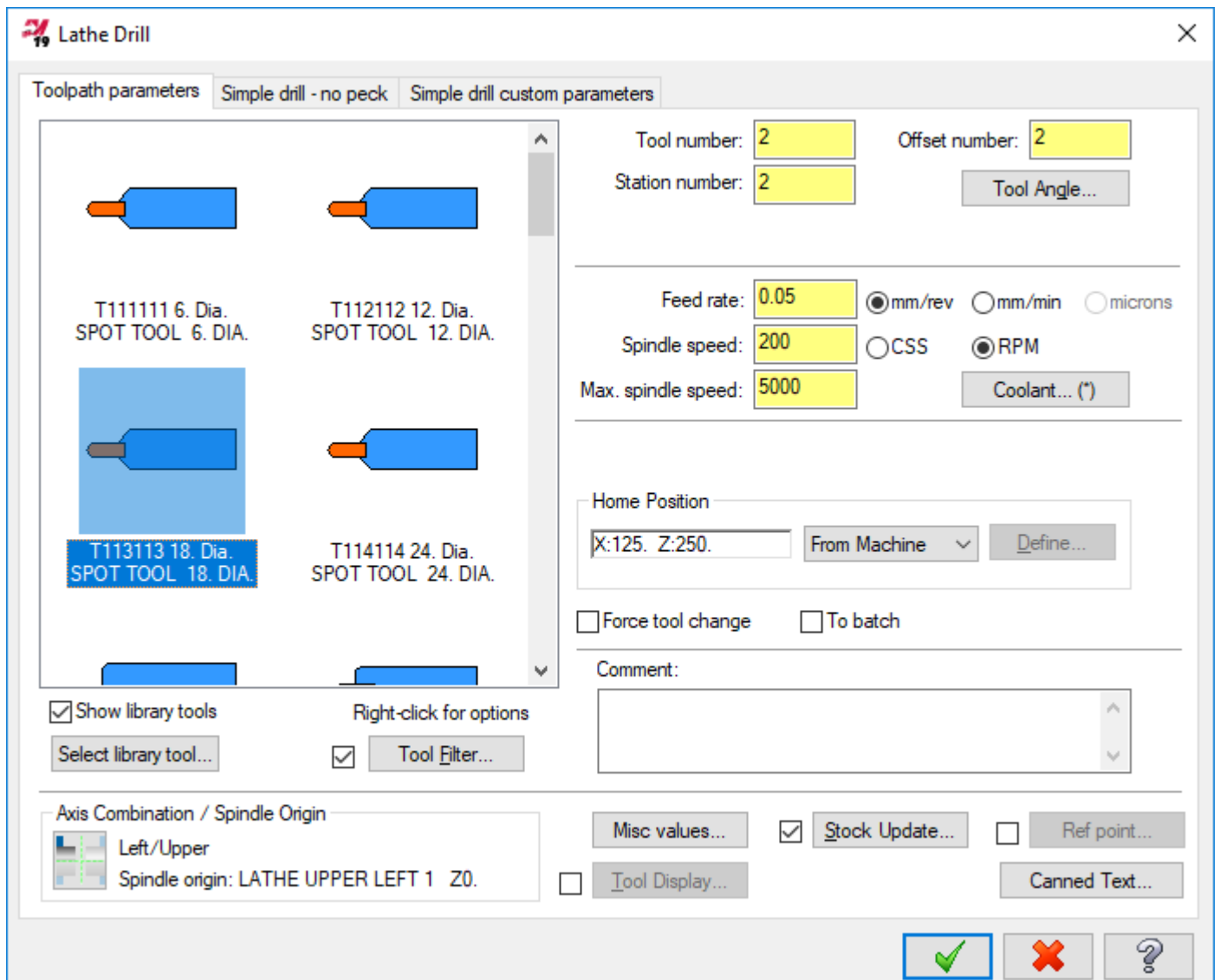
CENTRĒŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Atšķirībā no vairuma citu instrumenta trajektoriju urbšanas instrumenta trajektorija neprasa izvēlēties ģeometriju pirms instrumenta trajektorijas parametru ievadīšanas. Uz virpām urbšanas instrumenta trajektorija parasti tiek izpildīta uz detaļas centru līnijas un pēc noklusējuma ir novietota detaļas sākuma punktā (X0, Z0).

Centrēšanas instrumenta trajektorija izmanto īsu griezējinstrumentu, lai veidotu virzošu caurumu materiālā vēlākai urbšanas instrumenta trajektorijai. Bez šīs virzīšanas garāka urbja virsotne var novirzīties gar detaļas priekšējo galu pēc sākotnējā kontakta, izraisot neapaļa vai nobīdīta cauruma urbšanu.

1. darbība

Izvēlieties **Lathe, Turning, Drill**. Atveras **Lathe Drill** dialoga logs.



2. darbība

No urbju saraksta izvēlieties **18 mm** diametra centrēšanas urbi **18 Dia SPOT TOOL**.

3. darbība

Izvēlieties **Simple drill - no peck** pogu dialoga loga augšpusē.

4. darbība

Tā vietā, lai instrumenta trajektorijai ievadītu urbšanas dziļumu, izmantojiet dziļuma kalkulatoru, kurš automātiski noteiks dziļumu, pamatojoties uz veidojamā cauruma diametru. Tas ņem vērā urbja izmērus aprēķina gaitā.

Izvēlieties **Depth Calculator** pogu  pa labi no **Depth** lauka.


5. darbība

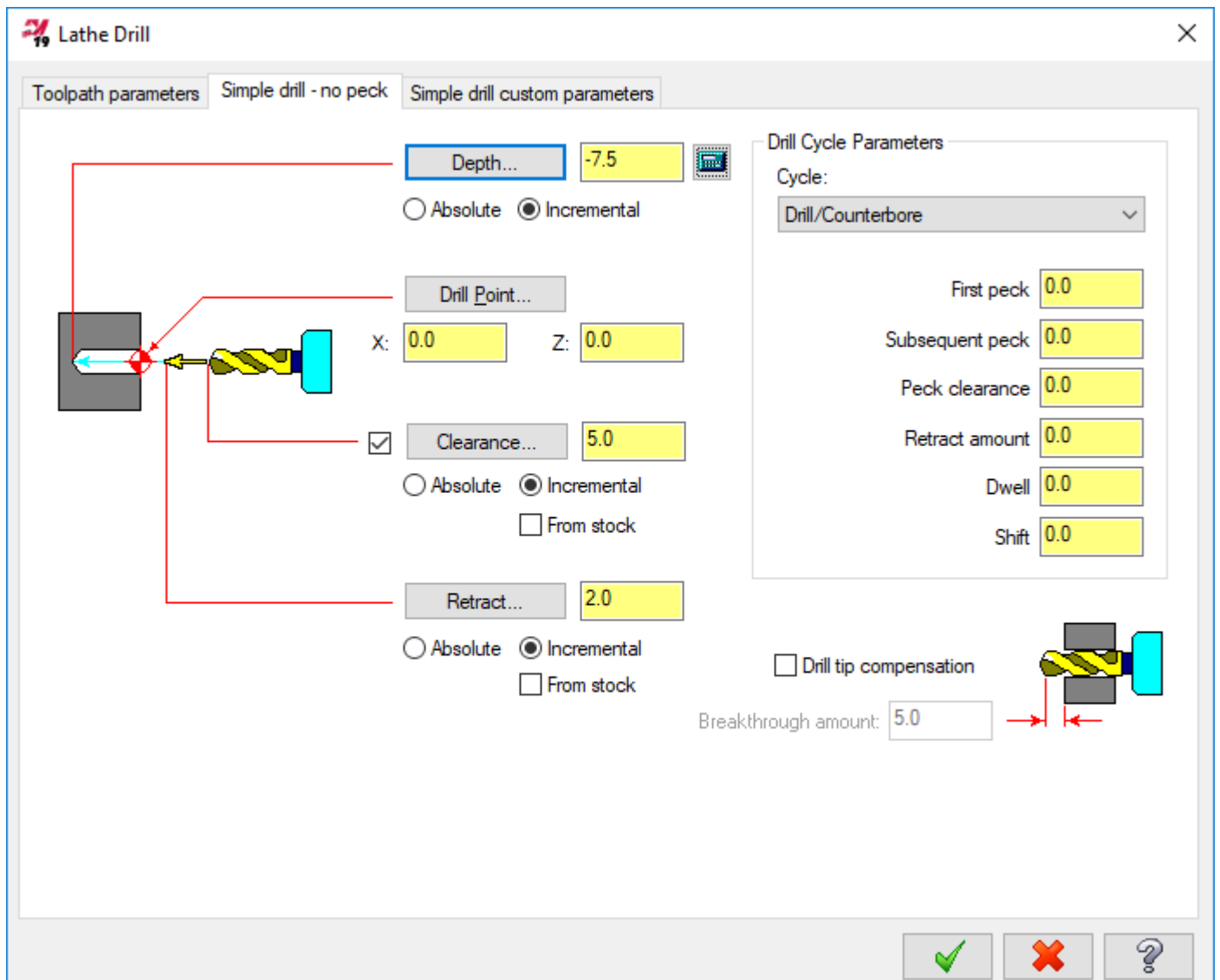
Ievadiet **15** kā gludās apstrādes diametru, kas būs izurbtā cauruma diametrs. Ievērojiet, ka dziļums tiek automātiski pārrēķināts uz **-7.5**.

6. darbība

Izvēlieties **Overwrite depth**, lai lietotu aprēķināto dziļumu kā galīgo vērtību.


7. darbība

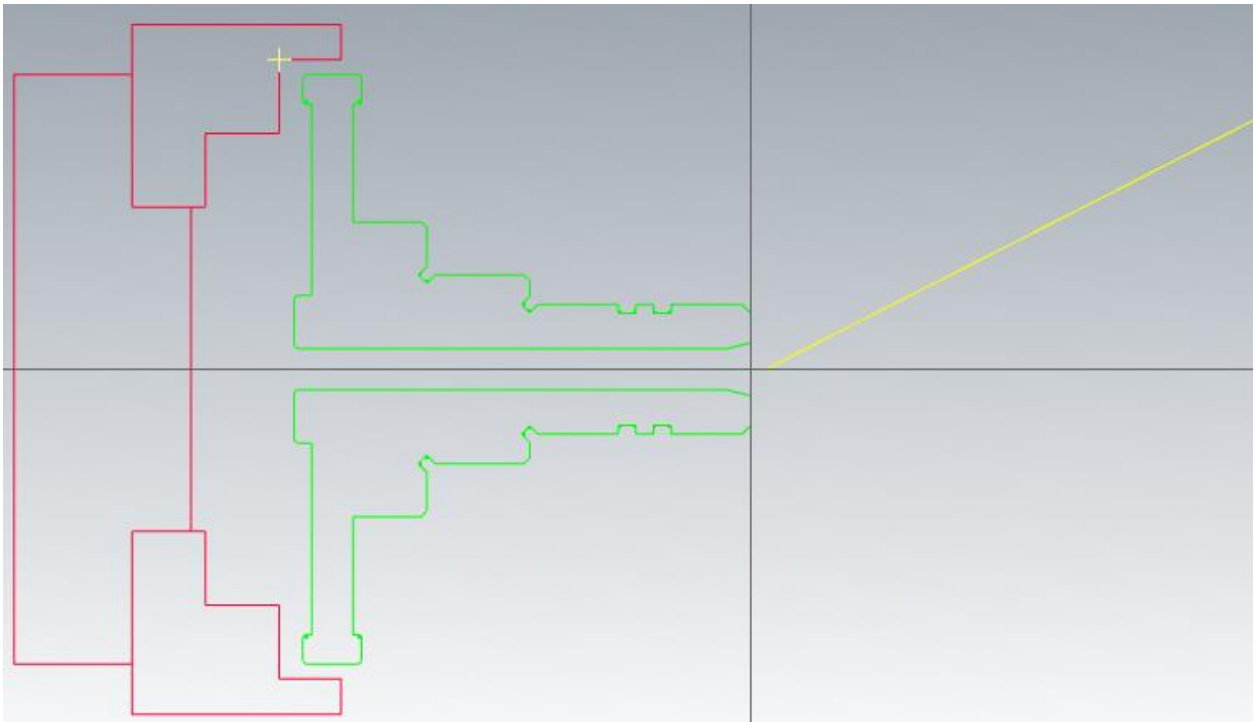
Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Simple drill - no peck** logu. Ja ievadījāt dziļumu, tad **Simple drill - no peck** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Šajā praktiskajā darbā nav nepieciešams iestatīt lietotāja noteiktos urbšanas parametrus uz trešā dialoga loga lauka. Šie parametri tiek lietoti vērtībām, kuras vēl nav definētas *Mastercam* darba vidē un ir atkarīgas no pēcprocesora.

8. darbība

Lai pabeigtu instrumenta trajektoriju, izvēlieties . Centrēšanas urbis ievirzīsies detaļas centrā un izveidos seklu virzošo caurumu nākamajai urbšanas instrumenta trajektorijai.



9. darbība

Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu instrumenta trajektorijas attēlu centrēšanas instrumenta trajektorijai. Tas atvieglos saskatīt nākamās urbšanas instrumenta trajektorijas rezultātus.

URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Kad materiālā izveidots virzošais caurums, jāveido urbšanas instrumenta trajektorija rupjās apstrādes kustībai, lai no iekšējā diametra (ID) aizvāktu vairāk materiāla. Tāpat kā iepriekšējā vingrinājumā pirms instrumenta trajektorijas parametru ievadīšanas nevajag izvēlēties urbšanas punktu.

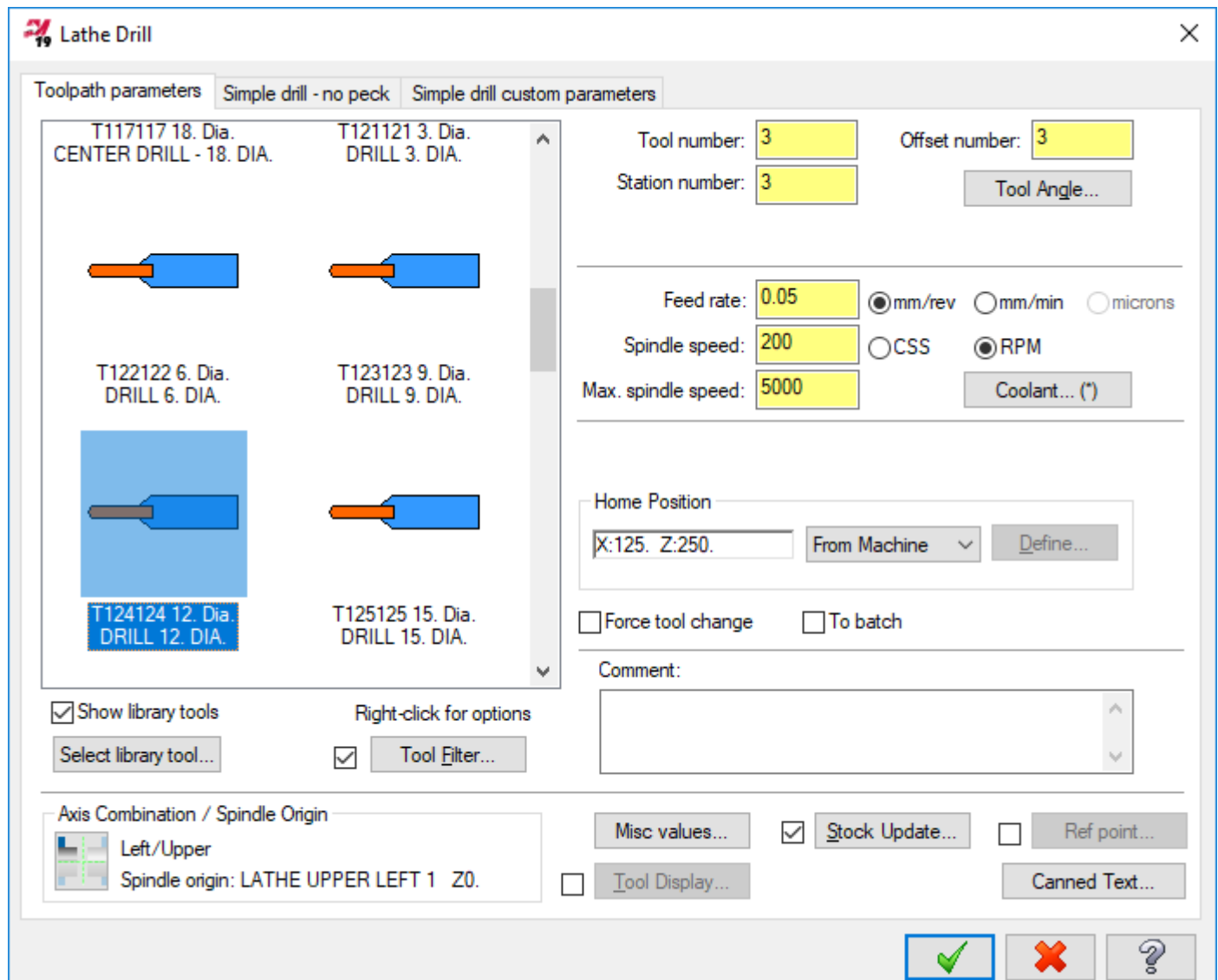
1. darbība

Uzklikšķinot labo peles pogu operāciju pārvaldnieka tukšajā laukā, izvēlieties **Drill** no **Lathe toolpath** izvēlnes.

2. darbība

Izvēlieties **12 mm** diametra urbi **12 Dia. Drill** no urbju saraksta.

Piezīme. Zaļā iezīme blakus centrēšanas urbim nozīmē to, ka tas ir izmantots jau citā instrumenta trajektorijā.

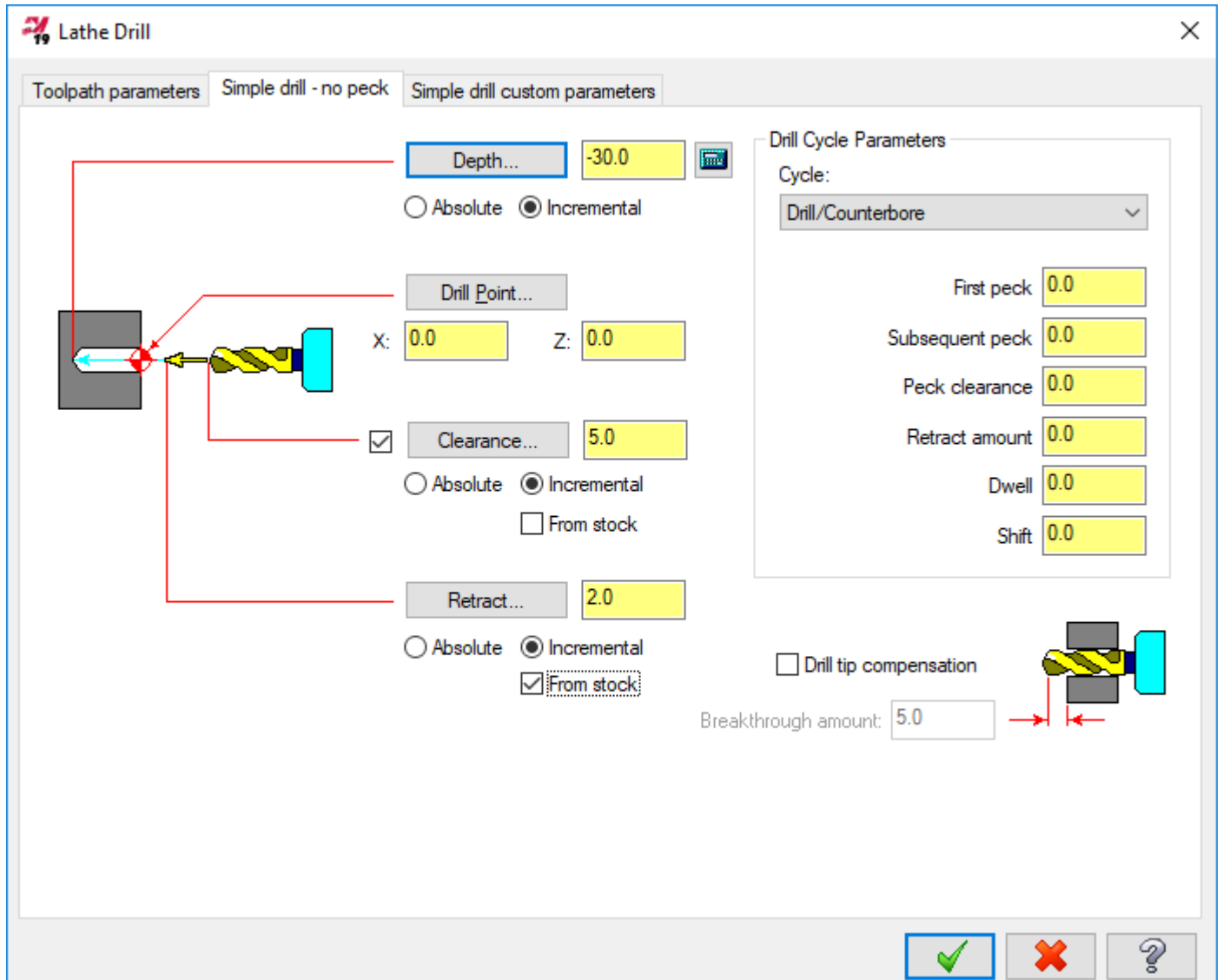


3. darbība


Izvēlieties **Simple drill - no peck** pogu dialoga loga augšpusē.

4. darbība

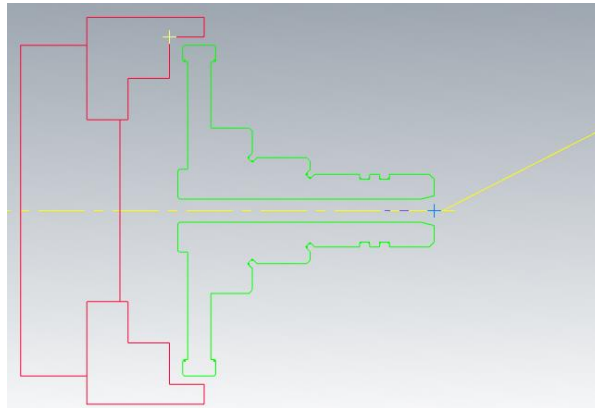
Izmainiet **Depth** parametru uz **-30.0**. Urbšanas instrumenta trajektorija ieies dziļāk detaļā nekā centrēšanas instrumenta trajektorija. Kad ir ievadīts dziļums (**Depth**), **Simple drill - no peck** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. darbība

Lai pabeigtu instrumenta trajektoriju, izvēlieties . Urbis ieies dziļumā pa detaļas centru un dziļāk materiālā nekā centrēšanas instrumenta trajektorija.

Šo rezultātu var salīdzināt ar centrēšanas instrumenta trajektorijas attēlu (skatīt iepriekšējo attēlu).



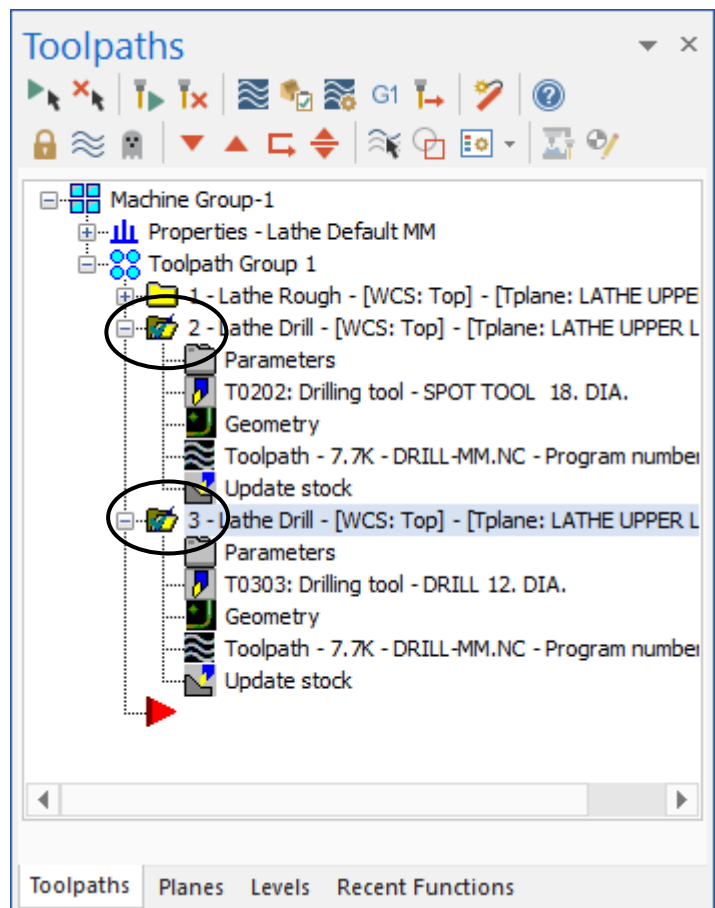
INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI


Lai taupītu laiku, varat izvēlēties specifiskas instrumenta trajektorijas zīmēšanu caur operāciju pārvaldnieku tā vietā, lai zīmētu visas instrumenta trajektorijas katras sesijas laikā. Šajā piemērā rupjās apstrādes instrumenta trajektorija instrumenta trajektoriju saraksta augšgalā jau ir pārbaudīta, vai tajā nav kļūdu, un nav vajadzības to zīmēt atkal.

Ir jāuzzīmē šī praktiskā darba iepriekšējos vingrinājumos – Centrēšanas instrumenta trajektorijas veidošana un Urbšanas instrumenta trajektorijas veidošana – izveidotā urbšanas instrumenta trajektorija.

Darbības

1. Lai uzzīmētu tikai urbšanas instrumenta trajektoriju, klikšķiniet uz pirmās urbšanas instrumenta trajektorijas, turiet nospiestu **[Ctrl]** taustiņu un uzklikšķiniet uz otrās urbšanas instrumenta trajektorijas. Šo operāciju nosaukumiem būs zila iezīme.



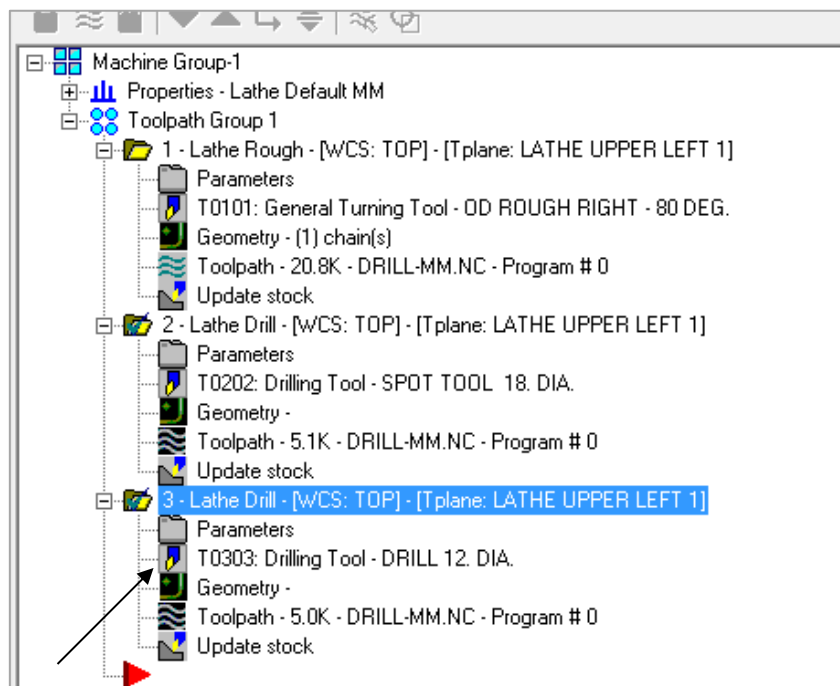
2. Izvēlieties **Backplot selected operations** pogu, atveras attiecīgā izvēlne.
3. Pārslēdziet **Display tool** variantu uz šīs izvēlnes, uzklikšķinot uz tā. Tas parādīs urbju modeļus zīmēšanas laikā.
4. Nospiediet **Step forward** atkārtoti, lai izietu caur instrumenta trajektoriju.
5. Kad instrumenta trajektorija ir pabeigta, izvēlieties .

IZMAIŅU VEIKŠANA URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJĀ

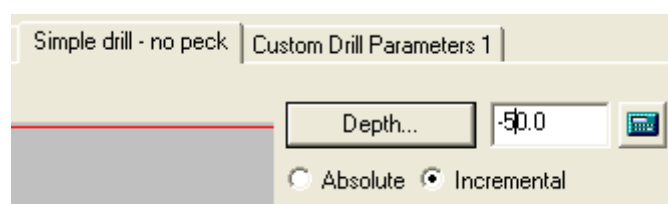
Pēc trajektorijas zīmējuma apskates sapratīsiet, ka urbšanas instrumenta trajektorija neaizvāc pietiekami daudz materiāla, tāpēc nepieciešams mainīt instrumenta trajektorijas dziļumu. Ar *Mastercam* īpašību saistības iespēju var izveidot šīs izmaiņas un ātri reģenerēt instrumenta trajektoriju, lai ietvertu jauno dziļumu.


Darbības

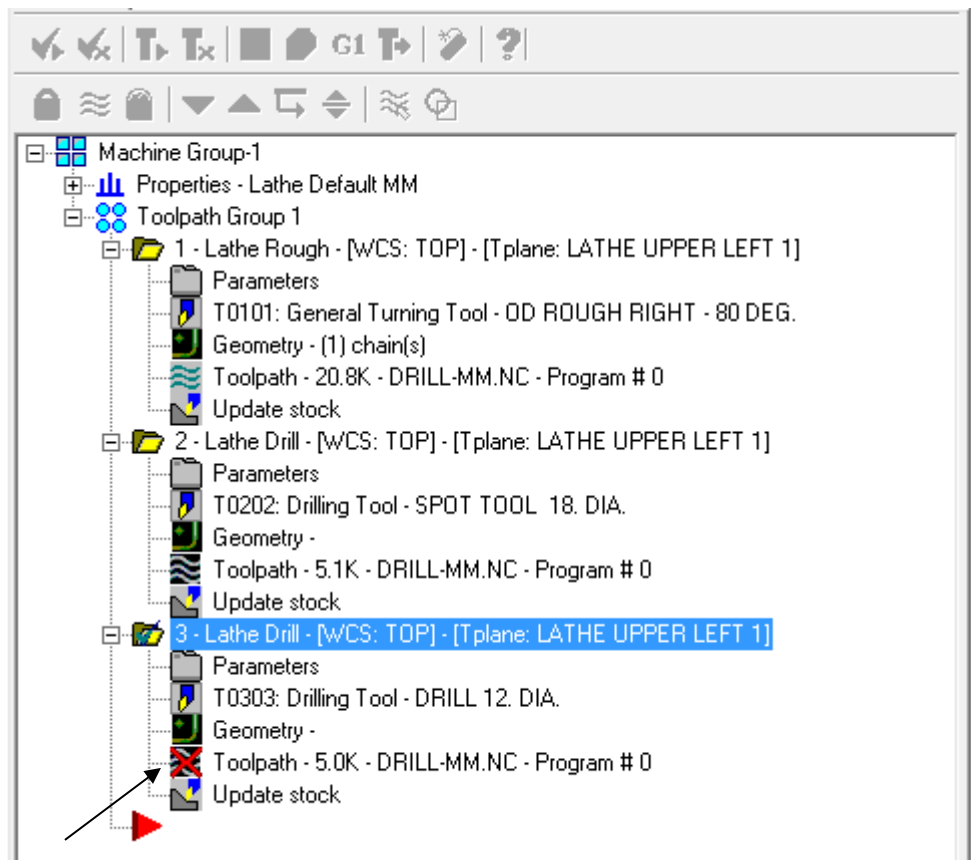
1. Otrajai urbšanas instrumenta trajektorijai izvēlieties **Parameters** ikonu. Tiek atvērts instrumenta trajektorijas parametru dialoga logs.



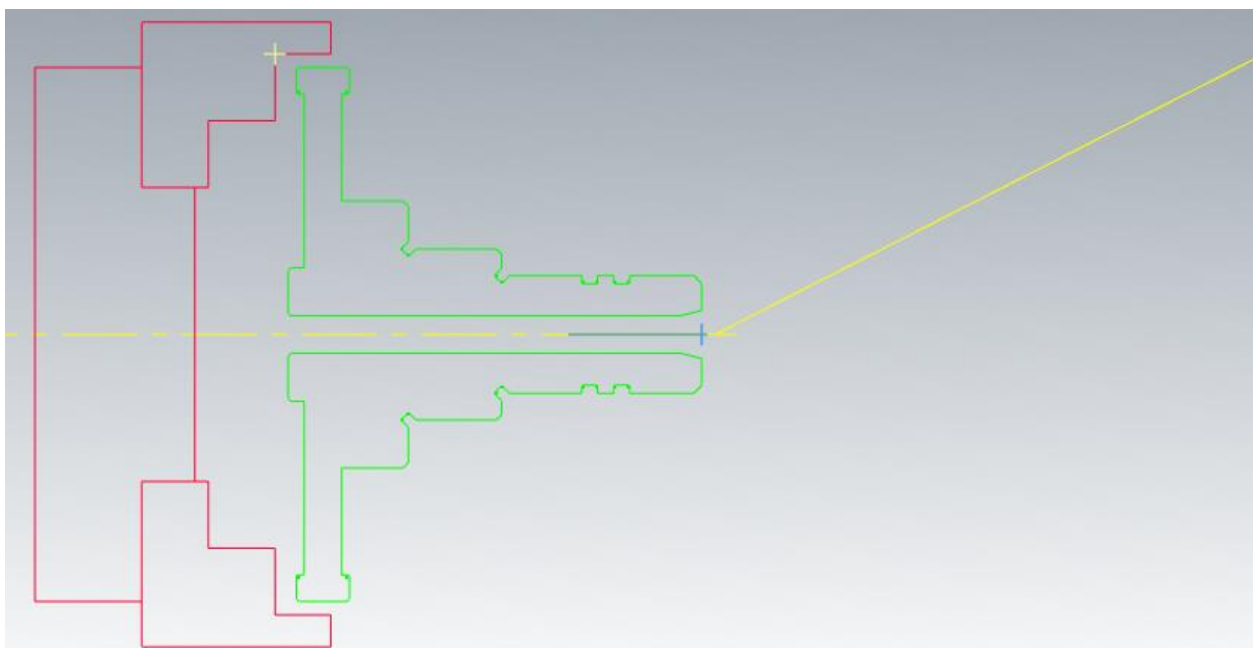
2. Izvēlieties **Simple drill - no peck** pogu.
3. Palieliniet **Depth** parametru uz **-50.0**, lai instrumenta trajektorija urbtos tālāk detaļas iekšienē.



4. Lai pabeigtu izmaiņas un atgrieztos uz operāciju pārvaldnieku, izvēlieties . NCI ikona šai instrumenta trajektorijai ir apzīmēta ar sarkanu X, kas norāda, ka instrumenta trajektorija ir atkārtoti jāģenerē.




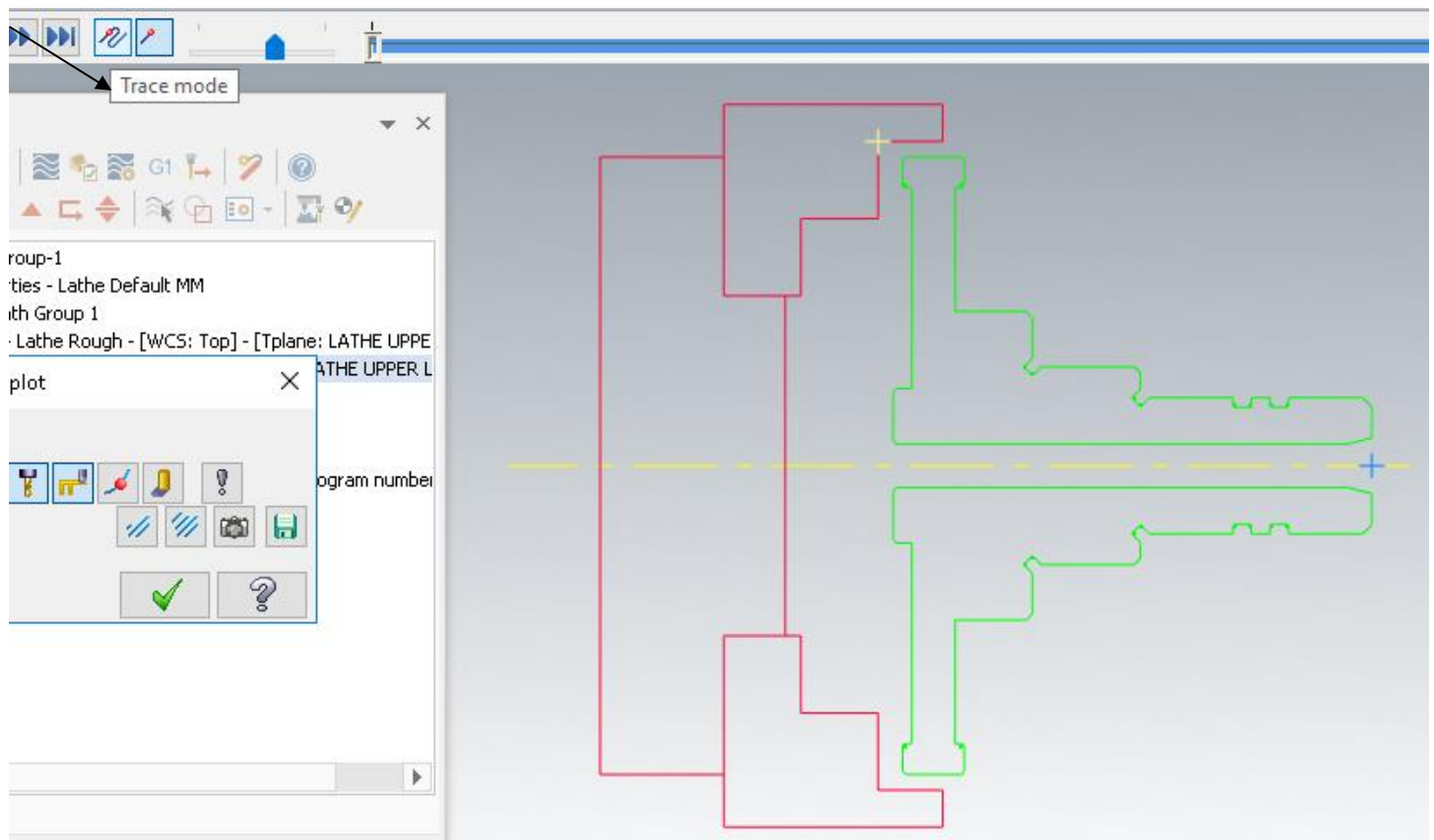
5. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations** pogu. *Mastercam* pievieno papildu dziļumu un pārzīmē instrumenta trajektoriju. Atjauninātā instrumenta trajektorija iestiepjas papildu 20 mm detaļas iekšienē.




ATJAUNINĀTĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA

Darbības

1. Izvēlieties **Select All**, lai zīmētu visas instrumenta trajektorijas.
2. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
3. Izvēlieties **Options**, lai atvērtu **Backplot Options** dialoga logu, kur var pielāgot trajektorijas attēlojumu.
4. Izvēlieties .
5. Izvēlieties **Trace mode**. Soli pa solim izejiet caur instrumenta trajektoriju.



6. Pēc instrumenta trajektorijas apskates izvēlieties .
7. Saglabājiet detaļu kā *urbsana2.emcam* savā darba mapē.

Īpašību saistība var ietaupīt daudz laika un naudas, jo ļauj ātri veidot izmaiņas instrumenta trajektorijā, pirms tā tiek sūtīta uz cehu.

Nākamais praktiskais darbs rāda citu īpašību saistības piemēru detaļas ārējā diametra (OD) galīgās apstrādes laikā.

5. PRAKTISKAIS DARBS – ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD) GALĪGĀ APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt rotācijas tipa detaļas ārējās virsmas galīgās apstrādes programmas izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lietotāja instrumenta izveide. ▪ Galīgās apstrādes parametru ievadīšana. ▪ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei. ▪ Detaļas konstrukcijas izmaiņa.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot ārējās rotācijas virsmas galīgās apstrādes programmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests2.emcam</i> apstrādāt četras ārējās pakāpes. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

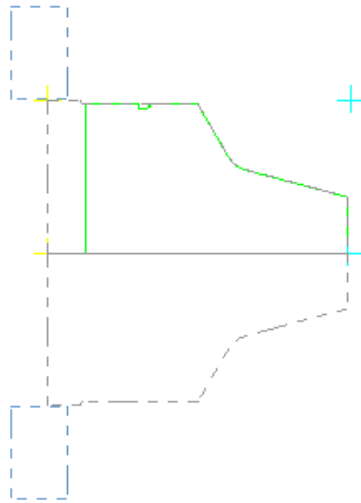
Ko dod speciāla griezējinstrumenta izveide?

DARBA GAITA

Kad pabeigti OD un ID rupjās apstrādes piemēri, šajā darbā detaļa tiks apstrādāta, veidojot galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju. Galīgās apstrādes instrumenta trajektorijā grieznis seko detaļas ģeometrijai un veic beigu griezumus uz detaļas virsmām.

Vispirms atveriet *atra_rupja2.emcam*. Šis fails satur ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju, kura tika izveidota 3. praktiskajā darbā ārējā diametra (OD) apstrādei. Tur iespējams aplūkot, kā sagataves ierobežojumi rāda nobīdīto materiālu.

Padoms. Ja 3. praktiskais darbs nav pabeigts, atveriet *atra_rupja_ad.emcam* failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām.

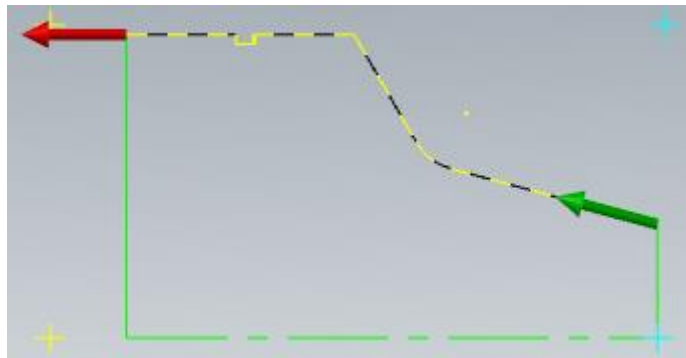


LIETOTĀJAM PIEMĒROTA GRIEŽŅA VEIDOŠANA

Galīgās apstrādes griežņu forma parasti ir citāda nekā rupjās apstrādes griežņiem, jo materiāla nobīde ir precīzāka. Lai gan *Mastercam* piedāvā dažādus galīgās apstrādes griežņus, atklāsiet, ka tie neatbilst šī instrumenta trajektorijas vajadzībām. Tādēļ jādefinē jauns, lietotājam piemērots grieznis, kurš pēc tam jāpievieno griežņu bibliotēkai. Lai definētu lietotājam piemērotus griežņus, jāiestata griežņa ģeometrijas parametri un jāievada vispārēja griežņa informācija.

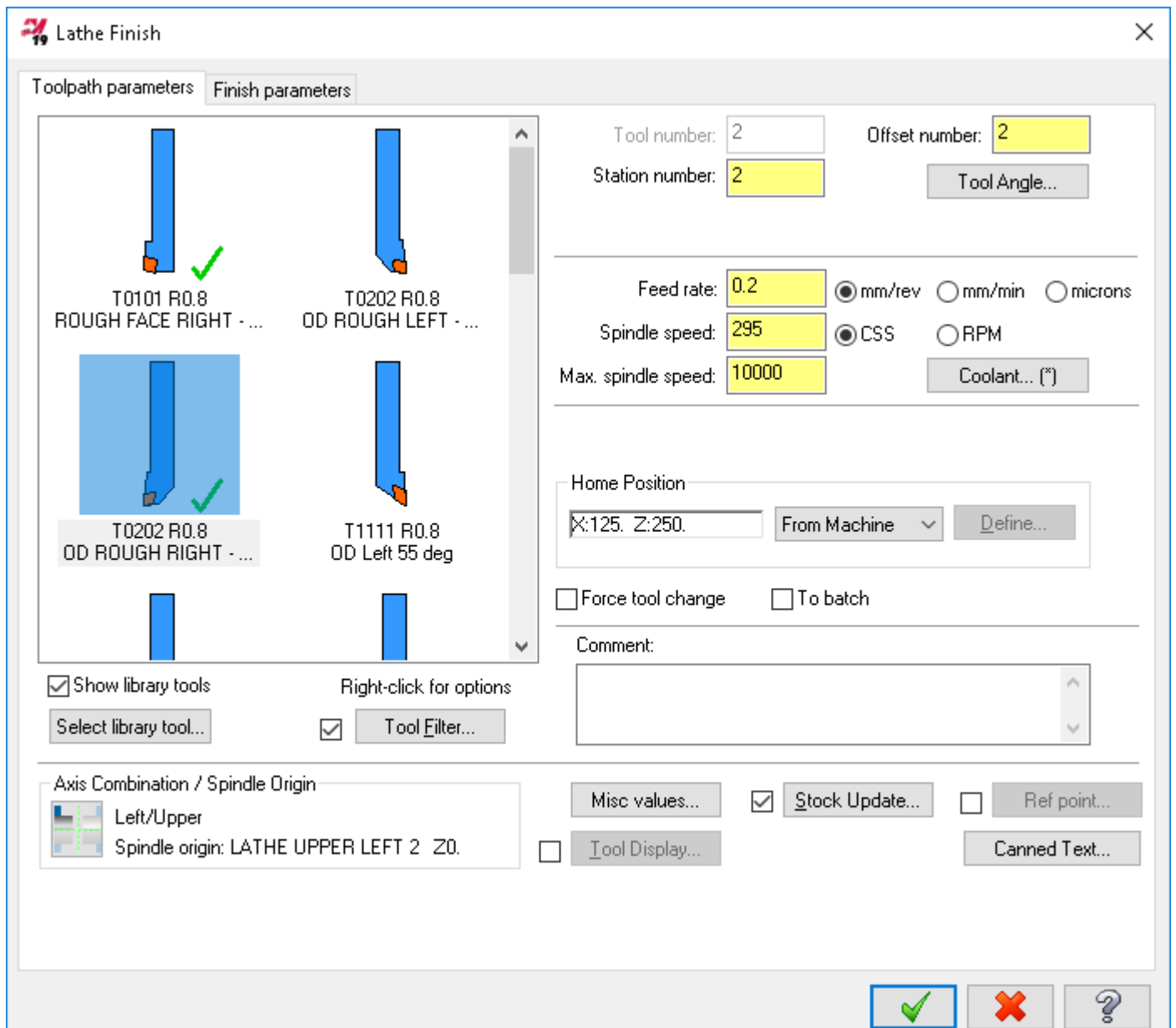
1. darbība

Izvēlieties **Lathe, Turning, Finish**. Izvēlieties apstrādes sākuma un beigu punktus (skatīt nākamo attēlu).



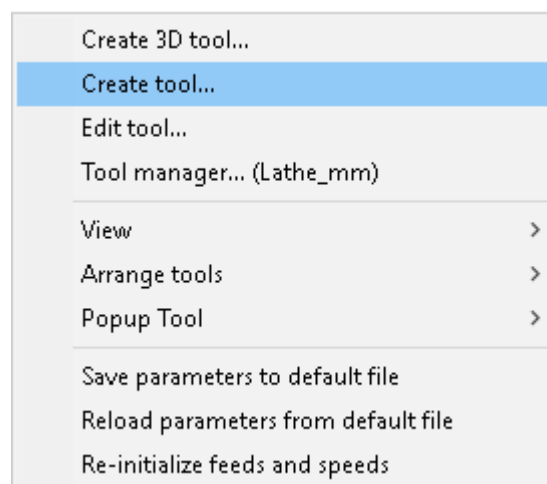
2. darbība

Izvēlieties **Chaining** logā. Atveras **Lathe Finish** dialoga logs.



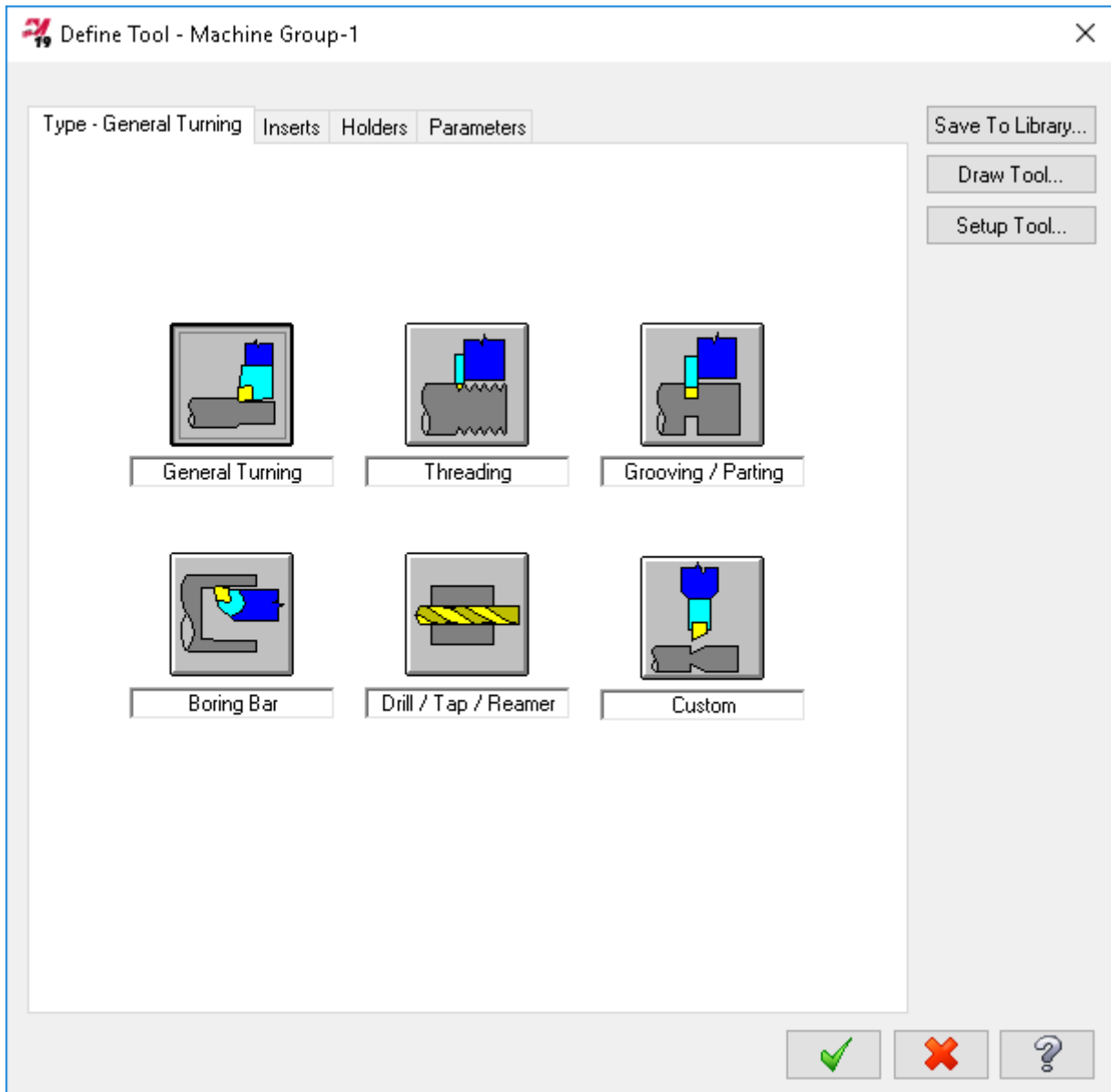
3. darbība

Ieklikšķiniet labo peles pogu jebkur dialoga loga pelēkajā laukā un izvēlieties **Create tool**.



4. darbība

Atveras **Define Tool - Machine Group-1** dialoga logs, un pirmais lauks rāda izveidojamo griežņu tipus. Lai sāktu veidot lietotājam piemērotu instrumentu, izvēlieties **Custom**.



Griežņa ģeometrijas noteikšana

Virpas grieznis sastāv no ieliktna, kas ir detaļa, kurai ir kontakts ar materiālu, un turētāja, kurš satur ieliktni, kad tas nobīda materiālu. Ja cita tipa griežņiem izmērus var iestatīt katram gabalam atsevišķi, tad lietotāja griežņi balstās uz ģeometriju, kas tiek izveidota grafiskajā logā. Ģeometrijai, ko izmanto abu daļu – ieliktna un turētāja – veidošanai, jā sastāv no slēgtām robežlīnijām, un katra daļa jāveido ar citu krāsu.

1. darbība

Izvēlieties **1** kā griežņa ģeometrijas orientācijas novietojumu (**Geometric Tool Orientation in TOP Plane**), kas iestatīs griežņa pārvietojuma virzienu, kad tas griezīs detaļu (**cut** – padeves virziens, **plunge** – iegriešanās virziens).



PIEZĪME

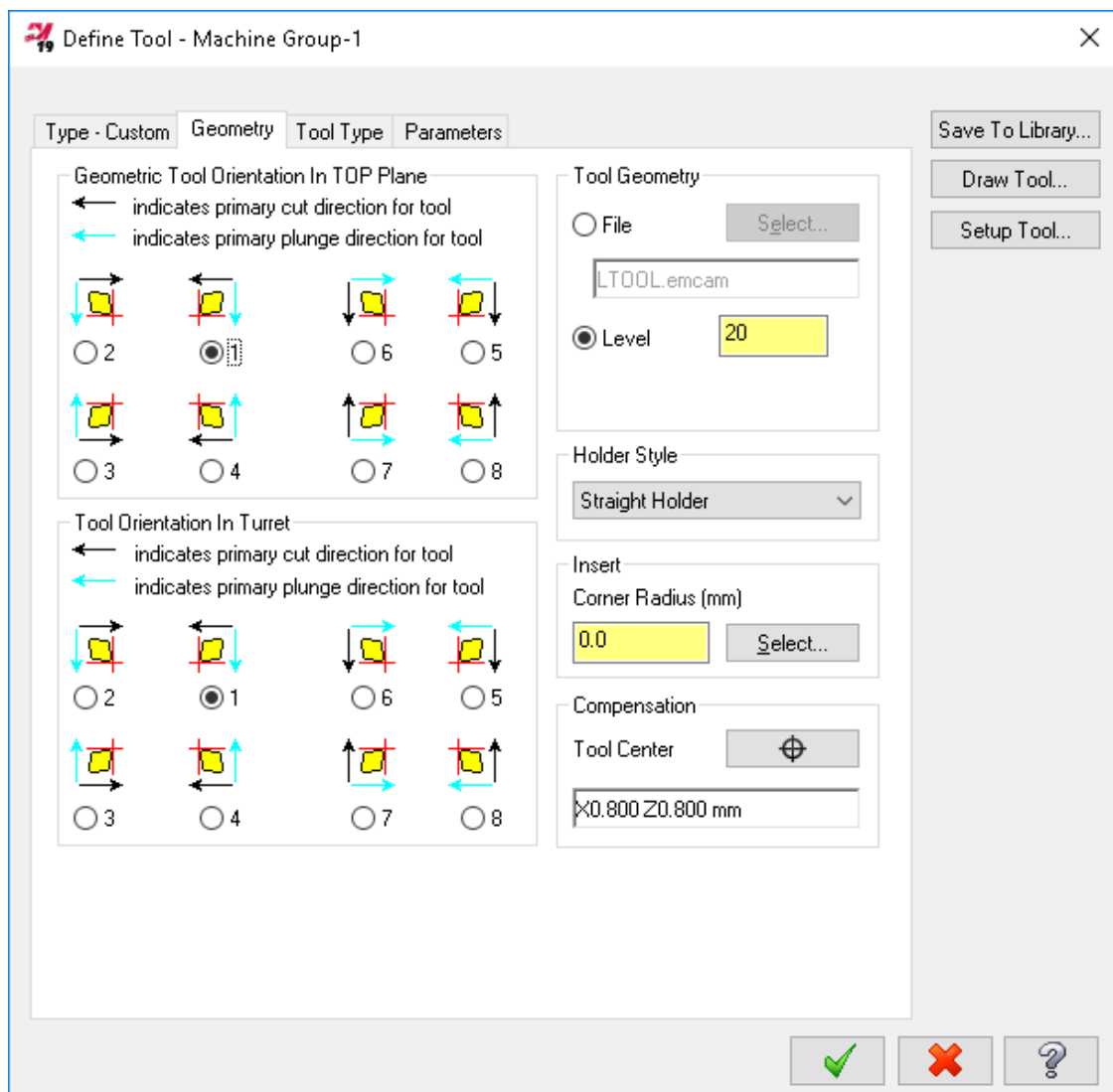
Griežņa ģeometriju var izveidot arī atsevišķā failā, bet ģeometrijas veidošana uz kāda līmeņa tajā pašā failā samazina vajadzību pēc papildu EMCAM failiem. Izmantojot līmeni, lietotāja griežņa ģeometrijai jābūt vienīgajai ģeometrijai šajā līmenī. Pēc tam, kad grieznis ir izmantots instrumenta trajektorijā, griežņa ģeometriju var izdzēst. Kad ir ievadīti visi parametri, **Geometry** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā. Ieliktņa stūra rādiuss un griežņa centra koordinātas tiks ievadītas vēlāk.

2. darbība

Izvēlieties 1 kā griežņa orientācijas novietojumu revolvergalvā. Orientācija mainās atkarībā no detaļas posma, kurš tiek apstrādāts (priekšgals vai aizmugure) – detaļas ID vai OD – un kur uz virpas ir novietots grieznis. Šis virziens tiek lietots pat tad, ja ģeometrija ir zīmēta citā orientācijā.

3. darbība

Tool geometry sekcijā izvēlieties **Level** un ievadiet **20** kā līmeņa numuru. Fails, kurā darbs tiek veikts, jau satur ģeometriju ieliktņa un turētāja veidošanai (20. līmenī).



Tā kā nav nepieciešams mainīt nevienu parametru **Tool Type** laukā, var pāriet uz **Parameters** lauku.

Vispārējo griežņa parametru definēšana



PIEZĪME

*Jāizvēlas noteikti varianti **Job Setup** dialoga logā par griežņa informāciju, kura automātiski tiks izmantota instrumenta trajektorijas parametru noteikšanai. Šie varianti ir jau iestatīti šīs detaļas failā.*

Griežņa orientācijai nepieciešams papildus definēt dažus vispārējus parametrus, kā grieznis griežīs materiālu. Daži no šiem parametriem – **padeve**, **iegriešanās ātrums**, **darba vārpstas rotācijas ātrums** un **griešanas dziļums** – tiek kopēti uz instrumenta trajektorijas parametru dialoga loga, kad grieznis tiek izmantots instrumenta trajektorijas veidošanai.

1. darbība

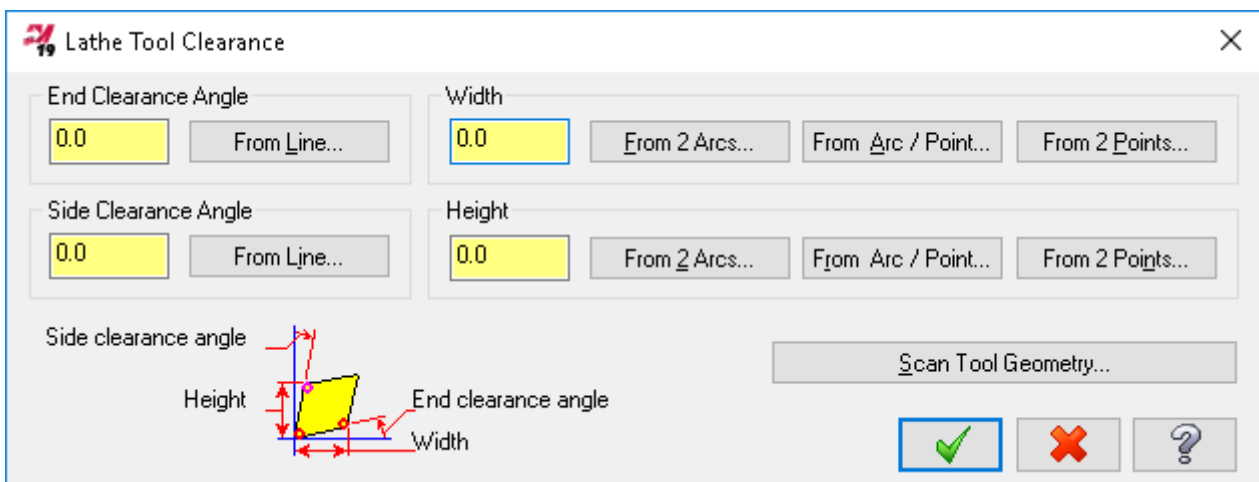
Izvēlieties **Parameters** pogu dialoga loga augšā.

2. darbība

Ievadiet **Custom Finish Tool** kā griežņa vārdu dialoga loga apakšā.

3. darbība

Lai iestatītu griešanas leņķus ieliktnim un turētājam, izvēlieties **Tool Clearance**. Parādās **Lathe Tool Clearance** dialogs un griežņa ģeometrija no 20. līmeņa.

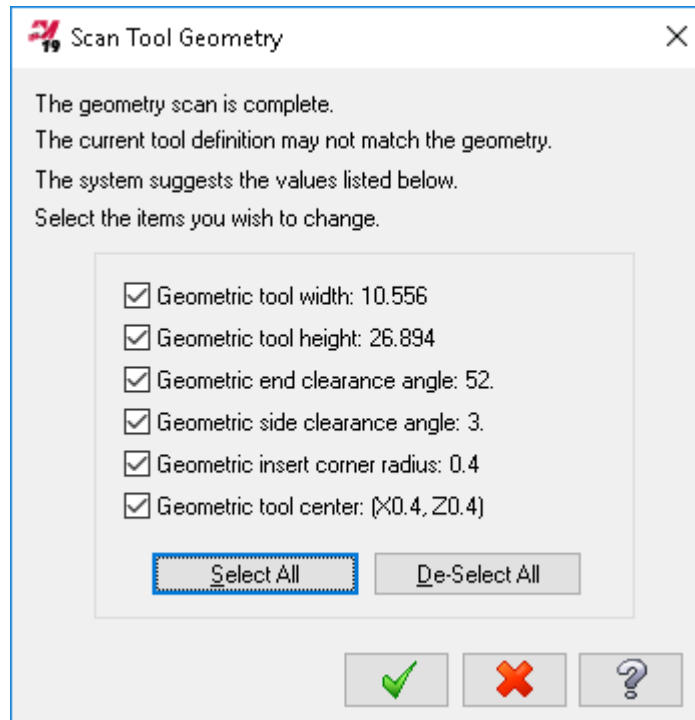


4. darbība

Izvēlieties **Scan Tool Geometry**. Lai nebūtu jāievada katra griežņa leņķa vērtība, šis variants novērtē ģeometriju grafiskajā logā un nodrošina, ka šīs vērtības ir piemērotas apstrādei.

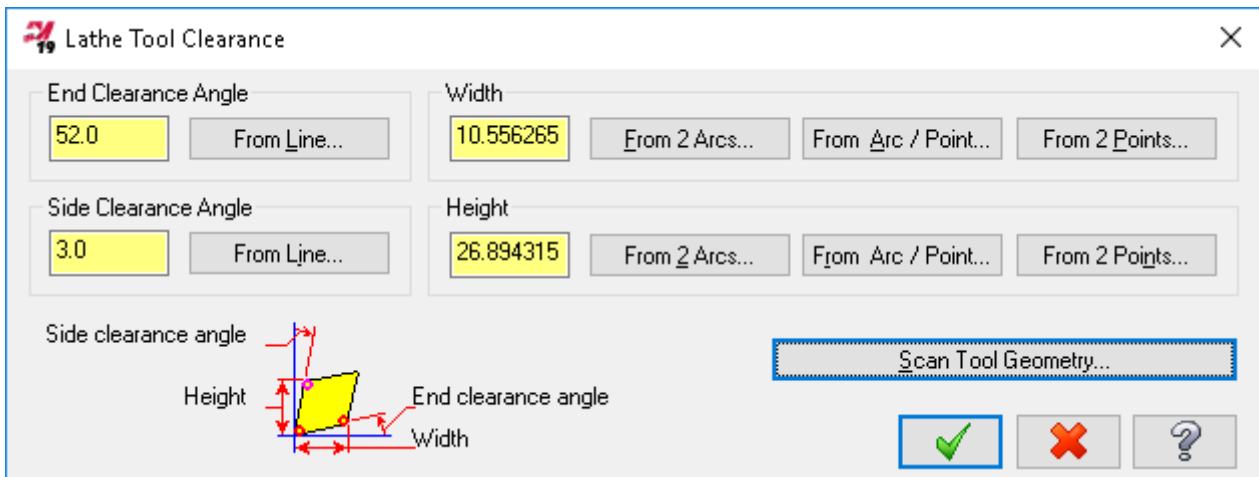
5. darbība

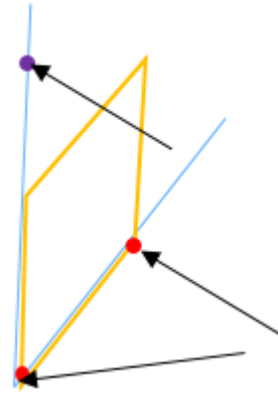
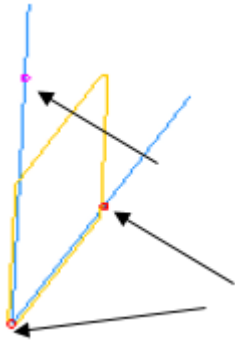
Kad skenēšana ir pabeigta, **Scan Tool Geometry** dialoga logā parādās piedāvātās vērtības katram griežņa leņķa parametram. Izvēlieties **Select All**, lai aktivizētu piedāvātās vērtības.



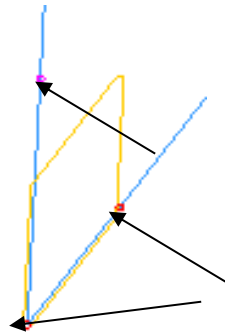
6. darbība

Izvēlieties . Parādās **Lathe Tool Clearance** dialoga logs ar aizpildītiem vērtību laukiem.





Ievērojiet, ka *Mastercam* ievieto lokus (aploces) griežņa ģeometrijā, lai apzīmētu virsotni, augstumu, platumu, kā arī griežņa iestatīšanas leņķus (skatīt nākamo attēlu).



7. darbība

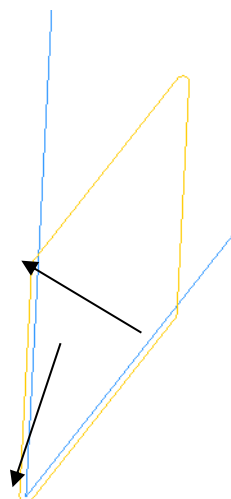
Lai nodrošinātu labāku iestatījumu griežņa priekšpusē, jāizmaina novietojums lokiem, kuri apzīmē augstumu. **Height** sekcijā dialoga logā izvēlieties **From 2 Arcs**.

8. darbība

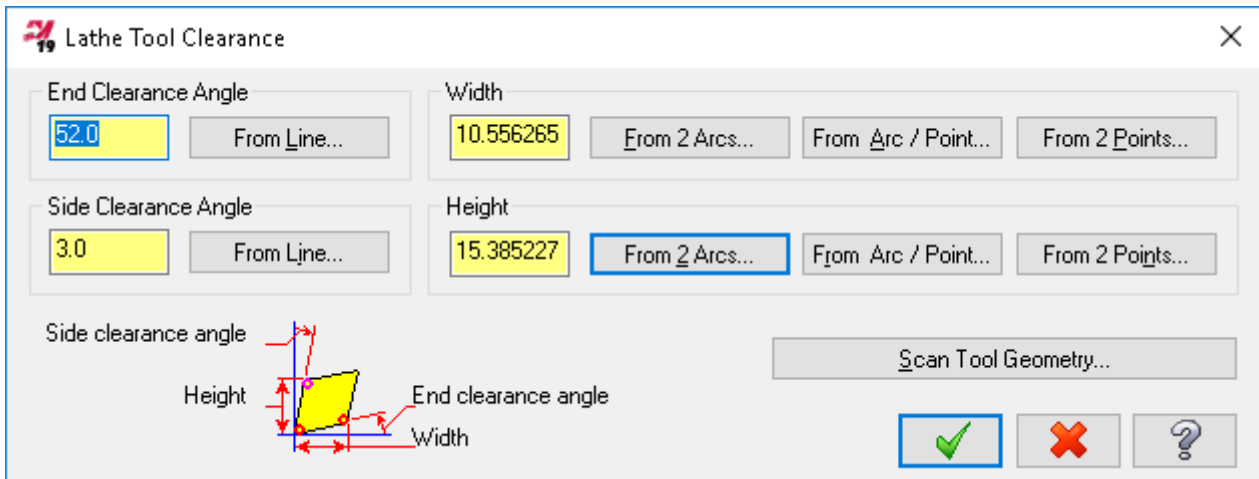
Nospiediet **[F1]** un apvelciet skata izmaiņu logu ap griežņa ieliktni, izvēloties divus pretēji novietotus taisnstūra stūrus, lai palielinātu skatu.

9. darbība

Izvēlieties divus lokus uz ieliktna, kā parādīts nākamajā attēlā.

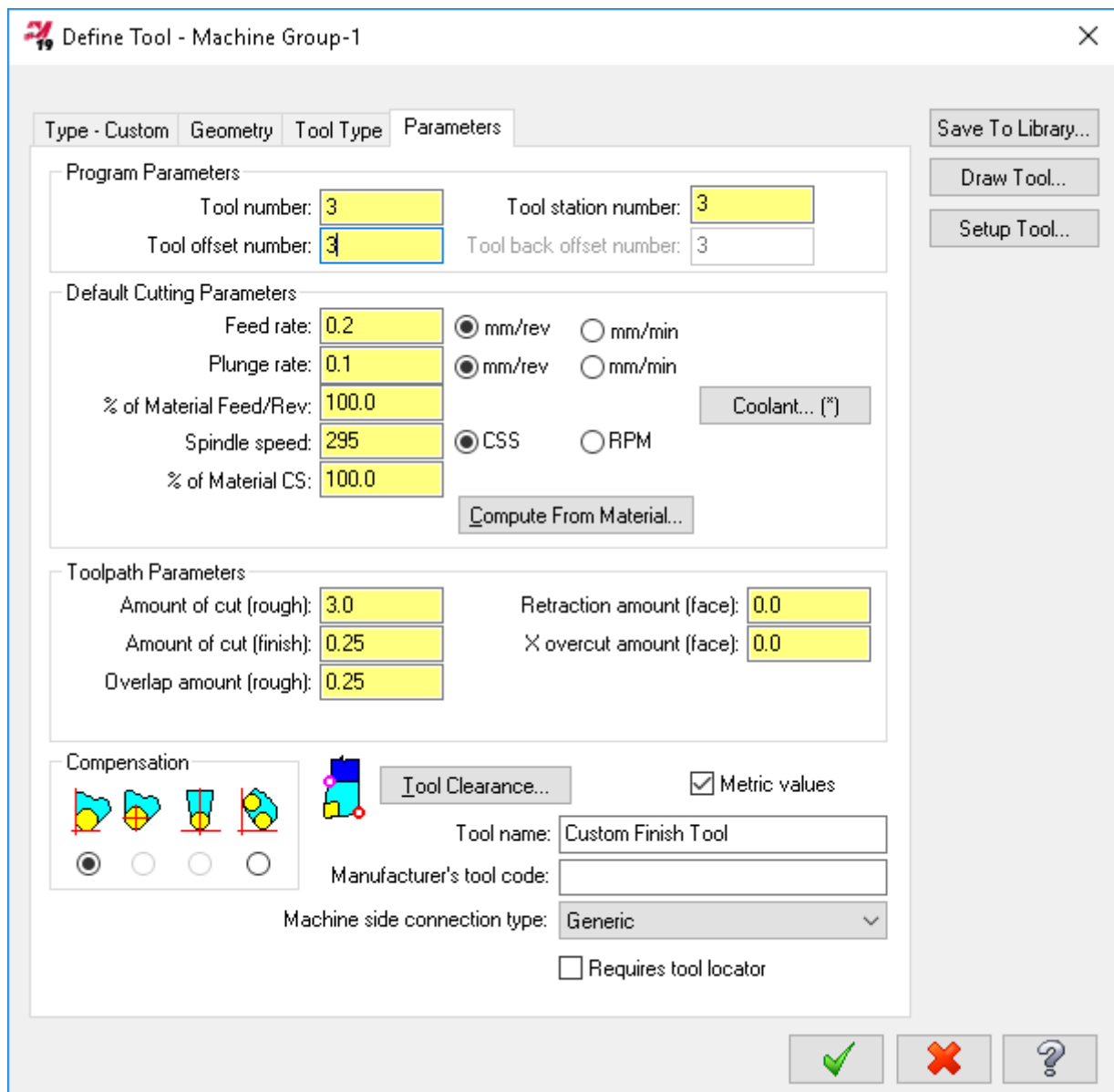


Pēc tam, kad ir izvēlēts otrais loks, augstuma loks pārvietojas uz ieliktna ģeometrijas iekšpusi, un **Lathe Tool Clearance** dialoga logs atkārtoti atveras ar atjauninātām vērtībām tajā.




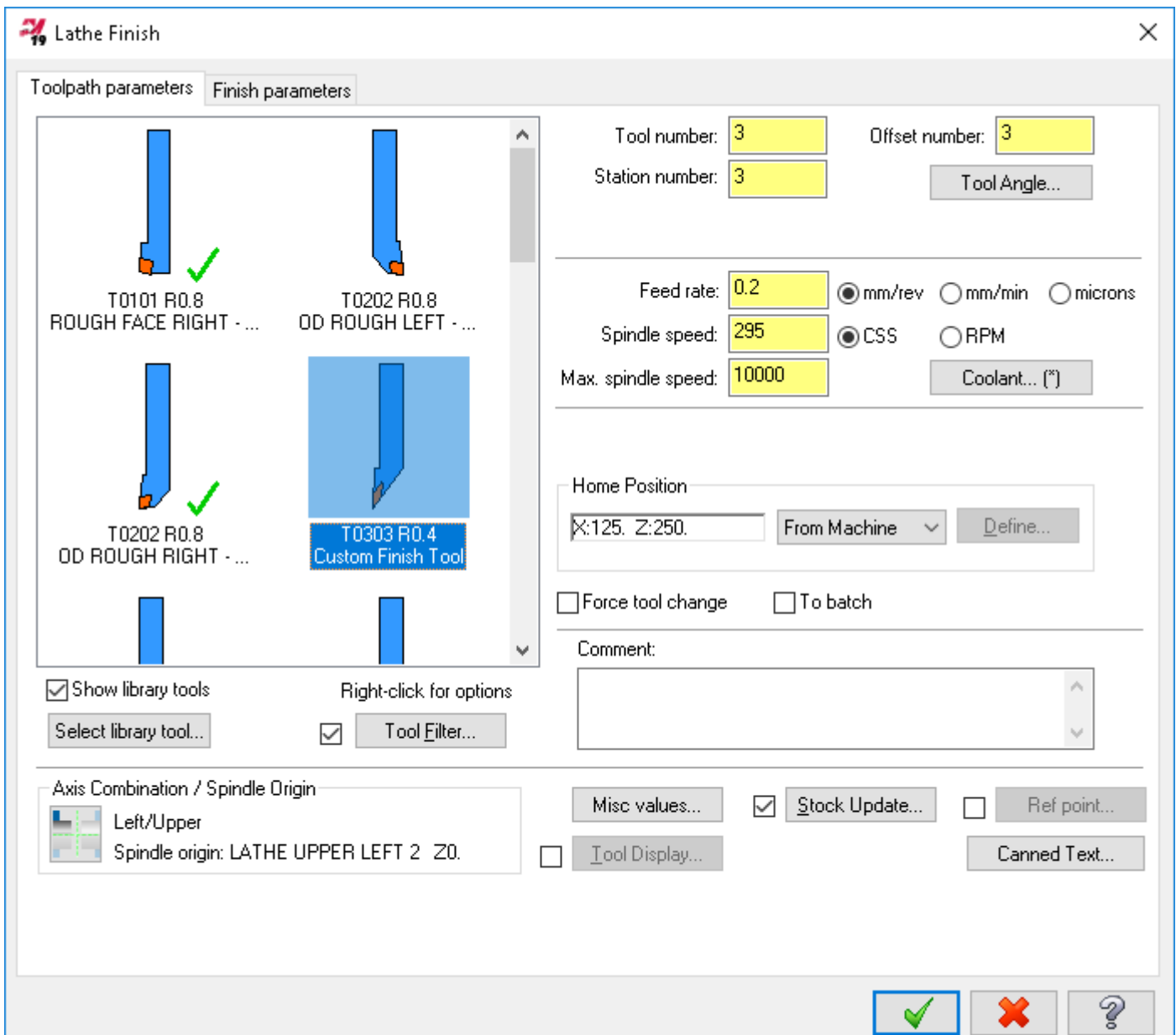
10. darbība

Izvēlieties , lai atgrieztos **Parameters** laukā. Tam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. darbība

Izvēlieties , lai pabeigtu griežņa definēšanu. Atgriezieties instrumenta trajektorijas parametru dialoga logā, un izveidotais grieznis tiek automātiski izvēlēts instrumenta trajektorijas veidošanai.



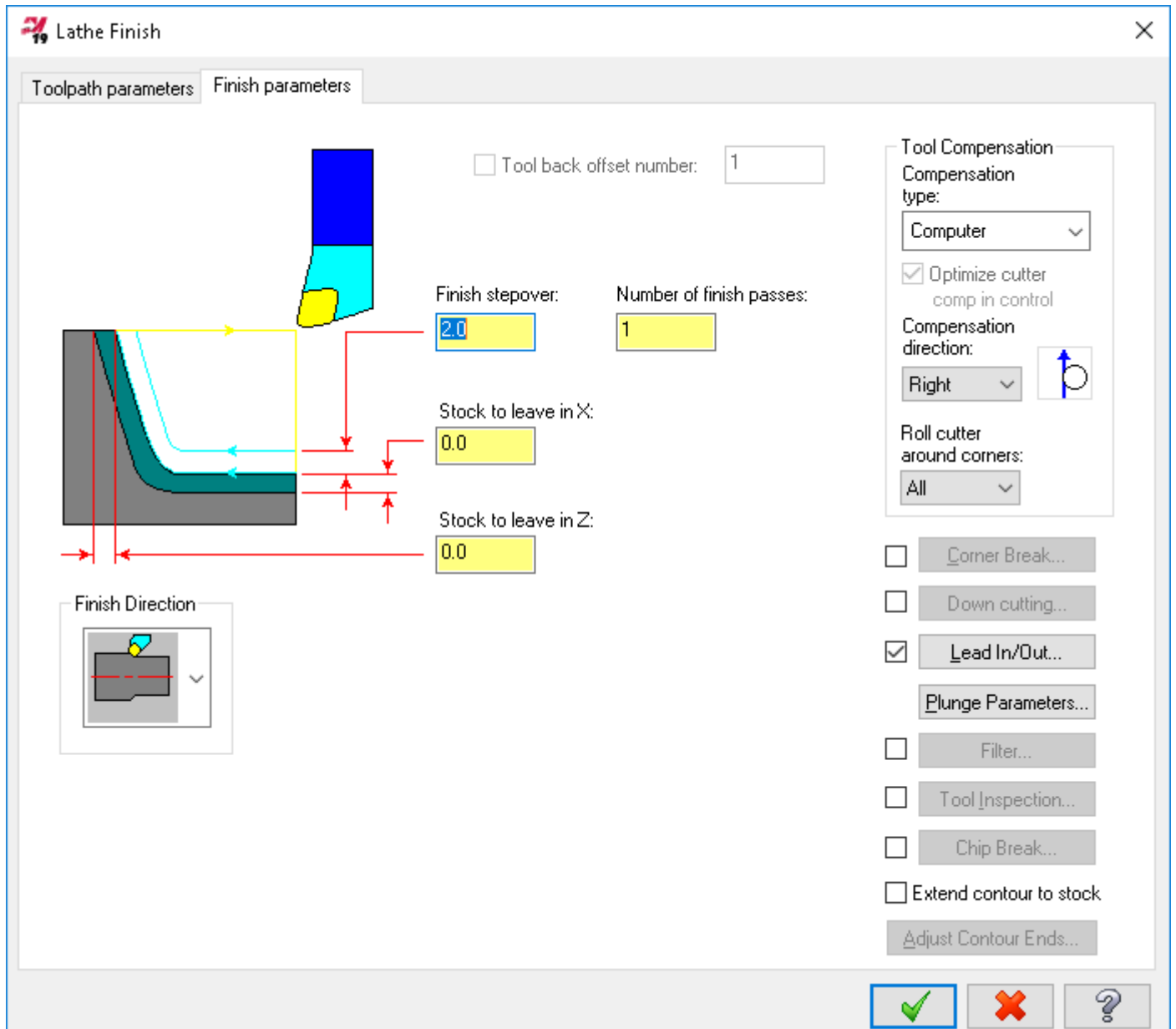
GALĪGĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA

Tā kā galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju var definēt, izmantojot ģeometriju no iepriekšējās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas, tad nav nepieciešams virknēt ģeometriju ātrajai galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas veidošanai.

1. darbība

Izvēlieties **Finish parameters** pogu. *Mastercam* automātiski atpazīst iepriekšējo rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju un piemēro to galīgajai apstrādei.

Piezīme. Ja vēlaties galīgi apstrādāt citu detaļas virsmu, izvēlēties **Chain** pogu dialoga loga augšpusē un savirknējiet citu ģeometriju.

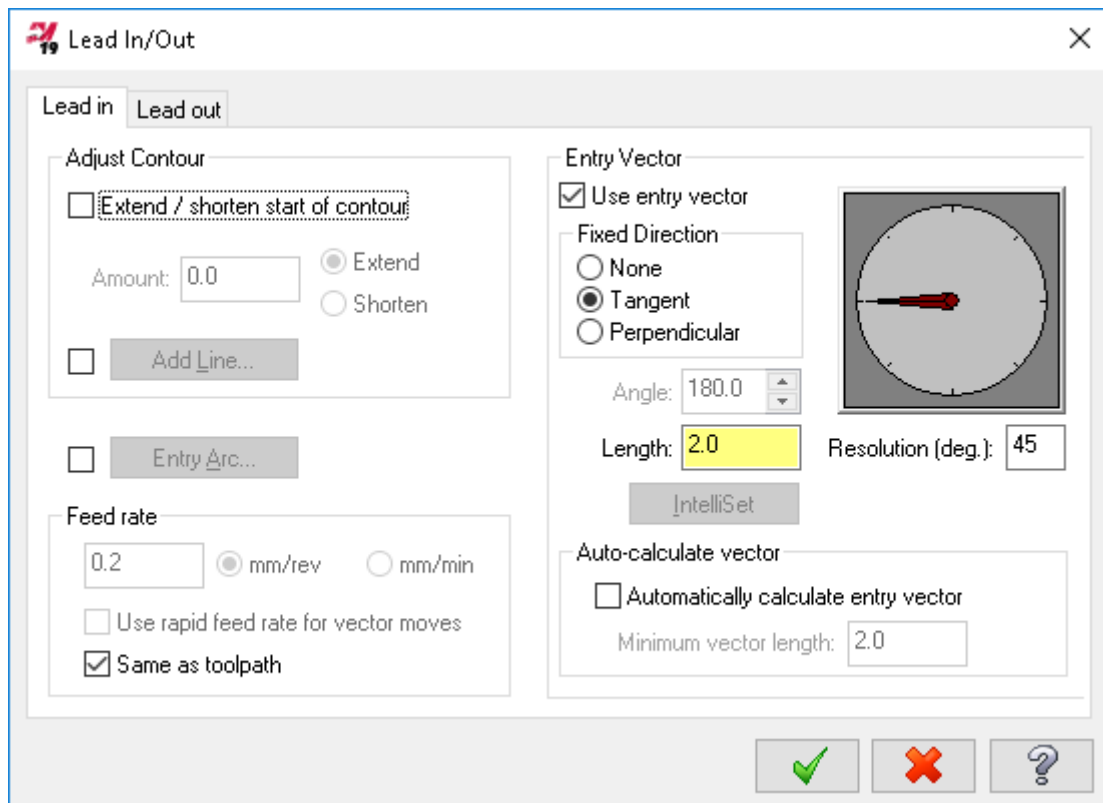


2. darbība

Izvēlieties **Lead In/Out** pogu dialoga loga labajā pusē, lai iestatītu iegriešanās un izskrejas kustības.

3. darbība

Lead In laukā izvēlieties **Tangent** variantu kā ieejas vektora virzienu.



4. darbība

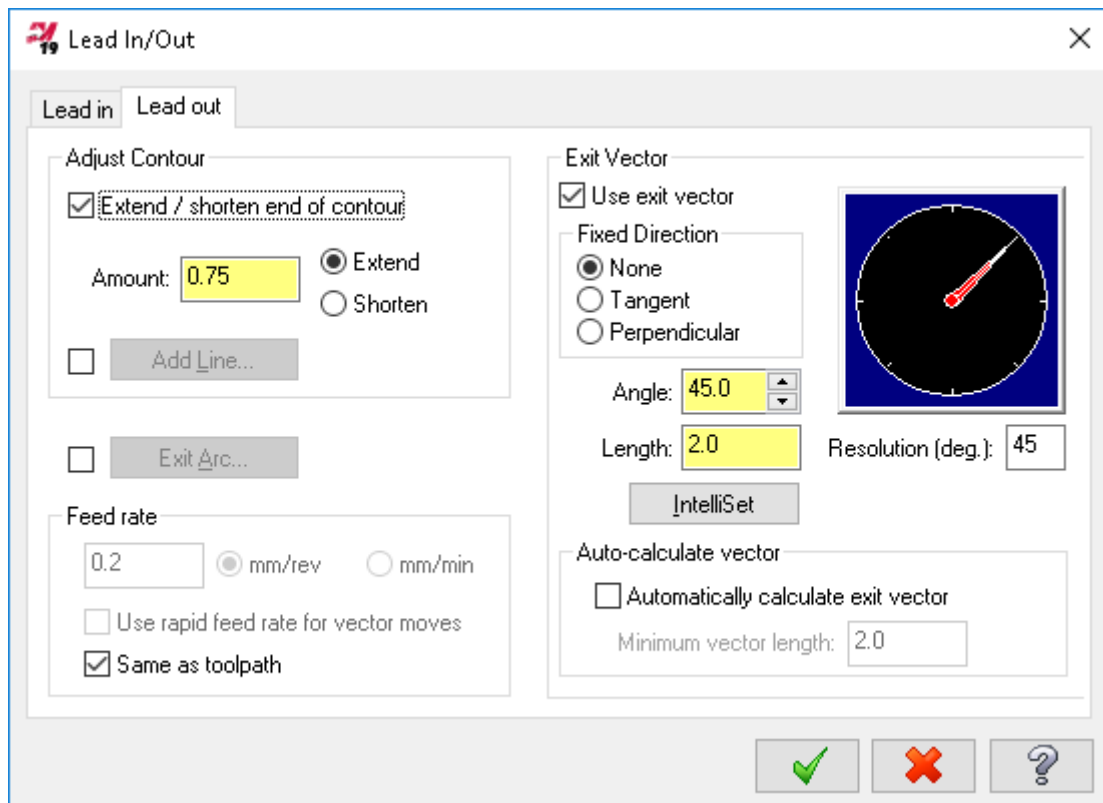
Kad izvēlēts **Tangent** variants, leņķu skala ir pelēka. To izvēloties, ieejas vektors novietojas pa pieskari pirmajam gājienam instrumenta trajektorijā. Leņķu skala kļūst nepieejama, jo *Mastercam* ir automātiski iestatījis ieejas vektora leņķi.

5. darbība

Izvēlieties **Lead Out** pogu dialoga loga augšpusē.

6. darbība

Izvēlieties **Extend end of contour** iezīmju lauku un ievadiet **0.75** kā garumu. Pagarinot kontūras beigas, tiek noteikts, ka griežņa griezums aiziet tālāk pāri detaļai instrumenta trajektorijas beigās. Ja visi parametri ir ievadīti, **Lead Out** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



7. darbība

Izvēlieties , lai aizvērtu **Lead In/Out** dialoga logu.

8. darbība

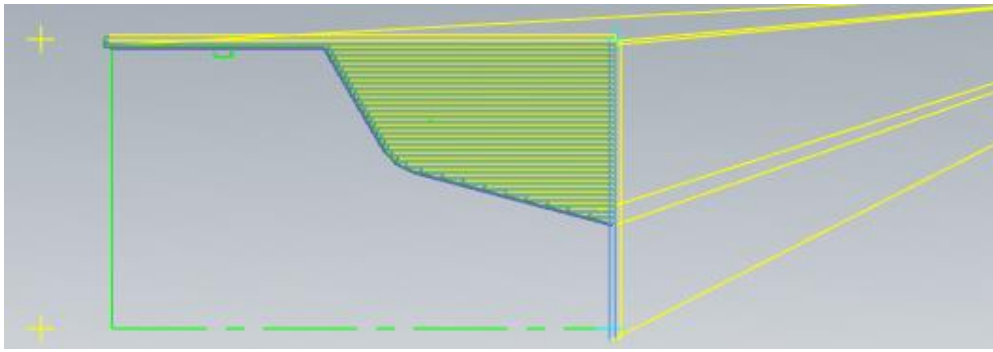
Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju.


INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI

Uzzīmējiet visu trīs instrumentu trajektorijas reizē, lai redzētu visu materiāla noņemšanu. Lietotāja grieznis, kuru izveidojāt 1. vingrinājumā, tiks parādīts zīmēšanas laikā.

Darbības

1. Ejiet uz **Select all operations**, lai izvēlētos gala pievirpošanas, rupjās un galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas.
2. Izvēlieties **Backplot selected operations**. Iezīmējiet **Display tool** un **Display holder**.
3. Nospiediet [**S**], lai soli pa solim virzītos pa uzzīmēto trajektoriju. Nokļūstot uz galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas, parādās izveidotais galīgās apstrādes grieznis. Visu trīs instrumenta trajektoriju rezultātam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



4. Kad zīmēšana ir pabeigta, nospiediet .
5. Saglabājiet detaļu kā *atra_gluda.emcam* savā darba mapē.

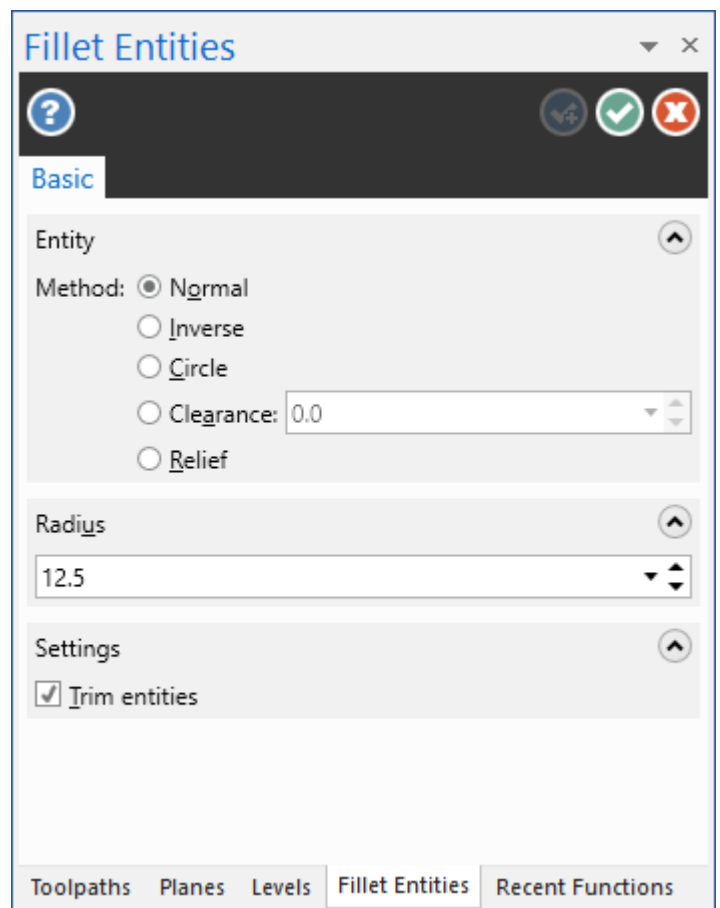
DETAĻAS IZMAIŅAS

Instrumenta trajektorijas ir uzzīmētas, un griežņa kustības izskatās pareizi. Bet konstruktoru nodaļa ir pieprasījusi pievienot papildu noapaļojumu (loku, kas pieskaras divām līknēm), lai uzlabotu kustību. Nepieciešams veikt izmaiņas un atjaunināt instrumenta trajektoriju. Šajā vingrinājumā tiks pievienots 12,5 mm noapaļojums starp divām detaļas taisnēm.

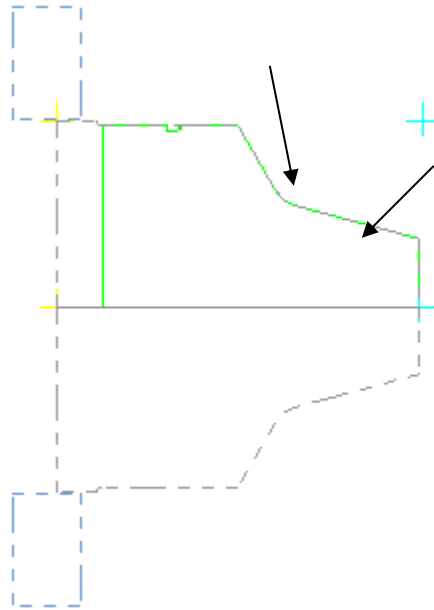
Ģeometrijas maiņa

Darbības

1. Izvēlieties **Wireframe** rīkjoslu, tad **Fillet Entities**. Atveras attēlā redzamais dialoga logs.
2. **Radius** uzaicinājuma laukā ievadiet noapaļojuma lielumu **12.5**.

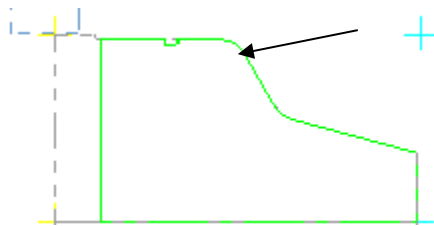


3. Izvēlieties divas taisnes, kā parādīts nākamajā attēlā.



4. Uzklikšķiniet .

Mastercam veido noapaļojumu starp divām taisnēm. Sagataves profils paliek tāds pats līdz brīdim, kad instrumenta trajektorija tiek atkārtoti ģenerēta.

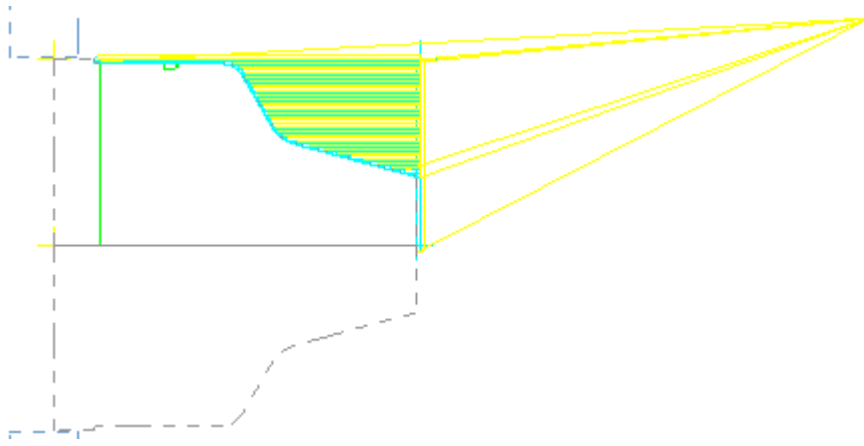


Instrumenta trajektorijas atjaunināšana

Kad ģeometrija ir izmainīta, iespējams ātri reģenerēt instrumenta trajektoriju, lai ietvertu izmaiņas.

Darbības

1. Visu trīs instrumentu trajektorijas ir izvēlētas.
2. Atkārtoti izvēlieties tikai ātrās rupjās apstrādes un ātrās galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas.
3. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. Instrumenta trajektorija atjauninās.
4. Kad reģenerācija ir pabeigta, izvēlieties **Backplot selected operations**. Atjauninātajai detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Saglabājiet detaļu.

Šī detaļa tagad ir gandrīz pilnīgi apstrādāta. Vienīgā atlikusī daļa ir rieva detaļas augšpusē.
6. praktiskajā darbā izveidosiet ātro rievas apstrādes instrumenta trajektoriju, lai pabeigtu detaļu.

6. PRAKTISKAIS DARBS – RIEVAS VEIDOŠANA UZ ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD)

Darba mērķis	Apgūt rotācijas tipa detaļas ārējās virsmas galīgās apstrādes programmas izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ■ Rievas definēšana, lietojot vienu punktu. ■ Rievas parametru ievadīšana. ■ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei. ■ Instrumenta trajektorijas apstrāde ar pēcprocesoru. ■ Instrumenta trajektorijas pārceļšana uz bibliotēku.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot programmu gredzenveida rievas apstrādei uz ārējās rotācijas virsmas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests1.emcam</i> iegriezt astoņas rievas. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kas nosaka rievas definēšanas paņēmieni?

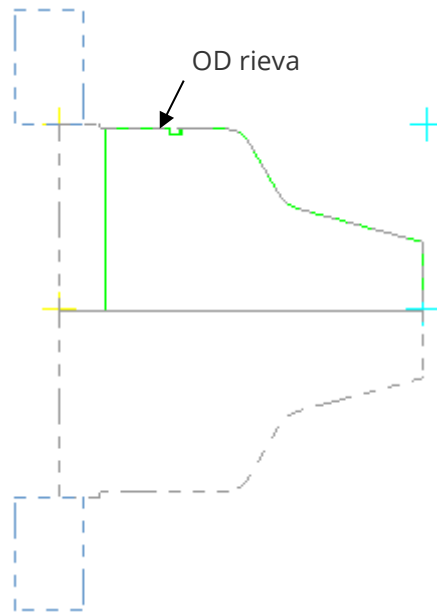
DARBA GAITA

Rieva ir garš, šaurs iegriezums vai padziļinājums detaļā. Rievas ir kopīgs apvirpojamo detaļu elements. Tās izmanto dažādiem nolūkiem, piemēram, gumijas blīvēšanas gredzenu ievietošanai vai vītnes izskrejai.

Šajā praktiskajā darbā tiks veidota rievas apstrādes instrumenta trajektorija, kura ir piemērota vienkāršu taisnstūra veida rievu apstrādes programmēšanai.

Pirms darba sākšanas atveriet *atra_gluda.emcam*. Šis fails satur gala apstrādes instrumenta trajektoriju, 4. praktiskajā darbā izveidotās OD rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju un 5. praktiskajā darbā izveidotās OD galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju.

Piezīme. Ja 4. vai 5. praktiskais darbs nav pabeigts, atveriet *atra_gluda_ad.emcam* failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām.

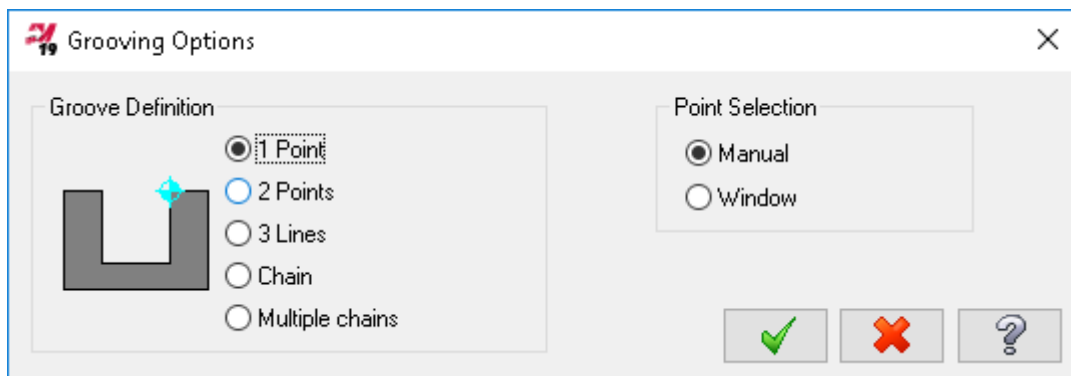


RIEVAS NOTEIKŠANA, IZMANTOJOT VIENU PUNKTU

Rievās iegriešanas instrumenta trajektorijai rievās formu var definēt trīs veidos – izmantojot vienu vai divus punktus vai arī trīs taisnes. Ja tiek izmantots viena punkta variants, izvēlētais punkts nosaka rievās augšējo labējo punktu.

Darbības

1. Izvēlieties **View, Zoom Window** no izvēlnes vai nospiediet [F1].
2. Apvelciet skata palielināšanas logu apkārt OD rievai, izvēloties divus pretējus taisnstūra stūrus.
3. Izvēlieties **Lathe, Turning, Groove**. *Mastercam* piedāvā variantus, kā definēt rievu.



4. Izvēlieties **1 point** variantu un spiediet .

5. Izvēlieties taisnes galapunktu, kā parādīts nākamajā attēlā.



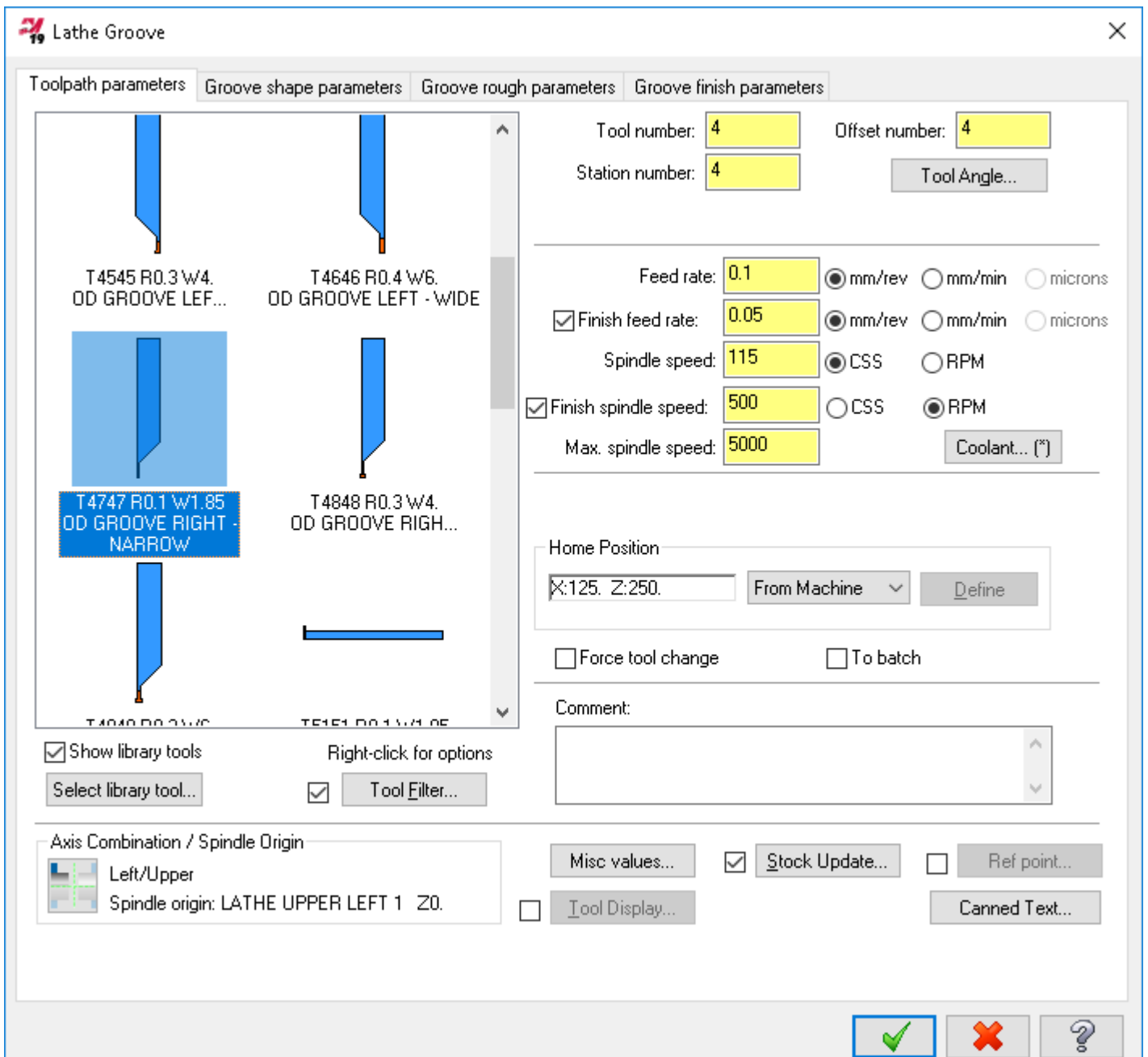
6. Spiediet [Enter], lai atvērtos **Lathe Groove** dialoga logs.

RIEVAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Rievas apstrādes instrumenta trajektorijai nepieciešams definēt rievas formu un to, kā grieznis griezīs rievu. Tā kā rievu uz šīs detaļas ir vienkārša taisnstūra rievu ar simetriskiem stūriem, tā ir ideāla rievu instrumenta trajektorijai.


Darbība

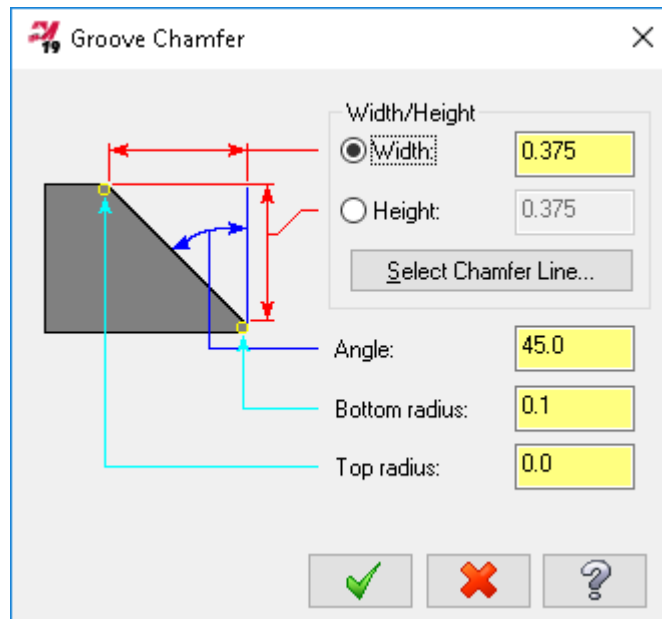
Izvēlieties **OD Groove Right Narrow** griezni ar numuru **T4747**.



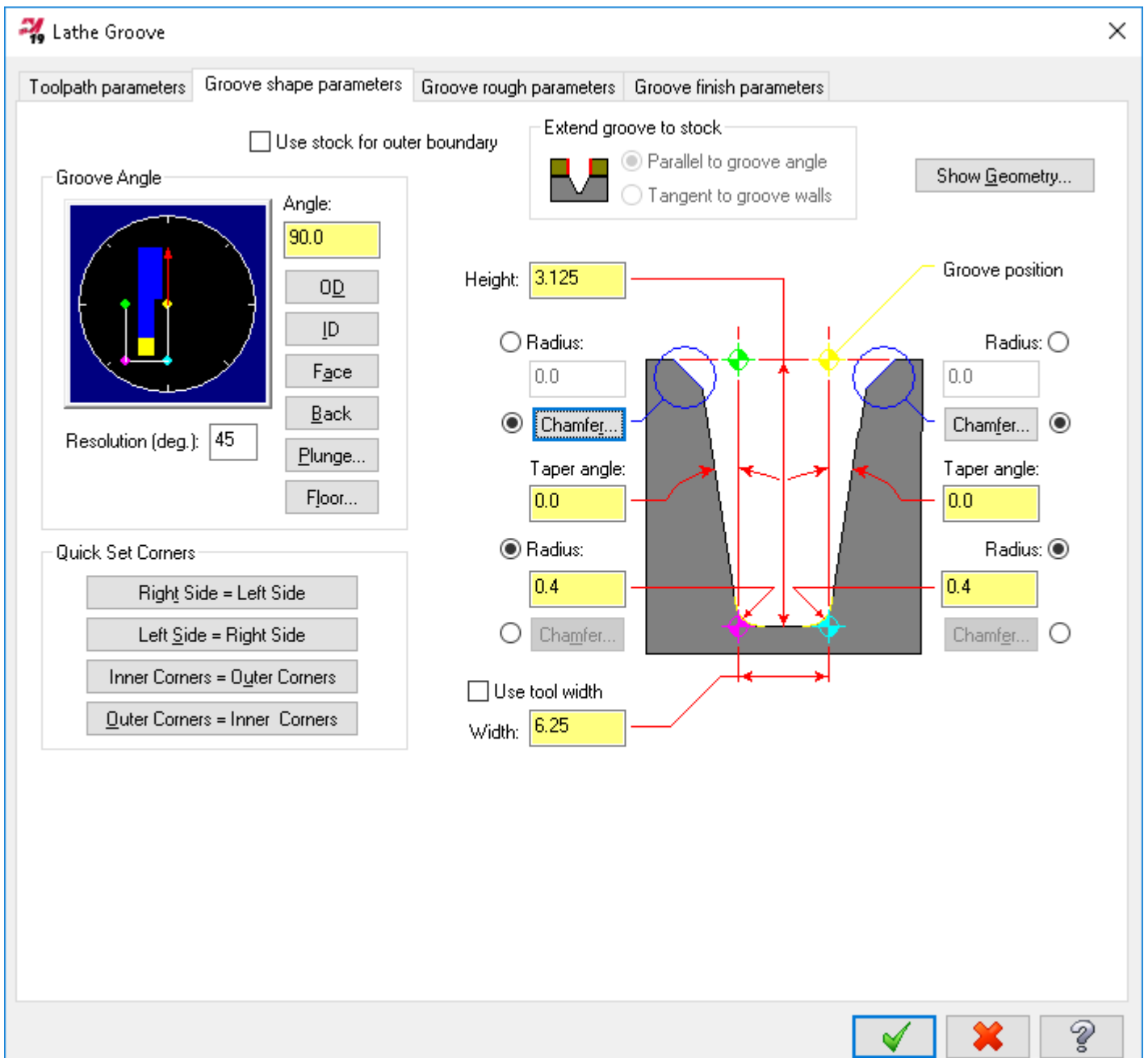
Rievas formas parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Groove shape parameters** pogu dialoga loga augšā.
2. Ievadiet **3125** kā rievas augstumu (dziļumu).
3. Izvēlieties **Chamfer** pogu. Atveras nākamajā attēlā redzamais logs, kurā pie **Width** (platums) jāievada **0.375** un pie **Angle** (leņķis) **45** rievas augšpuses formai. Šis variants veido nošķēlumu (fāzīti) uz rievas ārējiem stūriem. Nospiediet . Atkārtojiet to labajai pusei.



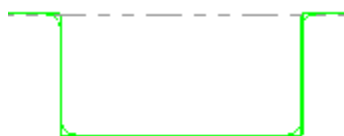
4. Ievadiet **6.25** rievas platumam (**Width**).
5. Izvēlieties **Radius** un ievadiet **0.4** rievas apakšas formai. Šis variants veido loku ar rādiusu 0,4 mm uz rievas apakšējiem stūriem. Kad visa informācija ir ievadīta, **Groove shape parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Rievas apskate

1. darbība

Lai redzētu, kā izskatīsies rieva, izvēlieties **Show Geometry** pogu dialoga loga augšpusē. Rievas galīgais izskats parādīsies grafiskajā logā.





PADOMS

Ja rievā ir definēta, izmantojot vienu punktu, un nav citas ģeometrijas rievas noteikšanai, izvēlieties **Yes** un saglabājat ģeometriju. Šajā vingrinājumā izvēlēsieties **No**, kas saglabā oriģinālo rievas ģeometriju.

2. darbība

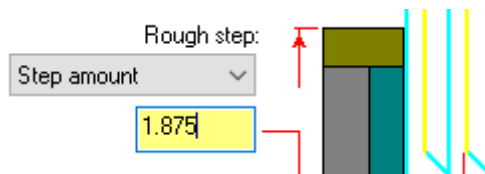
Izvēlieties **No**, lai notīrītu ģeometriju un atgrieztos **Groove shape parameters** logā.

Rievas iegriešanas parametru ievadīšana

Rievas iegriešanas parametri iestata griežņa kustību rupjās un galīgās apstrādes gājieniem rievas instrumenta trajektorijā.

Darbības

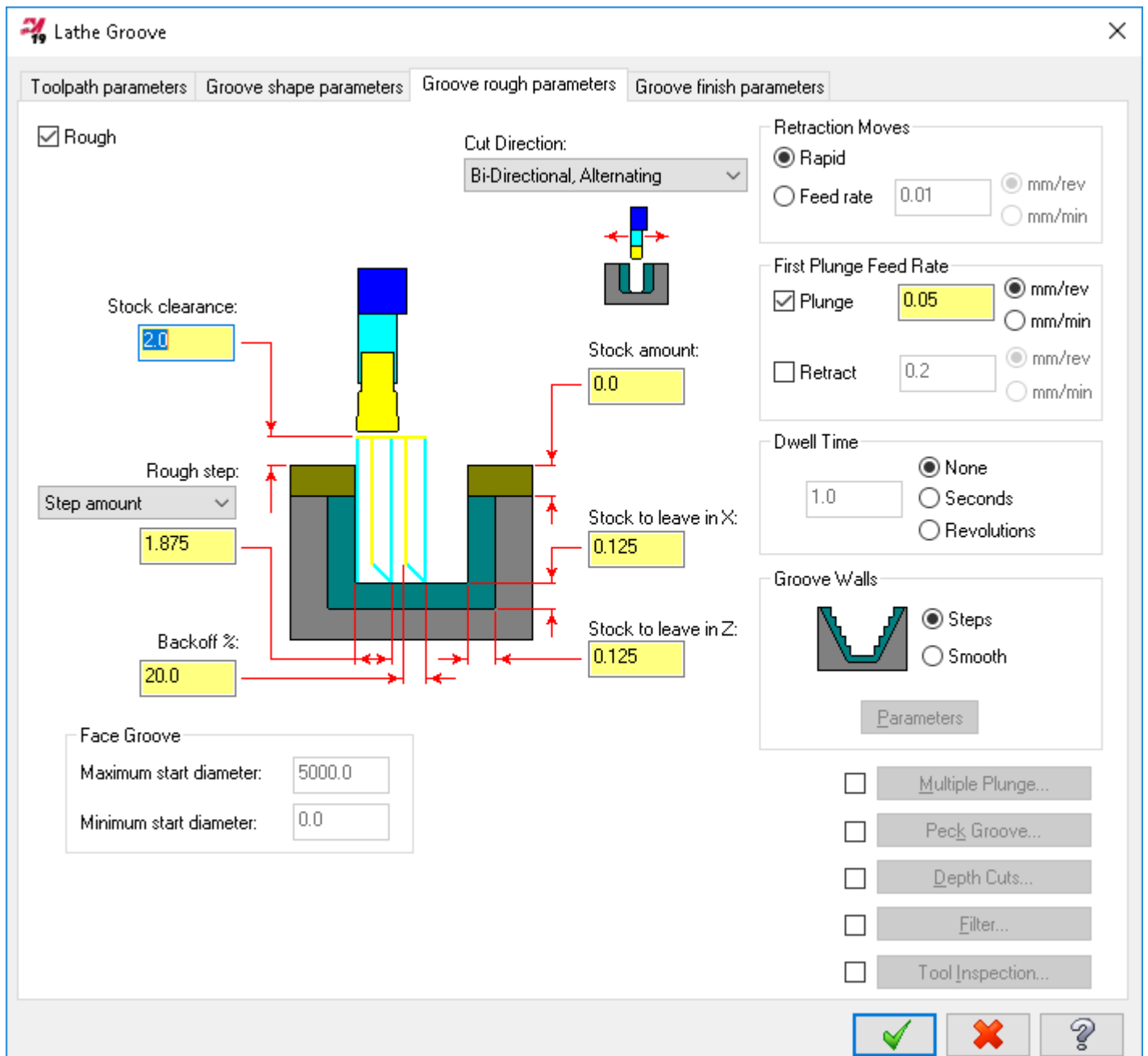
1. Izvēlieties **Groove Rough parameters** pogu dialoga loga augšpusē.
2. Zem **Rough step** izvēlieties **Step amount** un ievadiet **1.875** kā rievas apstrādes soļa lielumu. Šis parametrs iestata materiāla slāņa biezumu, kas tiks noņemts katrā rievas rupjās apstrādes gājienā.




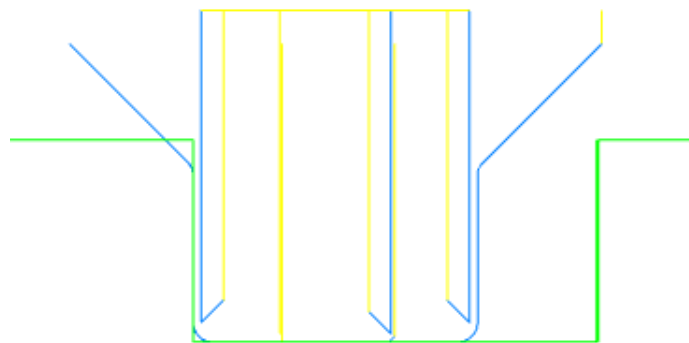
3. Ievadiet **0.125** kā atstājamo sagataves daļu (*Stock to leave*) uz abām asīm – X un Z. Materiāls, kas paliks uz rievas, tiks novākts galīgās apstrādes gājienā.
4. Ievadiet **20.0** kā griežņa platuma pārklāšanās lielumu (*Backoff%*), lai iestatītu pārklāšanās attālumu starp galīgās apstrādes gājieniem.

Kad ir ievadīta visa informācija, rievas griezuma parametru (*Groove rough parameters*) laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

Padoms. Ja ir jautājumi par jebkuru parametru uz dialoga loga, neaizmirstiet lietot konteksta jutīgo palīdzību.



5. Lai pabeigtu instrumenta trajektoriju, izvēlieties . Rievās apstrādes instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



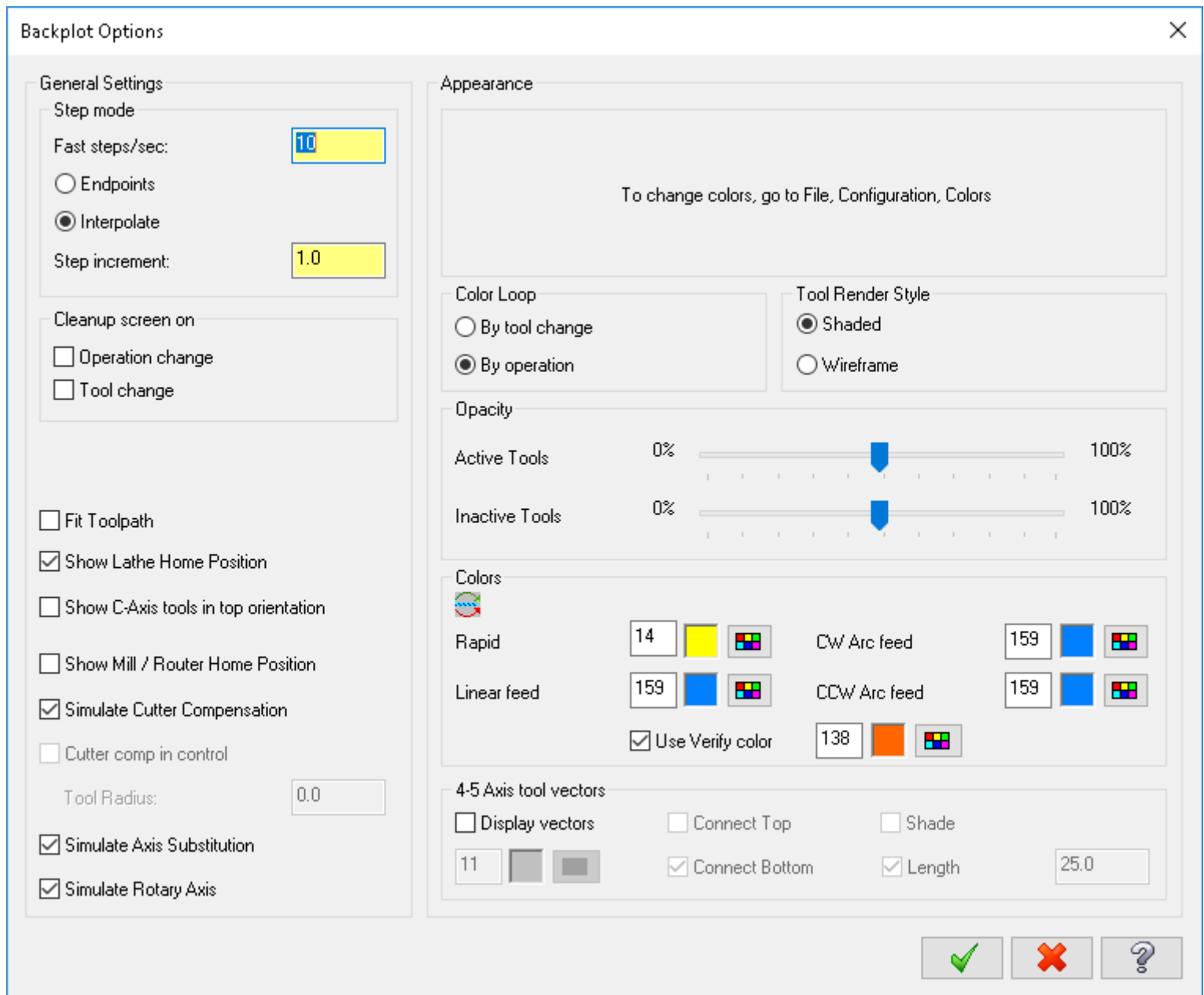
6. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiat detaļu kā *atra_rieva.emcam*.

INSTRUMENTU TRAJEKTORIJU ZĪMĒŠANA TO PĀRBAUDEI

Tagad, kad šīs detaļas instrumentu trajektorijas ir pabeigtas, nepieciešams zīmēt visu četru instrumentu trajektorijas, lai pārbaudītu rezultātus. Tiks izmantota zīmēšanas krāsu cikliskas maiņas funkcija, lai katru instrumenta trajektoriju attēlotu citā krāsā, kas ļaus vieglāk saskatīt atšķirības starp instrumentu trajektorijām.

Darbības

1. Lai varētu redzēt visu instrumentu trajektorijas, pielāgojiet visu detaļu grafiskajā logā, izvēloties **View, Fit** no izvēlnes vai taustiņu kombināciju [**Alt + F1**].
2. Izvēlieties **Select All operations, Backplot selected operations**.
3. Izvēlieties **Options** no **Backplot** izvēlnes. Parādās **Backplot Options** logs.
4. **Appearance** sadaļas **Color loop** iedaļā izvēlieties **By operation**, lai izmainītu griežņa kustības attēlojuma krāsu katrai operācijai.



5. Lai atgrieztos **Backplot** izvēlnē, izvēlieties .

6. Zīmējiet soli pa solim, lai redzētu krāsu un griežņu maiņu starp četrām instrumentu trajektorijām. Pirmā instrumenta trajektorija ir attēlota gaiši zila (**color 11**), otrā instrumenta trajektorija sarkana (**color 12**) utt.

7. Kad zīmēšana ir pabeigta, izvēlieties .

INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS APSTRĀDE AR PĒCPROCESORU

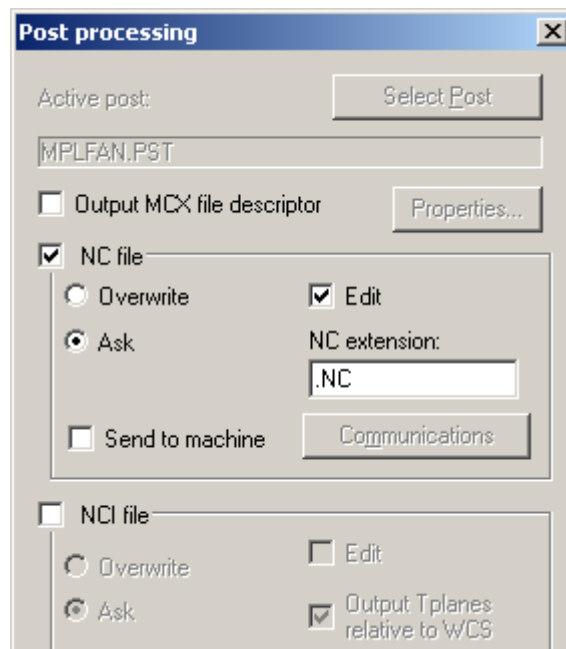
Tagad, kad detaļai ir izveidotas visu instrumentu trajektorijas un kļūdas ir pārbaudītas, instrumenta trajektorijas var apstrādāt ar pēcprocesoru. Tas nozīmē, ka instrumentu trajektorijas tiks apstrādātas ar speciālu *Mastercam* programmu, kas pārveido instrumenta trajektoriju uz NC programmu.

NC programma ir kods, ko pieprasa konkrētā mašīna, un vadības komandu kombinācija detaļas apstrādei. Šajā uzdevumā lietojiet pēc noklusējuma noteikto virpu *MP* pēcprocesoru (MPLFAN), lai ģenerētu kodu, kuru var nolasīt vairums *Fanuc* vadības sistēmu.

Darbības

1. Kad visas instrumenta trajektorijas ir apzinātas, izvēlieties **Post selected operations** (G1 poga).
2. Izvēlieties **NC file** iezīmju lauku. Šis variants darbgaldam ģenerēs NC failu ar kodu.
3. Izvēlieties **Edit** iezīmju lauku, lai attēlotu iegūto NC kodu teksta redaktorā.

Pēc visu parametru ievadīšanas **Post processing** dialoga logam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



PIEZĪME

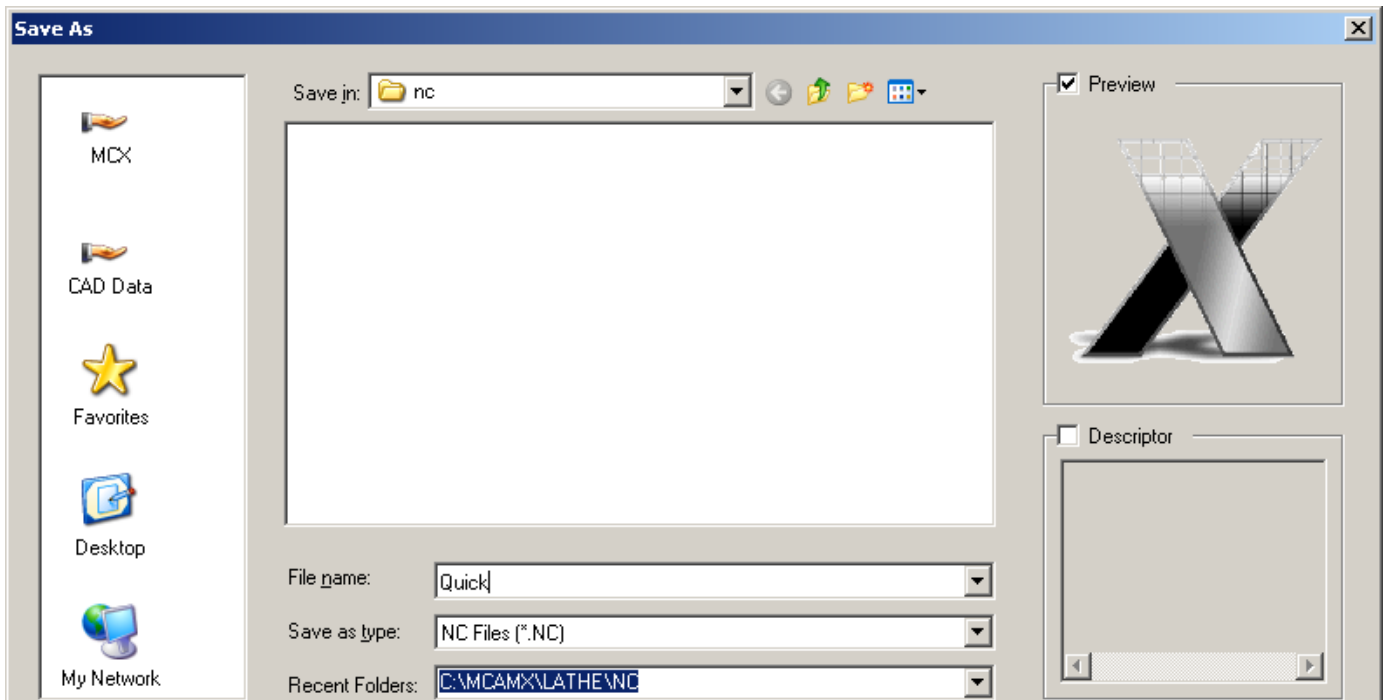
Ask variants nodrošina, ka Mastercam aicinās saglabāt NCI un NC failus tā vietā, lai automātiski pārrakstītu tos.

4. Lai turpinātu instrumenta trajektorijas apstrādi, izvēlieties



5. Ievadiet NC faila vārdu kā **Quick** un izvēlieties





6. NC kods parādās teksta redaktorā, kur, ja ir nepieciešams, var mainīt kodu. Kods var būt citāds, ja tiek izmantots atšķirīgs pēcprocesors.

```

Mastercam X Editor - [C:\MCAMX\LATHE\NC\QUICK.NC]
File Edit View NC Functions Bookmarks Project Compare Communications Tools Window Help
New [Icons]
Mark All Tool Changes Next Tool Goto Previous Tool
Project Explorer
O0000
(PROGRAM NAME - QUICK)
( DATE=DD-MM-YY - 11-03-17 TIME=HH:MM - 12:31)
(MCX FILE - F:\MASTERCAM\METRIX\QUICK GROOVE-MM.MCX)
(NC FILE - C:\MCAMX\LATHE\NC\QUICK.NC)
(MATERIAL - NONE)
G21
(TOOL - 1 OFFSET - 1)
(ROUGH FACE RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)
G0 T0101
G18
G97 S458 M03
G0 G54 X204.879 Z2. M8
G50 S3600
G96 S295
G99 G1 X-6.971 F.2
G0 Z4.
X204.879
Z0.
G1 X-6.971
G0 Z2.
M9
G28 U0. V0. W0. M05
T0100
M01
(TOOL - 2 OFFSET - 2)
(OD ROUGH RIGHT - 80 DEG. INSERT - CNMG 12 04 08)
G0 T0202
G18
G97 S90 M03
G0 G54 X202.283 Z2.2

```



PIEZĪME

*Ja ir vēlme apstrādāt šo detaļu, tad tagad jānosūta NC fails uz savas virpas vadības sistēmu, izmantojot komunikāciju funkcijas, kas ir pieejamas Mastercam vidē. Vairāk informācijas par NC faila sūtīšanu uz mašīnu skatieties tiešajā palīdzībā (**Help Index**) **communicate with other devices.***

7. Aizveriet koda logu un redaktoru, lai atgrieztos operāciju pārvaldniekā.

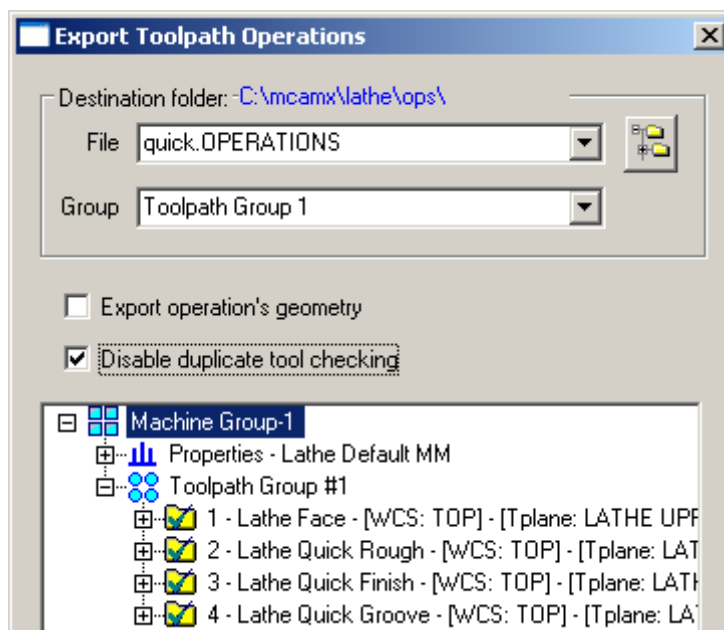
INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PĀRCELŠANA UZ BIBLIOTĒKU


Tagad, kad instrumentu trajektorijas ir iestatītas, tās tiks saglabātas operāciju bibliotēkā (*OPX* fails) un tās varēs atkārtoti lietot arī citām detaļām. Instrumenta trajektorijas caur operāciju pārvaldnieku var izmantot arī citai ģeometrijai. Tas ir bonuss no iepriekš instrumenta trajektorijas veidošanā ieguldītā darba.

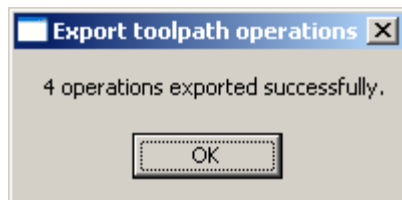
Piezīme. Instrumenta trajektoriju kopā ar tai piesaistīto ģeometriju var arī eksportēt uz bibliotēku. Šajā vingrinājumā tiks eksportēta tikai instrumenta trajektorija, lai 7. praktiskajā darbā instrumenta trajektoriju varētu izmantot jaunai ģeometrijai.

Darbības

1. Spiediet **Select All**, lai izvēlētos visu instrumentu trajektorijas.
2. Uzklikšķiniet labo peles pogu baltajā operāciju pārvaldnieka laukā un izvēlieties **Export**. Visu četru instrumentu trajektorijas ir izvēlētas **Export Toolpath Operations** dialoga logā.



3. Kā faila nosaukumu ievadiet **quick.opx**. Ja nepieciešams, izvēlieties citu mapi, izmantojot pogu pa labi no faila nosaukuma.
4. Kā bibliotēku grupas nosaukumu ievadiet **Quick toolpaths**.
5. Izvēlieties  apakšā pa kreisi. Instrumenta trajektorijas ir eksportētas uz operāciju bibliotēku.



Nākamajā praktiskajā darbā citādei detaļai ar līdzīgu ģeometriju tiks izmantotas tikko saglabātās instrumenta trajektorijas.

7. PRAKTISKAIS DARBS – OPERĀCIJU BIBLIOTĒKU LIETOŠANA

Darba mērķis	Apgūt apstrādes operāciju bibliotēkas lietošanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Instrumenta trajektorijas imports no bibliotēkas. ▪ Jaunas ģeometrijas izvēle. ▪ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izmantot apstrādes operāciju bibliotēkas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests1.emcam</i> importēt ārēja diametra apstrādes operāciju. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

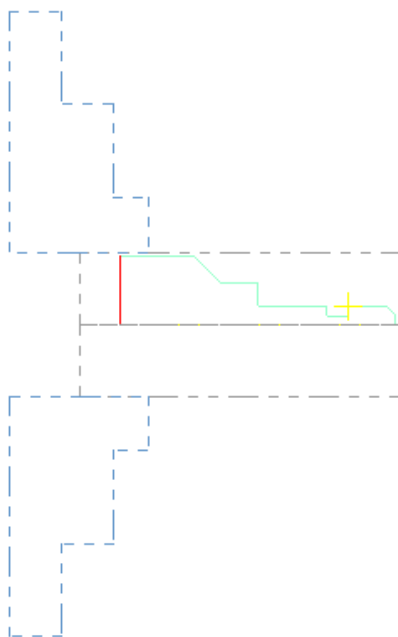
Kādi ir operāciju bibliotēkas satura elementi?

DARBA GAITA

Mastercam vidē operāciju bibliotēkas (*mcam-operations* faili) ļauj glabāt instrumentu trajektorijas un tās atkārtoti lietot uz citām detaļām. Instrumenta trajektorijas var glabāt ar vai bez tām piesaistītās ģeometrijas. Var ietaupīt laiku, neveidojot instrumentu trajektorijas no nulles. Ir iespējams arī samazināt precīzas regulēšanas vajadzības cehā. Tā kā katra detaļa ir atšķirīga, pieregulējumu var veikt importētajai instrumenta trajektorijai, lai piemērotos katrai detaļai.

6. praktiskajā darbā tika veidota detaļas rievu instrumenta trajektorija, un tā tika saglabāta kopā ar gala apstrādes, rupjās un galīgās apstrādes instrumenta trajektorijām operāciju bibliotēkā. Tagad tās tiks izmantotas instrumenta trajektorijas atšķirīgajai detaļai.

Vispirms atveriet *imports.emcam*. Šis fails satur nepieciešamo darba iestatīšanas informāciju un instrumenta trajektorijas.



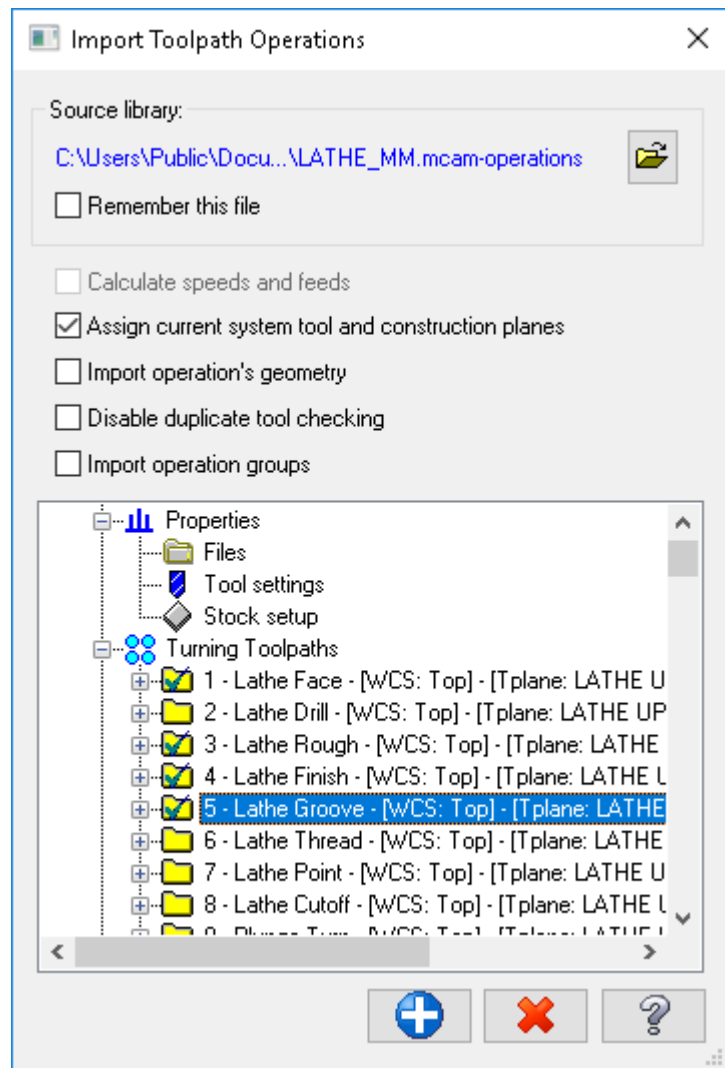
INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS IMPORTĒŠANA NO BIBLIOTĒKAS

Šajā vingrinājumā jāimportē četras operācijas, kas tika izveidotas 6. praktiskajā darbā. Instrumenta trajektorijas var importēt arī caur Job Setup, kas ļauj importēt materiālu un skatu informāciju kopā ar instrumenta trajektoriju informāciju. Vairāk informācijas par instrumenta trajektoriju importēšanu caur **Job Setup** skatieties 12. praktiskajā darbā.

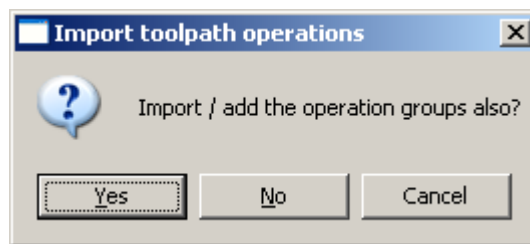
Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Import**.
2. Zem **Source library** izvēlies **Quick.operations** operāciju bibliotēku, kuru izveidojāt 6. praktiskajā darbā.
3. Izvēlieties **Assign current system tool and construction planes**, lai novietotu importētās instrumenta trajektorijas aktuālajās griežņa un konstruēšanas plaknēs.

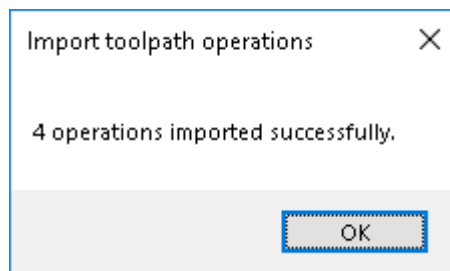
4. Izvēlieties visas instrumenta trajektorijas **Quick toolpaths** bibliotēku grupā, uzklikšķinot uz pirmās instrumenta trajektorijas, turot nospiestu **[Shift]** taustiņu uz klaviatūras un uzklikšķinot uz pēdējās instrumenta trajektorijas.



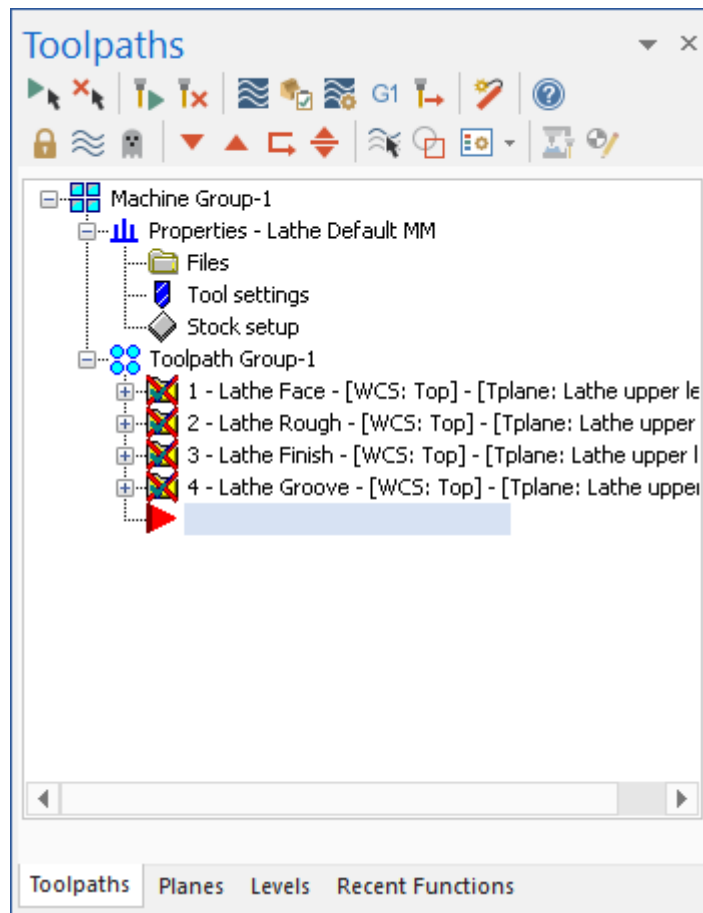
5. Izvēlieties **Import Operations**, lai operāciju pārvaldniekā ielasītu instrumenta trajektorijas.



Spiediet **Yes**, lai importētu, vai **No**, lai neimportētu operāciju grupu.



Piekrītiem importam ar **OK**. Aizveriet **Import Toolpath Operations** logu, klikšķinot uz X augšējā labajā stūrī.



Sarkanie X norāda, ka instrumenta trajektorijas vajadzēs reģenerēt. Bet pirms tam izvēlieties ģeometriju, kurai instrumenta trajektorijas ir lietotas.

JAUNAS ĢEOMETRIJAS IZVĒLE

Operācijām, kuras tika importētas iepriekš (vingrinājumā "Instrumenta trajektorijas importēšana no bibliotēkas"), nav ģeometrijas, tādēļ katrai instrumenta trajektorijai jānosaka jauna ģeometrija. Tad tiks atjaunināta sasaiste starp instrumentu trajektorijām un jauno ģeometriju.

Jaunas gala apstrādes teritorijas izvēle

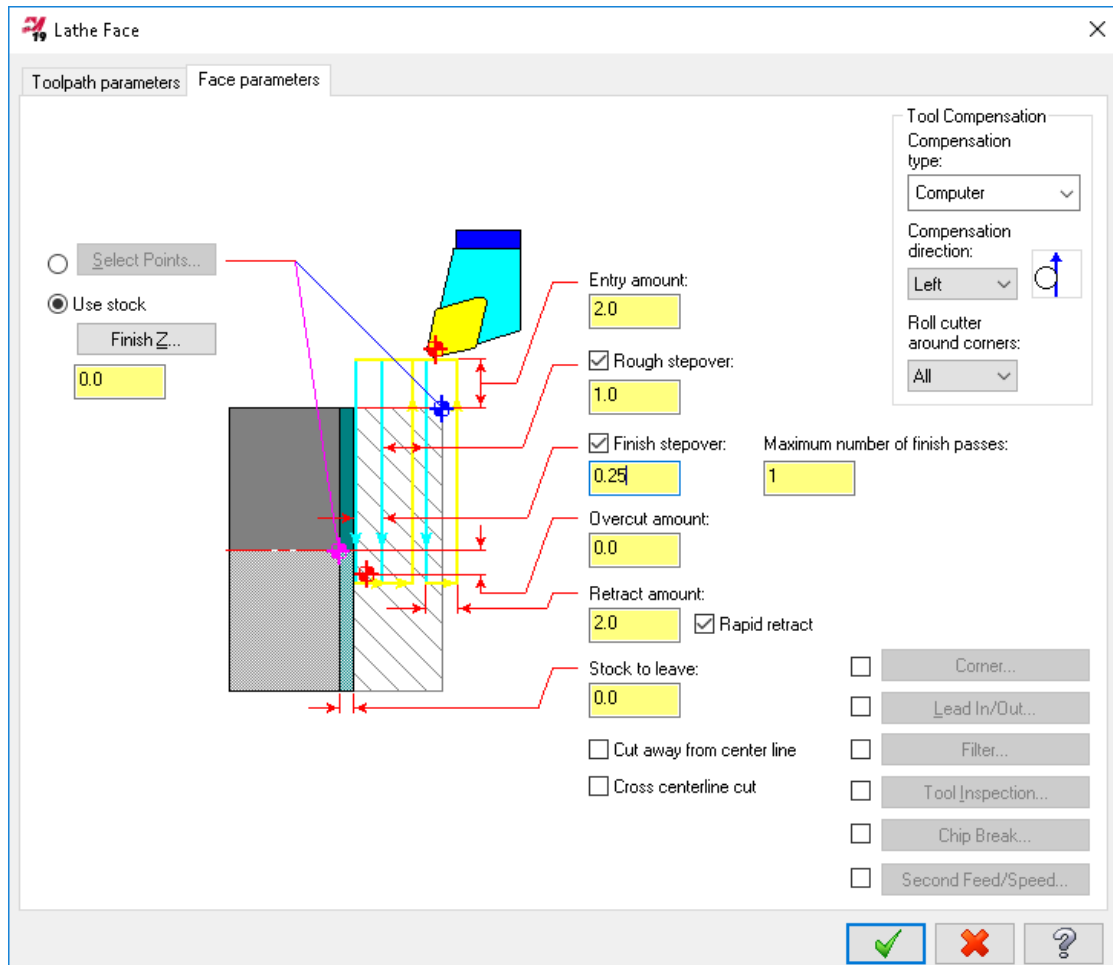
Tā kā *Mastercam* atpazīst sagatavi, nav nepieciešams izvēlēties punktus, lai noteiktu apstrādes teritoriju gala apstrādes instrumenta trajektorijai. Sistēma lietos sagataves ierobežojumu, lai automātiski apstrādātu detaļas priekšējo galu.


Darbības

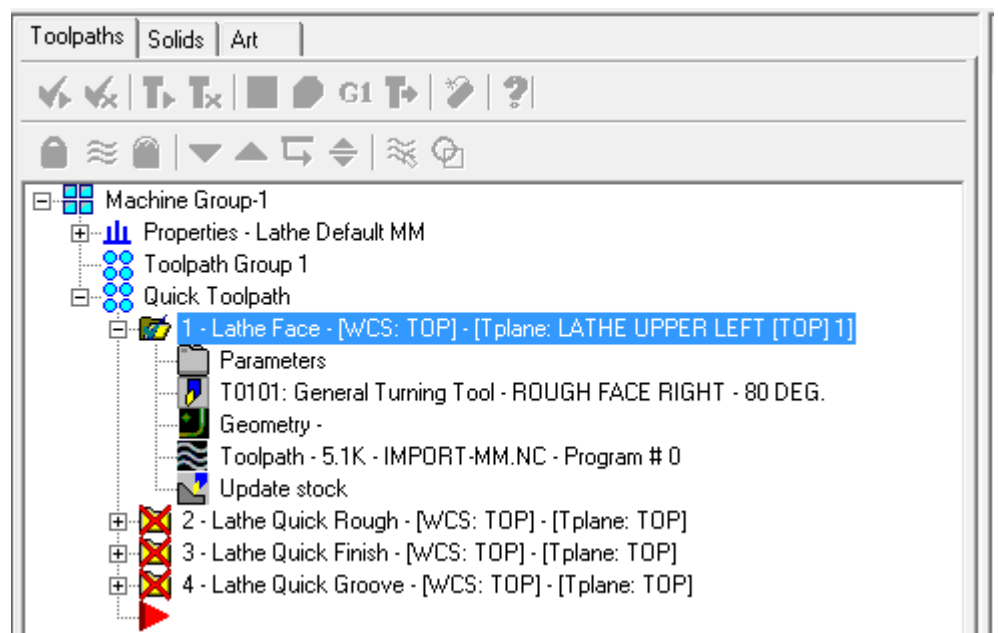
1. Ar dubultklikšķi uzklikšķiniet uz **Lathe Face** instrumenta trajektorijas dzeltenās mapes ikonas. Tas atver informāciju par instrumenta trajektoriju.
2. Uzklikšķiniet uz **Parameters** ikonas.

3. Izvēlieties **Face parameters** pogu dialoga loga augšpusē.

4. Pārliecinieties, ka dialoga logs izskatās kā nākamajā attēlā. Veiciet jebkuras nepieciešamās korekcijas.



5. Izvēlieties  un **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu gala apstrādes instrumenta trajektoriju. Sarkanais X pazudīs no NC ikonās.

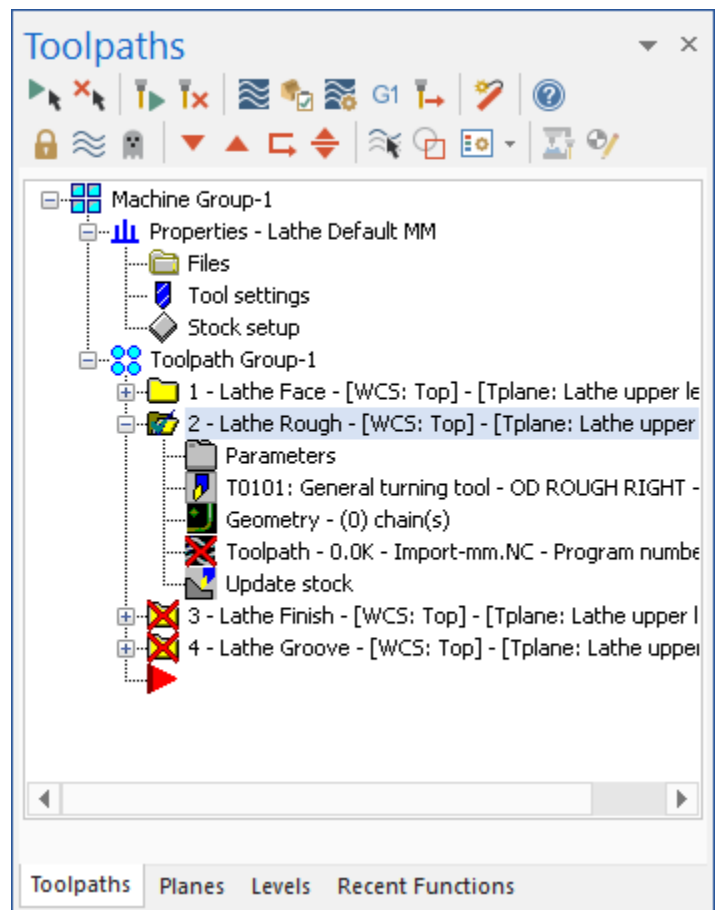


Jaunas virknes izvēle importētajai rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai

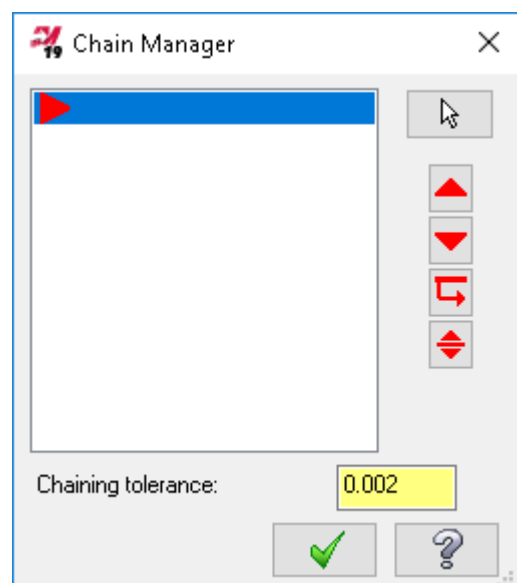
Rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai ir nepieciešams, lai tiktu savirknēta ģeometrija, norādot vietu, kur novietot instrumenta trajektoriju. Galīgās apstrādes instrumenta trajektorija arī izmantos izvēlēto virkni.

Darbības

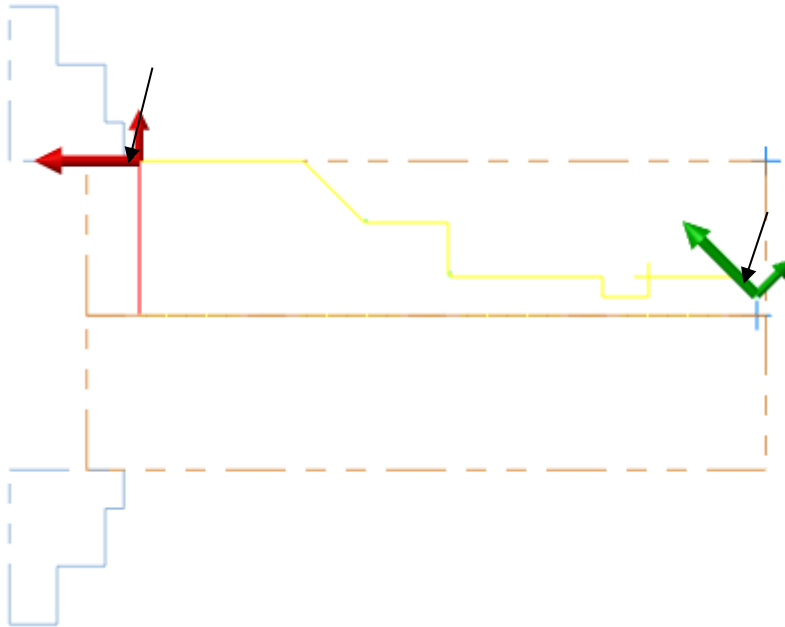
1. Ar dubultklikšķi uzklikšķiniet uz dzeltenās mapes ikonas, lai atvērtu **Lathe Rough** instrumenta trajektoriju.



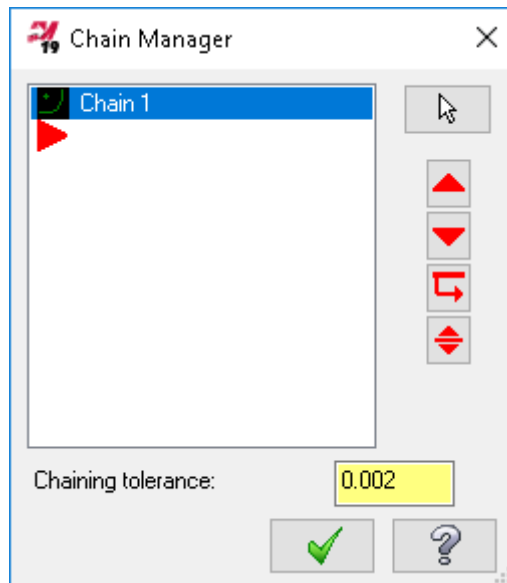
2. Uzklikšķiniet uz **Geometry** ikonas zem rupjās apstrādes (**Lathe Rough**) instrumenta trajektorijas. Atveras **Chain Manager**.



3. Uzklīkšķiniet labo peles pogu dialoga loga baltajā laukā un izvēlieties **Add chain**.
4. Izvēlieties **Chain** variantu, izvēlieties fāzītes apakšējo gala punktu kā virknes sākumu un sagataves kreiso galu kā beigu punktu (skatīt nākamo attēlu).

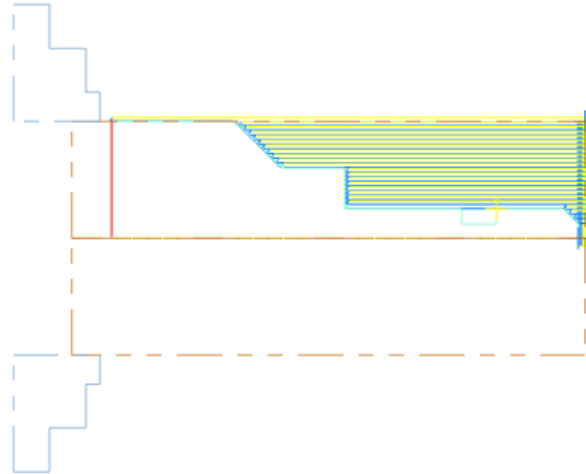


5. Izvēlieties , lai pabeigtu virkni un atgrieztos uz **Chain Manager**.



6. Izvēlieties , lai apstiprinātu jauno virkni un atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.


7. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. *Mastercam* parāda rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju uz jaunās virknes.



Jaunas ģeometrijas definēšana importētajai galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai

Lai gan galīgās apstrādes instrumenta trajektorija ir definēta, lietojot virkni no rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas, galīgās apstrādes instrumenta trajektorija nav reģenerējama vienlaicīgi ar rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju. Tāpēc ir atkārtoti jāizvēlas rupjās apstrādes instrumenta trajektorija, uz kuru grib balstīt galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju.


Darbības

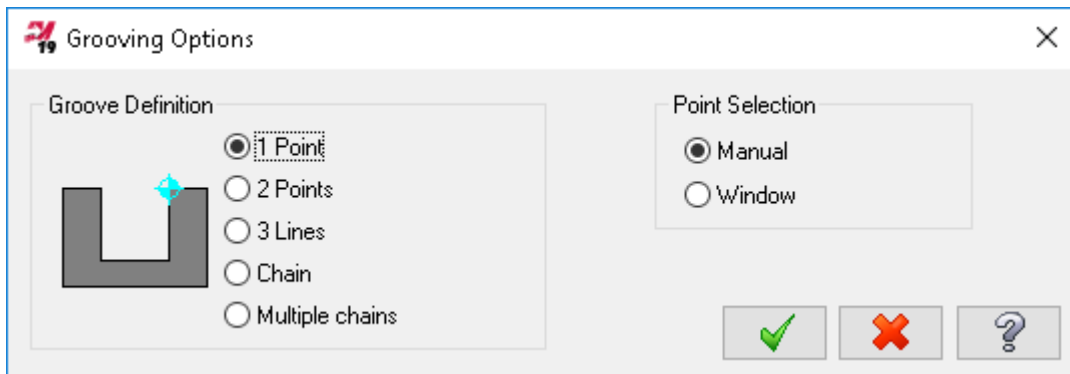
1. Ar dubultklikšķi klikšķiniet uz dzeltenās mapes ikonas blakus **Lathe Finish** instrumenta trajektorijas aprakstam.
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu.
3. Izvēlieties **Finish parameters** pogu dialoga loga augšpusē.
4. Analogiski **Lathe Rough** instrumenta trajektorijai izveidojiet arī operāciju galīgajai apstrādei.
5. Izvēlieties , lai atgrieztos operāciju pārvaldniekā.
6. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu ātro galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju.
7. Izvēlieties **File, Save as** un saglabājiēt failu kā *imports2.emcam*.

Jaunas ģeometrijas definēšana importētajai ātrajai rievās instrumenta trajektorijai

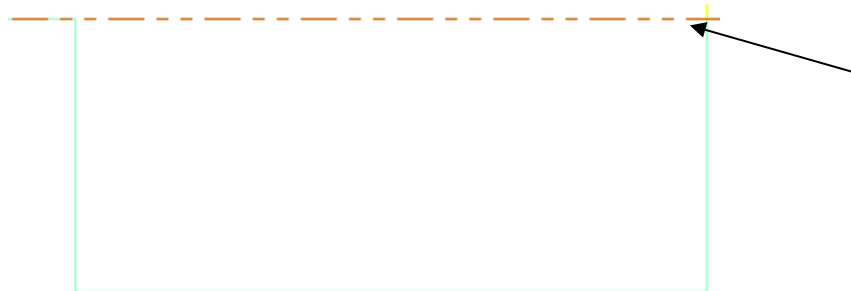
Joprojām aktuāli ir novietot importēto ātro rievās instrumenta trajektoriju uz jaunās detaļas. Oriģinālā instrumenta trajektorija bija izveidota, uz ģeometrijas izmantojot vienu punktu. Vispirms jāmēģina izvēlēties vienu punktu uz rievās un reģenerēt instrumenta trajektoriju.

Darbības

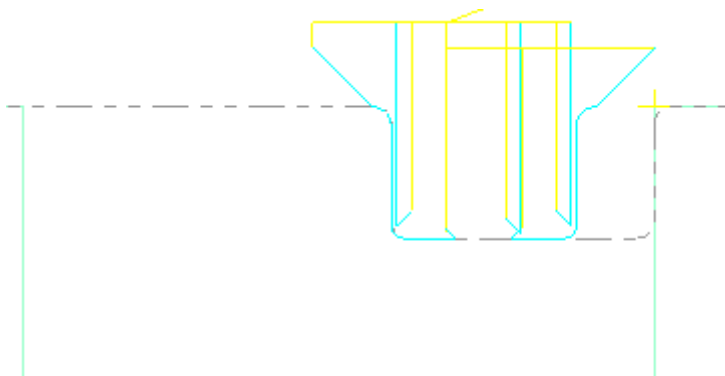
1. Operāciju pārvaldniekā izvēlieties gala apstrādes (**face**), rupjās apstrādes (**Rough**) un galīgās apstrādes (**Finish**) instrumenta trajektorijas.
2. Nospiediet [**Alt + T**], lai novāktu instrumenta trajektoriju attēlu no grafiskā loga. Tas atvieglos redzēt tikai rievas apstrādes instrumenta trajektoriju.
3. Ar dubultklikšķi klikšķiniet uz **Lathe Groove** dzeltenās mapes ikonas, lai izvēlētos instrumenta trajektoriju.
4. Izvēlieties **Geometry** ikonu zem instrumenta trajektorijas nosaukuma.
5. Izvēlieties **1 Point** rievas definēšanas variantu un spiediet .



6. Palieliniet skatu uz rievu.
7. Izvēlieties dzelteno punktu uz rievas augšējā labā stūra.



8. Nospiediet [**Enter**], lai atgrieztos operāciju pārvaldniekā.
9. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai izmantotu jauno ģeometriju instrumenta trajektorijas noteikšanai. Instrumenta trajektorija neizgriež pilnīgi visu rievu.

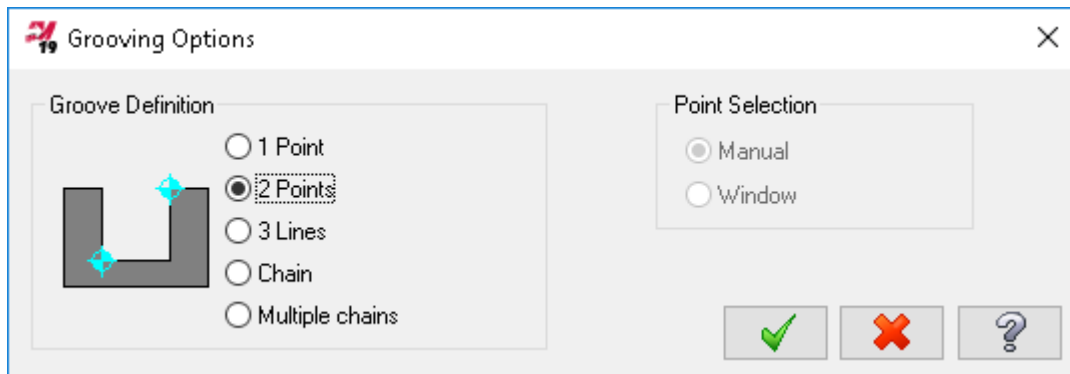


Rievas atkārtota definēšana, izmantojot divus punktus

Instrumenta trajektoriju var izlabot divos veidos – pierēgulēt instrumenta trajektorijas parametrus, lai pielāgotu platumu un dziļumu jaunajai ģeometrijai, vai atkārtoti izvēlēties rievu. Šajā vingrinājumā atkārtoti izvēlēties rievu, izmantojot divus punktus viena vietā.

Darbības

1. Atkārtoti izvēlies **Geometry** ikonu zem rievas apstrādes instrumenta trajektorijas.



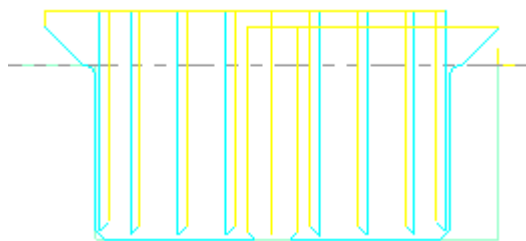
2. Izvēlies **2 Points** variantu un spiediet .

3. Izvēlies punktus rievas noteikšanai tādā kārtībā, kā parādīts nākamajā attēlā.



4. Nospiediet **Enter**, lai atgrieztos operāciju pārvaldniekā.

5. Izvēlies **Regenerate all selected operations**. Atjauninātā instrumenta trajektorija tagad pilnībā iztīra rievu.



6. Saglabāji failu.

INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI

Mastercam **Backplot** funkcija ietver griežņa pārbaudi, kas dod ātro vizualizāciju materiāla noņemšanai ar 2 asu instrumenta trajektoriju.

Šī griežņa pārbaude nekalibrē instrumenta trajektoriju (rezultāta atbilstība kalibram) tādā mērā, kā to varētu veikt, pārbaudot iegūto cieto ķermeni. Tomēr tas dod citu metodi ātrai instrumenta trajektorijas rezultātu pārbaudei.


Darbības

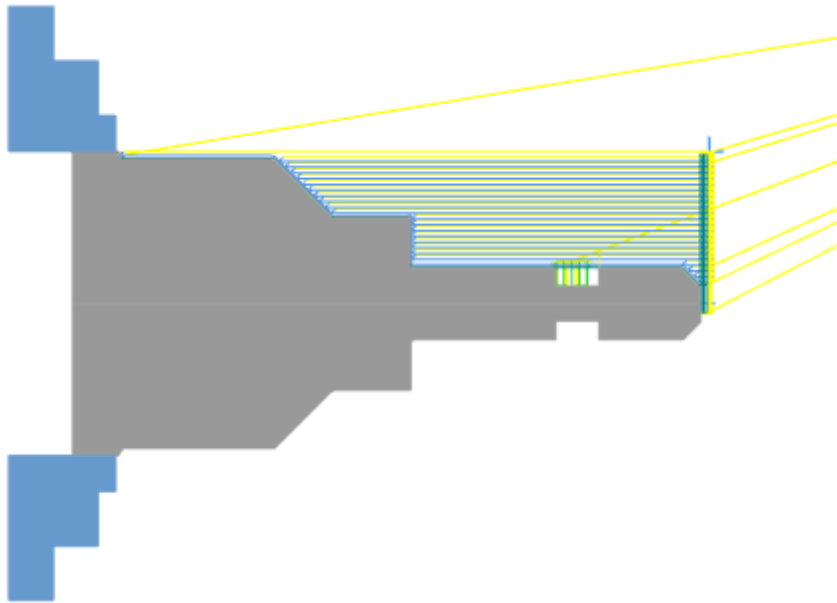
1. Pielāgojiet visu detaļu grafiskajā logā.
2. Izvēlieties **Select All operations, Backplot selected operations**.
3. **Backplot** izvēlnē aktivizējiet **Quick Verify Selected Operations** variantu.
4. Izvēlieties **Step** atkārtoti, lai redzētu ieēnotā materiāla noņemšanu no detaļas. Sagatave grafiskajā logā ir parādīta kā pelēks lauks.



PIEZĪME

*Ja izvēlaties **Step** vienreiz un tad turat nospiešanas abas peles pogas, zīmēšana iet ātri caur instrumenta trajektoriju.*

5. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta. Pabeigtajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



6. Izvēlieties .

7. Saglabājiet failu.

Operāciju bibliotēka ir noderīga, lai gūtu maksimālu labumu no savām instrumentu trajektorijām. Tagad, kad ir lietots katra instrumenta trajektoriju tips, dažos nākamajos praktiskajos darbos tiks aplūkotas sarežģītākas 2 asu instrumenta trajektorijas ar *Mastercam Lathe*, kā arī vītņu apstrāde un rievu iegriešana.

8. PRAKTISKAIS DARBS – RIEVAS IEGRIEŠANA UN IEKŠĒJĀ DIAMETRA (ID) GALĪGĀ APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt rievas izveidi uz iekšējās rotācijas virsmas un virsmas galīgo apstrādi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rievas noteikšana, izmantojot divus punktus. ▪ Rievas apstrādes instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana. ▪ Galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas kopēšana. ▪ Galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas izmaiņa.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot operācijas un ģenerēt programmu iekšējās rotācijas virsmas galīgai apstrādei un rievas iegriešanai tajā.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests3.emcam</i> apstrādāt 27,8 mm diametru. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

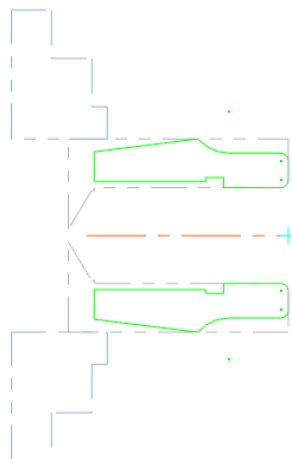
Pārbaudi sevi

Kāpēc jāveido rievā pirms urbuma galīgās apstrādes?

DARBA GAITA

Rievās un galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas var veidot gan uz ārējā diametra (OD), gan iekšējā diametra (ID). Šajā praktiskajā darbā tiks veidota galīgās apstrādes instrumenta trajektorija, kad rievās apstrādes instrumenta trajektorija uz detaļas ID ir pabeigta pilnīgi.

Vispirms atveriet *rieva_ieks.emcam*. Šis fails satur vairumu nepieciešamās darba iestatīšanas informācijas, divas urbšanas instrumenta trajektorijas, kuras rupji apstrādā ID, un galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju, kura sagatavo ID rievās apstrādes instrumenta trajektorijai. Instrumenta trajektorijas attēls ir paredzēts atslēgts urbšanas un galīgās apstrādes instrumenta trajektorijām.

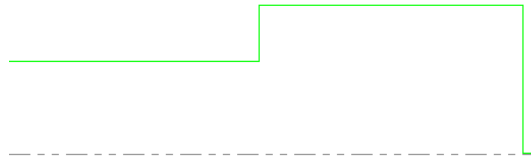


RIEVAS NOTEIKŠANA, LIETOJOT DIVUS PUNKTUS

Šajā vingrinājumā jāizvēlas divi punkti, lai noteiktu formu ID rievai. Šie punkti tiek lietoti, lai automātiski iestatītu rievas augstumu un platumu.

Darbības

1. Nospiediet [**F1**] un apvelciet skata palielināšanas logu apkārt rievai detaļas augšpusē.

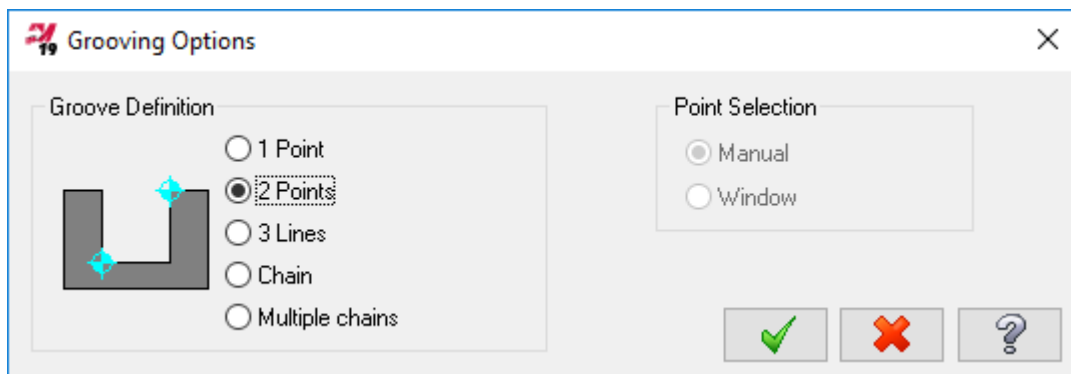


PIEZĪME

Ja rievas noteikšanai ir izvēlēts tikai viens punkts, tad augstumu un platumu vajadzēs ievadīt manuāli (no klaviatūras).

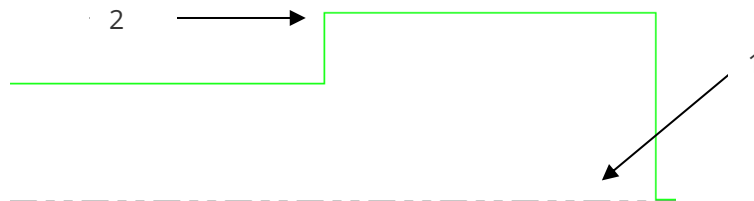
2. Izvēlieties **Lathe, Turning, Groove**.

3. Izvēlieties **2 Points** rievas noteikšanas variantu.

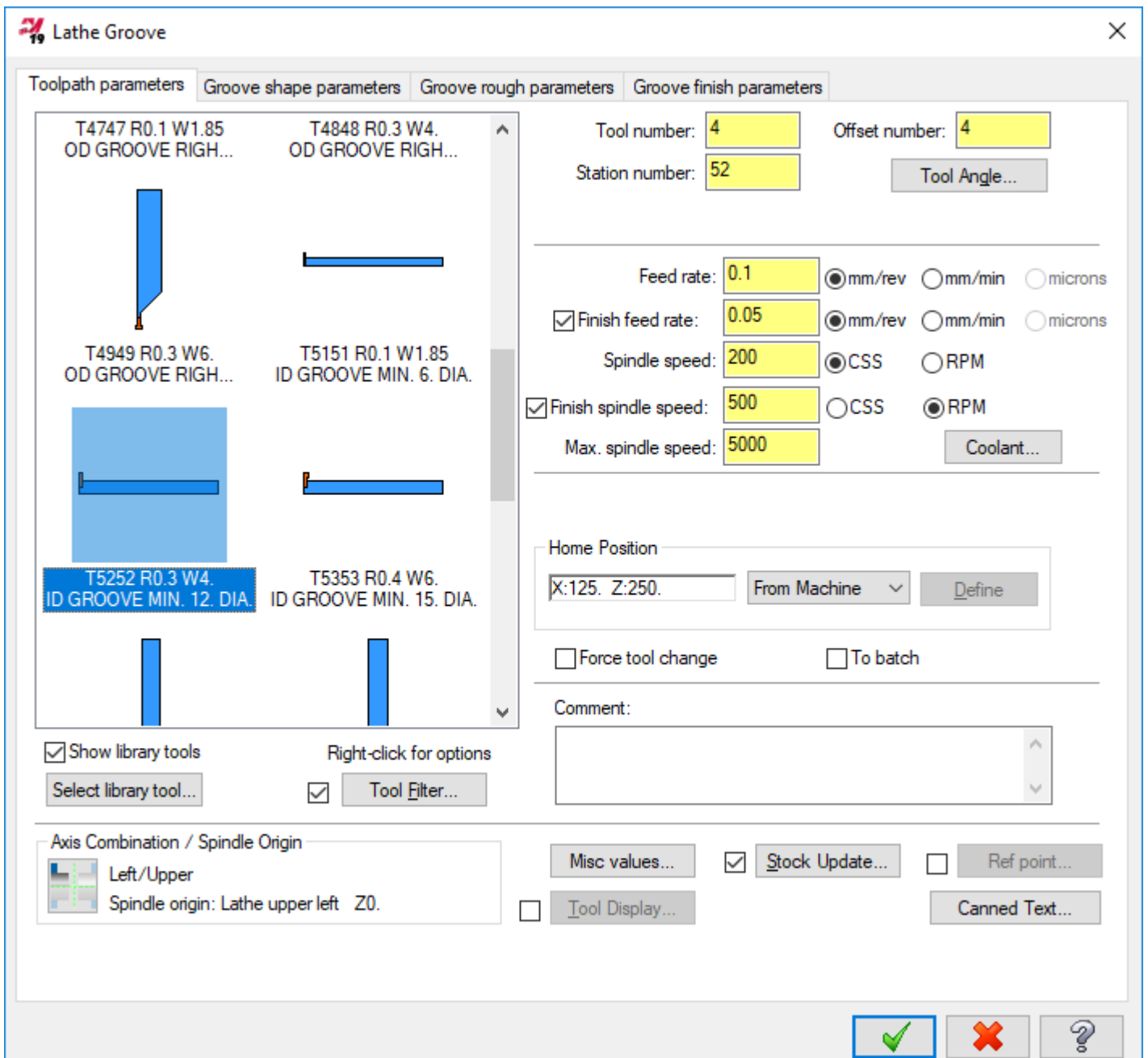


4. Izvēlieties .

5. Izvēlieties divus punktus noteiktā secībā (skatīt nākamo attēlu).



6. Nospiediet **Enter**. Atveras **Lathe Groove** dialoga logs.



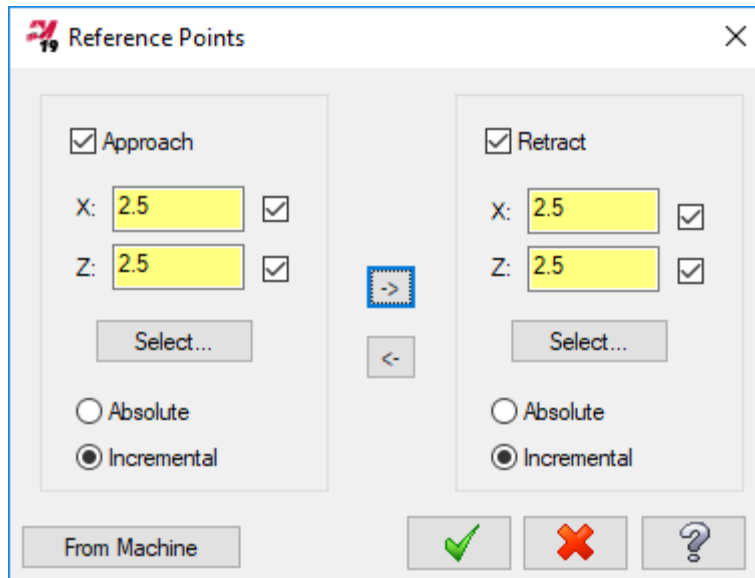
RIEVAS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Šajā vingrinājumā tiks izmantots vairums pēc noklusējuma noteiktu rievu apstrādes parametru. Tā kā parametrus nodrošina metode, kura tiks izmantota rievas noteikšanai, tad **Groove shape parameters** laukā tos nav nepieciešams mainīt.

Griežņa un atskaites punktu iestatīšana

Darbības

1. Izvēlieties **ID Groove - Min 12 mm Dia** griezni.
2. Izvēlieties iezīmju lauku blakus **Ref Point** pogai (apakšā pa labi) un nospiediet arī pašu pogu. Šis variants iestata atskaites punktus, kuri tiek izmantoti tikai šai instrumenta trajektorijai.




3. Ievadiet **2.5** abām – X un Z – vērtībām, lai iestatītu instrumenta tuvošanās punktu.



PIEZĪME

Atskaites punktu novietojums tiek aprēķināts kā attālums starp instrumenta trajektorijas sākuma un beigu punktu. Lietojot "pieauguma" (**incremental**) atskaites punktus, atskaites punktus var izveidot pietiekami tālu no sagataves bez nepieciešamības izvēlēties noteiktus punktus.

4. Izvēlieties **Incremental** variantu zem **X** un **Z Approach** laukiem.
5. Izvēlieties "→" pogu dialoga loga centrā, lai izmantotu tās pašas vērtības instrumenta atvirzīšanas atskaites punktam.
6. Izvēlieties , lai aizvērtu **Reference points** dialoga logu.

Rievas rupjās apstrādes parametru iestatīšana

Darbības

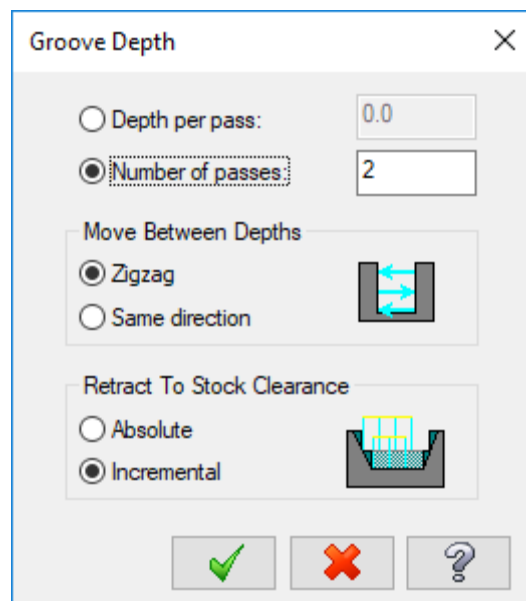
1. Izvēlieties **Groove rough parameters** pogu.
2. Izvēlieties iezīmju lauku blakus **Depth Cuts** pogai dialoga loga apakšā pa labi. Izvēloties šo variantu, grieznis novāks materiālu pa vairākiem līmeņiem, nevis katru reizi griezīs no rievas ārpuses līdz tās apakšai. **Depth Cuts** lietošana mazāk noslogo griezni.



PIEZĪME

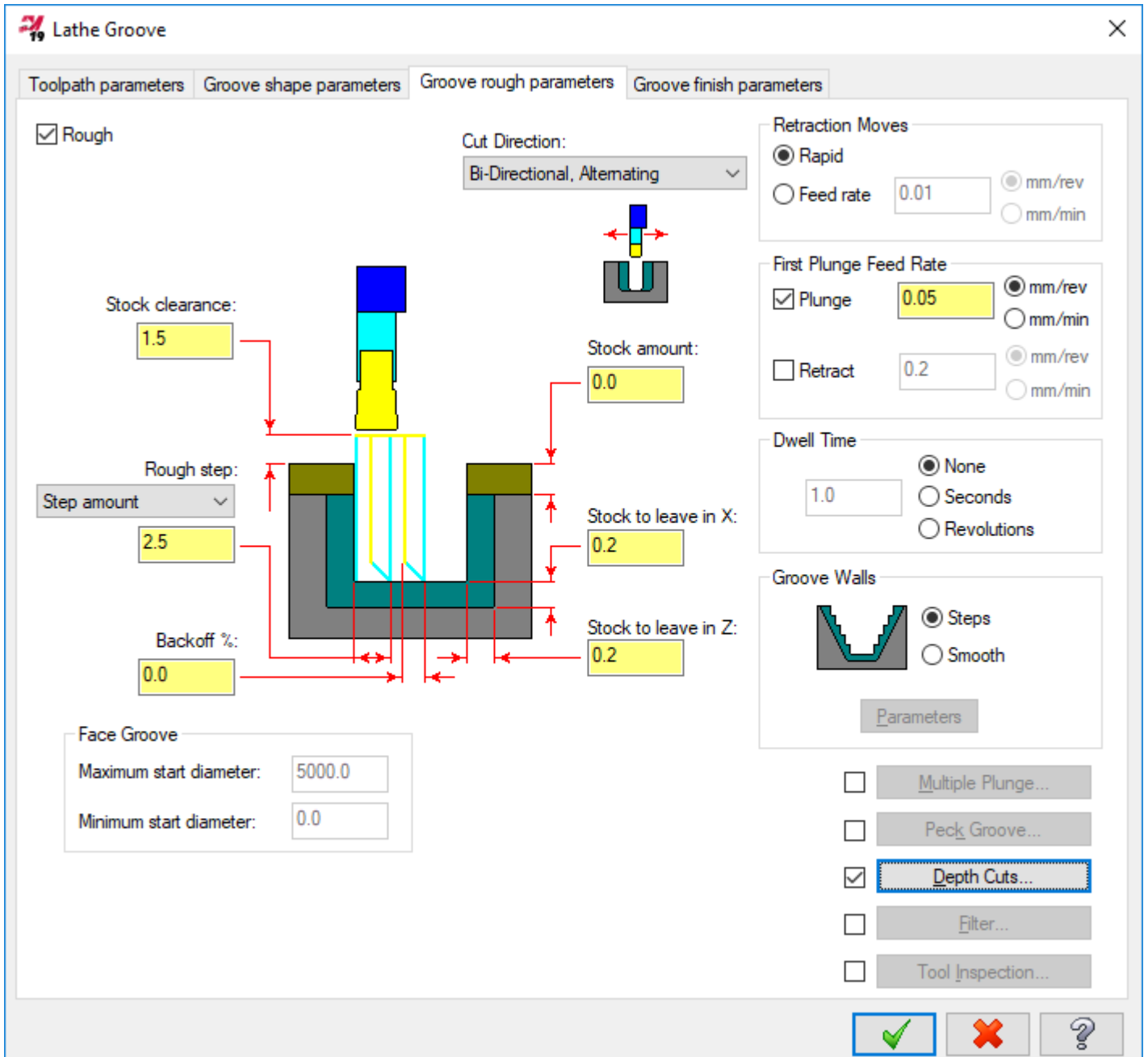
Šajā vingrinājumā tiek lietotas noklusējuma vērtības. Izmantojiet nākamā attēla dialoga logu, lai pārbaudītu savus iestatījumus, un veiciet jebkuras nepieciešamās korekcijas.

3. Izvēlieties **Depth Cuts** pogu, lai pārbaudītu griešanas parametru vērtības.



4. Izvēlieties , lai aizvērtu **Groove Depth** dialoga logu.

Kad ievadīti griešanas parametri, **Groove rough parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

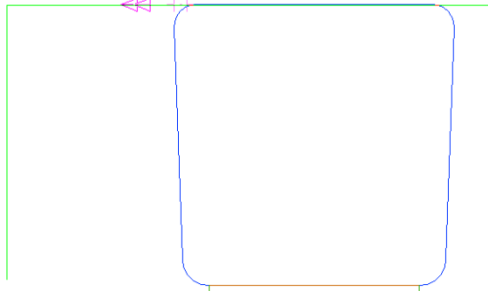


Rievas galīgās apstrādes parametru iestatīšana

Tagad grafiski jāiestata galīgās apstrādes gājienu pārklāšanās rievas apstrādes instrumenta trajektorijā. Iestatot galīgās apstrādes gājienu pārklāšanos, tiek nodrošināta pilnīga detaļas galīgā apstrāde. Tas arī minimizē laiku, ko grieznis patērē galīgās apstrādes laikā, pārejot no pirmā galīgās apstrādes gājiena uz otro galīgās apstrādes gājienu.

Darbības

1. Izvēlieties **Groove finish parameters** pogu.
2. Izvēlieties **Select Overlap** pogu. Jūs atgriezāties uz grafiskā loga, lai redzētu ID rievu ar griežņa attēlu iekšienē.



PADOMS

Virziet peli turp un atpakaļ un vērojiet, kā mainās griežņa novietojums un arī skaitļi uzaicinājuma laukā. Arī bultiņa rievās augšpusē rāda griezuma virzienu.

3. Nospiediet [**Page Down**] sešas reizes, lai labāk pielāgotu rievu un griezni grafiskajā logā.

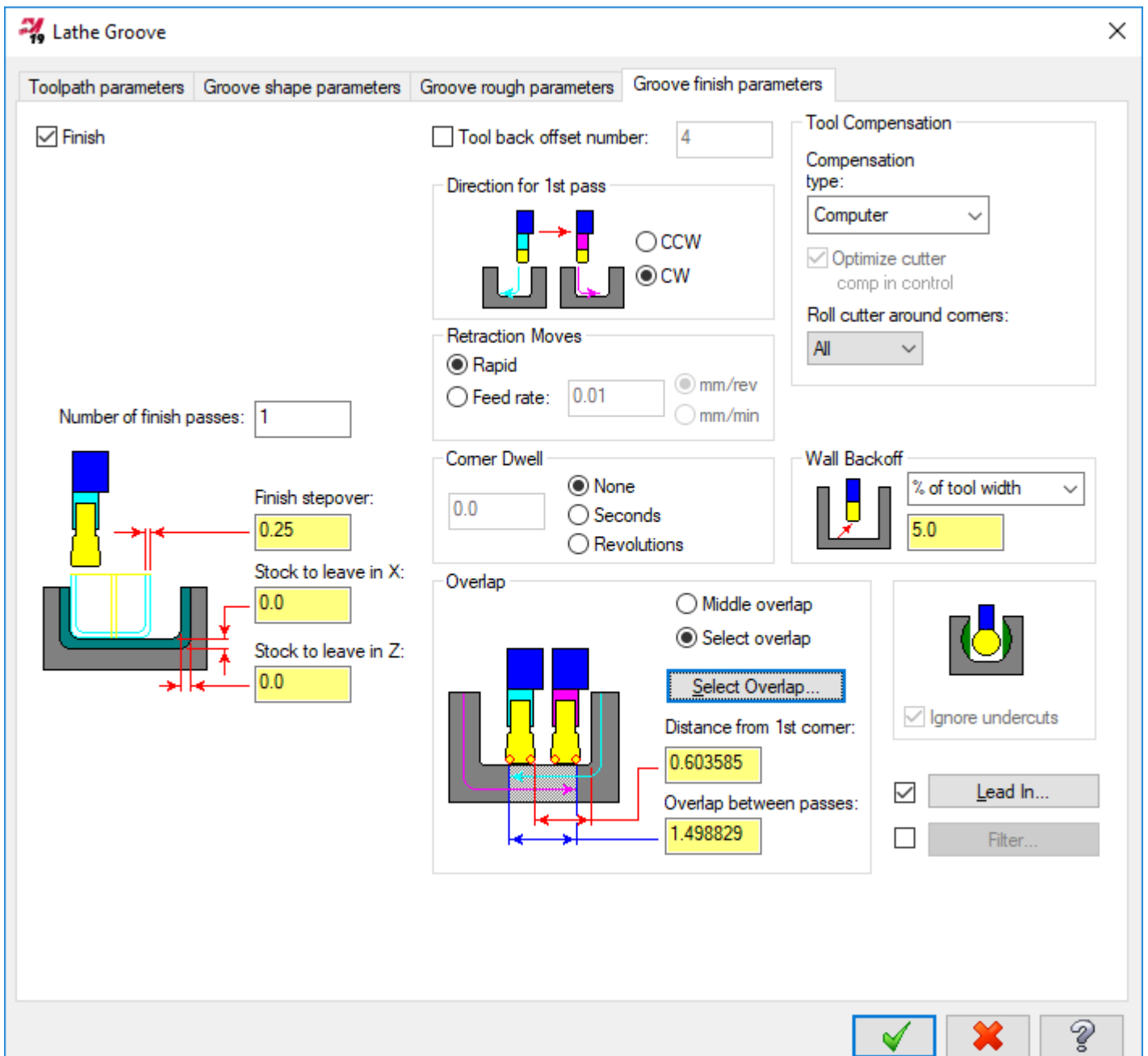


PIEZĪME

Pārliecinieties, lai šis punkts neatrastos tieši uz rievas sienas, pretējā gadījumā grieznis tiks vilkts uz augšu tieši gar rievas sienu pēc pirmā gājiena, un tas var sabojāt griezni vai detaļu.


4. Lai izvēlētos gala punktu pirmajam galīgās apstrādes gājienam, virziet griezni pa rievu, kamēr griežņa novietojums uzaicinājuma laukā ir aptuveni **0.6**.

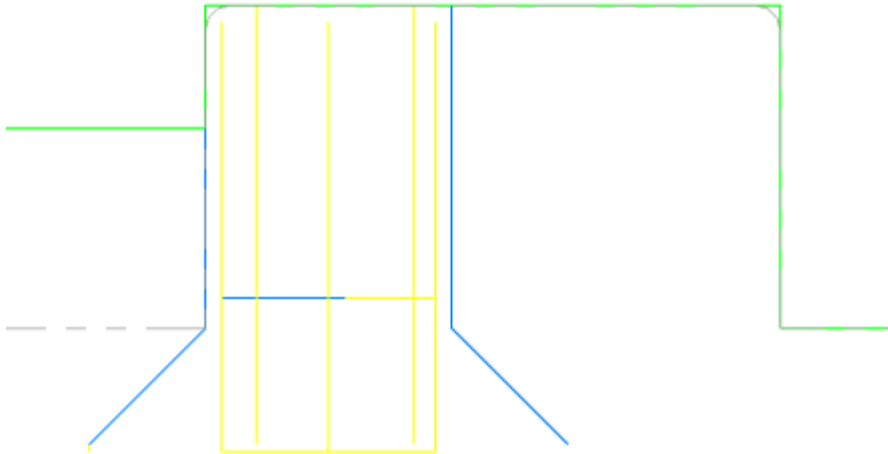
5. Uzklīkšīniet, lai iestatītu šo novietojumu kā gala punktu pirmajam galīgās apstrādes gājienam.
6. Lai izvēlētos pārklāšanās lielumu, virziet griezni pa rievu, kamēr **overlap amount** uzaicinājuma laukā ir aptuveni **1.5**.
7. Uzklīkšīniet, lai iestatītu šo novietojumu kā pārklāšanās attālumu. Notiek atgriešanās uz rievas galīgās apstrādes parametru lauka ar automātiski ievadītajām vērtībām.



PIEZĪME

Vērtības, kas redzamas attēla dialoga logā zem **Select Overlap**, var arī nesakrist precīzi ar tām, kas ir uz jūsu ekrāna.

8. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās līdzīgi kā nākamajā attēlā.



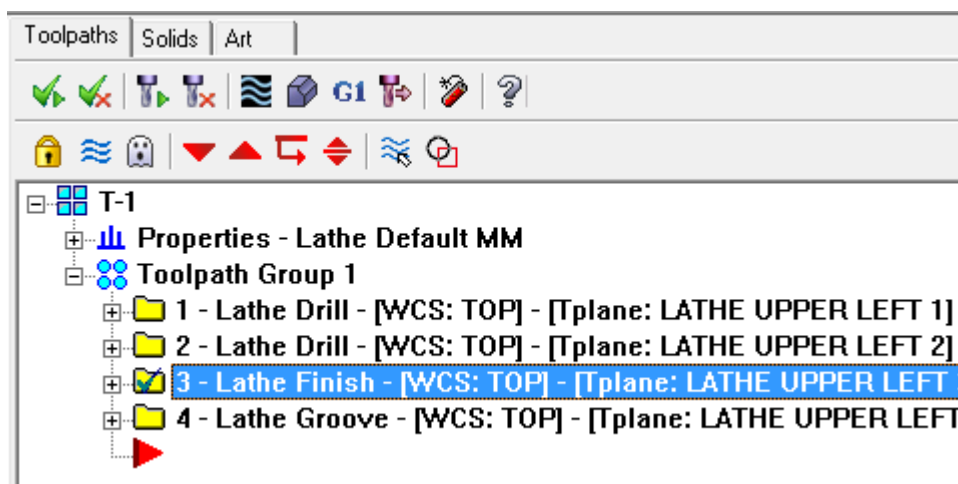
9. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiet failu kā *rieva_ieks2.emcam*.

GALĪGĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS KOPĒŠANA

Šajā detaļā vajadzēja izveidot rievas apstrādes instrumenta trajektoriju pirms pilnīgas iekšējā diametra (ID) galīgās apstrādes. Kad materiāls ir noņemts no rievas, galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai ir brīvs ceļš griežņa ievadišanas kustībai. Un tā vietā, lai sāktu jaunu galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju no paša sākuma, jānokopē esošā galīgās apstrādes instrumenta trajektorija, kura bija kopā ar detaļu, un jāatjaunina parametri.

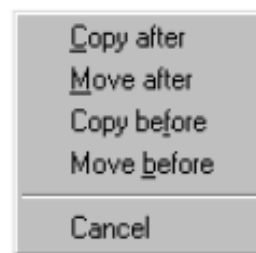
Darbības

1. Pielāgojiet visu detaļu grafiskajā logā.
2. Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu rievas apstrādes trajektorijas attēlu.
3. Operāciju pārvaldniekā var redzēt četras instrumentu trajektorijas.

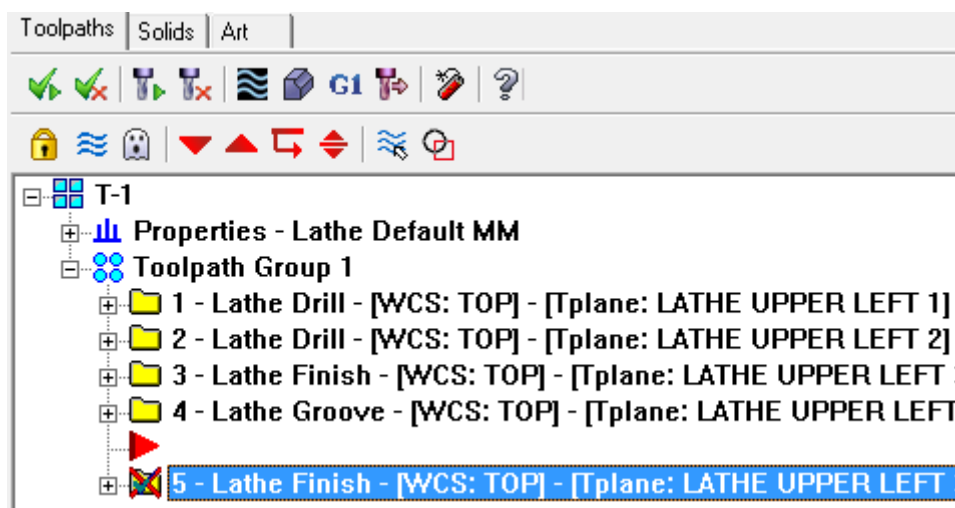


4. Lietojot peles labo pogu, uzklikšķiniet un aizvelciet **Lathe Finish** instrumenta trajektoriju uz saraksta apakšu.

5. Kad peles labā poga tiek atlaista, parādās šāda izvēlne (skatīt attēlu). Izvēlieties **Copy after**.



Uz operāciju pārvaldnieka parādās piecas instrumenta trajektorijas. Sarkanais X norāda, ka nepieciešams atkārtoti ģenerēt jauno galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju. Pirms ģenerēšanas izvēlieties jaunu ģeometriju un izmainiet dažus instrumenta trajektorijas parametrus.



JAUNĀS GALĪGĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS IZMAIŅA

Šajā vingrinājumā jāizvēlas jauna ģeometrisko elementu virkne iepriekšējā vingrinājumā izveidotajai galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai. Jāizmaina arī galīgās apstrādes parametri, lai izmantotu vairākus gājienu, un jāpieregulē ieejas/izejas iestatījumi. Vairāku gājienu lietošana novāks nedaudz no atlikušā materiāla vienā reizē, lai samazinātu griežņa noslodzi.

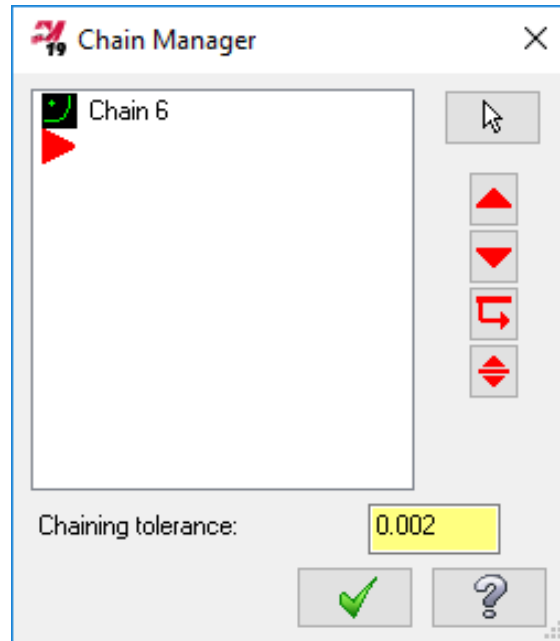
Jaunas virknes izvēle

Darbības

1. Ar dubultklikšķi klikšķiniet uz dzeltenās mapes ikonas blakus galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai, kura nupat tika izveidota tās apraksta paplašināšanai.



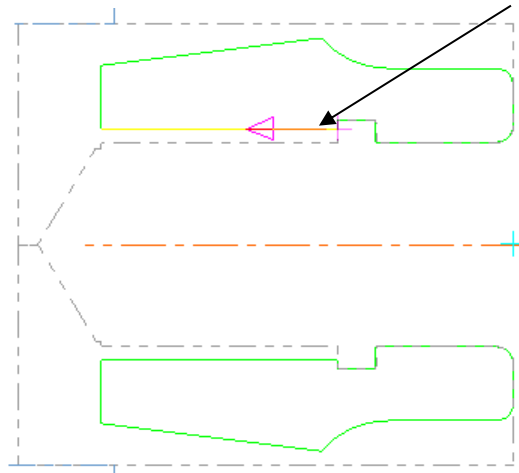
2. Izvēlieties **Geometry** ikonu. Atveras **Chain Manager** dialoga logs.



3. Ar labo peles pogu klikšķiniet uz virknes, kura ir sarakstā uz dialoga loga (skatīt iepriekšējo attēlu), un izvēlieties **Rechain all**.


4. Izvēlieties **Single** no **Chaining** izvēlnes, lai virknētu tikai vienu taisni, loku vai splainu.

5. Izvēlieties taisni punktā (skatīt nākamo attēlu).



6. Izvēlieties , lai pabeigtu virkni. Atgriezieties uz **Chain Manager** ar vienu virkni sarakstā.

Piezīme. Izvēlētā virkne nebūs apzīmēta kā 1. virkne, jo pārējās virknes tika izvēlētas iepriekšējai instrumenta trajektorijai.

7. Izvēlieties , lai aizvērtu **Chain Manager**.

Galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas parametru maiņa vairākiem gājieniem

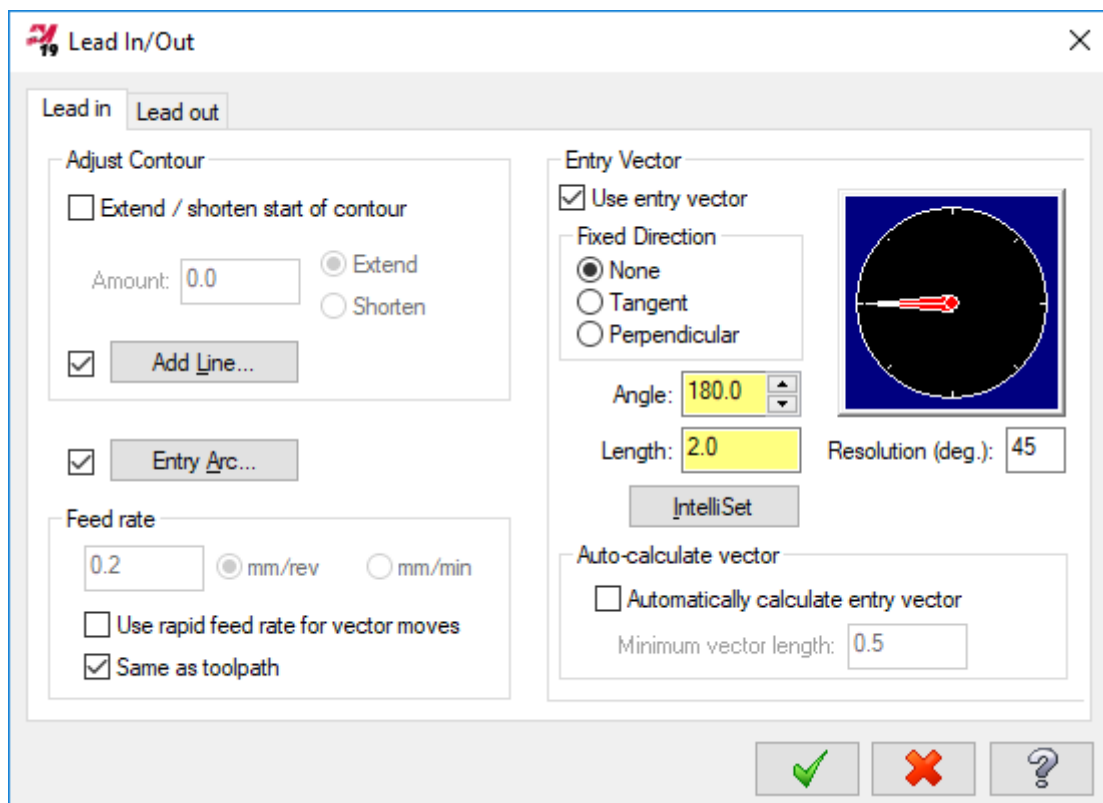
Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem instrumenta trajektorijas.
2. Izvēlieties **Finish parameters** zonu.
3. Ievadiet **1.25** kā galīgās apstrādes soli (**Stepover**).
4. Ievadiet **2** kā galīgās apstrādes gājienu skaitu (**Number**).

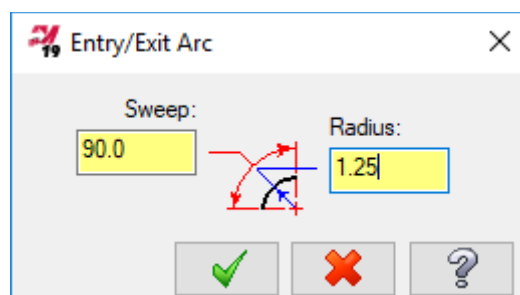
Iegriešanās/izskrejas gājienu piergulēšana


Darbības

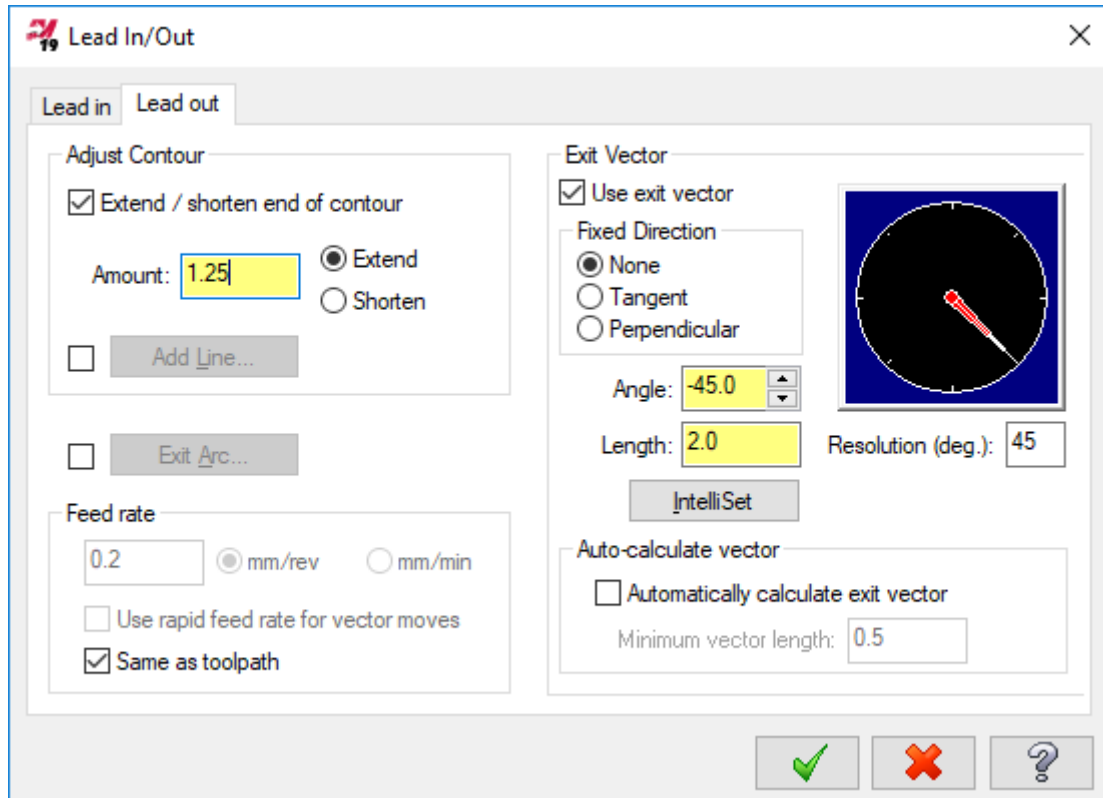
1. Izvēlieties **Lead In/Out** pogu dialoga loga labajā pusē.



2. Izvēlieties **Entry Arc** iezīmju lauku un pogu.
3. Ievadiet **90.0** kā kustības leņķi (**Sweep**) un **1.25** kā ieejas rādiusu (**Radius**) iegriešanās gājenam.



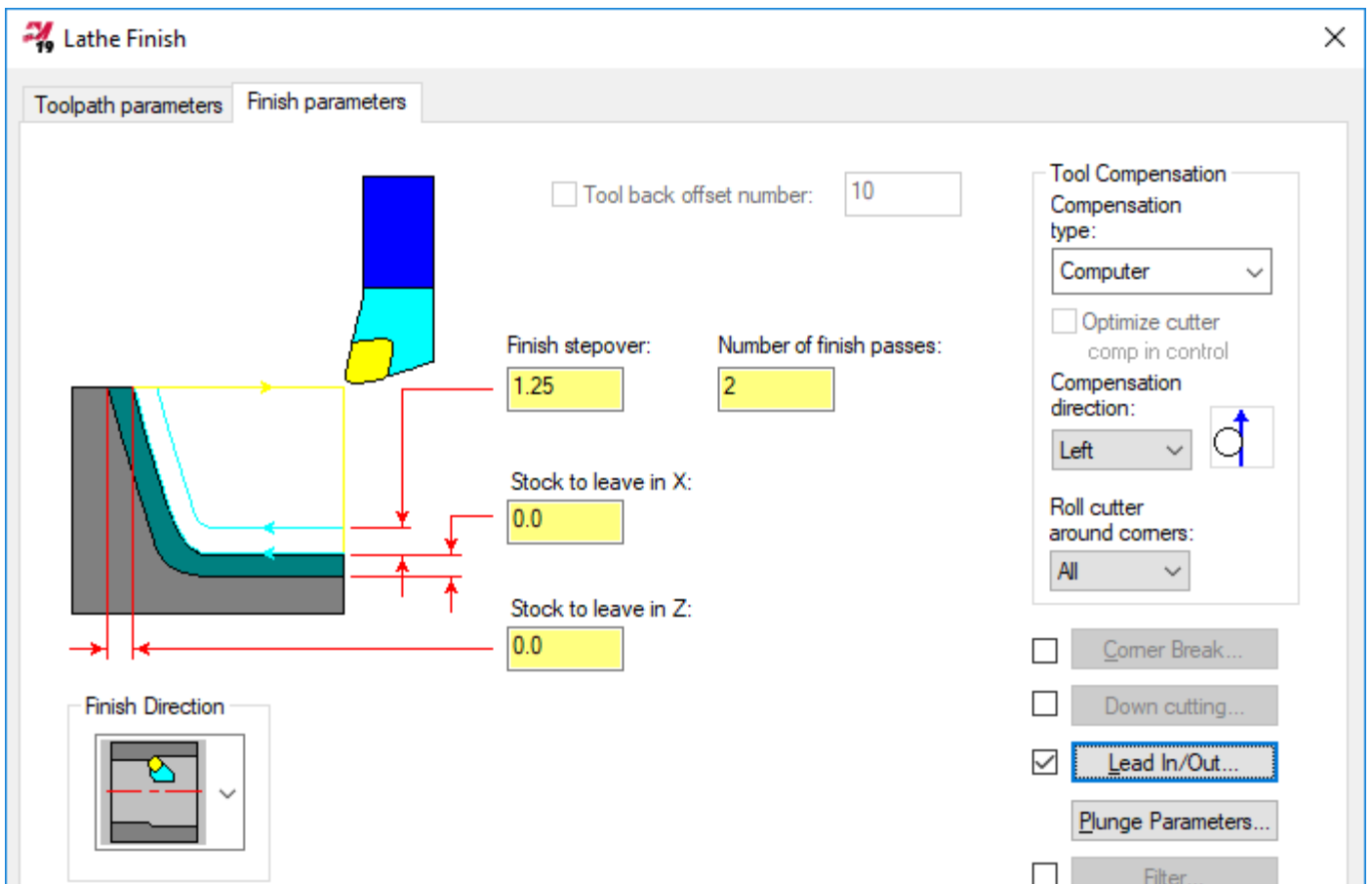
4. Izvēlieties , lai aizvērtu **Entry/Exit Arc** dialoga logu.
5. Izvēlieties **Lead Out** pogu dialoga loga augšpusē.
6. Izvēlieties **Extend/shorten end of contour** iezīmju lauku un ievadiet **1.25** kā lielumu, par kuru pagarināt atvirzīšanās gājienu.



7. Attīriet iezīmju lauku blakus **Exit Arc** pogai.

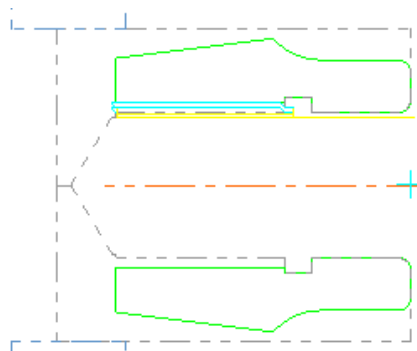
8. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Finish parameters** lauku.

Kad parametri ir ievadīti, galīgās apstrādes parametru laukam (**Finish parameters**) jāizskatās kā nākamajā attēlā. Ja nepieciešams, veiciet izmaiņas tā, lai vērtības uz Jūsu dialoga loga sakristu ar mācību materiālā parādītajām.



9. Izvēlieties .

10. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai atjauninātu instrumenta trajektoriju. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. Izvēlieties **Select All Operations** un **Backplot selected operations, Play(R)**, lai redzētu katra instrumenta trajektoriju, kad tā aizvāc materiālu no ID.

12. Saglabājiet failu.

Pēdējā šai detaļai izveidojamā instrumenta trajektorija ir vītnes griešanas instrumenta trajektorija uz ID. Ir svarīgi vītnes griešanu veidot kā pēdējo instrumenta trajektoriju, jo vītņēm ir jābūt precīzām. Vītņotām detaļām un ar tām salāgotām detaļām ir jāsavietojas precīzi. Nākamajā praktiskajā darbā iziesiet cauri šīs instrumenta trajektorijas veidošanai, kā arī veidosiet vītņošanas instrumenta trajektoriju uz citas detaļas ārējā diametra (OD).

9. PRAKTISKAIS DARBS – IEKŠĒJĀ DIAMETRA (ID) UN ĀRĒJĀ DIAMETRA (OD) VĪTŅOŠANA

Darba mērķis	Apgūt vītņu iegriešanas operāciju projektēšanu un programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ID vītnes veidošana, izmantojot vītnes tabulas. ▪ ID vītnes zīmēšana. ▪ OD vītnes veidošana, izmantojot vītnes formulu. ▪ OD vītnes zīmēšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot vītņu iegriešanas operācijas un ģenerēt vadības programmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests3.emcam</i> iegriezt vītņi M50. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kā nodrošina vītņotās daļas garumu?

DARBA GAITA

Vītnes griešanas instrumenta trajektorija ir pēdējā instrumenta trajektorija, ko izpilda uz virpojamās detaļas atbilstoši precizitātes vajadzībām. Vītņotām detaļām un ar tām salāgotajām detaļām ir jāsavietojas precīzi. Vītnes var būt iegrieztas uz OD vai ID, lai sastiprinātu detaļas.

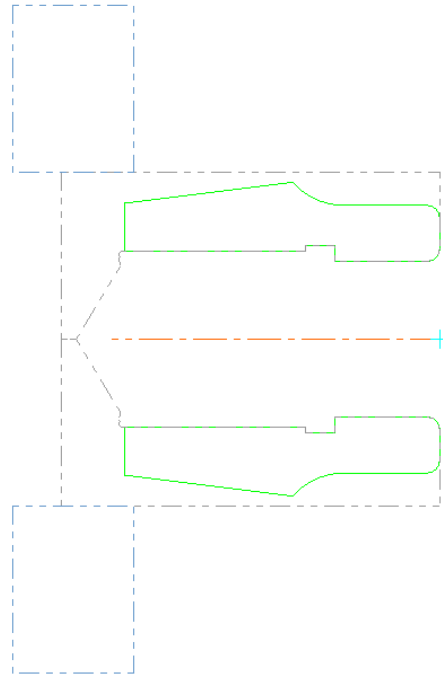
Mastercam, nodrošinot vairākas vītņu tabulas ar simtiem iepriekš noteiktu vītņu, padara vieglu to izveidošanu. Izmantojot iepriekš noteiktas vītnes formulas, ir iespējams arī aprēķināt savas nestandarta diametra vītnes izmērus.

Šajā praktiskajā darbā tiks veidota ID vītne uz vienas detaļas un OD vītne uz citas. Vispirms atveriet *rieva_ieks2.emcam*. Tā ir detaļa, ar kuru tika strādāts iepriekšējā praktiskajā darbā. Instrumenta trajektorijas attēls ir noslēpts visām instrumenta trajektorijām.



PADOMS

Ja 8. praktiskais darbs netika pabeigts, atveriet **vitne_id.emcam** failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām.

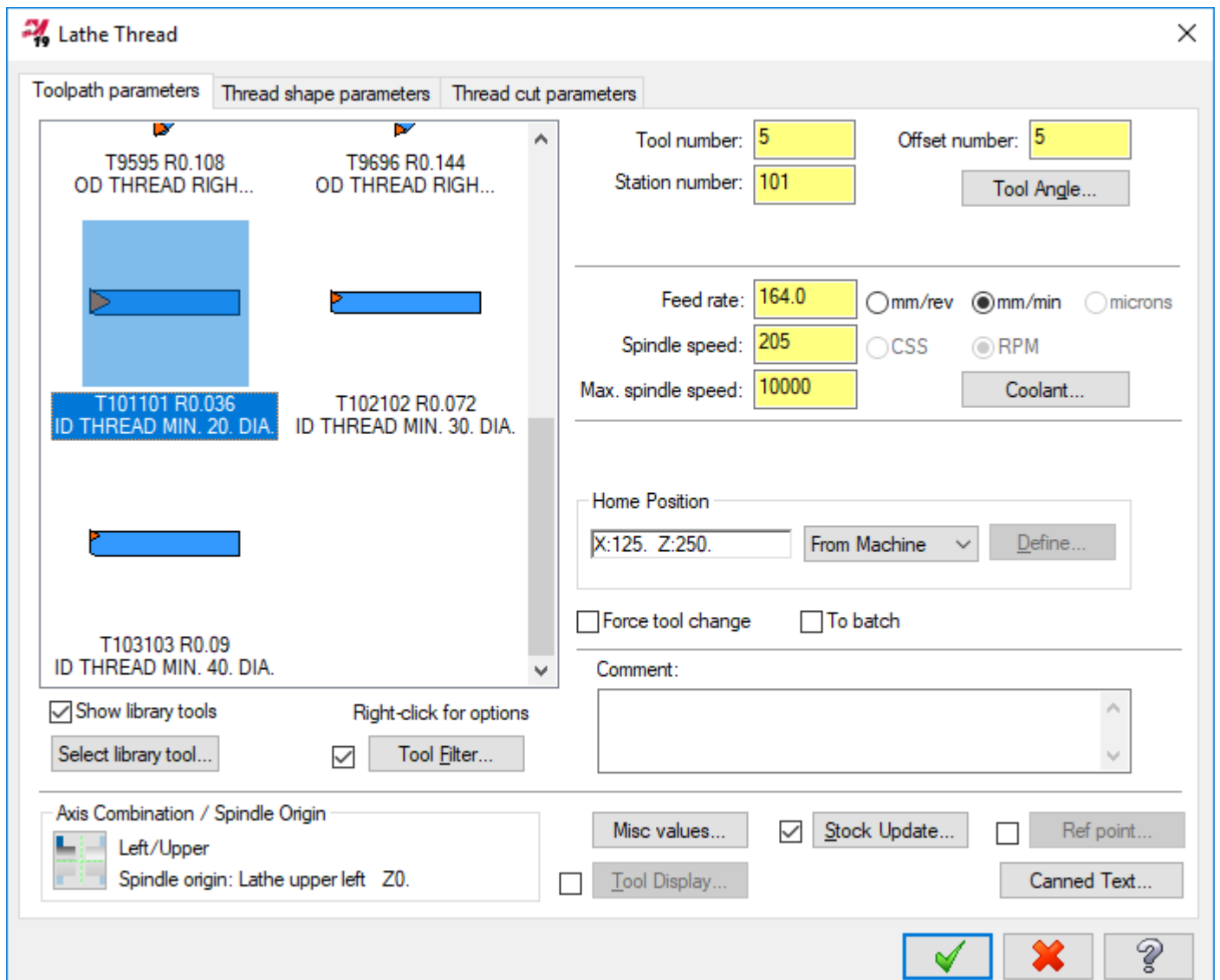


ID VĪTNES VEIDOŠANA, IZMANTOJOT VĪTNES TABULAS

Lai izveidotu vītnes instrumenta trajektoriju, *Mastercam* nav jāizvēlas ģeometrija. Tā pilnībā tiks izveidota no Jūsu ievadītajiem vītnes parametriem. Šajā vingrinājumā, lai definētu ID vītnes, tiks izmantotas vītnes tabulas.

Darbības

1. Izvēlieties **Lathe, Turning, Thread**.
2. Izvēlieties **ID Thread MIN 20 Dia** griezni.

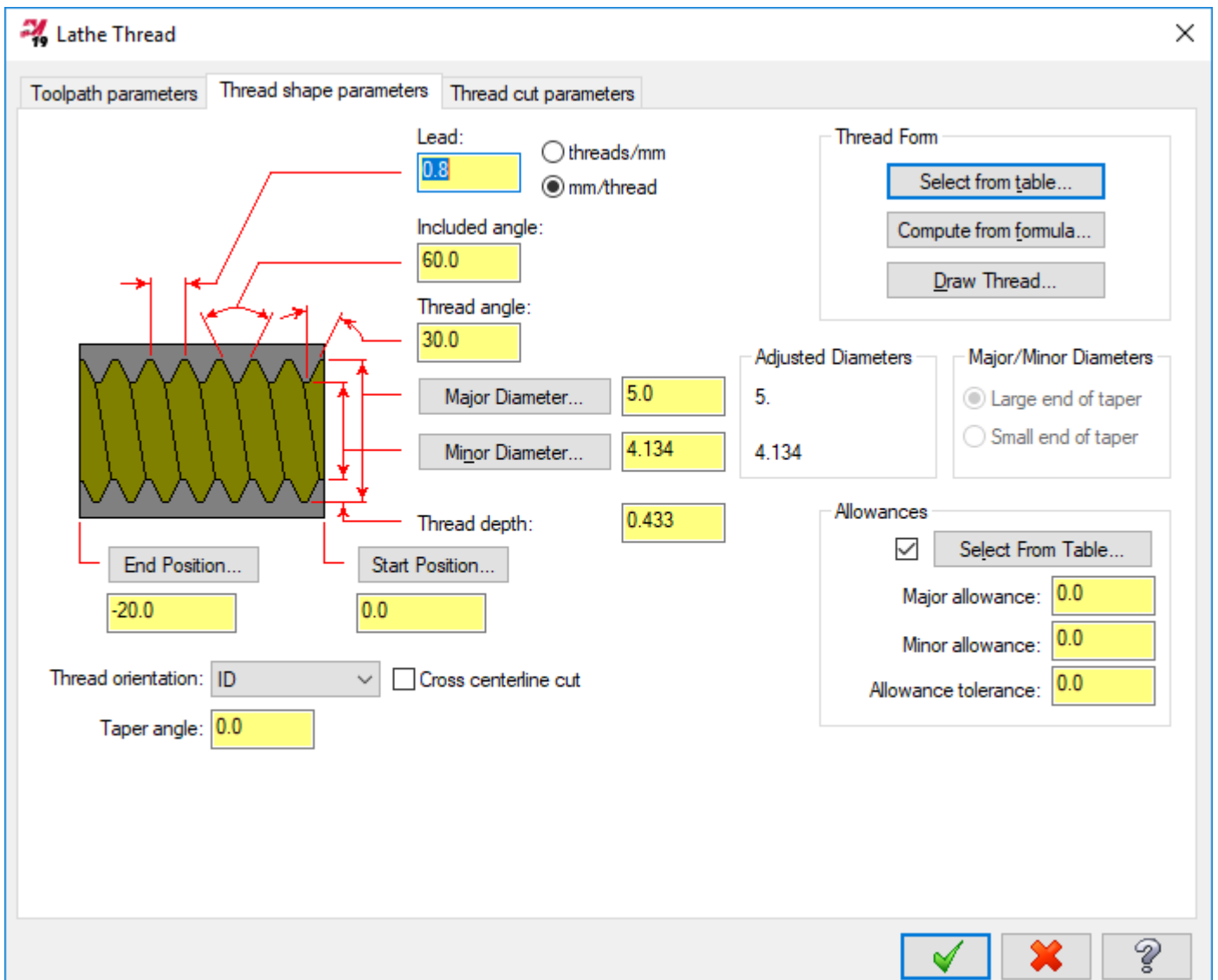


Vītnes formas izvēle

Mastercam ietver vairākas iepriekš definētas vītnes formas. Šajā vingrinājumā tiks veidota vītne 39 x 2 uz ID (39 mm ārējais diametrs, solis 2 mm).

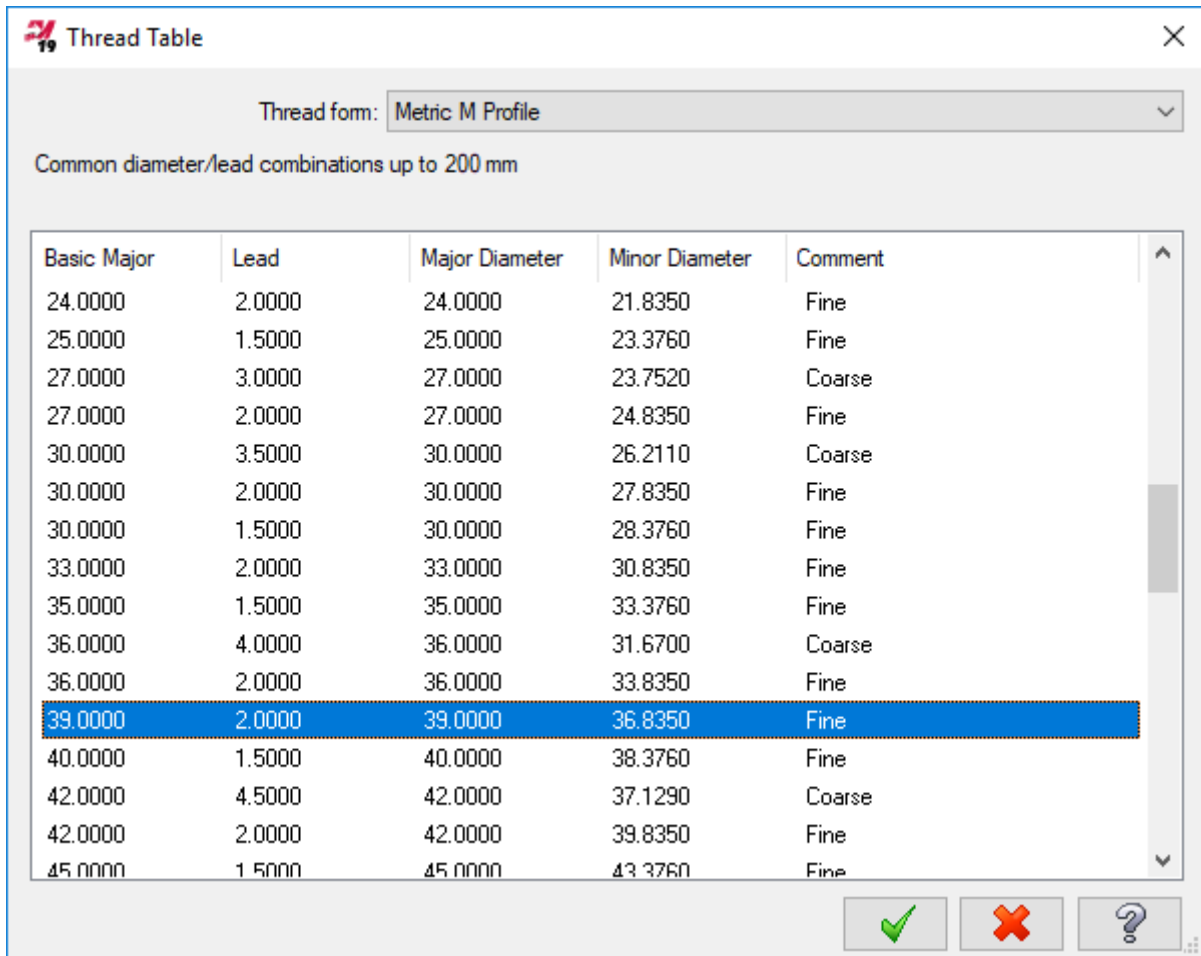
Darbības

1. Izvēlieties **Thread shape parameters** pogu.



2. Izvēlieties **Select from table** pogu no *Thread Form* sekcijas uz dialoga loga (augšējais labais stūris).

3. No **Thread Form** izvēlieties **Metric M Profile**. Ritiniet sarakstu uz leju un izvēlieties vītnes izmēru (skatīt nākamo attēlu).



Thread form: Metric M Profile

Common diameter/lead combinations up to 200 mm

Basic Major	Lead	Major Diameter	Minor Diameter	Comment
24.0000	2.0000	24.0000	21.8350	Fine
25.0000	1.5000	25.0000	23.3760	Fine
27.0000	3.0000	27.0000	23.7520	Coarse
27.0000	2.0000	27.0000	24.8350	Fine
30.0000	3.5000	30.0000	26.2110	Coarse
30.0000	2.0000	30.0000	27.8350	Fine
30.0000	1.5000	30.0000	28.3760	Fine
33.0000	2.0000	33.0000	30.8350	Fine
35.0000	1.5000	35.0000	33.3760	Fine
36.0000	4.0000	36.0000	31.6700	Coarse
36.0000	2.0000	36.0000	33.8350	Fine
39.0000	2.0000	39.0000	36.8350	Fine
40.0000	1.5000	40.0000	38.3760	Fine
42.0000	4.5000	42.0000	37.1290	Coarse
42.0000	2.0000	42.0000	39.8350	Fine
45.0000	1.5000	45.0000	43.3760	Fine

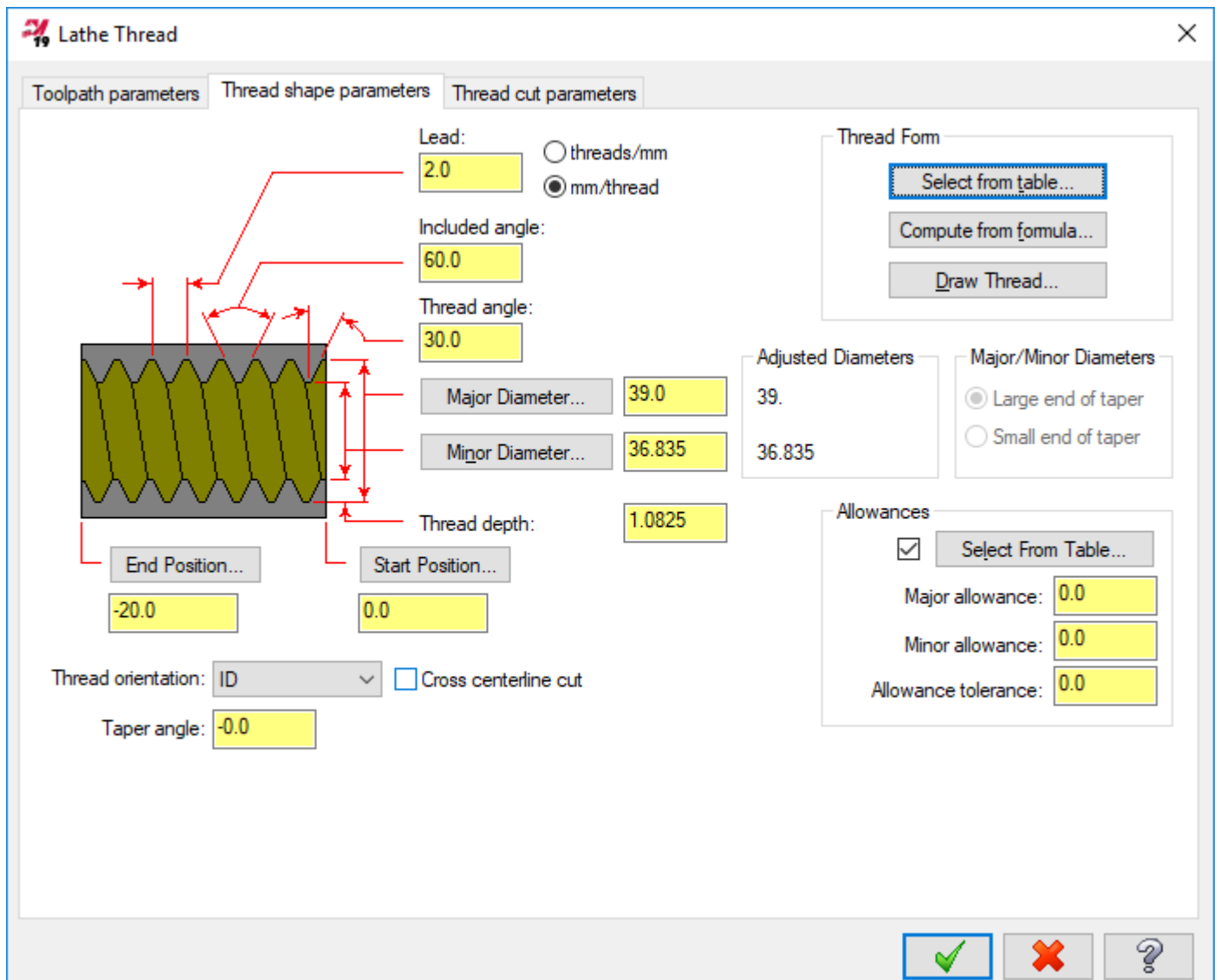


PADOMS

Pārliecinieties, ka sākuma (**Start position**) un beigu (**End position**) novietojums sakrīt ar vērtībām (skatīt nākamo attēlu).

4. Lai atgrieztos uz **Thread shape parameters** logu ar dubultklikšķi klikšķiniet uz izvēlētās vītnes.

Kad vītnes izmēri izvēlēti, **Thread shape parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā. Visi pārējie vītnes parametri tiek ievadīti automātiski, kad lietotājs izvēlas vītnes formu.



Vītnes griešanas parametru iestatīšana

Darbības

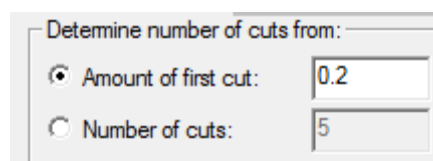
1. Izvēlieties **Thread cut parameters** lappusi.
2. Nomainiet NC koda (**NC Code format**) formātu dialoga loga augšpusē uz **Canned**. Šis variants ļauj izmantot virpas iebūvēto ciklu priekšrocības. Griežņa kustības tiek izsūtītas no datora kā vienas līnijas kods tā vietā, lai veidotu atšķirīgus līniju kodus.



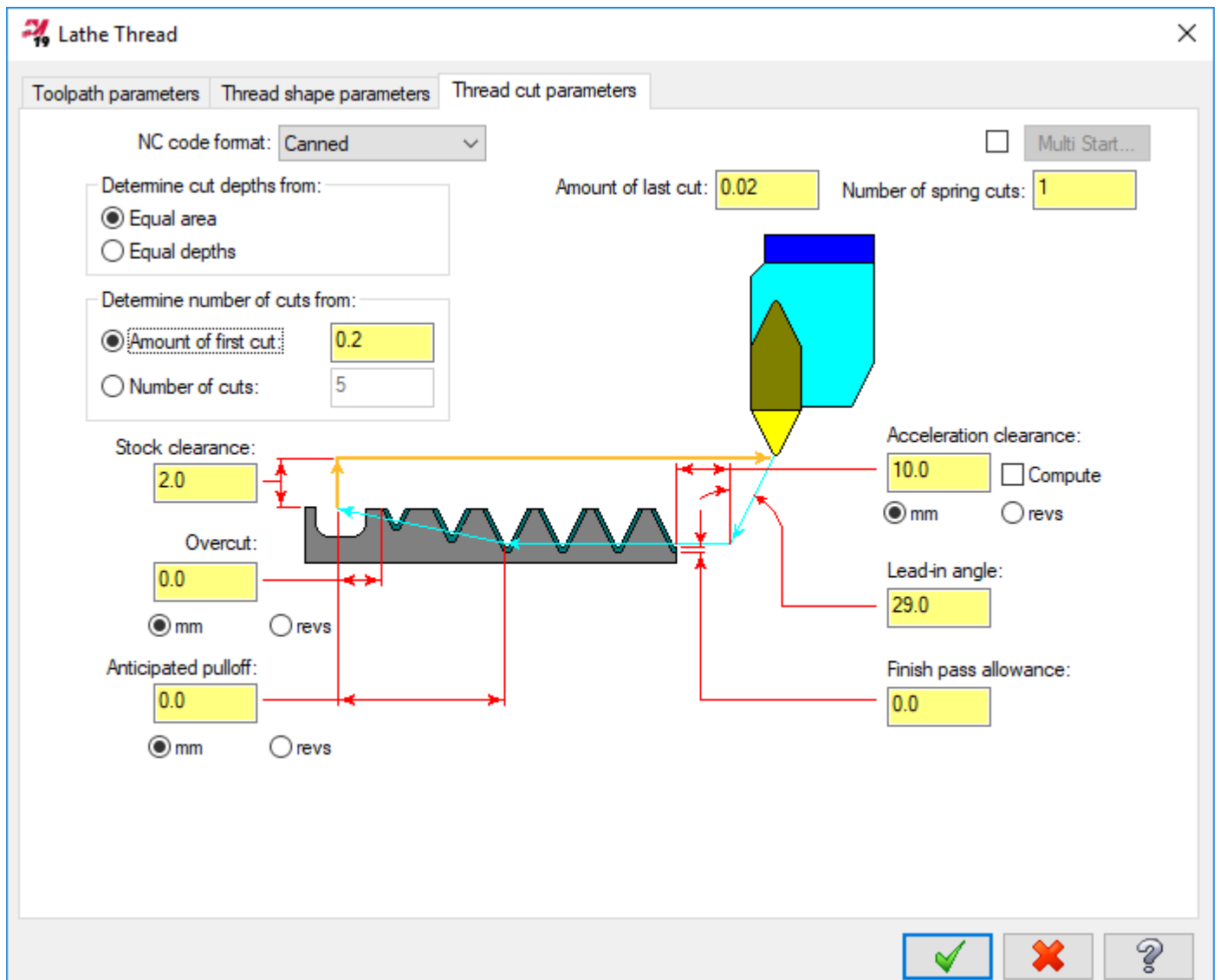
PIEZĪME

Lai varētu izmantot šīs funkcijas priekšrocības, pēcprocesoram jābūt iebūvētiem cikliem.

3. Izvēlieties **Amount of first cut**, lai noteiktu, kā tiks aprēķināts griezumu skaits.

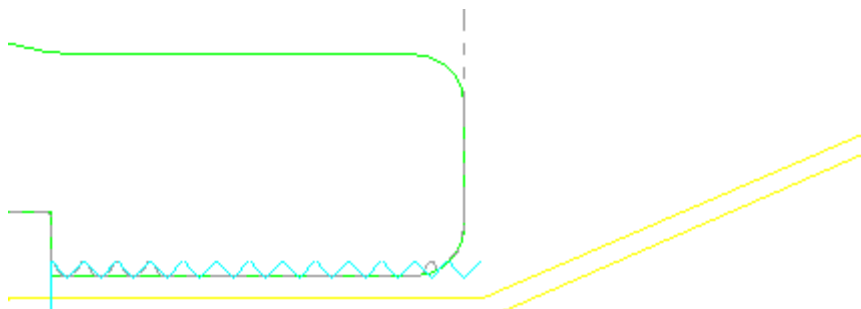


Kad ir ievadīts pirmā griezuma lielums (**Amount of first cut**), **Thread cut parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju.

5. Saglabājiet failu.

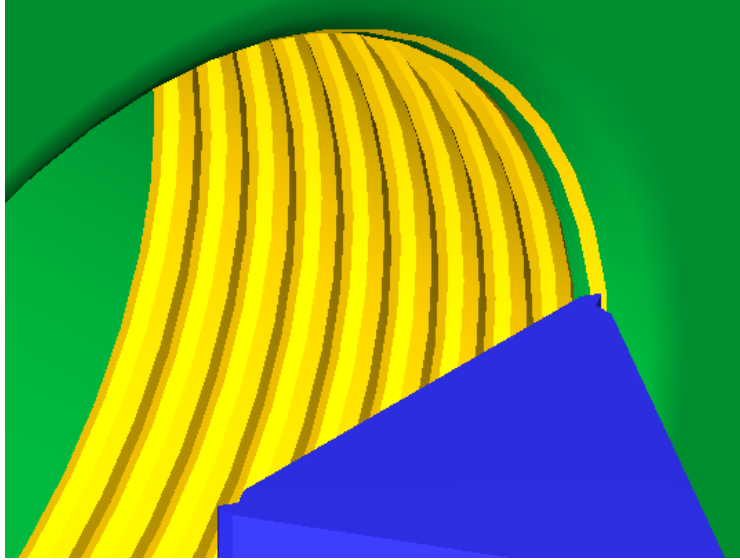


ID VĪTNES ZĪMĒŠANA

Lietojot **Verify Selected Operations** funkciju sagataves attēlošanai, iespējams pārbaudīt, kā vītne ir apstrādāta uz detaļas ID.

Darbības

1. Nomainiet **Gview** uz **Isometric** un palieliniet skatu uz ID vītņoto sekciju, lai vītņi redzētu labāk.
2. Izvēlieties tikai vītnes instrumenta trajektoriju.
3. Lai aplūkotu ieēnoto sagataves izskatu, izvēlieties **Verify Selected Operations**.
4. Nospiediet **Play(R)**. Iespējams aplūkot, kā grieznis ar katru gājienu novāc materiālu.

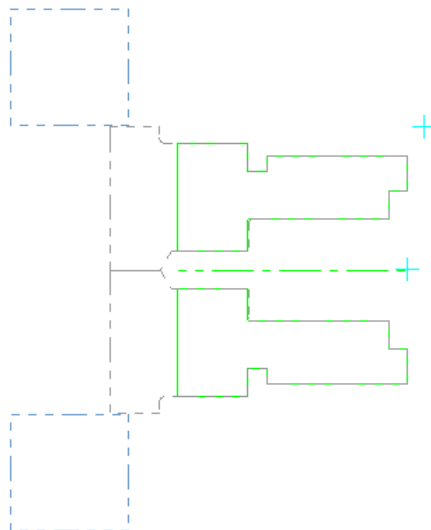


5. Kad zīmēšana ir pabeigta, izvēlieties .

OD VĪTNES VEIDOŠANA AR VĪTNES FORMULU

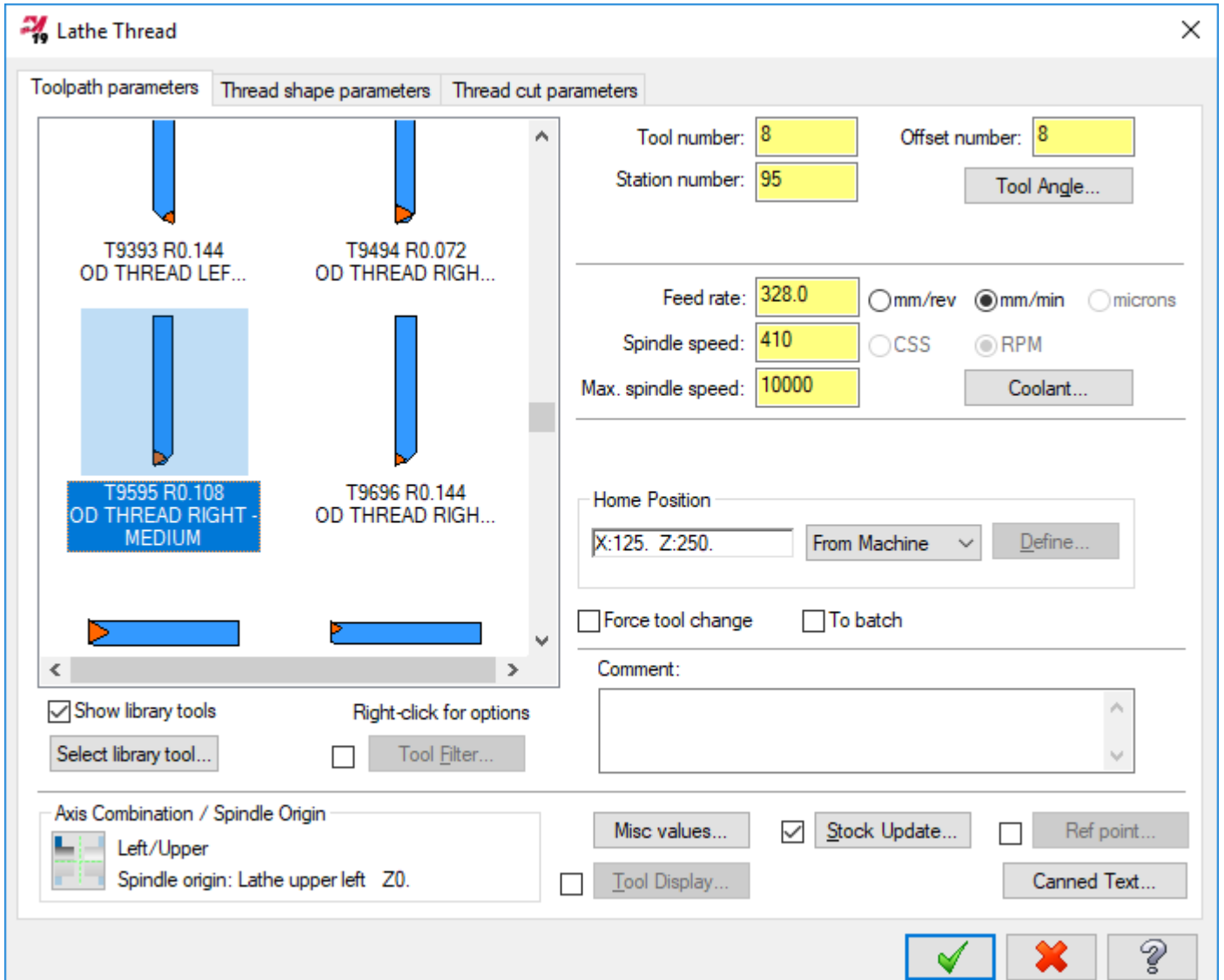
Vītņi tabulās iepriekš noteiktās vērtības attiecas uz standarta diametriem. Ja tiek iegrieztas vītņi, izmantojot standarta vītņi formu, bet ar nestandarta diametru, var likt *Mastercam* no detaļas diametra aprēķināt vītņi izmērus.

Vispirms savā darba mapē atveriet *vitne_ad.emcam*. Šī detaļa ietver septiņas instrumenta trajektorijas, kuras apstrādā detaļu gandrīz līdz beigu izmēram. Instrumenta trajektoriju attēls ir atslēgts.



Darbības

1. Izvēlieties **Lathe, Turning, Thread**.
2. Izvēlieties **R0.108 OD Thread Right Medium** griezni.

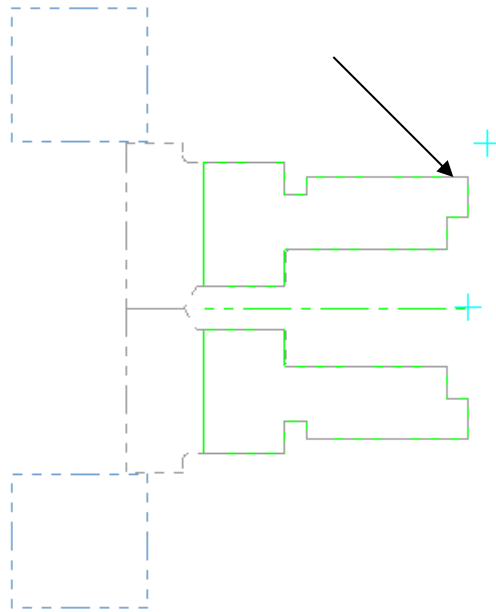


Piezīme. Šis instruments var būt jau izvēlēts.

Vītnes formas ievads ar formulu

Darbības

1. Izvēlieties **Thread shape parameters** lappusi.
2. Izvēlieties **Major Diameter** pogu dialoga loga centrā. Jūs atgriezīsieties grafiskajā logā, lai izvēlētos punktu uz ārējā diametra.
3. Izvēlieties punktu, kā parādīts nākamajā attēlā. Kad punkts ir izvēlēts, atgriezieties uz instrumenta trajektorijas dialoga logu.



4. Izvēlieties **Compute from formula** pogu augšējā labajā stūrī, lai ievadītu savu vītnes formu.
5. Ievadiet **3.0** kā vītnes soli (*lead*) un nospiediet **[Enter]**. Iekšējais diametrs ir automātiski aprēķināts.

Compute From Formula ✕

Thread fom: Metric M Profile ▾

Fomula Input

Lead: threads/mm
 mm/thread

Basic major diameter:

Fomula Result

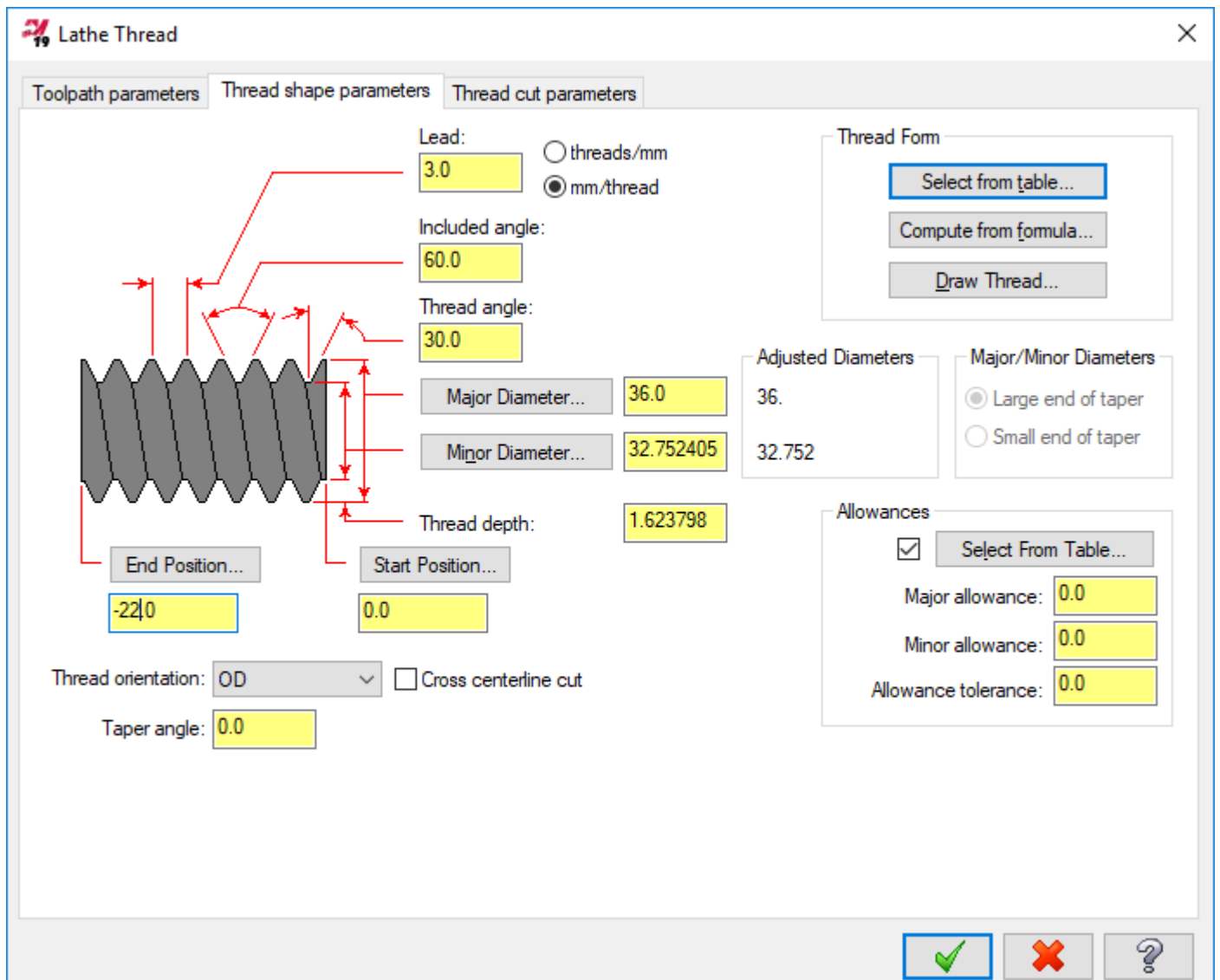
Major diameter:

Minor diameter:


6. Izvēlieties , lai pieņemtu formulas rezultātu un atgrieztos uz **Thread shape parameters** lauku.

7. Ievadiet **-22.0** kā vītnes gala novietojumu (**End Position**).

Kad visi parametri ir ievadīti, **Thread shape parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Piezīme. Šajā vingrinājumā tiek izmantoti noklusējuma vītnes griešanas parametri.

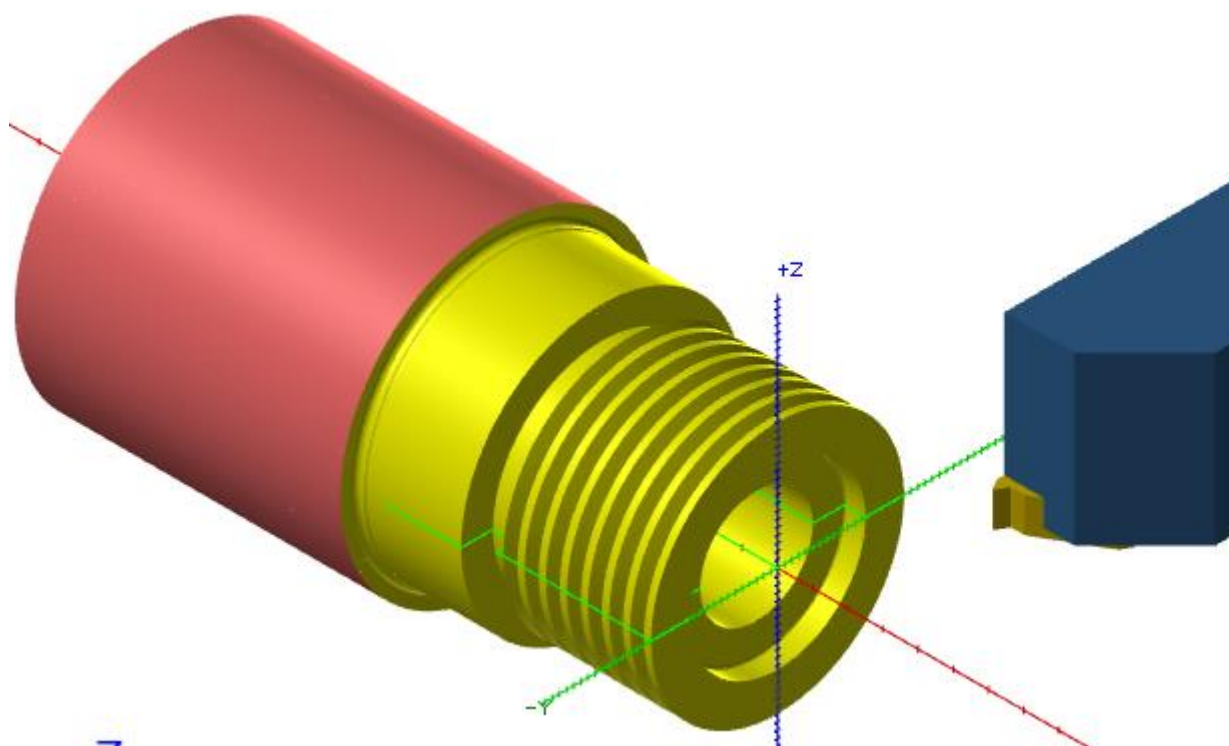
8. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju.
9. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiēt failu kā *vitne_ad2.emcam*.

OD VĪTNES ZĪMĒŠANA

Tāpat kā vingrinājumā "ID vītnes zīmēšana" arī šeit, lai attēlotu sagatavi un redzētu, kā detaļa ir apstrādāta, tiks izmantota **Verify Selected Operations** funkcija.

Darbības

1. Izvēlieties visu instrumentu trajektorijas.
2. Izvēlieties **Verify Selected Operations**, lai redzētu instrumentu trajektorijas. Rezultātā detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



3. Kad zīmēšana ir pabeigta, izvēlieties .

Līdz ar to ir pabeigta lielākā daļa 2 asu instrumenta trajektoriju, kas iespējamās **Mastercam Lathe**. Nākamajā praktiskajā darbā tiks aplūkots, kā lietot šīs instrumenta trajektorijas, lai apstrādātu detaļas, kuru sagataves nav stieņi, piemēram, lējumi un kalumi.

10. PRAKTISKAIS DARBS – LĒJUMA APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt lietas sagataves (cieta ķermeņa) apstrādes operāciju programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ OD virknēšana rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai. ▪ Rupjās apstrādes parametru ievadīšana. ▪ Rievas noteikšana, lietojot virkni. ▪ Rievas parametru ievadīšana. ▪ Galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas kopēšana. ▪ Galīgās apstrādes parametru ievadīšana. ▪ Sagataves modeļa apskatīšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot lieta ķermeņa apstrādes operācijas un ģenerēt vadības programmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests6.emcam</i> apstrādāt lējuma ārējo virsmu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

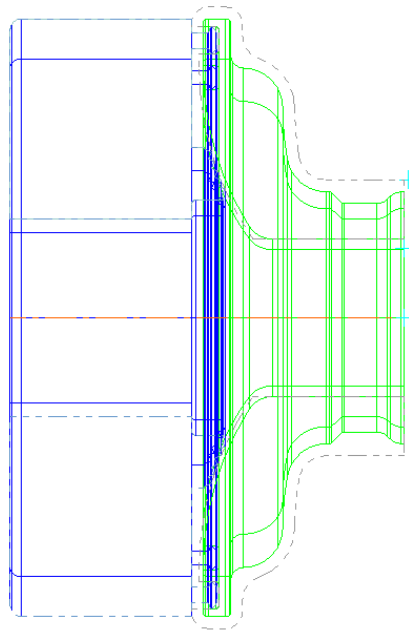
Kāda nozīme ir **C plane** izvēlei ģeometrijas virknēšanā?

DARBA GAITA

Tagad, kad ir izveidotas vairākas 2 asu virpošanas instrumentu trajektorijas *Mastercam* vidē, tiks apgūtas vairākas instrumenta trajektorijas lējuma apstrādei. Lējums ir detaļa, kas veidojas, ielejot izkausētu metālu veidnē. Lējums ir jāapstrādā citādi nekā daudzas citas virpojamās detaļas, kuru sagatave ir stienis. Lējumi bieži ir neregulāras formas.

Šajā praktiskajā darbā rupji un galīgi tiks apstrādāts lējuma OD. Apstrādājamā detaļa ir ciets ķermenis, tādējādi vienlaikus arī tiks apgūts, kā virknēt cieta ķermeņa profilu savai instrumenta trajektorijai.

Vispirms savā darba mapē atveriet *lejums_kermenis.emcam*. Šis fails jau satur nepieciešamo darba iestatīšanas informāciju, gala apstrādes instrumenta trajektoriju, urbšanas instrumenta trajektoriju, kura rupji apstrādās ID, un galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju, kura lieto izvirpošanas stieni, lai galīgi apstrādātu ID.



OD VIRKNĒŠANA RUPJĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAI

Virknēt lēmumu var būt grūtāk nekā vienkāršas virpojamās detaļas neregulāro formu dēļ. Šajā vingrinājumā uz detaļas tiks virknēts gandrīz pilnīgi viss OD. Pārējā sagataves daļa uz OD tiks apzīmēta nākamajā vingrinājumā.

Darbības

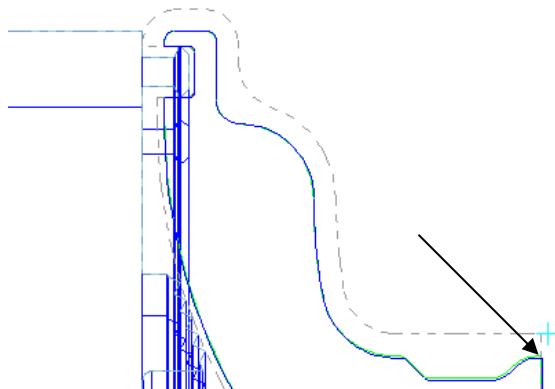
1. Palieliniet skatu detaļas augšējai daļai.
2. Izvēlieties **Lathe, Turning, Rough**. Uz **Chaining** loga iezīmējiet **C-plane**.



PADOMS

*Kad izvēlēts sākuma punkts, virknēšanas virziena bultiņām jābūt vērstām pa kreisi pēc tam. Ja tās ir vērstas pa labi, izvēlieties **Reverse** no izvēlnes, lai virknētu pretējā virzienā.*

3. Lai iestatītu virknes sākuma punktu, izvēlieties šķautni, kā tas parādīts nākamajā attēlā. Tā kā tiek izvēlēta ķermeņa šķautne, pie kursora būs redzama pievienota ikona.

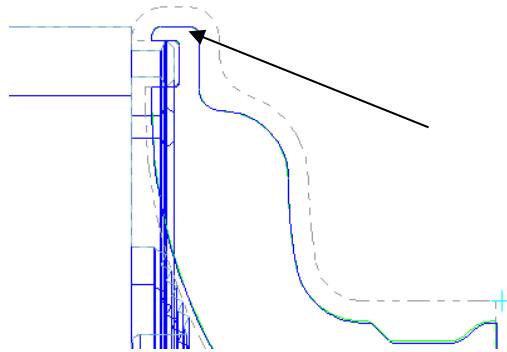





PADOMS

Neizvēlieties loku kreisajā augšējā detaļas stūrī. Virknei jābeidzas uz detaļas plakanās daļas.

4. Lai iestatītu virknēšanas beigu punktu, izvēlieties šķautni, kā parādīts nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties  uz **Chaining** loga. Atveras **Lathe Rough** dialoga logs.

Lathe Rough

Toolpath parameters | Rough parameters

Tool selection area:

- T0101 R0.8 OD ROUGH RIGHT - 80 DEG.
- T0202 R0.8 ROUGH FACE RIGHT - ...
- T0202 R0.8 OD ROUGH LEFT - ...
- T0303 R0.4 ID FINISH MIN. 20. DIA...

Show library tools Right-click for options

Select library tool... Tool Filter...

Axis Combination / Spindle Origin

Left/Upper
Spindle origin: Lathe upper left Z0.

Tool number: 4 Offset number: 4

Station number: 1 Tool Angle...

Feed rate: 0.2 mm/rev mm/min microns

Plunge Feed rate: 0.1 mm/rev mm/min microns

Spindle speed: 90 CSS RPM

Max. spindle speed: 10000 Coolant...

Home Position

X:125. Z:250. From Machine Define

Force tool change To batch

Comment:

Misc values... Stock Update... Ref point...

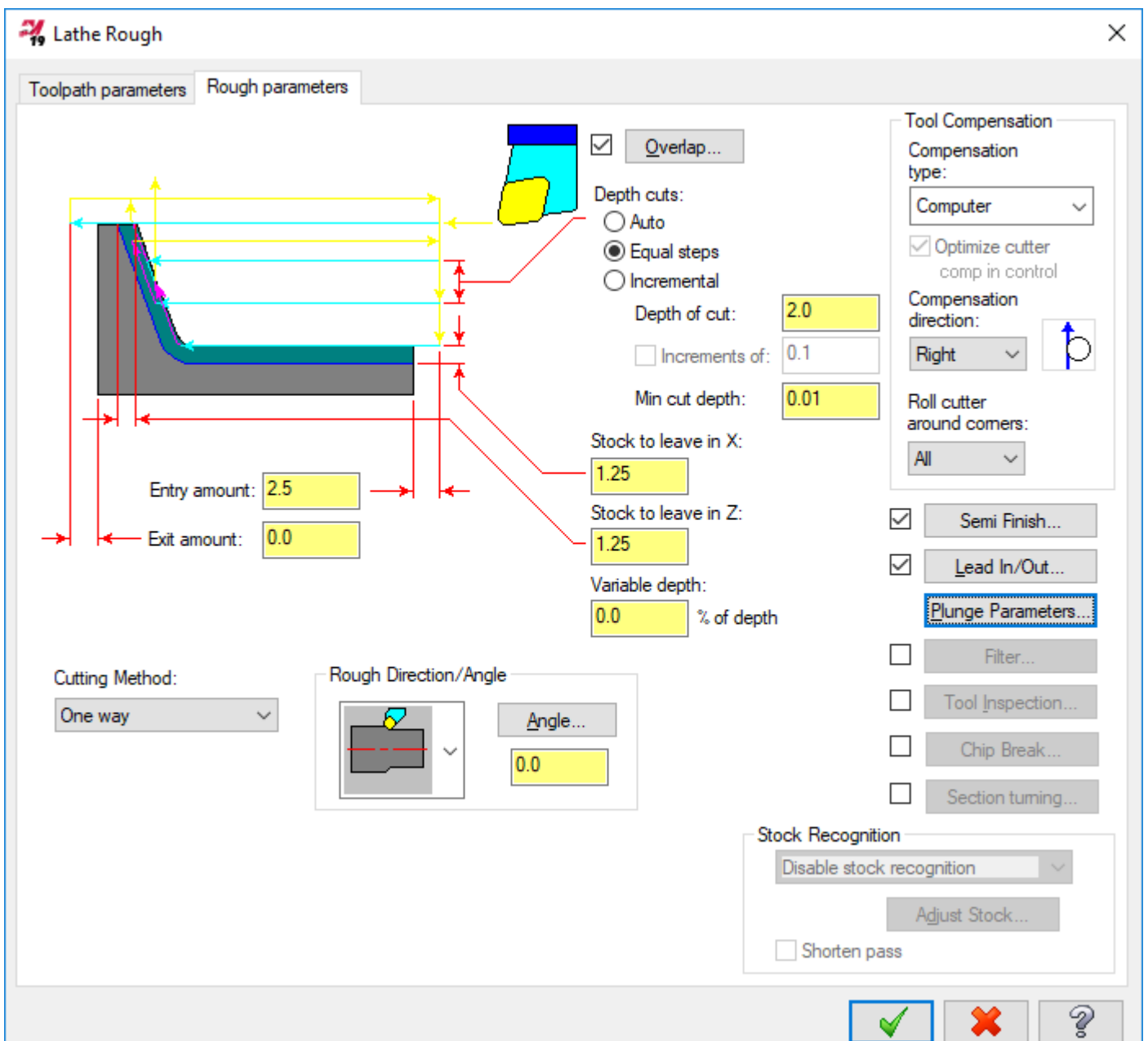
Tool Display... Canned Text...

RUPJĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA

Lai noteiktu katra griezuma sākumu, *Mastercam* rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai automātiski tiek izmantotas sagataves robežas. Tas padara instrumenta trajektoriju efektīvāku, samazinot laiku griešanai pa tukšo (pa gaisu).

Darbības

1. Izvēlieties **R0.8 OD Rough Right** griezni.
2. Izvēlieties **Rough parameters** pogu dialoga loga augšpusē.
3. Ievadiet **1.25** kā atstājamo sagataves slāni pa X asi.
4. Ievadiet **1.25** kā atstājamo sagataves slāni pa Z asi.



Lathe Rough

Toolpath parameters | **Rough parameters**

Overlap...

Depth cuts:
 Auto
 Equal steps
 Incremental

Depth of cut:

Increments of:

Min cut depth:

Stock to leave in X:

Stock to leave in Z:

Variable depth: % of depth

Entry amount:

Exit amount:

Cutting Method:

Rough Direction/Angle:

Angle...

Tool Compensation
 Compensation type:

Optimize cutter comp in control

Compensation direction:

Roll cutter around comers:

Semi Finish...

Lead In/Out...

Plunge Parameters...

Filter...

Tool Inspection...

Chip Break...

Section tuning...

Stock Recognition

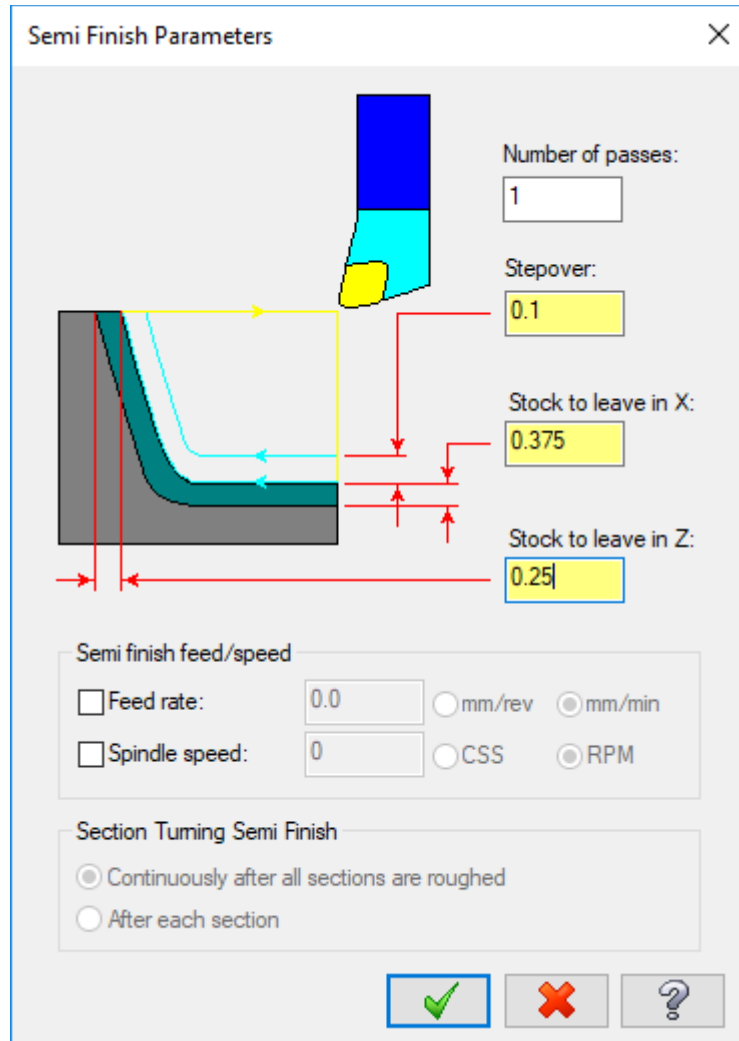
Shorten pass

5. Izvēlieties **Semi finish** iezīmju lauku un pogu. **Semi finish** veido galīgās apstrādes gājienu rupjās apstrādes operācijas beigās, lietojot rupjās apstrādes griezni un sagatavojot to galīgās apstrādes gājienam.

6. Ievadiet **0.375** kā atstājamo sagataves slāni pa X asi galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai.

7. Ievadiet **0.25** kā atstājamo sagataves slāni pa Z asi galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai.

Pēc parametru ievadīšanas **Semi finish Parameters** dialoga logam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

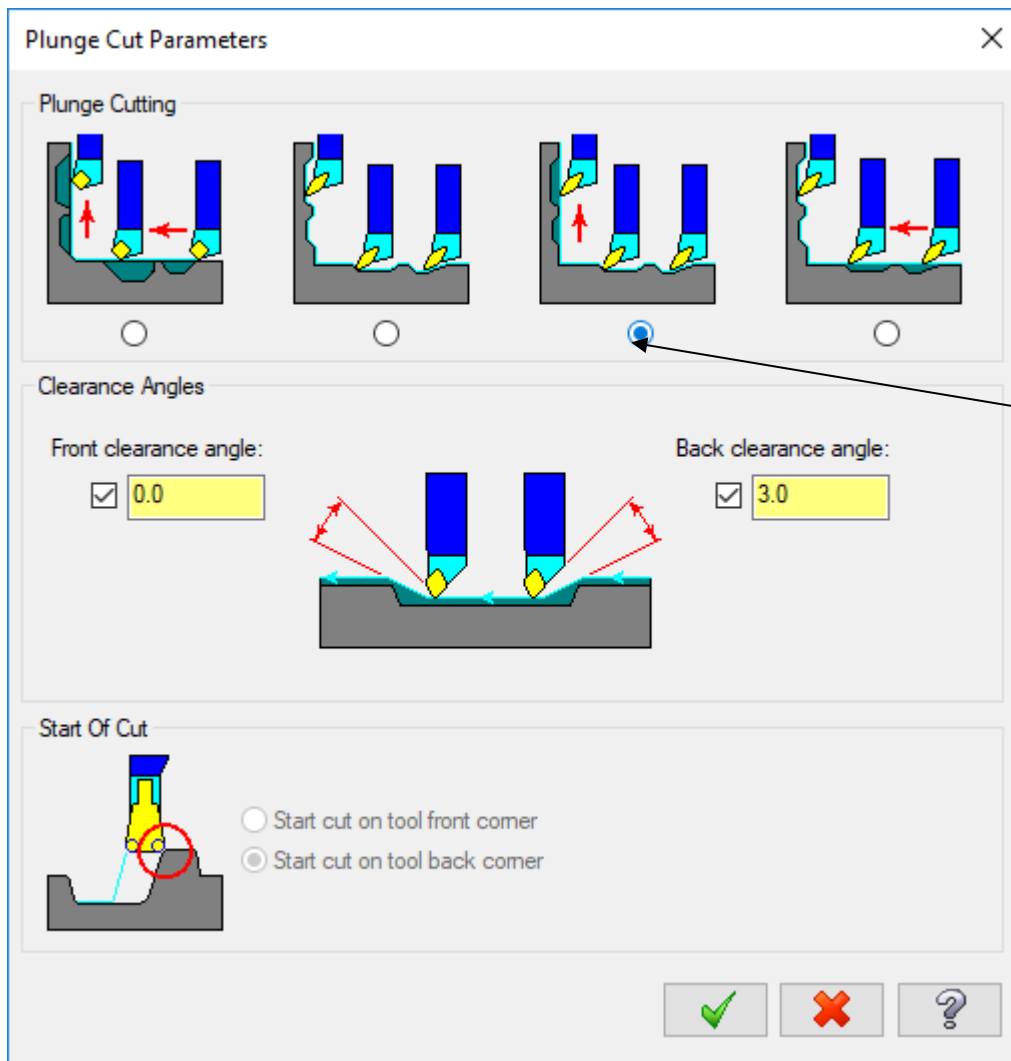



8. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Rough parameters** lauku.

9. Izvēlieties **Plunge Parameters** pogu.

10. Izvēlieties **Allow plunging in relief** variantu, kas parādīts nākamā attēla dialoga logā. Šis variants ļaus noņemt noteiktu materiāla slāni no OD iegrieztas rievās.

Piezīme. Ja kursoram ļauj apstāties dialoga loga augšpusē virs katra **Plunge Cutting** varianta, katra varianta apraksts parādās mazā baltā taisnstūrī.



11. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Rough parameters** lauku.

Noņemamā sagataves slāņa maiņa


Darbības

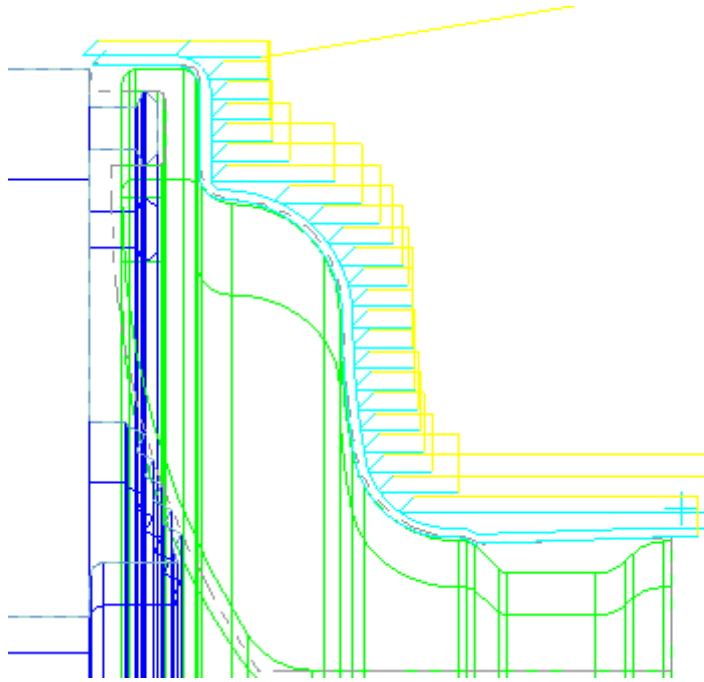
1. **Stock recognition** laukā ritiniet līdz **Use stock for outer boundary** dialoga logam apakšējā labajā stūrī.



PIEZĪME

Šajā instrumenta trajektorijā iespējams pielāgot tikai instrumenta trajektorijas beigas, jo šeit nav papildu sagataves materiāla, ko noņemt instrumenta trajektorijas sākumā. Sarkanbrūna "+" zīme iezīmē instrumenta trajektorijas beigas.

2. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



3. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiet failu kā *lejums_kermenis2.emcam*.

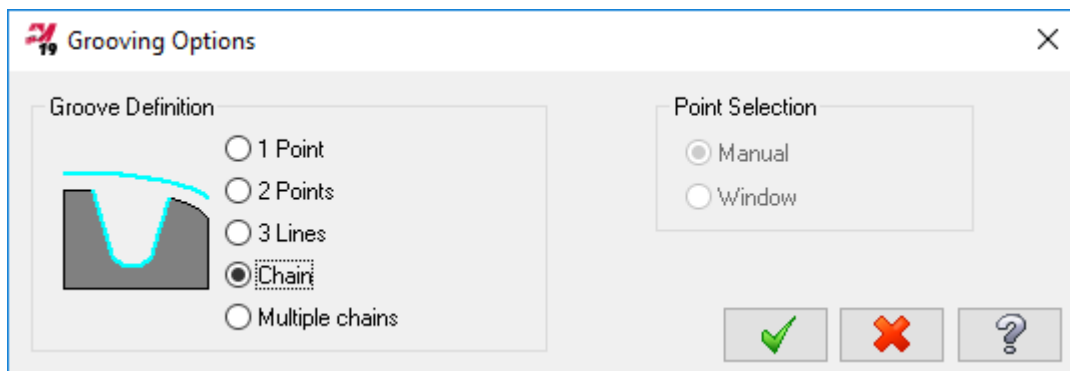
Rupjās apstrādes instrumenta trajektorija noņēma nedaudz materiāla no OD rievās, bet ne visu. Nākamajā vingrinājumā tiks veidota rievās instrumenta trajektorija, izmantojot atlikušās sagataves robežas, lai galīgi apstrādātu rievu.

RIEVAS NOTEIKŠANA, LIETOJOT VIRKNI

OD rievā netika pilnīgi iztīrīta ar rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju, jo rupjās apstrādes grieznis bija par lielu, lai iekļautos rievā. Jāizveido rievās apstrādes instrumenta trajektorija, lai rupji apstrādātu atlikušo materiālu. Tā kā rievā nav taisnstūra, jālieto ģeometrisko elementu virkne, lai noteiktu rievās formu tā vietā, lai izvēlētos punktus.

Darbības


1. Spiediet **[Alt + T]**, lai izslēgtu instrumenta trajektorijas attēlu rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai. Tas atvieglos rievās virknēšanu.
2. Izvēlieties **Lathe, Turning, Groove** no izvēlnes.
3. Izvēlieties **Chain** variantu no **Grooving Options** dialoga loga.





PADOMS

Kad izvēlēts sākuma punkts, virknes virziena bultiņām jābūt vērstām pa kreisi. Ja tās ir vērstas pa labi, izvēlieties **Reverse** no **Chaining** izvēlnes, lai mainītu virknes virzienu.

4. Izvēlieties .
5. Palieliniet skatu uz detaļas OD rievu.
6. Izvēlieties virknes sākuma punktu, kā parādīts nākamajā attēlā.



Piezīme. Pelēkās punktu svītru līnijas parāda atlikušās sagataves robežas.

7. Izvēlieties virknes gala punktu, kā parādīts nākamajā attēlā.



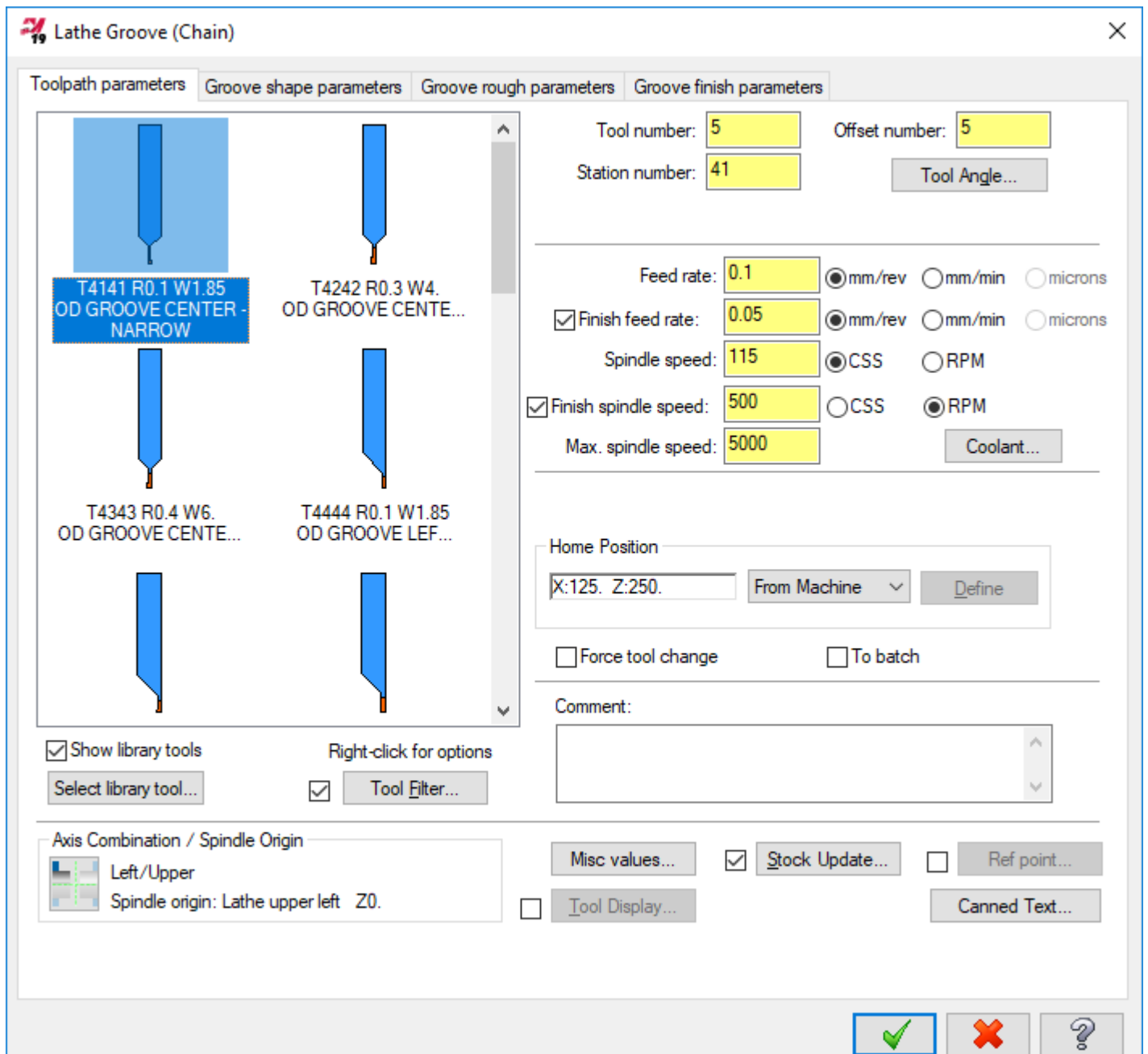
8. Izvēlieties , lai pabeigtu virkni. Atveras **Lathe Groove (Chain)** dialoga logs.

RIEVAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Šajā detaļā nav nepieciešams ievadīt kādu papildu informāciju par rievas formu. Forma ir automātiski paņemta no virknes.

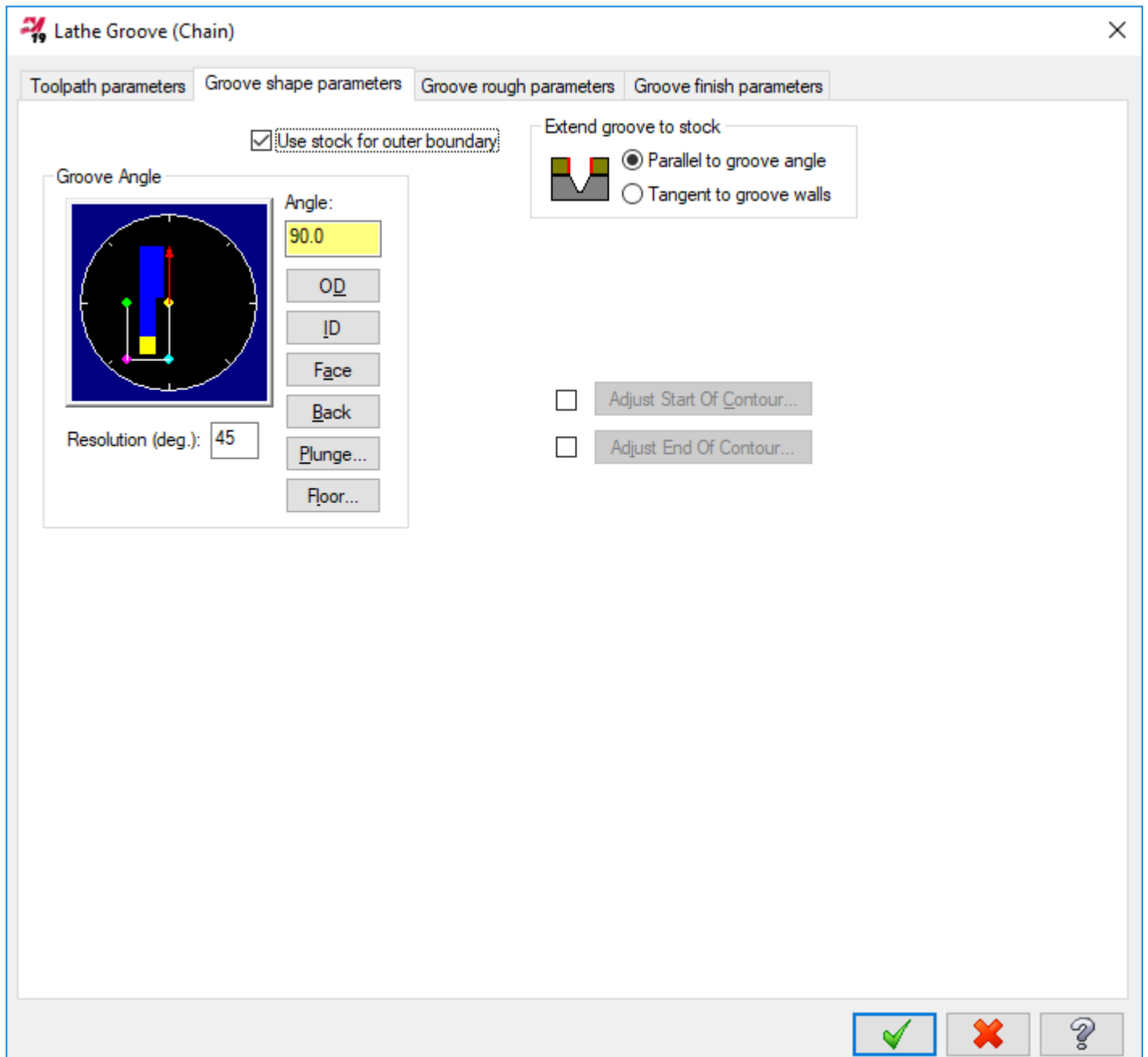
Darbības

1. Izvēlieties **R0.1 W1.85 OD Groove Center - Narrow** griezni.



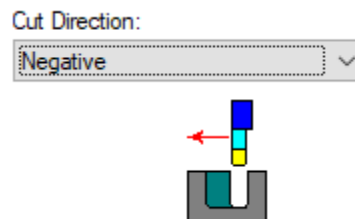
2. Izvēlieties **Groove shape parameters** pogu dialoga loga augšpusē
3. Izvēlieties **Use stock for outer boundary**. Šis variants izmanto sagataves robežu, lai aprēķinātu sākumu katram griezumam, kas samazina griežņa kustības.
4. Izvēlieties **Parallel to groove angle** kā metodi, ko lietot rievas iekšējās robežas pagarināšanai uz sagataves.

Pēc parametru ievadīšanas **Groove shape parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties **Groove rough parameters** pogu.

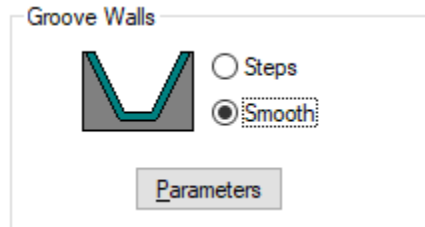
6. Dialoga loga augšpusē izvēlieties **Negative** kā **Cut Direction** (griezuma virzienu).



7. Ievadiet **0.375** kā atstājamo sagataves slāni pa X asi. Šis lielums sakrīt ar atlikušo sagataves slāni uz pārējā OD pēc rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas.

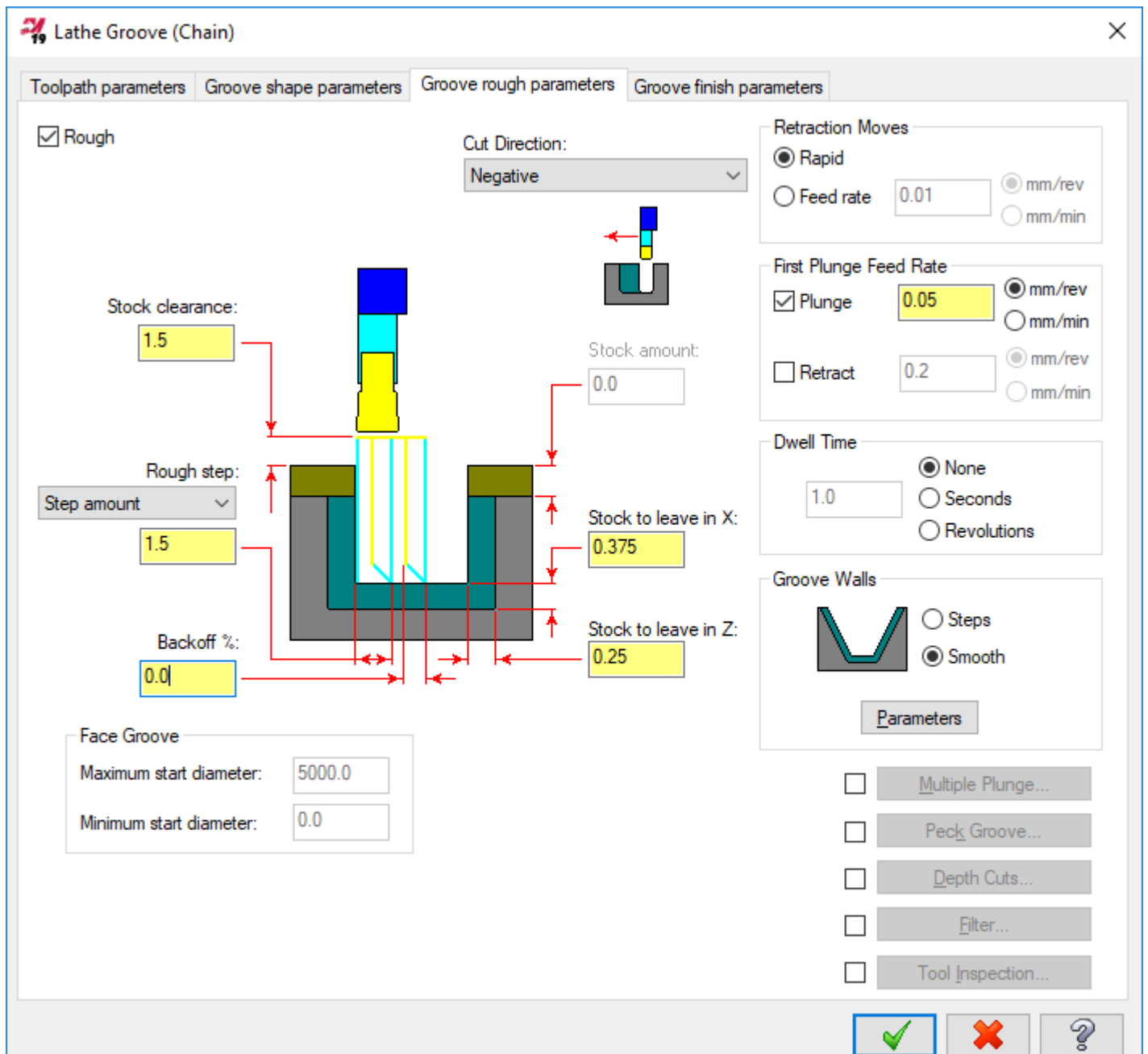
8. Ievadiet **0.25** kā atstājamo sagataves slāni pa Z asi. Šis lielums arī sakrīt ar atlikušo sagataves slāni uz pārējā OD pēc rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas.

9. Izvēlieties **Smooth** uz **Groove Walls** sekcijas dialoga logā, lai izveidotu līdzenu virsmu vēlākai galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai.




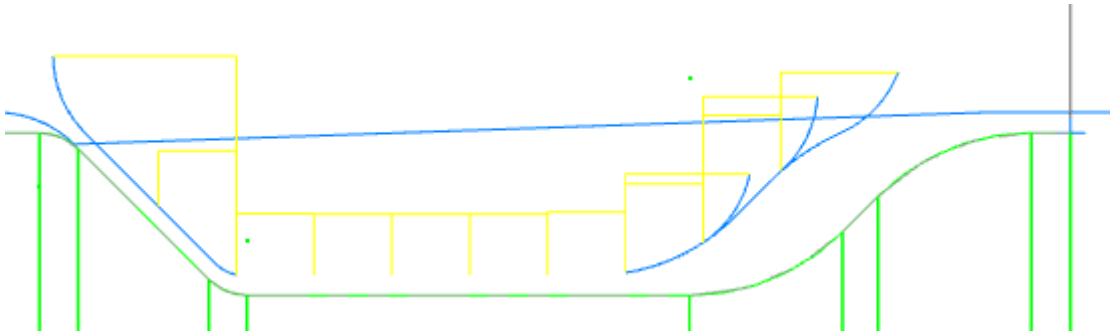
10. Izmainiet **Rough step** lielumu (pa kreisi) uz **1.5**.

Pēc parametru ievadišanas **Groove rough parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. Izvēlieties **Groove finish parameters** pogu un attīriet **Finish** iezīmju lauku. Rieva tiks galīgi apstrādāta nākamajā vingrinājumā.

12. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Rezultātam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Piezīme. Līdzīgi rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai, lai noteiktu sākumu katram griezumam, rievas instrumenta trajektorija automātiski lieto sagataves robežas.

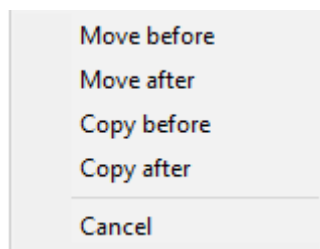
13. Saglabājiet failu.

GALĪGĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS KOPĒŠANA

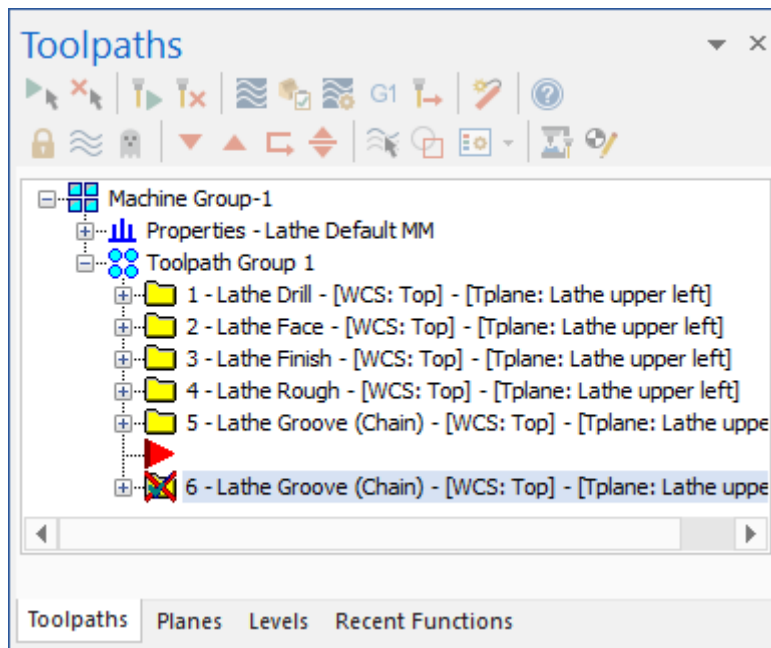
Kad OD ir rupji apstrādāts un materiāls ir noņemts no rievas, var veidot galīgās apstrādes instrumenta trajektoriju, lai no OD noņemtu nelielu daudzumu materiāla. Jāizveido kopija iepriekšējai galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai un tad jāiekopē virknes no rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas, kura tika izveidota OD VIRKNĒŠANA RUPJĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAI un RUPJĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA apakšnodaļās.

Darbības

1. Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu instrumenta trajektorijas attēlu rievas instrumenta trajektorijai.
2. Lietojot labo peles pogu, ieklikšķiniet operāciju pārvaldniekā un velciet **Lathe finish** instrumenta trajektoriju uz saraksta apakšu.
3. Kad atlaiž labo peles pogu, parādās izvēlne (skatieties nākamo attēlu). Izvēlieties **Copy after**.



Pēc tā uz operāciju pārvaldnieka parādās sešas instrumenta trajektorijas. Nepieciešams nokopēt rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai lietotās virknes un izmainīt dažus parametrus jaunajai galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai.

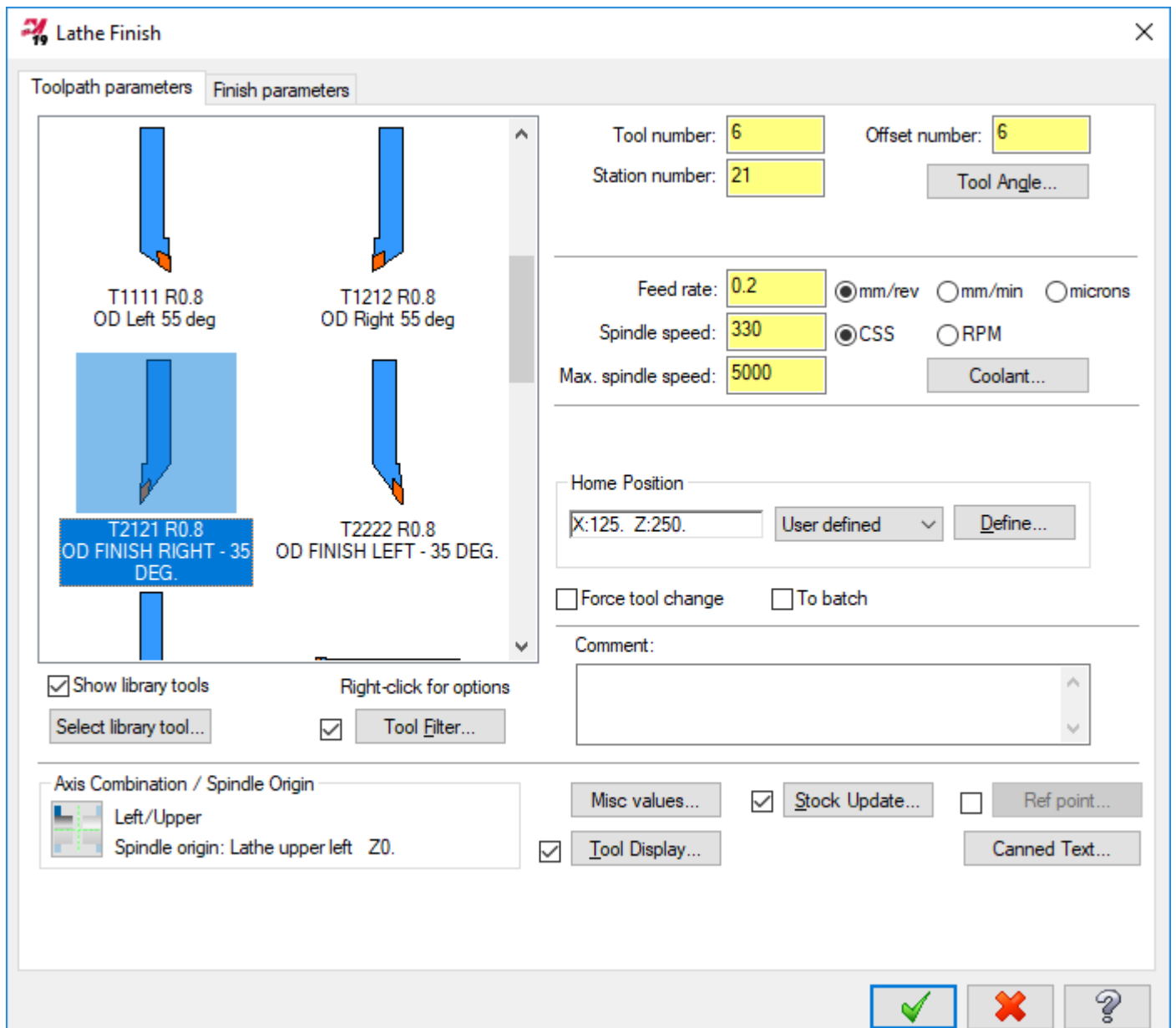


GALĪGĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA

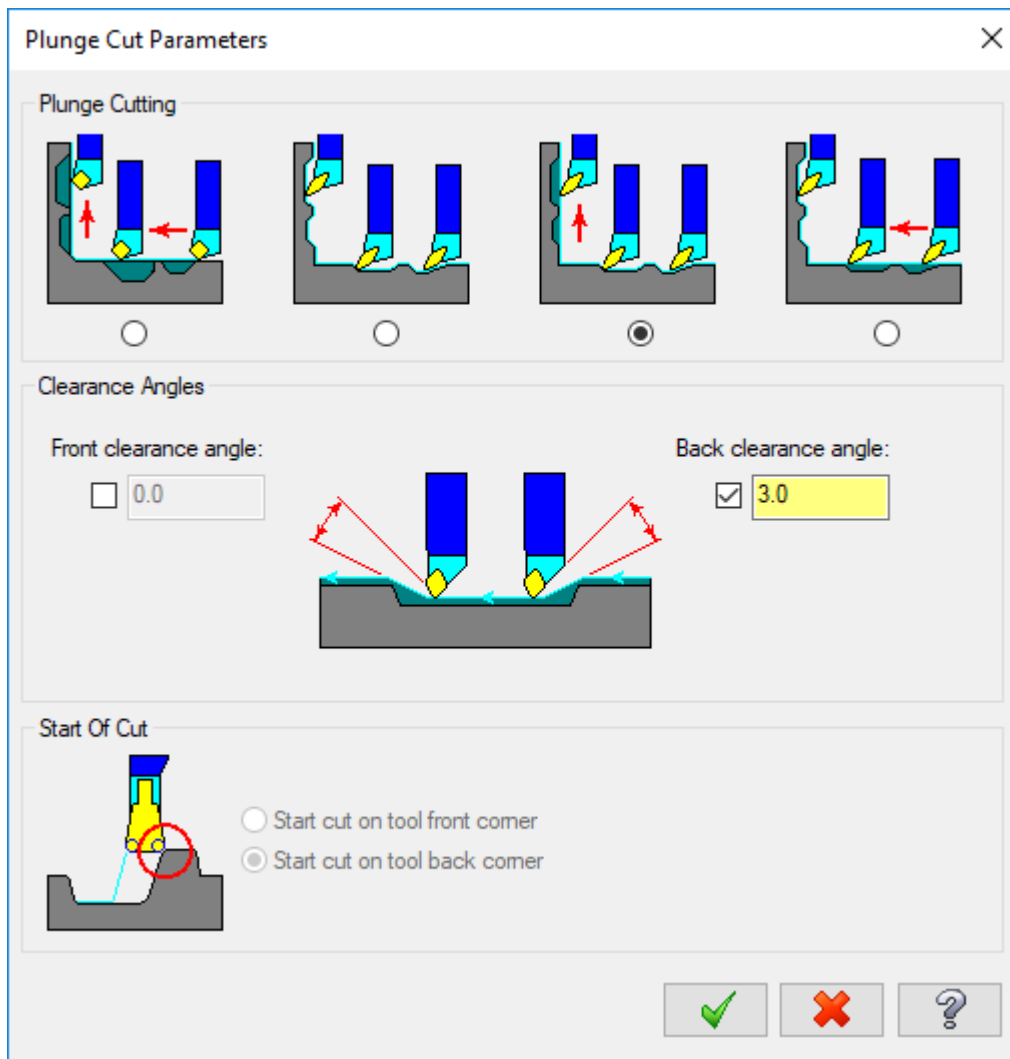
Daudzi parametri, kuri tiks iestatīti galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai, ir līdzīgi tiem, kurus iestatīja rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai. Un līdzīgi rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai arī galīgās apstrādes instrumenta trajektorija automātiski lietos sagataves robežas, lai noteiktu atvirzīšanās gājienus un padarītu iespējamu visefektīvāko instrumenta trajektoriju.

Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu uz nupat izveidotās galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas.
2. Izvēlieties **R0.8 OD finish Right - 35 Deg.** griezni.



3. Izvēlieties **Finish parameters** pogu dialoga loga augšpusē.
4. Ievadiet **0.25** kā galīgās apstrādes pakāpiena lielumu (**Finish stepover**).
5. Izvēlieties **Plunge Parameters** pogu.
6. Izvēlieties **Allow plunging in relief** variantu (skatīt nākamo dialoga logu). Šis variants ļaus galīgās apstrādes grieznim novākt materiālu no OD iegriezuma rievā.



7. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Finish parameters** lauka.

8. Izvēlieties , lai atgrieztos operāciju pārvaldniekā.

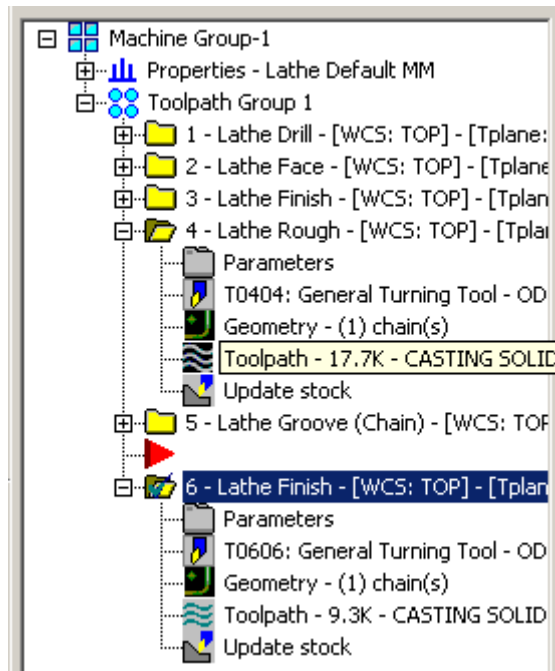
Virkņu kopēšana no rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas

Ģeometriju starp operācijām var kopēt tieši tāpat, kā tas tika darīts visā galīgās apstrādes operācijas laikā.

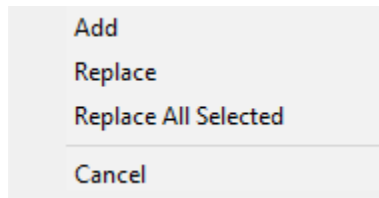
Darbības

1. Lietojot labo peles pogu, velciet **Geometry** ikonu no **Lathe Rough** instrumenta trajektorijas uz **Lathe Finish** instrumenta trajektoriju.

Piezīme. Šis variants var būt jau izvēlēts.

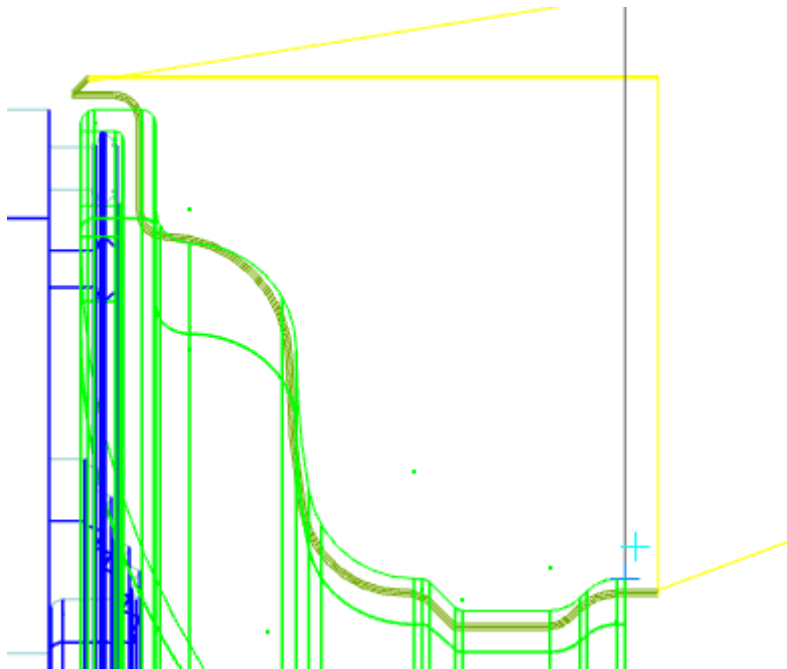


2. Kad labo peles pogu atlaiž, parādās nākamajā attēlā redzamā izvēlne. Izvēlieties **Replace**.



3. Izvēlieties jauno **Lathe Finish** instrumenta trajektoriju (sarakstā pēdējā) un **Regenerate all selected operations**, lai ietvertu parametru un ģeometrijas izmaiņas instrumenta trajektorijā.

4. Izvēlieties **[F1]**, lai pielāgotu detaļas augšējo pusi grafiskajam logam. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Saglabājiet failu.

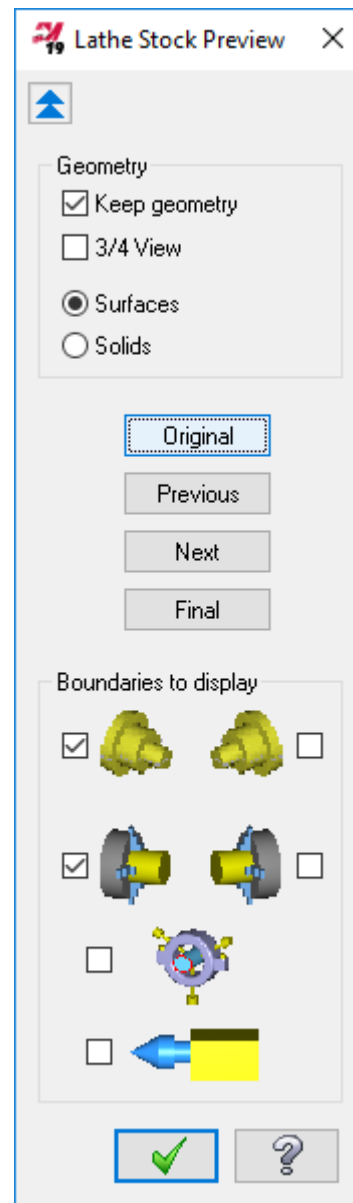
SAGATAVES MODEĻA APSKATE

Kad lējumam ir izveidotas rupjās apstrādes, rievas apstrādes un galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas, izmantojot **Stock View** funkciju, jāpārbauda visu instrumentu trajektorijas. Šī funkcija ļaus ātri apskatīt sagatavi, kad detaļa būs apstrādāta. Protams, detaļas robežas var saglabāt arī dažādos procesa etapos kā virsmas vai ķermeņus (ja ir *Mastercam Solids* licence).

Piezīme. Ar šo uzdevumu var strādāt, ja ir **Lathe Level 1. Stock View** funkcija nav pieejama ar **Lathe Entry**.

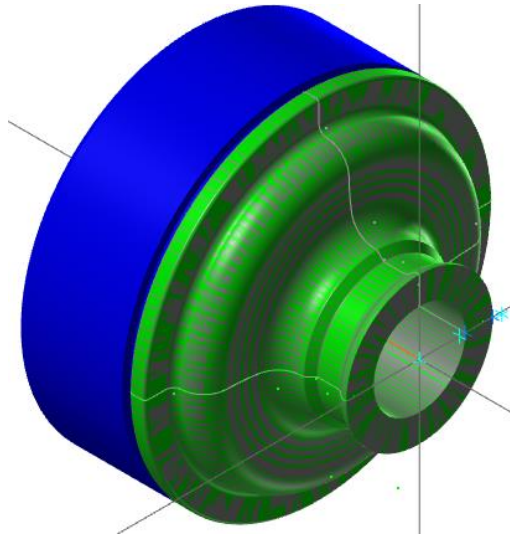
Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Isometric**, lai izmainītu grafisko skatu.
2. Nospiediet [**Alt + F1**], lai visu detaļu pielāgotu grafiskajam logam.
3. Operāciju pārvaldniekā ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Lathe Stock Preview**. Parādās **Lathe Stock Preview** izvēlne, un detaļa ir ieēnota grafiskajā logā. Paplašiniet šo logu, uzklikšķinot uz "egļītes" augšējā kreisā stūrī.



4. Izvēlieties **Boundaries to display** divās vietās – pa kreisi novietotai sagatavei (**Display Left stock**) un pa kreisi novietotajai patronai (**Display Left chuck**).
5. Izvēlieties **Surfaces** kā attēlojamās ģeometrijas tipu un **Keep Geometry** kā attēla tipu.

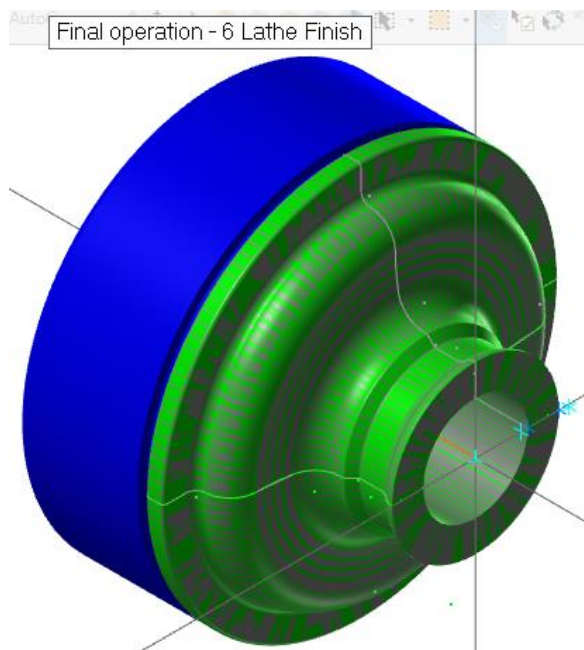
6. Izvēlieties **Original**, lai redzētu sagatavi tādu, kāda tā bija sākumā pirms jebkuras instrumenta trajektorijas izmantošanas.



7. Izvēlieties **Next**, lai aplūkotu pirmo instrumenta trajektoriju. Instrumenta trajektorijas nosaukums parādās uzaicinājuma laukā ekrāna augšā.

8. Izvēlieties **Next** atkārtoti, lai cikliski ietu cauri visu instrumentu trajektorijām. Pēc galīgās apstrādes operācijas beigām sagatave izskatās kā nākamajā attēlā.

Piezīme. **Solids** variants ir pieejams tikai tad, ja Jums ir *Mastercam Solids* licence.



9. Izvēlieties , lai aizvērtu dialoga logu un atgrieztos uz operāciju pārvaldnieku.

Šajā praktiskajā darbā apgūvāt, kā lietot instrumenta trajektoriju virkni, lai apstrādātu detaļas, kas nesākas no cilindriskā stieņa sagataves. Nākamajā praktiskajā darbā arī būs jālieto instrumenta trajektoriju virkne, varēsiet apgūt, kā tās izmantot detaļas apstrādei uz karuseļvirpas (**vertical turret lathe** – VTL).

11. PRAKTISKAIS DARBS – APSTRĀDE UZ KARUSEĻVIRPAS

Darba mērķis	Apgūt virpošanas operāciju izveidi un programmēšanu karuseļvirpām.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Darba parametru iestatījumu pārbaude. ▪ Gala virsmas apstrādes instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana. ▪ OD virknēšana. ▪ Ātrās rupjās apstrādes parametru ievadīšana. ▪ Ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas maiņa. ▪ Ātrās gludās apstrādes parametru ievadīšana. ▪ Ātrās gludās apstrādes instrumenta trajektorijas maiņa, izmantojot līmeņus (Levels).
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot apstrādes operācijas uz karuseļvirpas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests6.emcam</i> apstrādāt iekšējo virsmu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

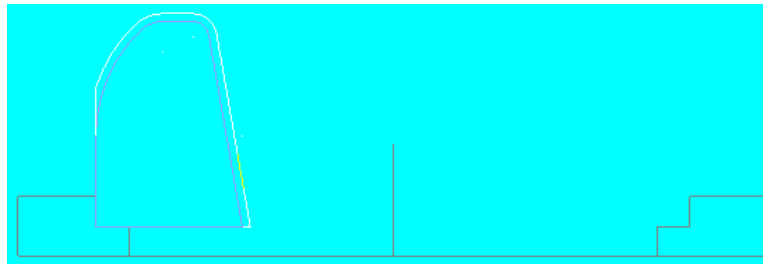
Kāds ir instrumenta padeves virziens uz karuseļvirpas?

DARBA GAITA

Karuseļvirpu (*vertical turret lathe – VTL*) izmanto lielu, cilindrisku detaļu apstrādei, kuras ir pārāk lielas, lai tās varētu virpot uz mašīnas ar horizontālu asi. Šīs mašīnas bieži lieto lidmašīnu detaļām aviācijas rūpniecībā. Tāpat kā horizontālajām virpām arī šeit jāizmanto instrumenta trajektoriju virkne, lai rupji un gludi apstrādātu detaļu līdz tās galīgajai formai.

Šajā praktiskajā darbā tiks apstrādāta gala virsma, izmantojot VTL daļu izvietošanu, uz detaļas rupji un gludi tiks apstrādāts OD un ID.

Vispirms sava darba mapē atveriet *vert_revolv_virpa.emcam*. Šī detaļa ir ķermeņa modelis, kas jau satur visu nepieciešamo darba iestatījuma informāciju, un ir pareizi vertikāli novietota. Atverot detaļu, var redzēt tikai stieplu rāmja ģeometriju, uz kuras balstās ķermenis, un patronas (**Chuck**) skici.

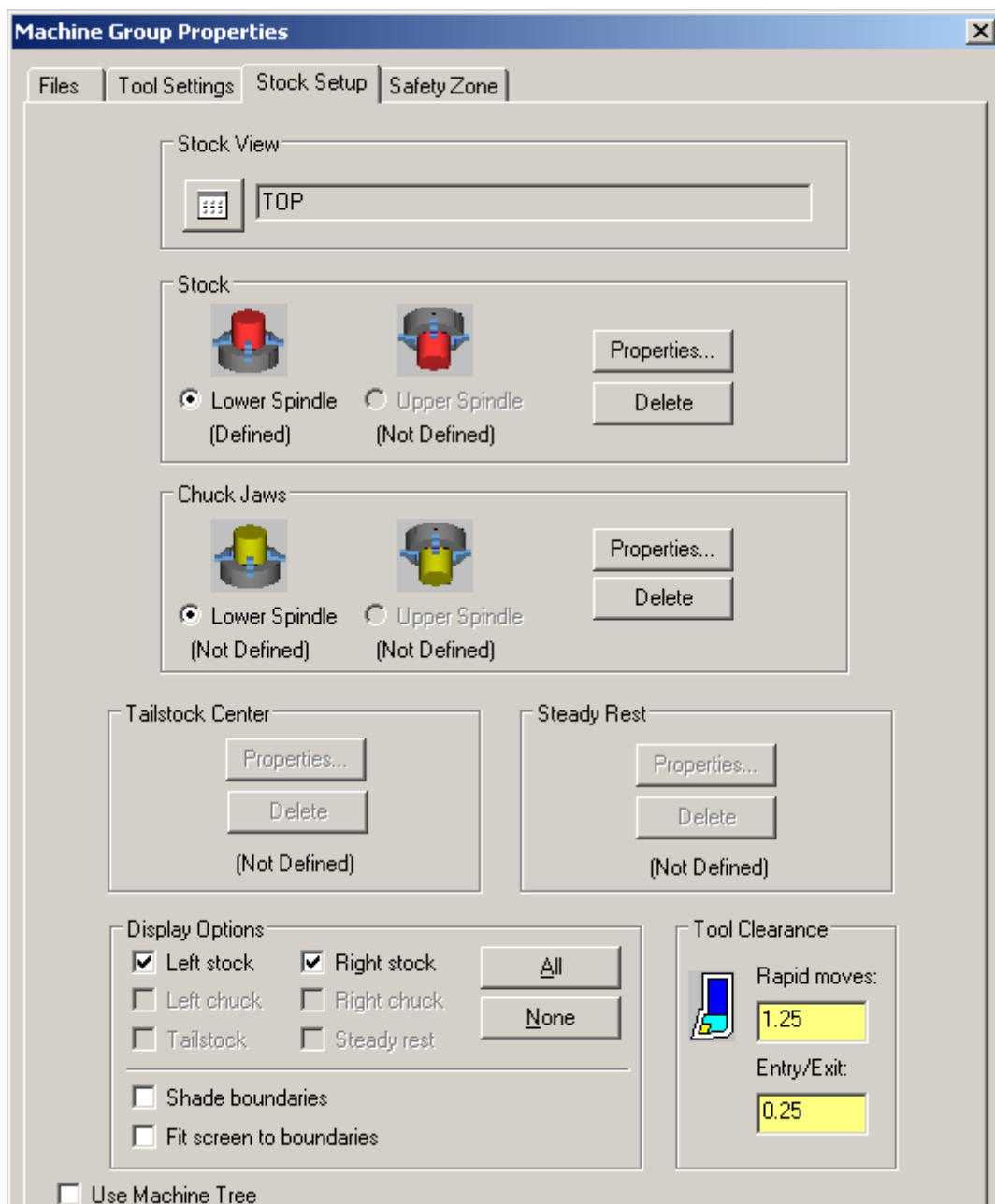


DARBA PARAMETRU IESTATĪJUMU PĀRBAUDE

Tiek apstiprināts, ka VTL variants šai detaļai ir ieslēgts.

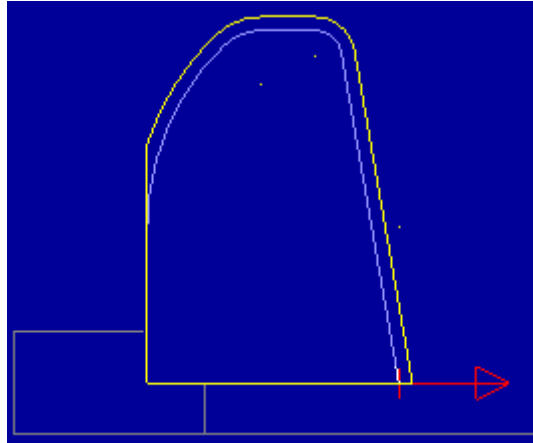
1. darbība

Izvēlieties **Machine Type, Lathe, MULTIAXIS-VTL-MCAM.LMD**. Operāciju pārvaldniekā atveriet **Properties** un izvēlieties **Stock Setup**.




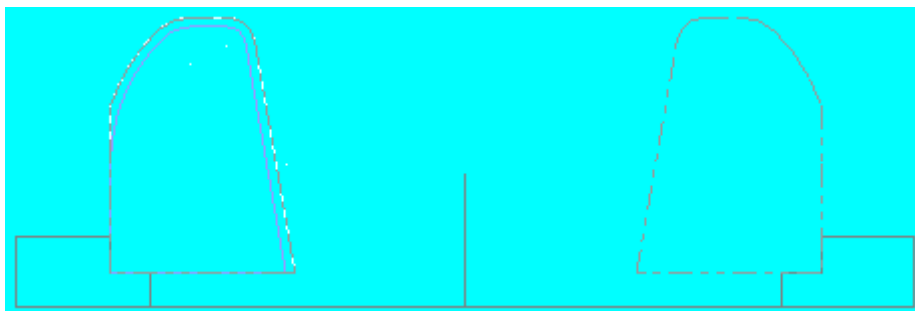
2. darbība

Stock laukā izvēlieties **Properties**. Atveras **Machine Component Manager** logs. Izvēlieties **Revolve** blakus **Geometry**. Izvēlieties **Select Geometry**, iezīmējiet sagatavi, klikšķinot uz zaļās kontūras secīgi pa posmiem, tā maina krāsu uz dzeltenu kā nākamajā attēlā.



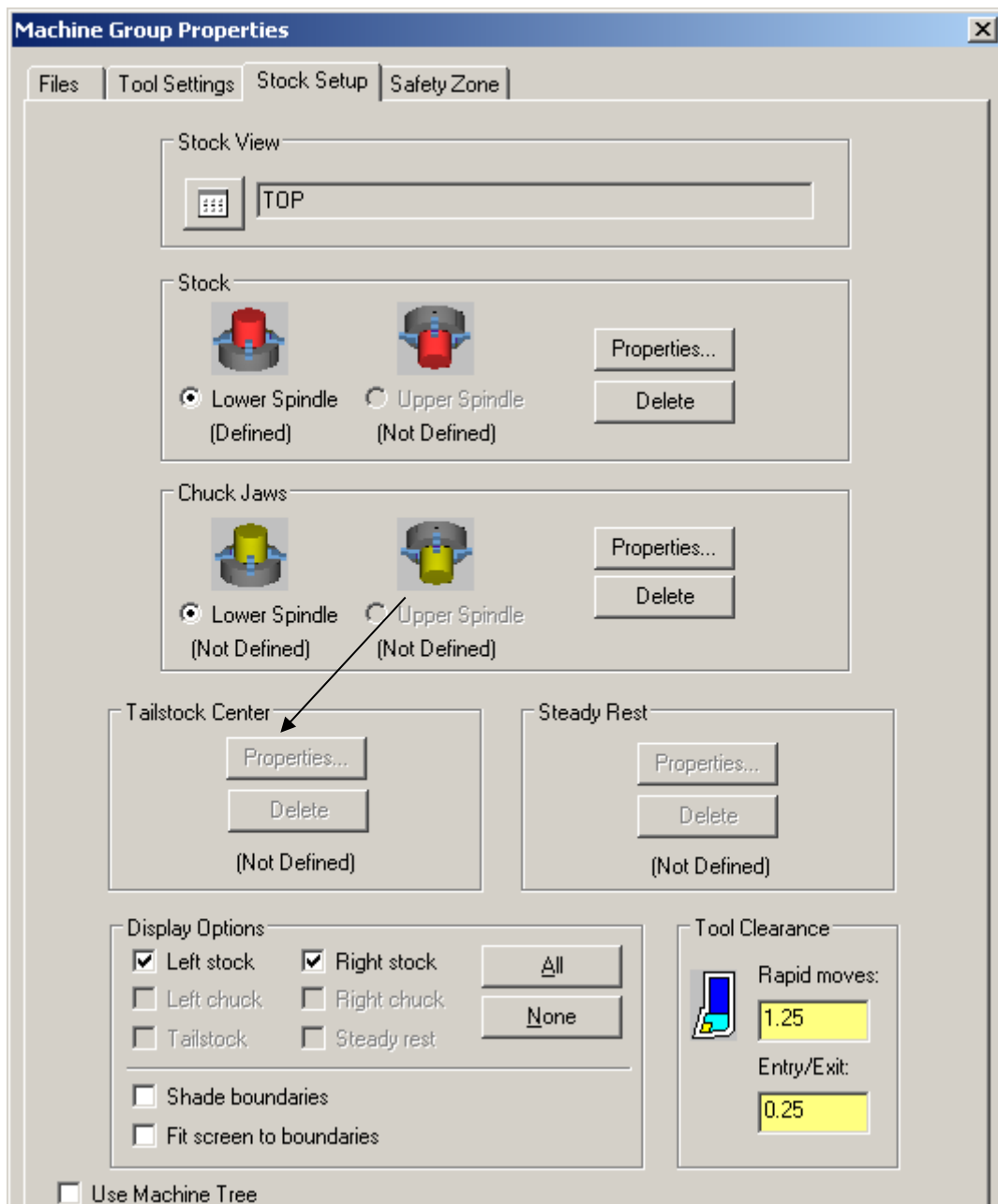
3. darbība

Klikšķiniet  trīs reizes secīgos logos. Tiek iegūts sagataves attēls.



4. darbība

Pārliecinieties, ka **Chuck Jaws** sadaļā ir izvēlēts **Lower Spindle** variants (skatīt nākamo attēlu).



5. darbība

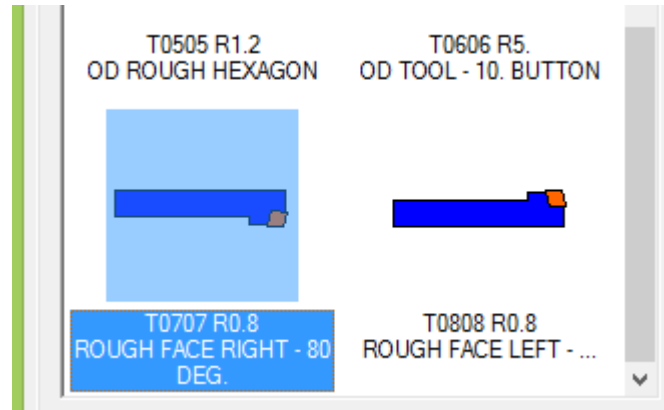
Lai aizvērtu **Machine Group Properties** dialoga lauku, izvēlieties .

GALA VIRSMAS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Tāpat kā horizontālajai virpai, arī VTL detaļai viena no pirmajām instrumenta trajektorijām ir tā, kura veidos līdzenu un tīru virsmu uz gala virsmas. To var izdarīt, veidojot gala virsmas apstrādes instrumenta trajektoriju.

Darbības

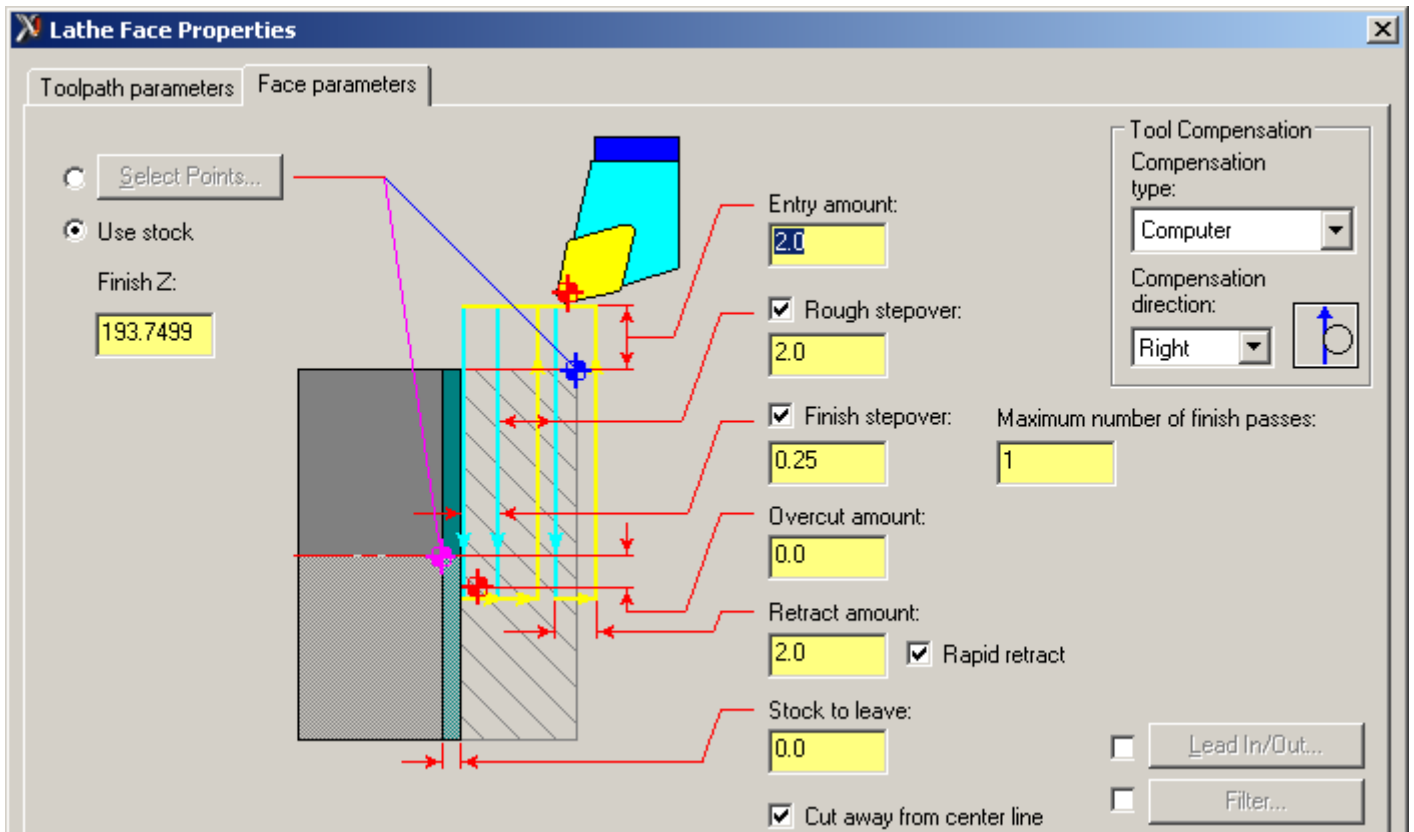
1. Izvēlieties **Toolpaths, Face**.
2. Izvēlieties **R0.8 Rough Face Right - 80 DEG** instrumentu.




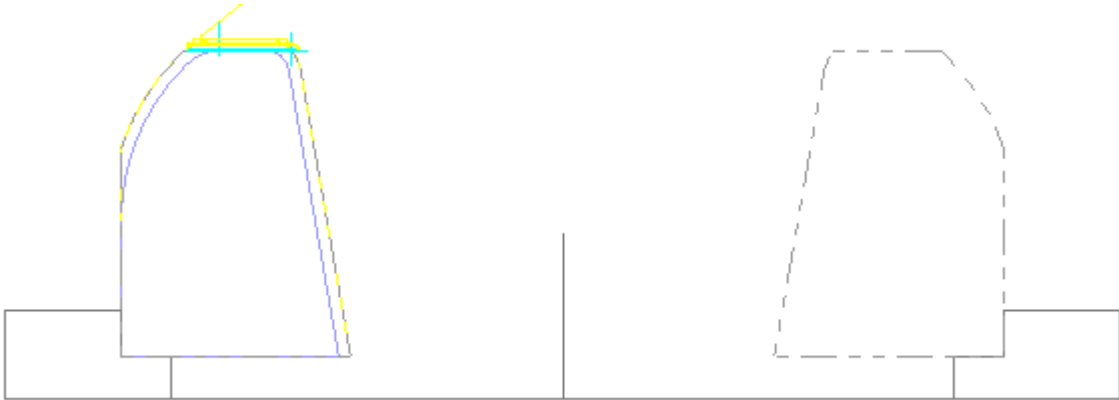
Gala virsmas parametru ievadišana

Darbības

1. Izvēlieties **Face parameters** pogu dialoga lauka augšpusē.
2. Ievadiet **193.7499 Finish Z** vērtībai, lai iestatītu, kur Z asī gala virsmas apstrādes instrumenta trajektorija apstājas.
3. Izvēlieties **Rough stepover** iezīmju lauku, lai aktivizētu noklusējuma vērtību par to, cik daudz sagataves materiāla ir noņemts katrā rupjās apstrādes gājienā.
4. Ievadiet **0.25** kā **Finish stepover**, lai noteiktu, cik daudz sagataves ir noņemts katrā gludās apstrādes gājienā.
5. Pēc visu parametru ievadīšanas **Face parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



6. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Gala virsmas apstrādes instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



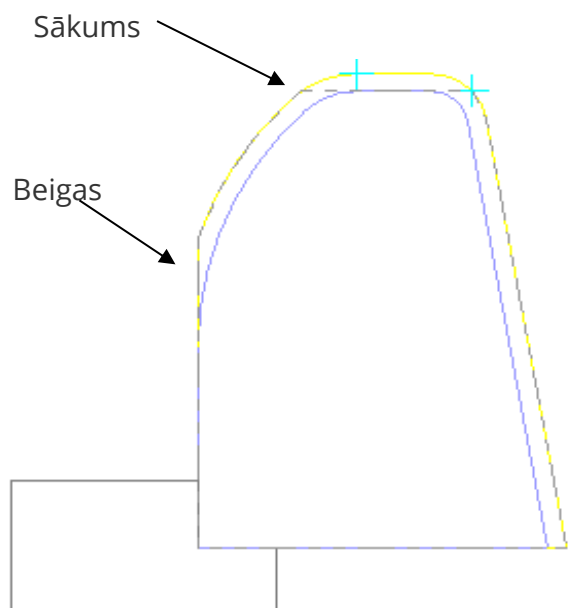
7. Izvēlieties **File, Save** un saglabāiet failu kā *vert_revplv_virpa2.emcam*.

OD VIRKNĒŠANA

Šajā vingrinājumā tiks virknēta OD ģeometrija. ID ģeometrijai vajadzīga citāda instrumenta trajektorija, jo jāizmanto atšķirīga tipa instruments. ID ģeometrija tiks aplūkota vingrinājumā "Ātrās rupjās apstrādes parametru ievadīšana".

Darbības

1. Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu instrumenta trajektorijas attēlojumu gala virsmas apstrādes instrumenta trajektorijai. Tas atvieglos virknes izvēli.
2. Palieliniet detaļas kreisās puses skatu.
3. Izvēlieties **Toolpaths, Quick Rough** no izvēlnes.
4. Izvēlieties virknes sākuma un beigu punktus (skatīt nākamo attēlu), lai pabeigtu virkni.



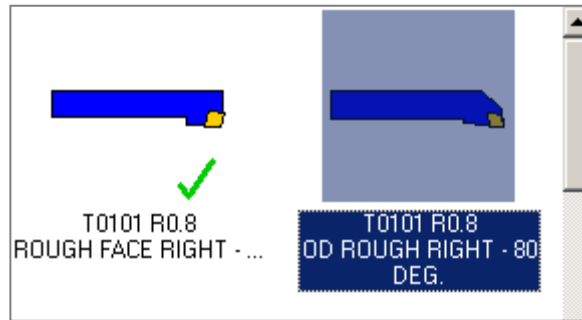
5. Izvēlieties **Done**. Atveras **Lathe Quick Rough** dialoga lauks.

ĀTRĀS RUPJĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA

Arī šeit, tāpat kā vingrinājumā “Gala virsmas apstrādes instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana”, var redzēt, ka instrumenta trajektorija ir pagriezta par 90 grādiem, lai pielāgotu VTL novietojumam. Ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorija, aprēķinot katra griezuma sākumu, var ņemt vērā arī sagataves robežu.

Darbības

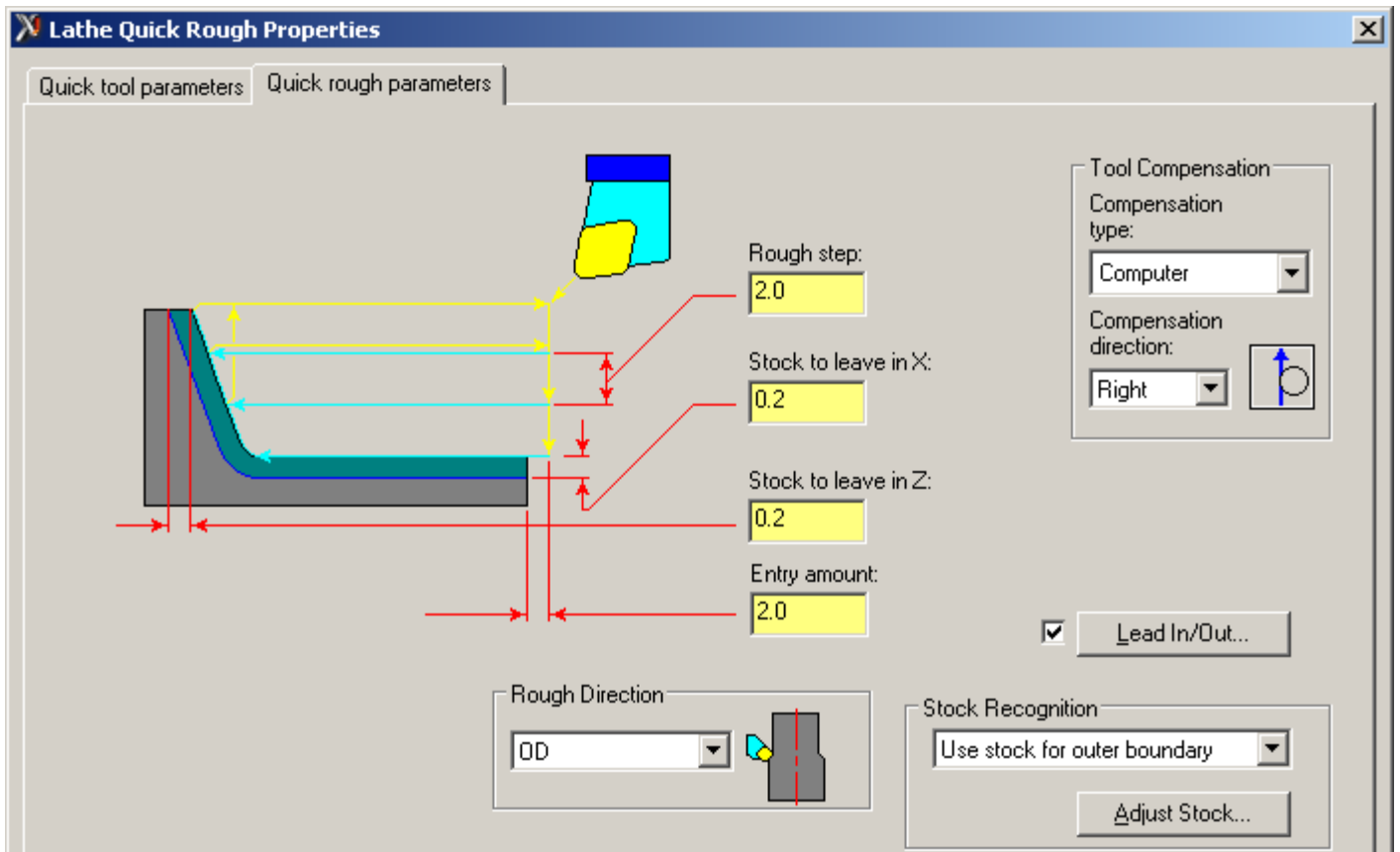
1. Izvēlieties **R0.8 OD Rough Right** instrumentu.



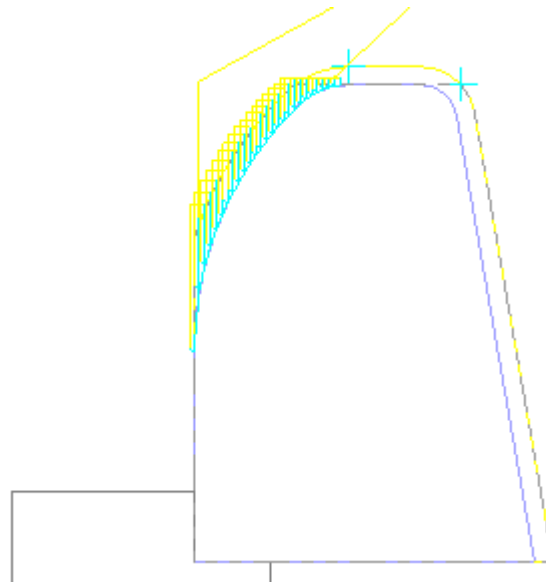
PADOMS

Šajā vingrinājumā tiek lietotas noklusējuma vērtības. Izmantojiet nākamajā attēlā doto dialoga lauku, lai pārbaudītu savus iestatījumus, un veiciet nepieciešamās korekcijas.

2. Izvēlieties **Quick rough parameters** pogu dialoga lauka augšpusē, lai pārbaudītu ātrās rupjās apstrādes parametrus.



3. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



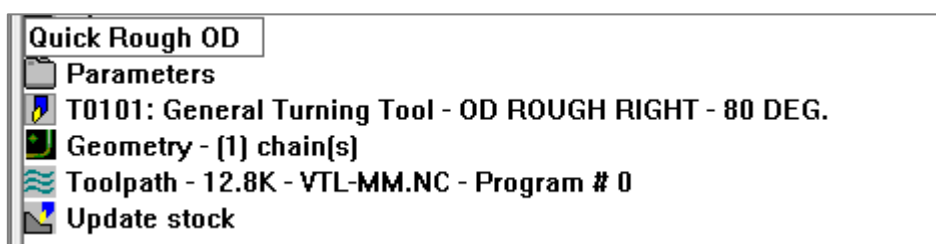
4. Saglabājiet failu.

ĀTRĀS RUPJĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS IZMAIŅAS

Tā vietā, lai no sākuma vēlreiz uz ID veidotu citu rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju, nokopējiet vingrinājumā "Gala virsmas apstrādes instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana" izveidoto ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju un izmainiet virknes un griežņa informāciju.

Darbības

1. Vienu reizi uzklikšķiniet uz **Lathe Quick Rough** instrumenta trajektorijas apraksta, lai mainītu operācijas nosaukumu. Operācijas vārds parādās ierāmētā taisnstūrī. Ierakstiet **Quick Rough OD**, lai norādītu, ka šī operācija ir detaļas OD.

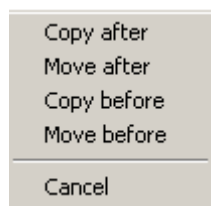


2. Nospiediet [Enter], lai operācijas vārdam pievienotu komentāru.

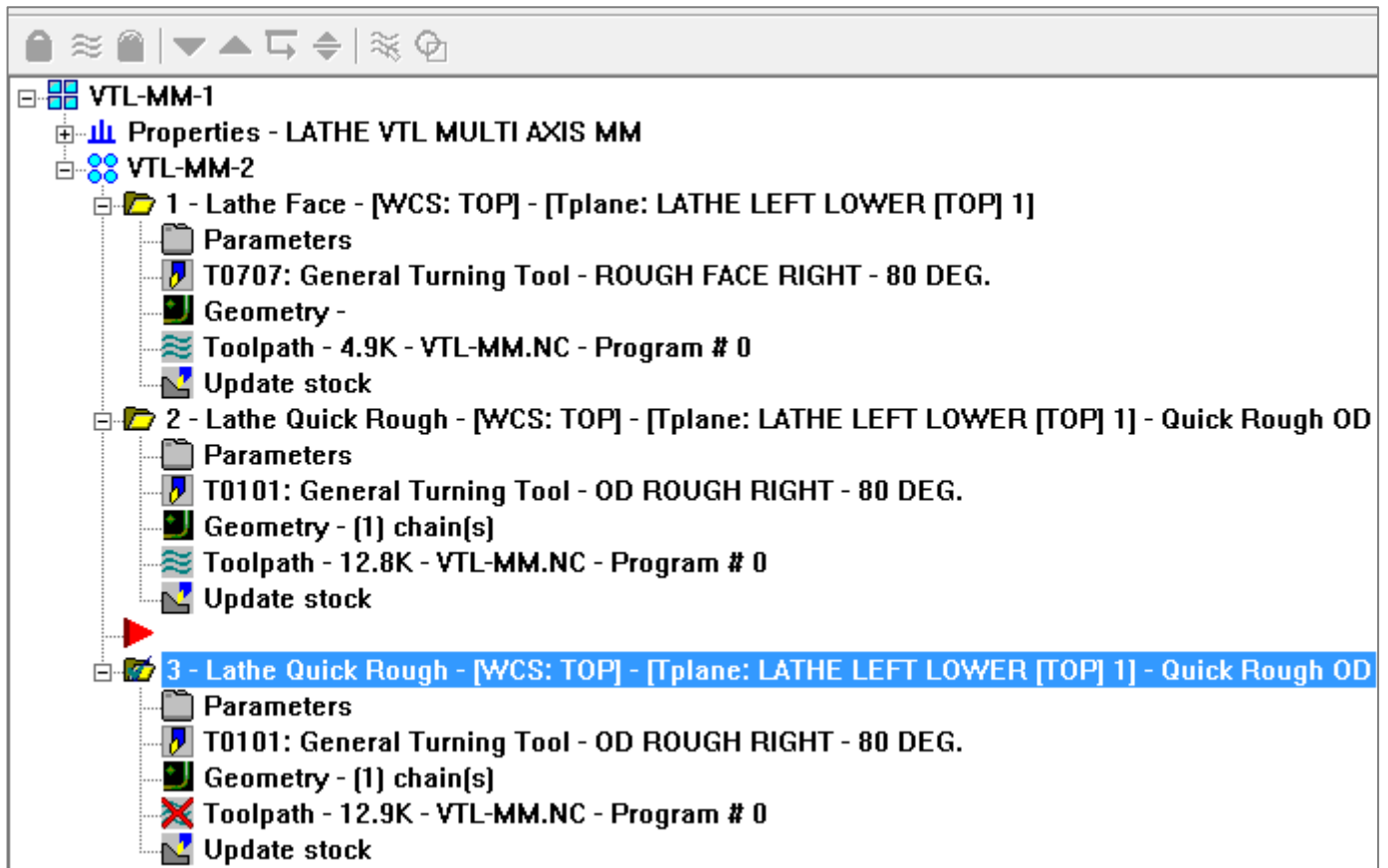


3. Lietojiet labo peles pogu un aizvelciet **Lathe Quick Rough** instrumenta trajektoriju uz saraksta apakšu.

4. Atlaižot labo peles pogu, parādās nākamajā attēlā redzamā izvēlne. Izvēlieties **Copy after**.



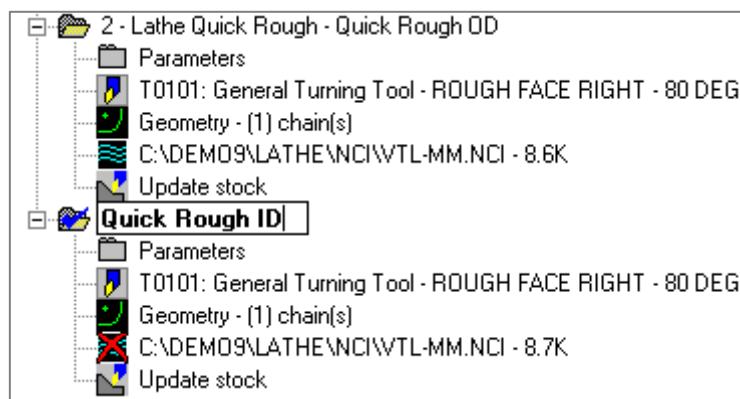
Operāciju pārvaldniekā tagad attēlotas trīs instrumentu trajektorijas. Sarkanais X norāda, ka atkārtoti ir jāģenerē jaunā ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorija. Pirms atkārtotas ģenerēšanas mainiet operācijas aprakstu, izvēlieties jaunu ģeometriju un instrumenta trajektorijai mainiet instrumentu.



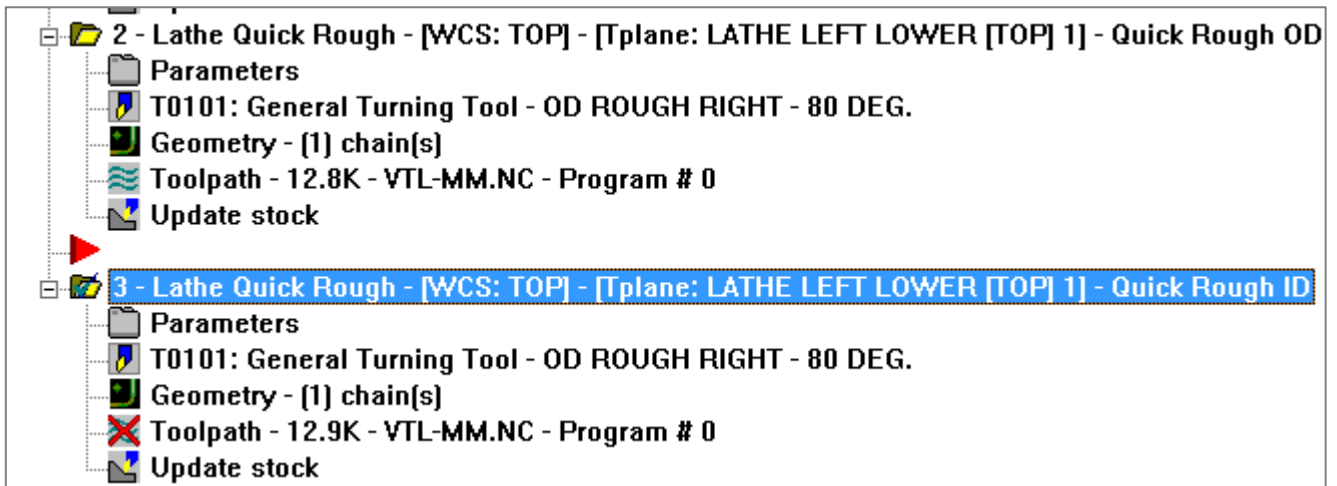
Operācijas apraksta maiņa

Darbības

1. Vienu reizi operāciju pārvaldniekā uzklikšķiniet uz **Lathe Quick Rough** otrās instrumenta trajektorijas. Ap operācijas nosaukumu parādās taisnstūris. Ierakstiet **Quick Rough ID**, lai norādītu, ka jaunā operācija ir detaļas ID.



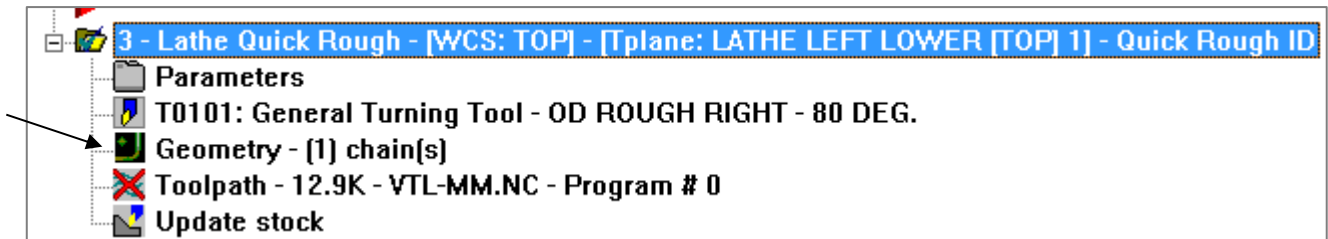
2. Nospied **[Enter]**, lai operācijas nosaukumam pievienotu komentāru. Komentārs skaidri identificē OD un ID ātrās rupjās apstrādes instrumentu trajektorijas.



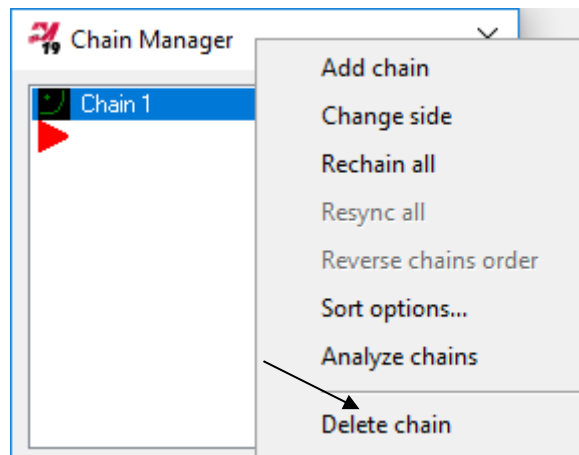
ID virknēšana

Darbības

1. Izvēlieties **Geometry** ikonu blakus ID ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai.

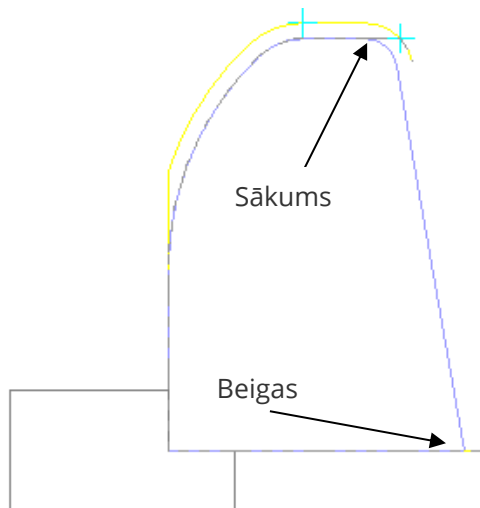


2. Uzklīkšķiniet labo peles pogu uz virkni, kas parādās **Chain Manager** dialoga logā, un izvēlieties **Delete chain**.




3. Uzklīkšķiniet labo peles pogu vēlreiz un spiediet **Add chain**, lai izvēlētos jaunu virkni.

4. Izvēlieties virknes sākuma un beigu punktus (skatīt nākamo attēlu), lai pabeigtu virkni.



5. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Chain Manager**.

6. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieku.

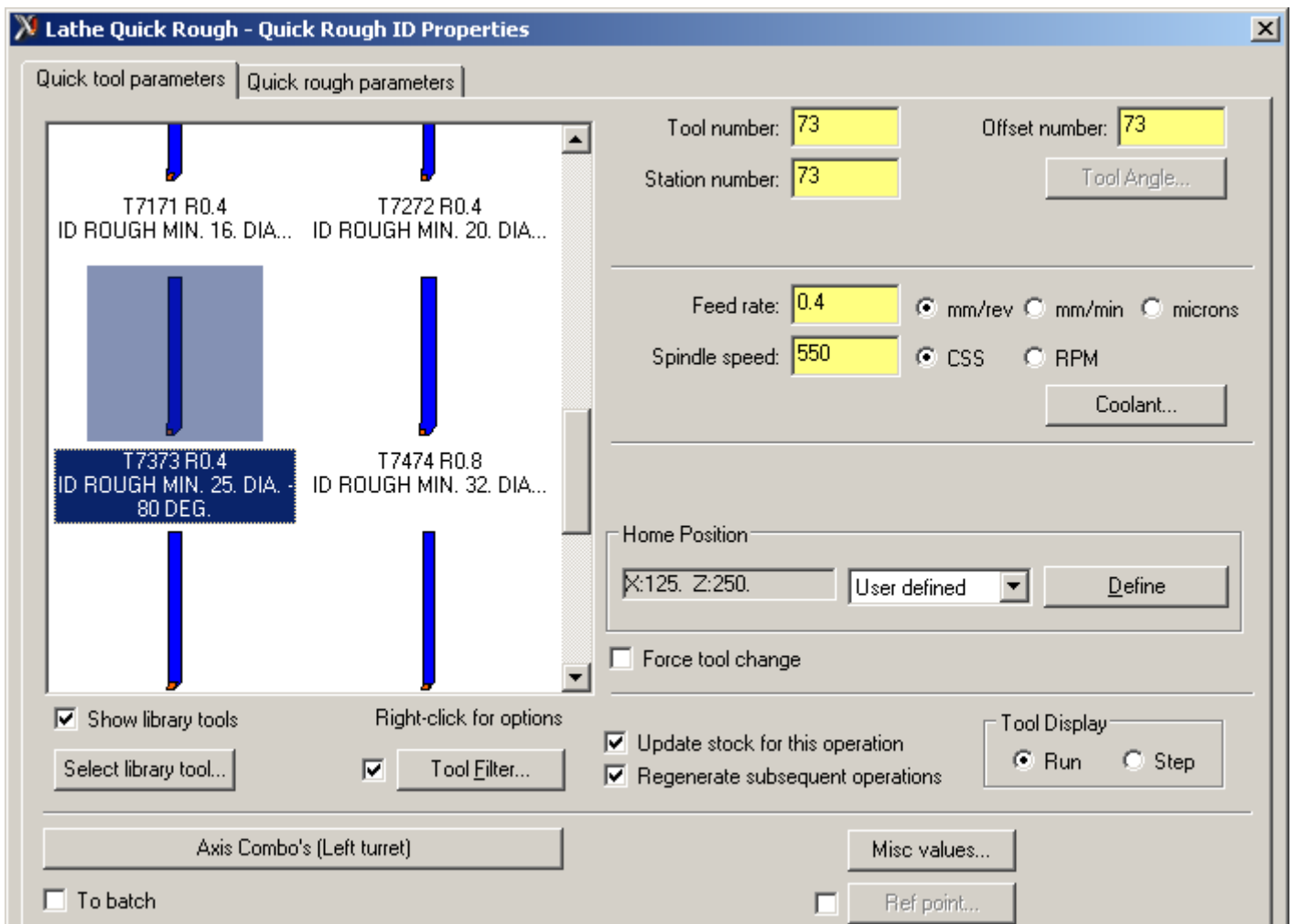
ID griežņa izvēle

Darbības


1. Izvēlieties **Parameters** ikonu ID ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai.



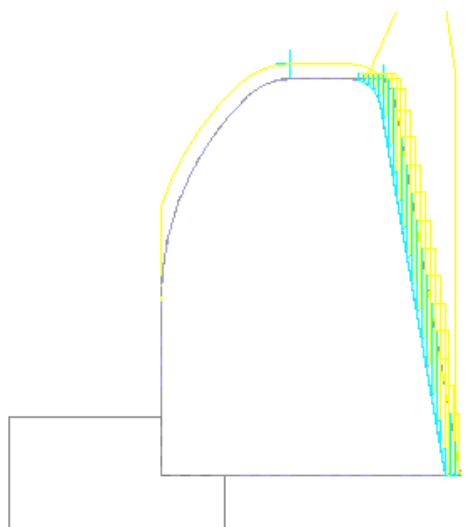
2. Atveriet **Quick Tool Parameters**. Izvēlieties **R0.4 ID Rough Min. 25.0 Dia-80DEG** instrumentu.



Piezīme. Instrumenta trajektorijai nav nepieciešamības mainīt kādus ātrās rupjās apstrādes parametrus.

3. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieku.

4. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai ietvertu izmaiņas otrajā ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijā. Reģenerēto instrumenta trajektoriju skatiet nākamajā attēlā.



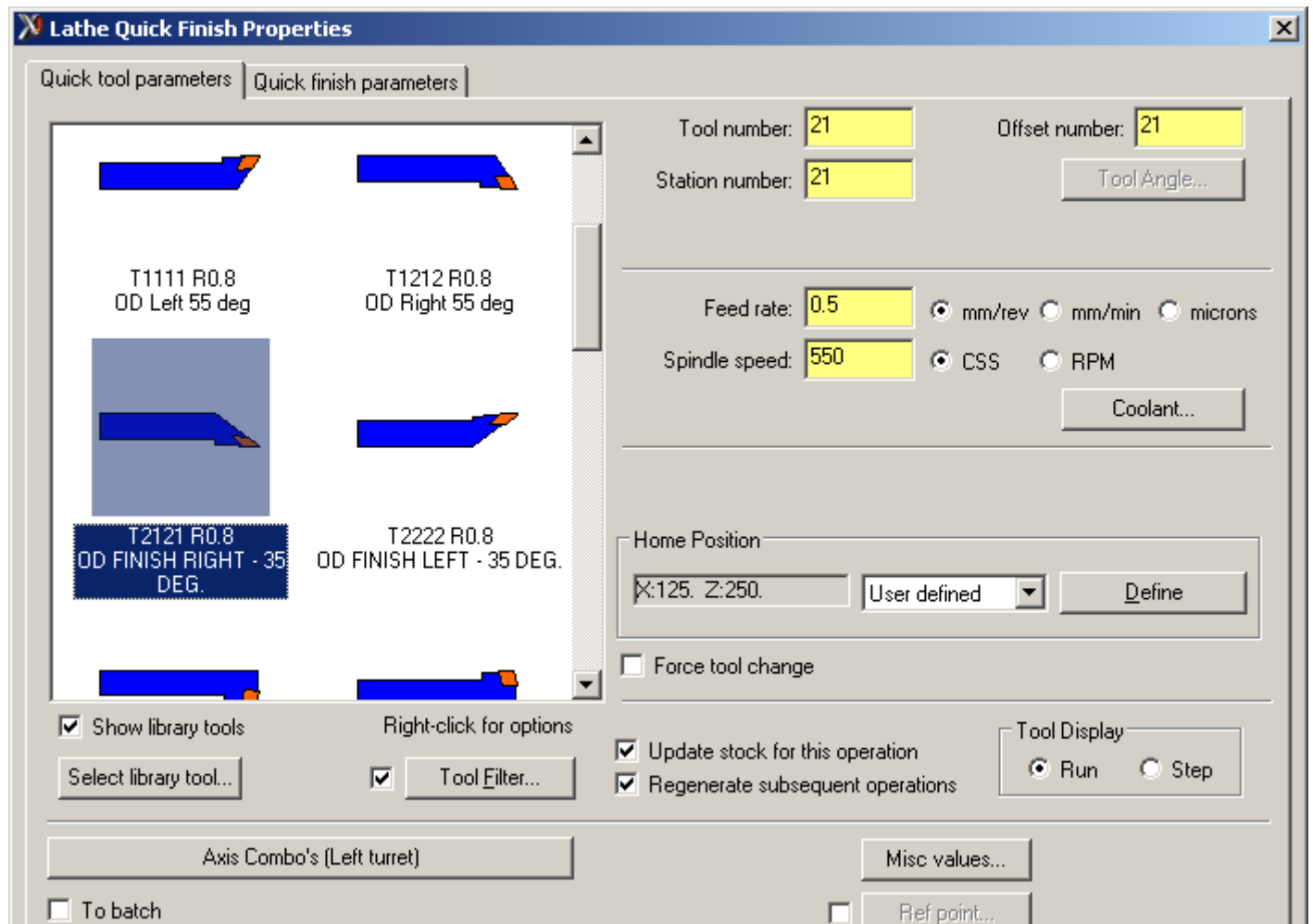
5. Saglabājiet failu.

ĀTRĀS GALĪGĀS APSTRĀDES PARAMETRU IEVADĪŠANA

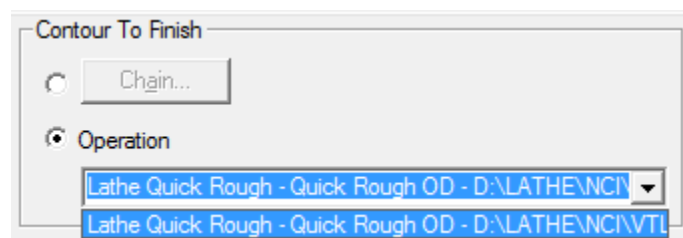
Kad ir rupji apstrādāts OD un ID, ir jāveic OD un ID gludā apstrāde. Šajā vingrinājumā nepieciešams izvēlēties tikai OD gludās apstrādes instrumentu un ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju, kura nodrošina atlikušo sagataves daļu ātrās gludās apstrādes instrumenta trajektorijai.


Darbības

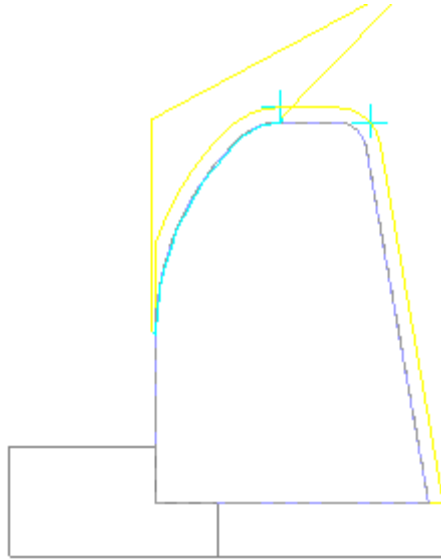
1. Izvēlieties **Toolpaths, Quick, Finish**.
2. Izvēlieties **R0.8 OD Finish Right - 35DEG** instrumentu.



3. Dialoga lauka augšpusē izvēlieties **Quick finish parameters** pogu.
4. No **Operation** iznirstošā saraksta izvēlieties OD ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju (**Lathe Quick Rough - Quick Rough OD - ...**).



5. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Ātrās gludās apstrādes instrumenta trajektoriju skatieties nākamajā attēlā.



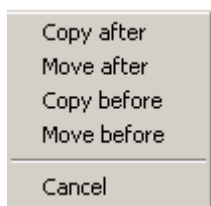
6. Saglabājiet failu.

ĀTRĀS GALĪGĀS APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS IZMAIŅAS

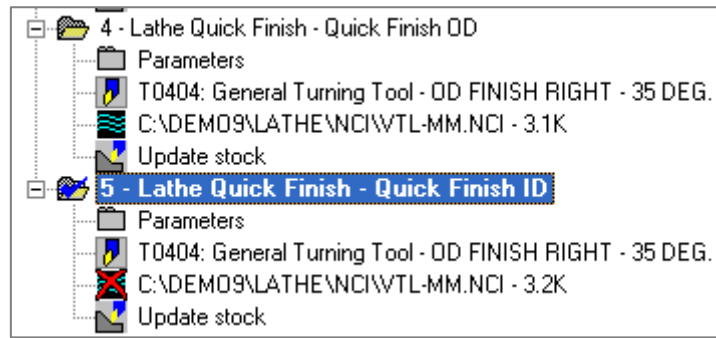
Tāpat kā vingrinājumā "Ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas izmaiņas" arī šeit jānokopē ātrās gludās apstrādes instrumenta trajektorija un jāveic izmaiņas, lai jauno instrumenta trajektoriju varētu izmantot ID. Izvēlieties ID gludās apstrādes instrumentu un ID ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju, lai nodrošinātu atlikušo sagataves apstrādi.

Darbības

1. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieku.
2. Līdzīgi kā iepriekš šajā praktiskajā darbā mainot **Lathe Quick Rough** uz **Quick Rough ID**, mainiet arī šeit **Lathe Quick Finish** instrumenta trajektorijas aprakstu uz **Quick Finish OD**.
3. Lietojiet labo peles pogu un aizvelciet **Lathe Quick Finish** instrumenta trajektoriju uz saraksta apakšu.
4. Atlaižot labo peles pogu, parādās nākamajā attēlā redzamā izvēlne. Izvēlieties **Copy after**.



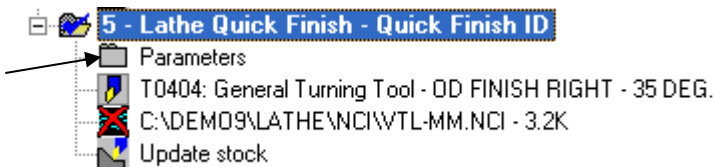
5. Mainiet aprakstu jaunajai ātrās gludās apstrādes instrumenta trajektorijai uz **Quick Finish ID**.



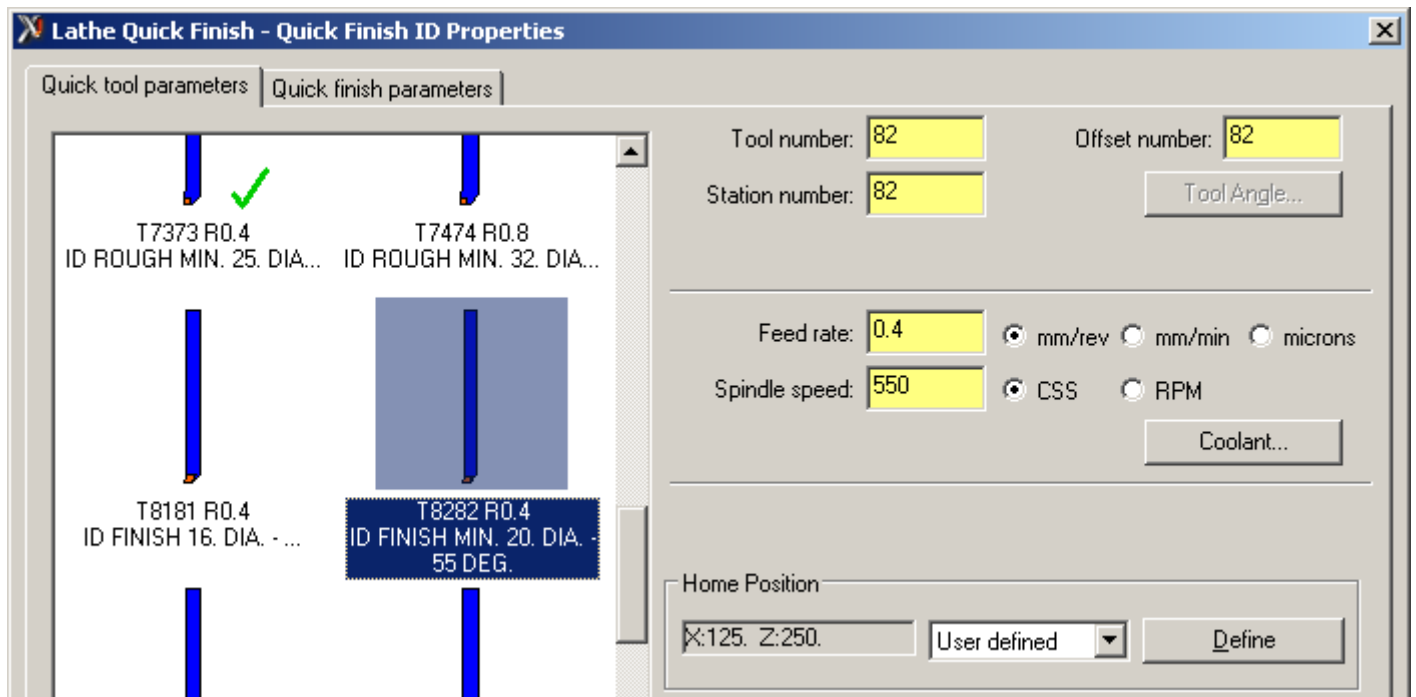
Instrumenta trajektorijas parametru izmaiņa

Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem ātrās gludās apstrādes ID instrumenta trajektorijas nosaukuma.

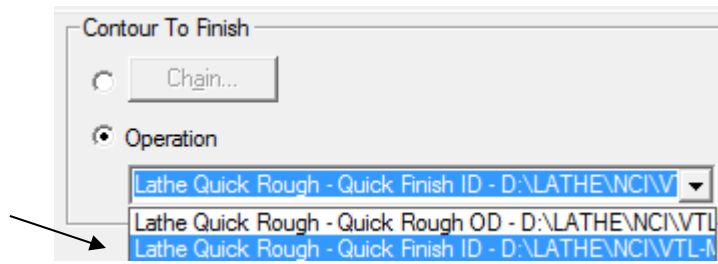


2. Izvēlieties **R0.4 ID Finish Min. 20 Dia 55 DEG** instrumentu.



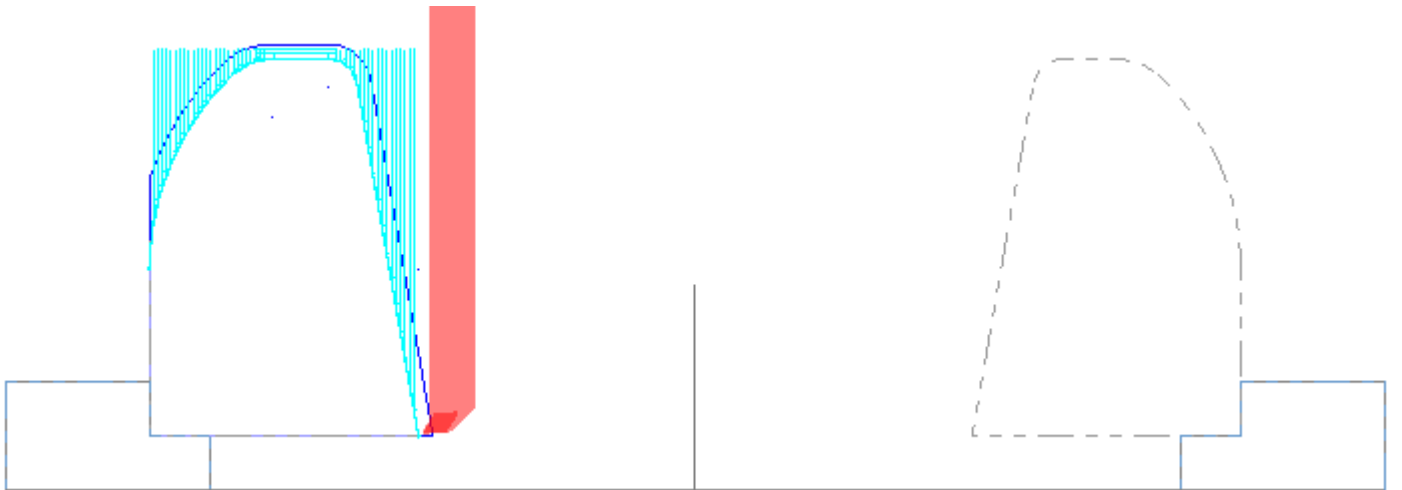
3. Izvēlieties **Quick finish parameters** pogu dialoga lauka augšpusē.

4. No **Operation** iznirstošā saraksta izvēlieties ID ātrās rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju (**Lathe Quick Rough - Quick Rough ID -...**).



5. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju.

6. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai ietvertu izmaiņas ātrās gludās apstrādes ID instrumenta trajektorijā. Reģenerēto instrumenta trajektoriju skatīt nākamajā attēlā.



7. Saglabājiet failu.

LĪMEŅU LIETOŠANA

Līmeņi ir nozīmīgs rīks (paņēmiens) darba organizēšanai *Mastercam* vidē. Organizējiet savu rasējumu pa līmeņiem, lai varētu noteikt, kura rasējuma daļa redzama un kuru iespējams izvēlēties, lai nejauši nevarētu izmainīt kādu no rasējuma daļām. Šajā vingrinājumā tiks aktivizēti līmeņi uz detaļas, kuri ietver cietā ķermeņa ģeometriju un nostiprināšanas ierīces ģeometriju.

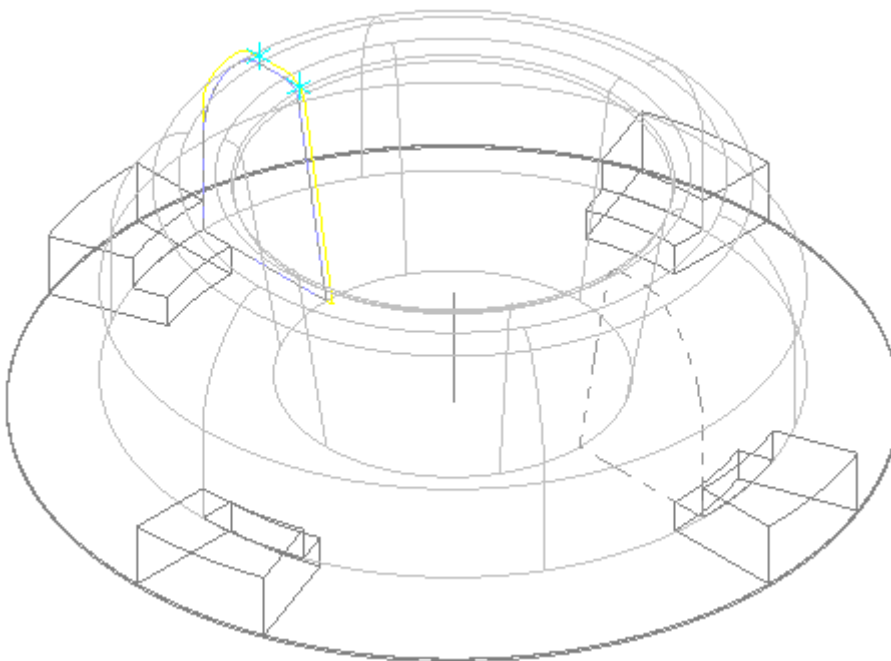
Darbības

1. Nospiediet [**Alt + F1**], lai visu detaļu pielāgotu grafiskajam logam.
2. Izvēlieties **Isometric** pogu no rīkjoslas, lai mainītu grafisko skatu uz izometrisko.
3. Izvēlieties **Level** pogu no izvēlnes grafiskā ekrāna apakšā.

Number	Visible	Name	# Entities	Level Set
1	X	Wireframe	49	
2	X	Chuck and...	5	
3	X	Part	1	

4. Izvēlieties **Chuck and Table** un **Part** līmeņus (2. un 3. līmeņis). Uzklīkšķiniet uz katra no līmeņiem, X iezīme parādās **Visible** stabiņā, lai norādītu, ka šos līmeņus būs iespējams saskatīt grafiskajā logā.

5. Izvēlieties , lai atgrieztos uz grafiskā loga. Tagad var redzēt modeļa veida detaļas attēlu kopā ar nostiprināšanas ierīcēm, kas noturēs detaļu uz VTL mašīnas.



6. Rīkjoslā izvēlieties **Top** pogu, lai detaļu redzētu citā skatā.



Piezīme. Tā kā esat VTL režīmā, virsskats (**Top**) ir pagriezts par 90 grādiem.

7. Atgriezieties uz **Isometric** skatu.

8. Saglabājiet detaļu.

Nākamajā praktiskajā darbā būs dažādas jaukta tipa (**Miscellaneous**) operācijas, kas ir ietvertas *Mastercam Lathe*. Šīs operācijas var lietot, lai pārvietotu detaļu starp darba vārpstām, var izvirzīt stieņa veida sagatavi pa virpu, lietot linetes un aizmugures balstu (jātnieks) un veikt citus kopīgus apstrādes uzdevumus.

12. PRAKTISKAIS DARBS – DETAĻAS IEREGULĒŠANA UN PĀRVIETOŠANA

Darba mērķis	Apgūt cilindrisku detaļu novietojuma maiņas un atbalsta programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sagataves pārbīde patronā. ▪ Sagataves pārvietošana starp darba vārpstām. ▪ Sagataves, aizmugures balsta (jātnieka) un linetes novietojuma maiņa.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot operācijas dažādiem detaļas nostiprināšanas variantiem.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests4.emcam</i> apvirpot detaļu no abiem galiem. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kas nepieciešams sagataves pagriešanai patronā?

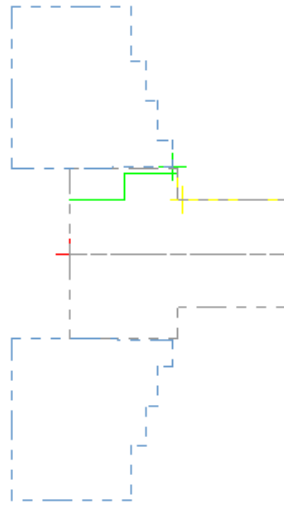
DARBA GAITA

Mastercam Lathe Miscellaneous Operations ļauj programmēt instrumentu trajektorijas, kas maina novietojumu sagatavei, patronai, aizmugures balstam (jātniekam) un linetei, un arī attēlo šīs instrumentu trajektorijas uz ekrāna, ja ar **Job Setup** ir noteiktas sagataves, patronas un aizmugures balsta (jātnieka) robežas. Lai izveidotu kādu jaukta tipa operāciju, virpai jābūt spējīgai veikt šīs operācijas, un pēcprocesoram tām ir jābūt.

Piezīme. Nevar kopēt, pārveidot vai bibliotēkā saglabāt jaukta tipa operācijas.

Šajā praktiskajā darbā tiks lietota trīs vienkāršu detaļu virkne, lai iemācītos dažādas jaukta tipa operācijas.

Vispirms atveriet *sagatavi_apvers.emcam*. Šis fails jau satur visu nepieciešamo darba iestatījuma informāciju un OD rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju.



SAGATAVES NOVIETOŠANA APGRIEZTĀ STĀVOKLĪ

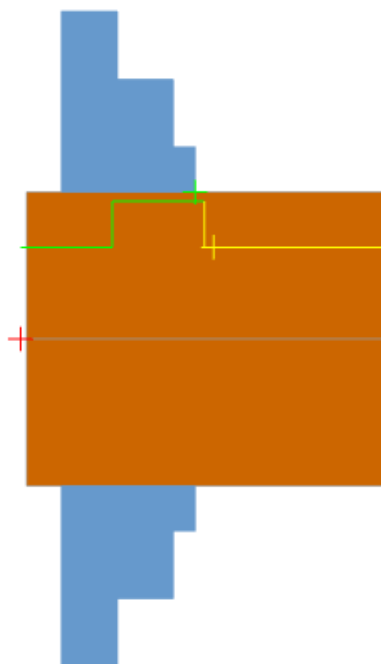
Sagataves pārceļšanas operācija attēlo komentāru un programmas apstāšanos NC koda failā, atļaujot manuāli izņemt sagatavi un pārvietot to pa patronu. Šīs operācijas ir lietderīgas, kad jāapstrādā detaļas aizmugure.

1. darbība

Atveriet **Properties, Stock Setup** dialoga lauku.

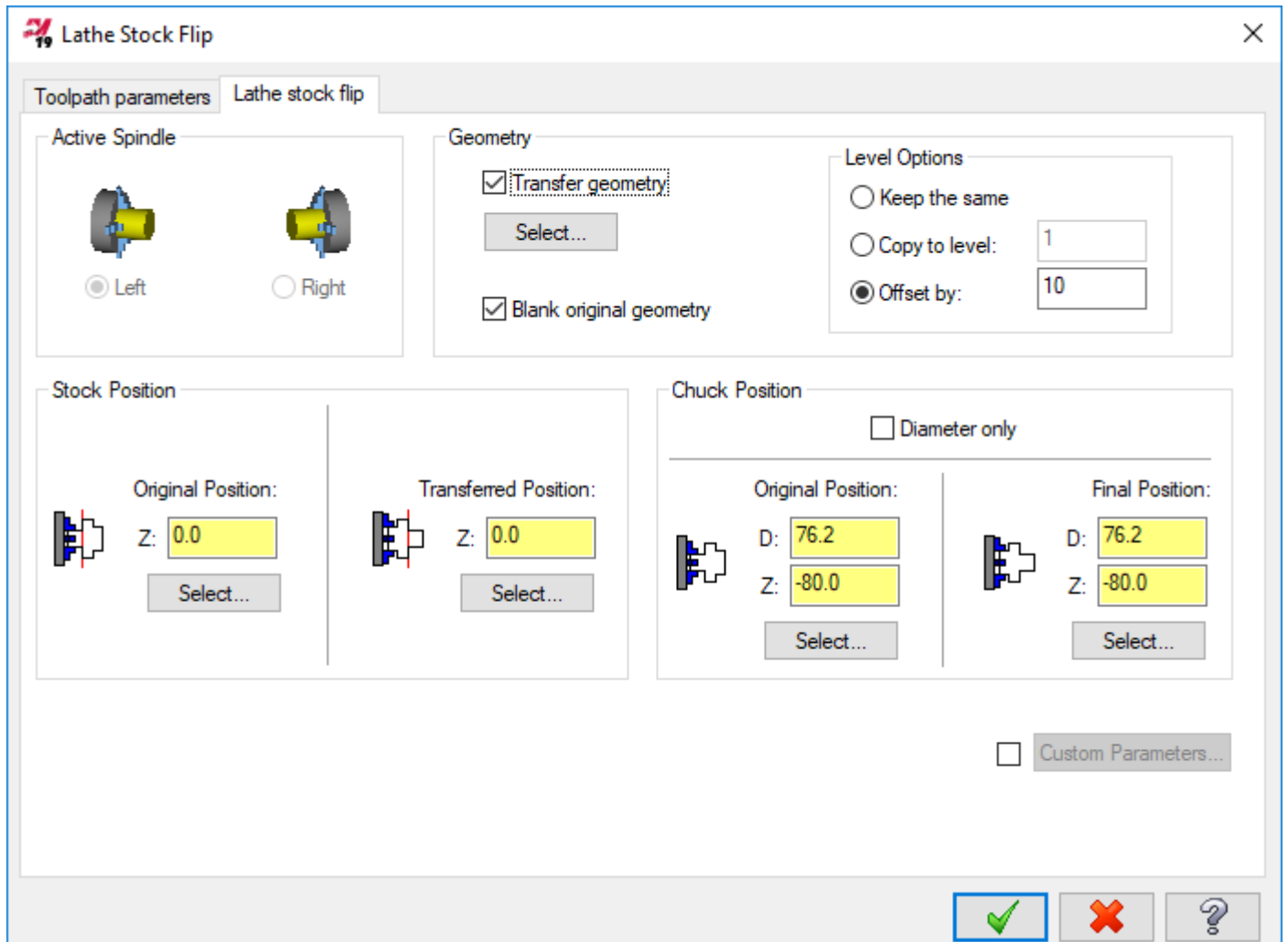
2. darbība

Iezīmējiet **Shade boundaries**. Ieēnotās sagataves (brūna) un patronas (gaiši zila) robežas atvieglo redzēt detaļu. Izvēlieties .



3. darbība

Izvēlieties **Lathe, Turning, Stock flip**. Atveras **Lathe Stock Flip** dialoga logs.

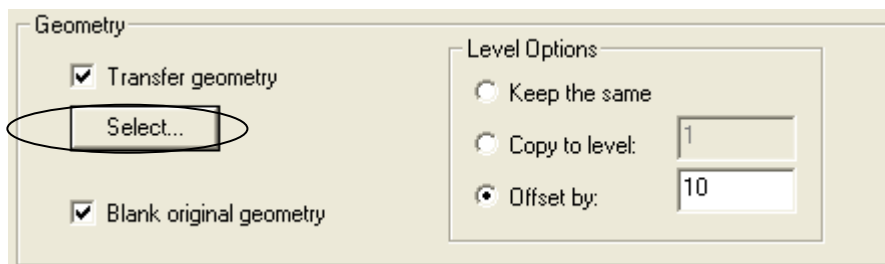


4. darbība

Šai instrumenta trajektorijai nav nepieciešams izvēlēties instrumentu, tādēļ dialoga lauka augšpusē izvēlieties **Lathe stock flip** pogu.

5. darbība

Geometry sekcijā zem **Transfer geometry** varianta izvēlieties **Select** pogu. Tas ļauj izvēlēties ģeometriju, kuru grib pārbīdīt.



6. darbība

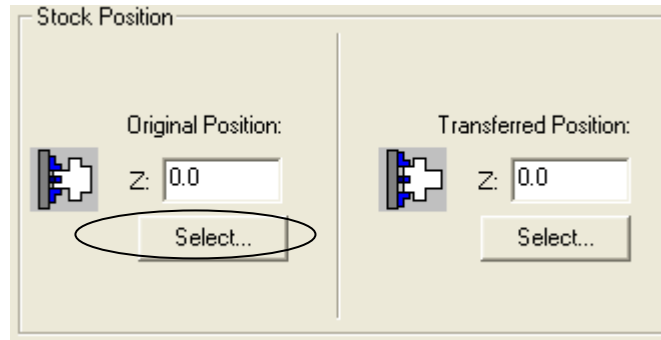
Izvēlieties **Window** un apvelciet taisnstūri ap visu pelēki ieēnoto sagatavi.

7. darbība

Spiediet [**Enter**], lai atgrieztos uz **Lathe Stock Flip** dialoga logu.


8. darbība

Stock Position sekcijā zem **Original Position** izvēlieties **Select** pogu, lai atgrieztos grafiskajā logā, un izvēlieties sagataves izejas novietojumu.

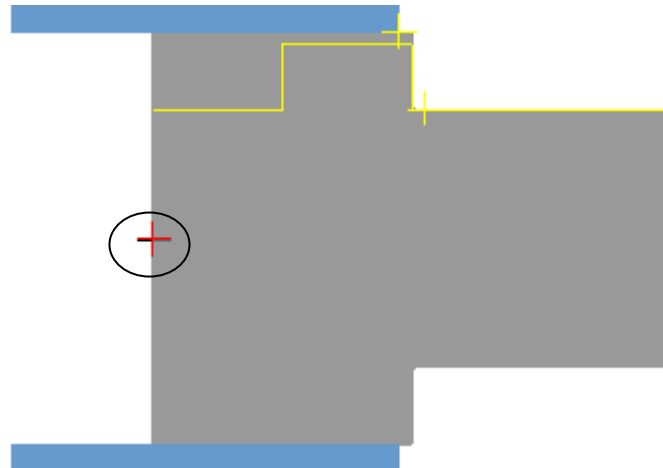


9. darbība

Lai iestatītu sagataves izejas novietojumu, izvēlieties sarkano punktu uz detaļas aizmugures.

 **PADOMS**

*Ja detaļas ģeometrija ir izgaismota, uzklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Repaint**, lai redzētu pareizas krāsas.*



10. darbība

Chuck Position sekcijā zem **Original Position** izvēlieties **Select** pogu, lai atgrieztos grafiskajā logā, un izvēlieties sākotnējo patronas novietojumu.

11. darbība

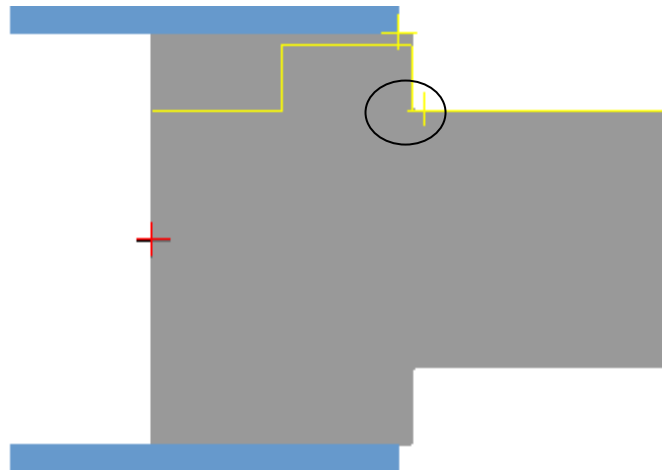
Izvēlieties zaļo punktu uz patronas robežas stūra.

12. darbība

Izvēlieties **Select** pogu zem **Final Position** lauka, lai iestatītu patronas novietojumu pēc tam, kad sagatave būs apgriezusies.

13. darbība

Izvēlieties dzelteno punktu uz detaļas ģeometrijas. Ģeometrija attēlosies tā, it kā tā jau būtu pārvietojusies, tāpēc patronas novietojumu var iestatīt attiecībā pret jauno detaļas orientāciju.



Ja ir ievadīti sagataves pārbīdes parametri, dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

Lathe Stock Flip

Toolpath parameters | **Lathe stock flip**

Active Spindle

Left Right

Geometry

Transfer geometry

Blank original geometry

Level Options

Keep the same

Copy to level:

Offset by:

Stock Position

Original Position:

Transferred Position:

Chuck Position

Diameter only

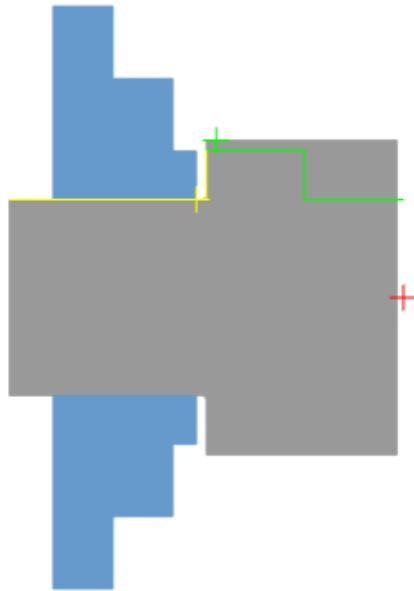
Original Position:

Final Position:

Custom Parameters...

14. darbība

Izvēlieties . Sagatave pārbīdās, un patronas žokļi aizveras uz mazākā diametra detaļas pretējā pusē.



15. darbība

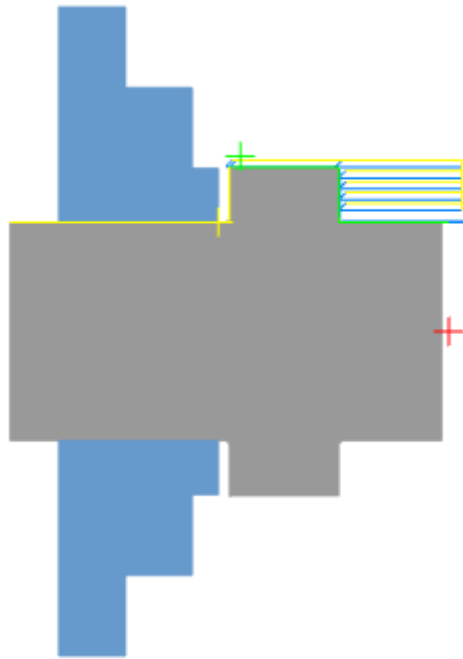
Izvēlieties **File, Save** un saglabājiēt detaļu kā *sagatavi_apvers_gat.emcam*.

Pārbīdītās detaļas rupjā apstrāde

Pēc detaļas pārbīdīšanas tiks rupji apstrādāta OD sekcija, kura pirms tam bija ievietota patronā.

Darbība

1. Izvēlieties **Lathe, Turning, Rough**.
2. Virknējiet zaļo robežu uz detaļas, ja virknes virziena bultiņa ir vērsta no labās uz kreiso pusi, un izvēlieties uz **Chaining** lauka.
3. Tiks izmantots tas pats instruments un parametri, kas pirmajai rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai. Parametri ir spēkā pēc noklusējuma, tāpēc izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.




4. Saglabājiet failu. Nākamajā vingrinājumā būs par to, kā sagatavi pārvietot starp divām darba vārpstām.

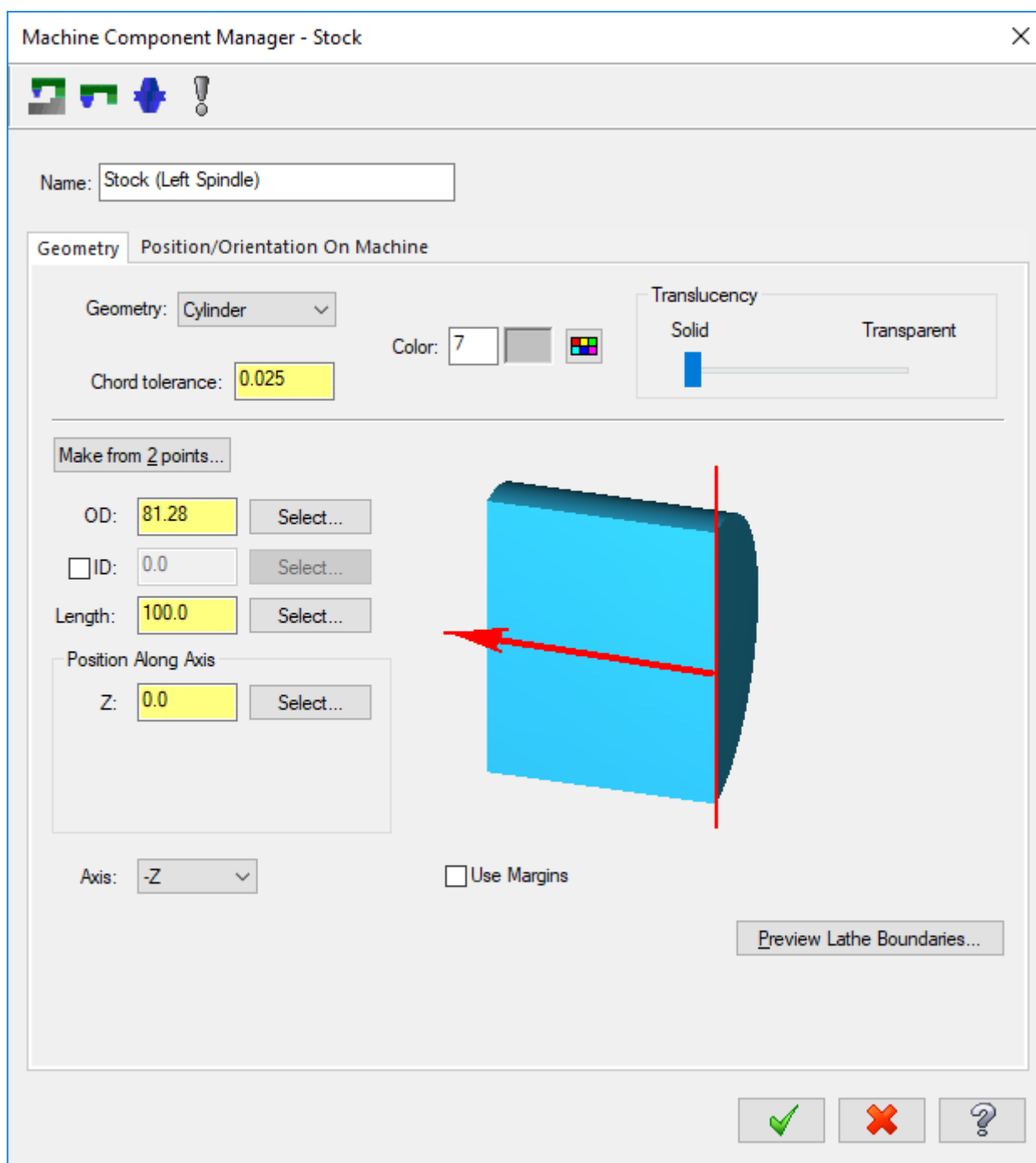
SAGATAVES PĀRNEŠANA NO VIENAS DARBA VĀRPSTAS UZ CITU

Sagataves pārbīdes operācija pārceļ sagatavi no patronas vienā darba vārpstā uz patronu citā darba vārpstā. Lai programmētu sagataves pārcelšanas operāciju, sagatavei jābūt definētai tikai vienai darba vārpstai. Sagataves pārbīdes operācijas ir lietderīgas, kad tiek apstrādāta detaļas aizmugures daļa vai divas detaļas vienlaicīgi.

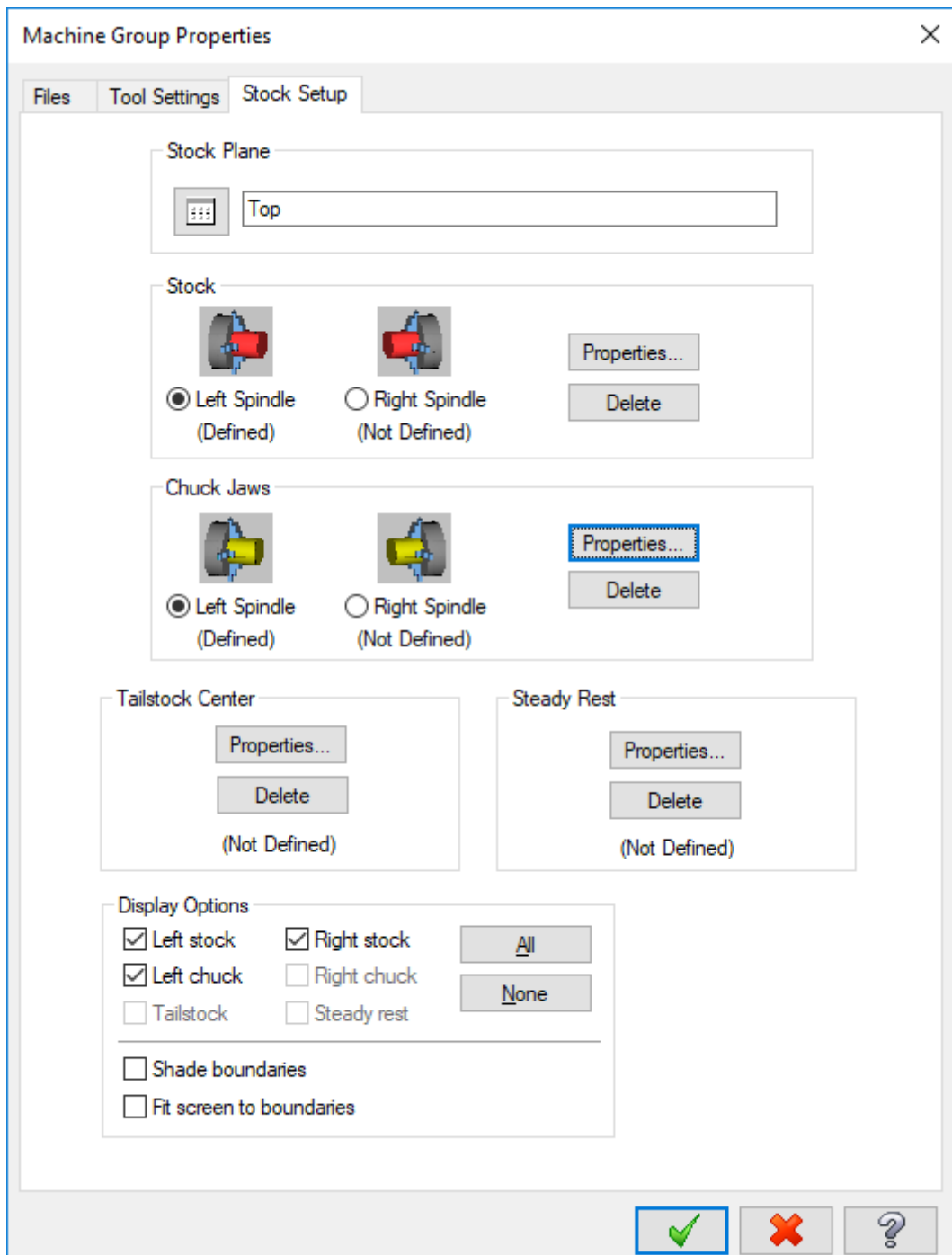
Vispirms atveriet *sagatavi_parcel.emcam*. Izvēlieties **Properties, Stock Setup**. Izveidojiet nepieciešamo darba iestatījuma informāciju: sagatavi, kreisās puses patronu, labās puses patronu, ieņojiet robežas, iezīmējot **Shade boundaries**.

Darbības

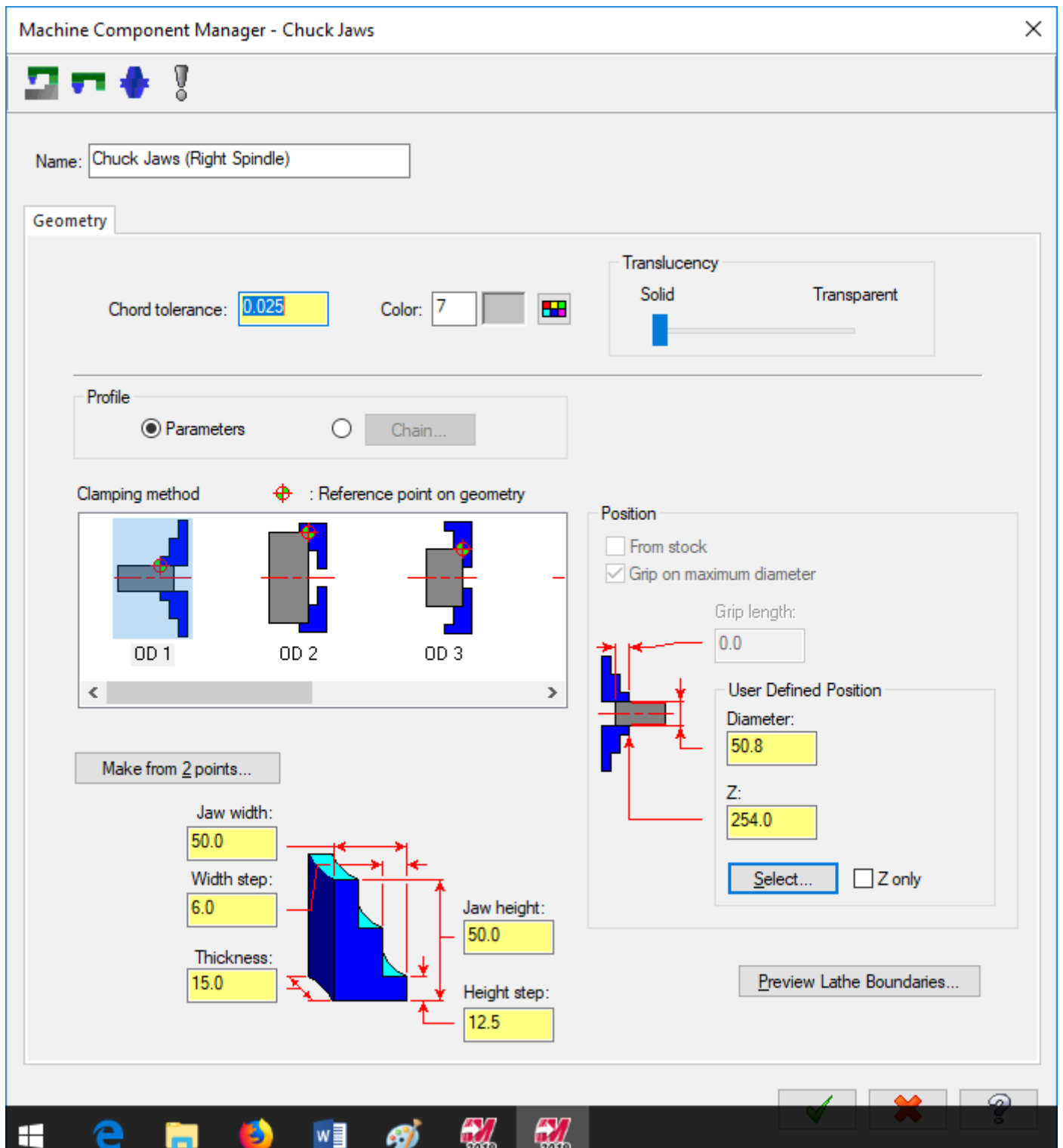
1. **Stock** sadaļā izvēlieties **Properties**. Atveras **Machine Component Manager - Stock** lappuse. Ievadiet vērtības, kā redzams nākamajā attēlā. Izvēlieties .





2. **Chuck Jaws** sadaļā iezīmējiet **Left Spindle**, izvēlieties **Properties**. Ievadiet vērtības, kā redzams nākamajā attēlā.



3. **Chuck Jaws** sadaļā iezīmējiet **Right Spindle**, izvēlieties **Properties**. Izvēlieties **Select** un violeto punktu ekrānā pa labi. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



4. Izvēlieties , iezīmējiet **Shade Boundaries**.

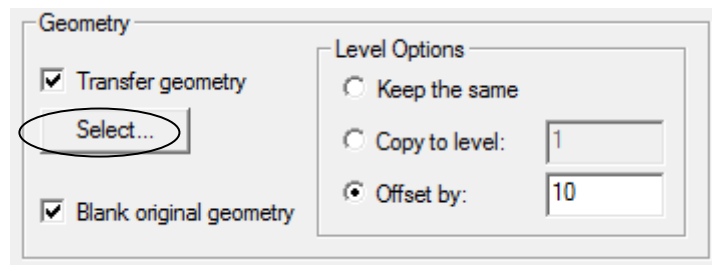
5. Izvēlieties , Reģenerējiet OD rupjās apstrādes instrumenta trajektoriju. Gaiši zilie lauki ir patronas, un pelēkais lauks ir sagatave.



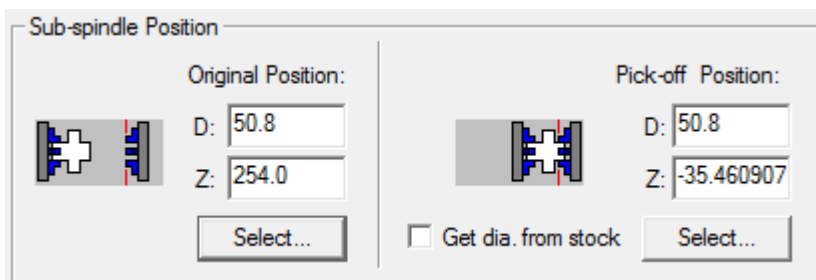
Sagataves pārbīde

Darbības

1. Izvēlieties **Lathe, Turning, Stock Transfer**.
2. Izvēlieties **Lathe stock transfer** pogu dialoga lauka augšpusē.
3. **Geometry** sekcijā zem **Transfer geometry** varianta izvēlieties **Select** pogu. Tas ļauj izvēlēties ģeometriju, kuru grib pārbīdīt.



4. Apvelciet taisnstūri ap visu pelēki ieēnoto sagatavi, nospiediet [**Enter**].
5. **Stock Position** sekcijā izvēlieties **From stock back face** kā oriģinālo novietojumu.
6. Ievadiet **50.0** kā pārceltās sagataves novietojumu (**Transferred Position**).
7. **Sub-spindle Position** sekcijā zem **Original Position** lauka izvēlieties **Select** pogu, lai atgrieztos grafiskajā logā un mērķa patronai iestatītu sākuma novietojumu.



8. Izvēlieties violeto punktu mērķa patronas priekšpusē.

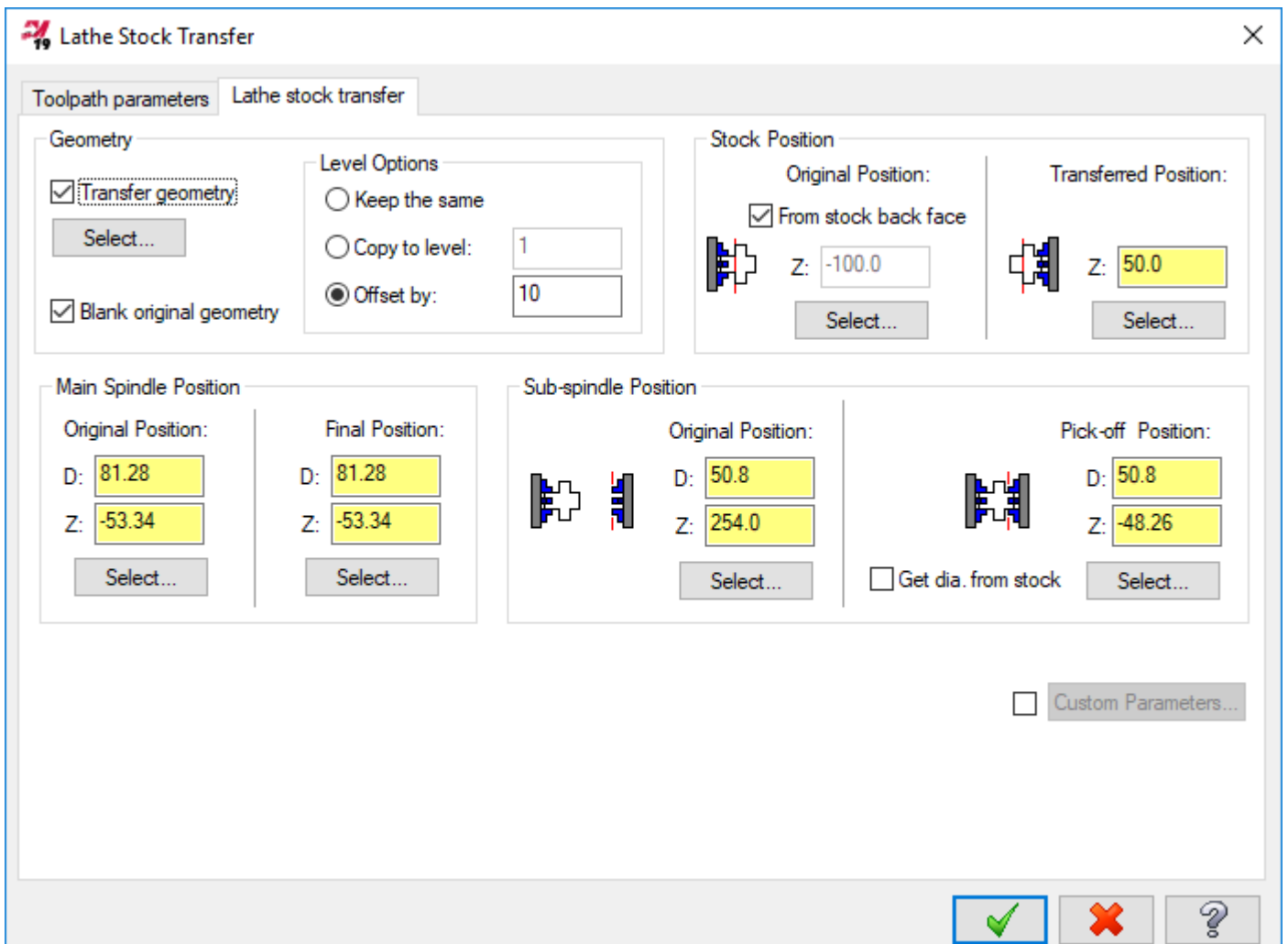



9. Izvēlieties **Select** pogu zem **Pick-off Position** lauka, lai atgrieztos grafiskajā logā un iestatītu, kur patrona satvers detaļu, lai izņemtu to no sākotnējās darba vārpstas.

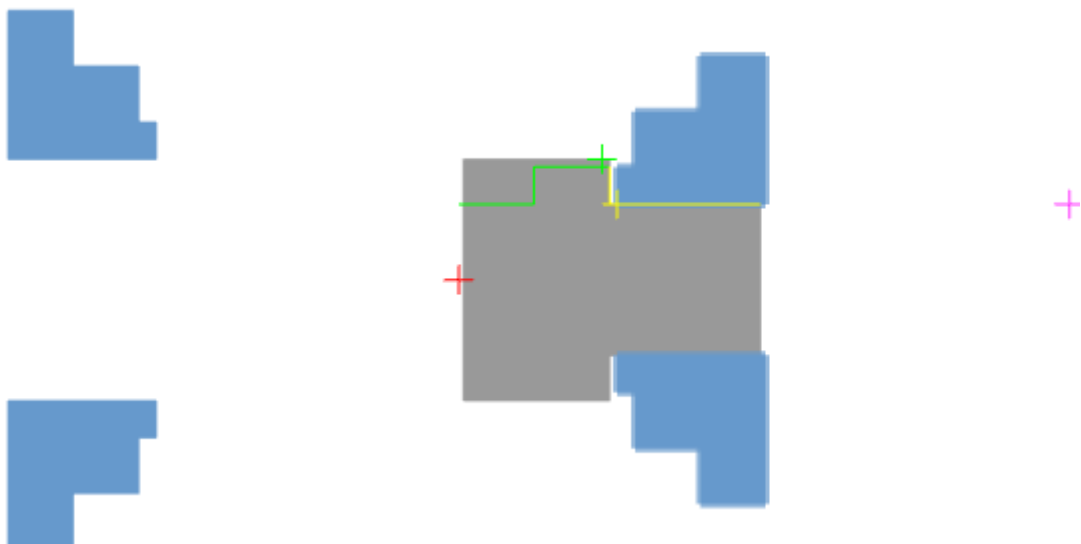
10. Izvēlieties dzelteni punktu uz sagataves OD.



Pēc sagataves pārbīdes parametru ievadīšanas dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. Izvēlieties . Mērķa patrona pārvietošanas un iespīlē detaļu.





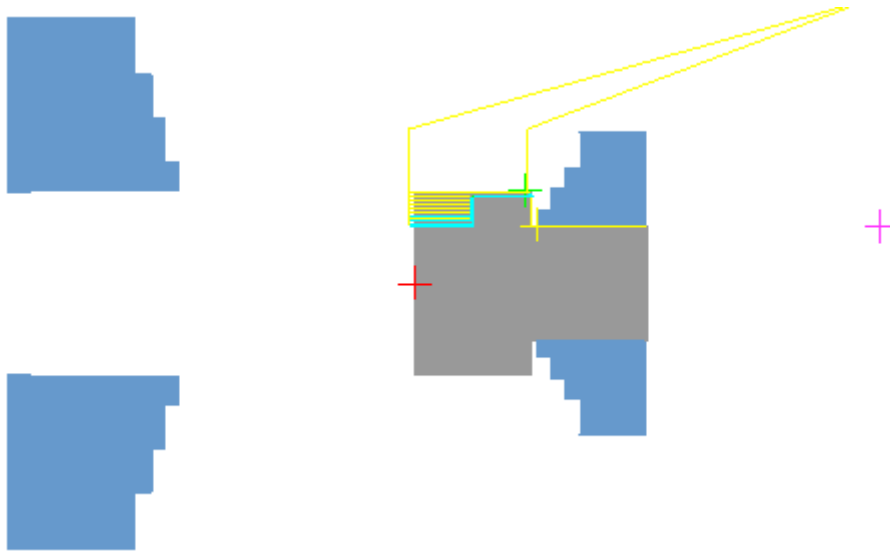
12. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiēt failu kā *sagatavi_parcel2.emcam*.

Pārbīdītās sagataves rupjā apstrāde

Tiks rupji apstrādāta OD sekcija, kura pirms tam bija iespīlēta oriģinālajā patronā.

Darbības

1. Izvēlieties **Lathe, Turning, Rough**.
2. Virknējiet zaļo robežu uz detaļas tā, ka virknēšanas virziena bultiņa vērsta jaunās patronas virzienā (no kreisās uz labo), un uz **Chaining** lauka izvēlieties .
3. Izvēlieties **R0.8 OD Rough Right Sub-spindle** instrumentu.
4. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Saglabājiēt failu. Nākamajās darbībās tiks rādīts, kā vienai detaļai izmantot vairākas jaukta tipa operācijas.

SAGATAVES, JĀTNIEKA UN LINETES NOVIETOŠANA

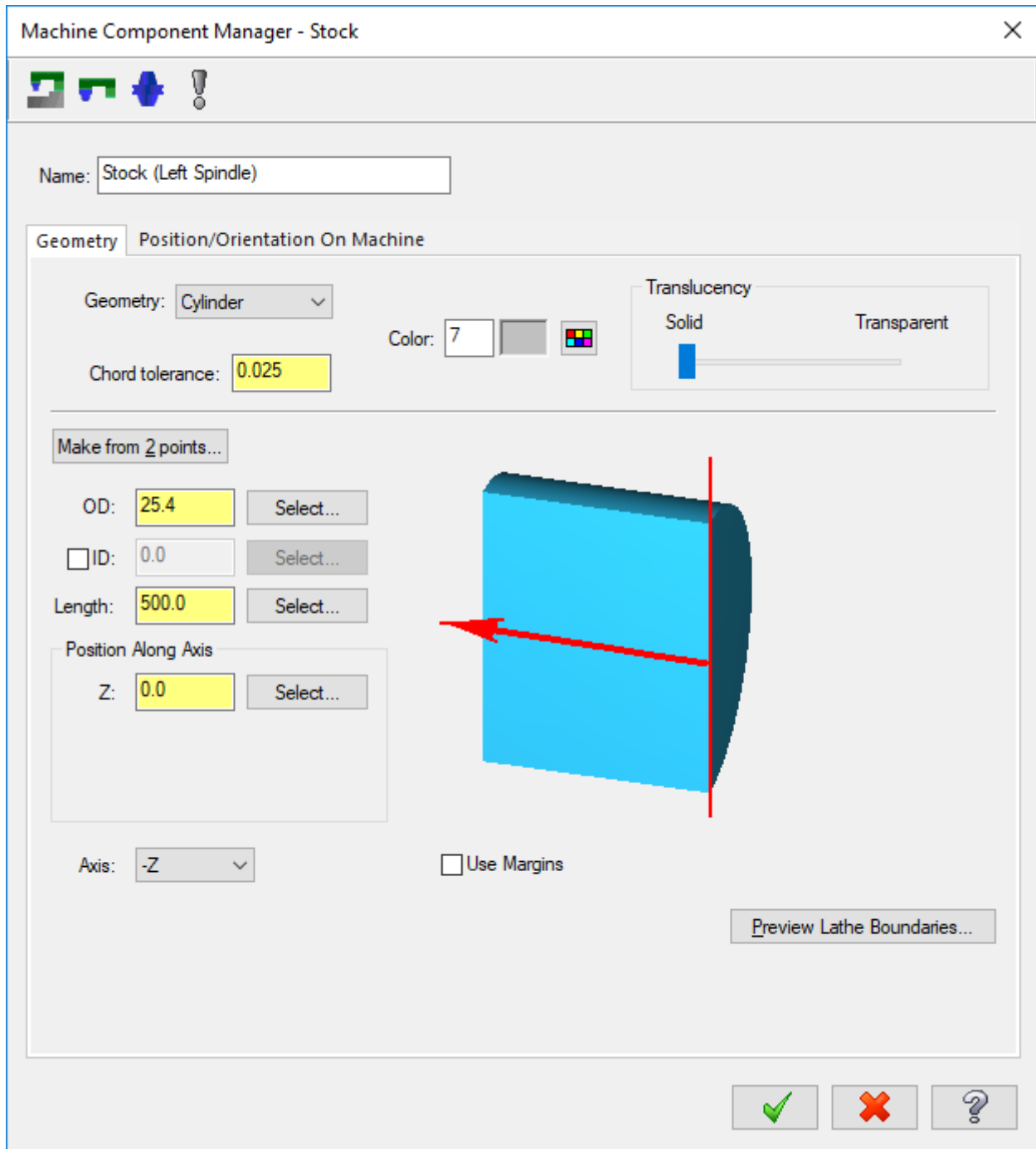
Šajā darbā tiks kombinētas vairākas instrumentu trajektorijas un jaukta tipa operācijas, lai apstrādātu stieņa veida sagataves gabalu. Patrona jāiespīlē uz sagataves un jāapstrādā sagataves gala virsma, lai veidotu kontaktu ar aizmugures balstu (jātnieku). Tad jāizvirza stieņa sagatave, jānovieto linete un aizmugures balsts (jātnieku), jāapstrādā divas detaļas rievas. Darba noslēgumā aizmugures balsts (jātnieks), linete un patrona jānovieto atpakaļ.

Vispirms atveriet *sagatavi_izvirza.emcam*. Ja fails nesatur visu nepieciešamo darba iestatījuma informāciju, tad **Properties** sadaļā izvēlieties **Stock Setup**.

Sagataves izveide

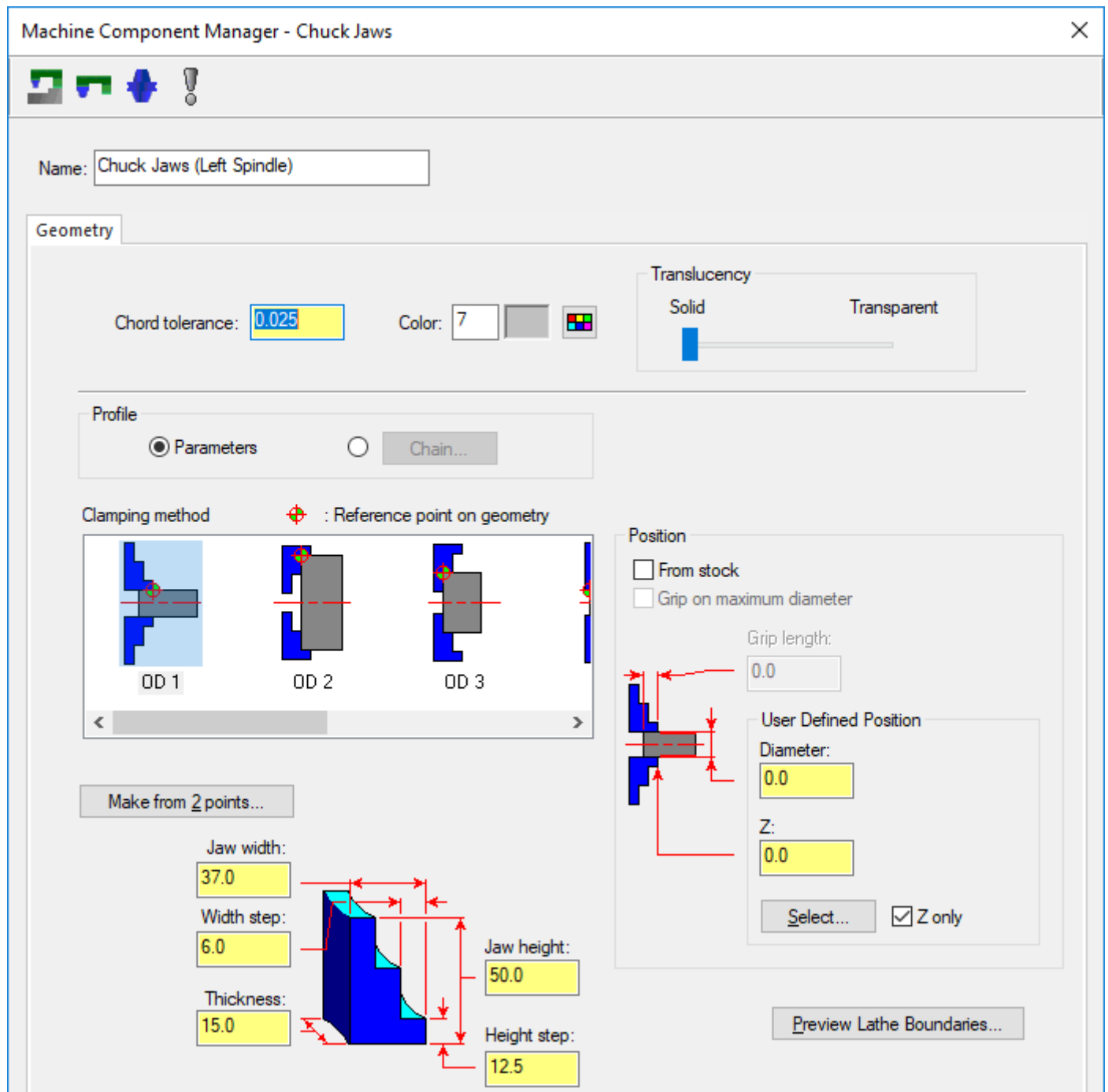
Darbības


1. **Stock** laukā izvēlieties **Properties** pogu. Atveras **Machine Group Properties** logs. Izvēlieties **Make From Two Points**, uzklikšķiniet peli punktā detaļas labajā augšējā stūrī un detaļas kreisās malas un simetrijas ass krustpunktā.
2. Nospiediet [**Enter**]. Izmainiet sagataves garumu (**Length**) uz **500.0**. **Machine Component Manager - Stock** logam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

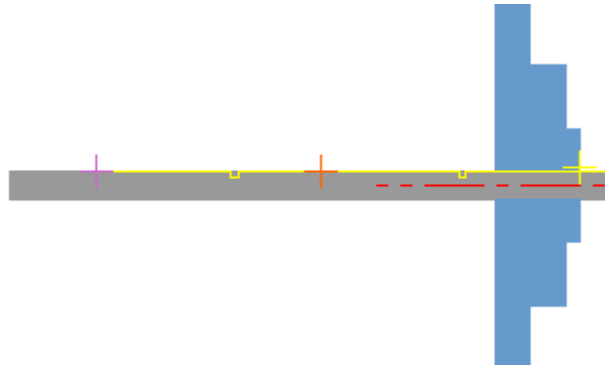


3. Uzklikšķiniet . Iezīmējiet **Shade Boundaries** lauku. Sagatave iekrāsojas pelēka.

4. **Chuck Jaws** laukā iezīmējiet **Left Spindle** un izvēlieties **Properties**. Atveras **Machine Component Manager - Chuck Jaws** logs.



5. Iezīmējiet **Z only** lauku un izvēlieties **Select** pogu. Atgriezīeties grafiskajā logā. Par patronas novietojuma punktu izvēlieties dzelteno punktu pa kreisi no detaļas labā gala. Izvēlieties  divreiz. Patrona novietojas, kā redzams nākamajā attēlā.

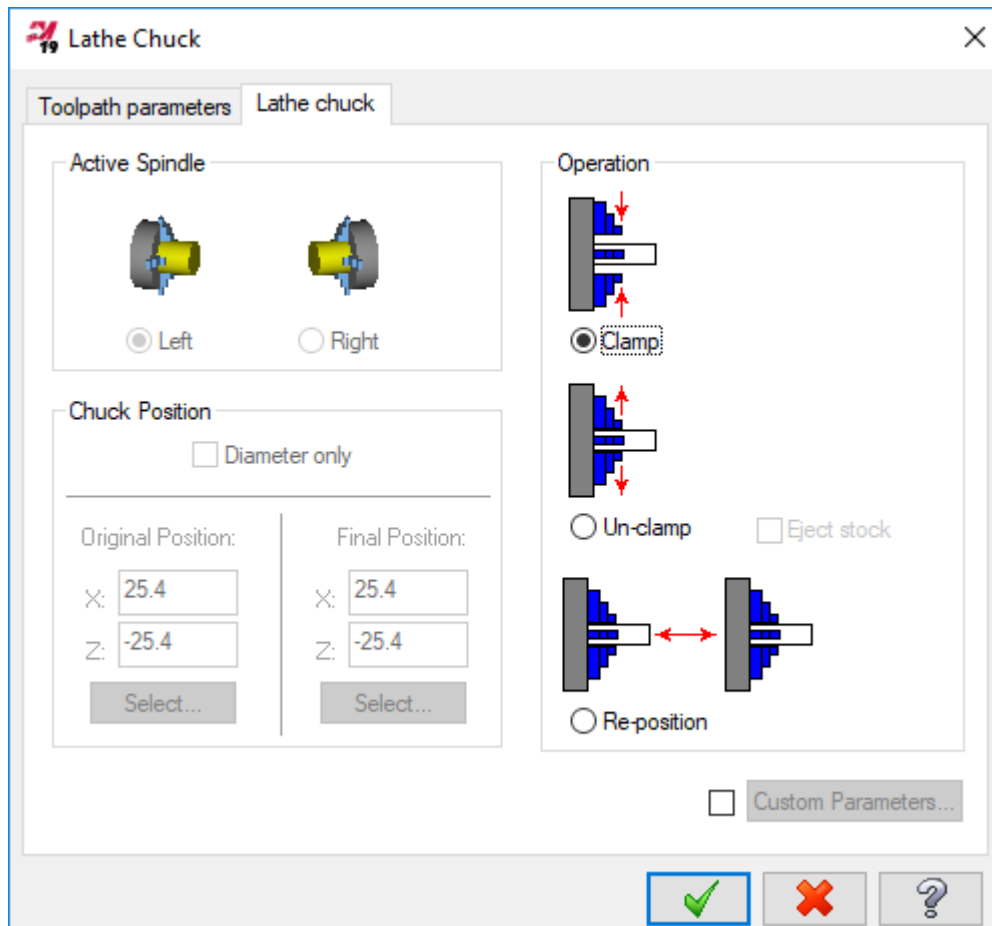


Sagataves iespīlēšana patronā


Pirmā operācija ir stieņa veida sagataves iespīlēšana patronā.

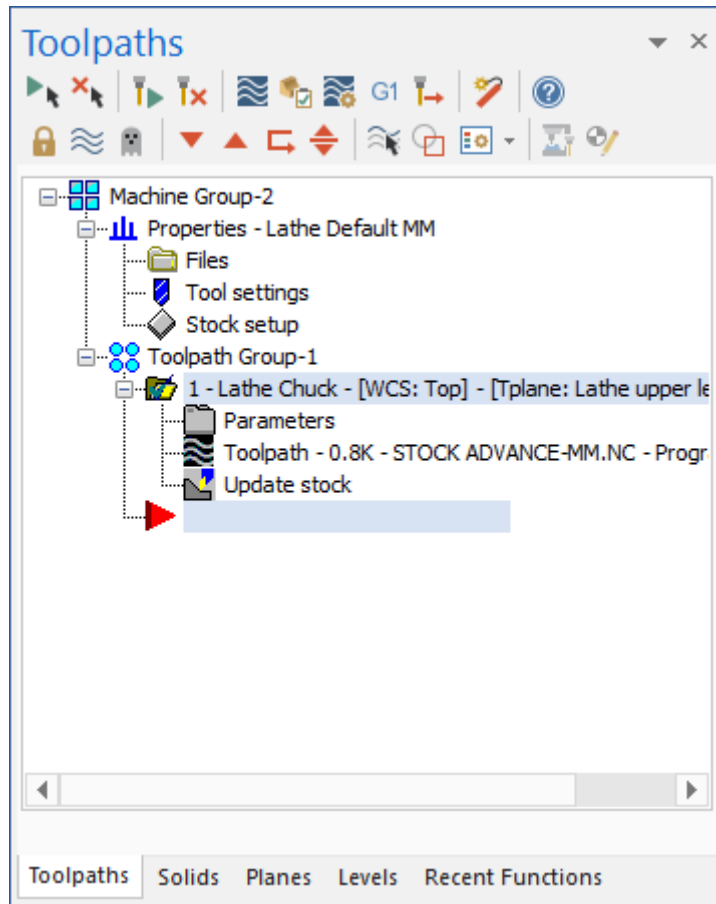
Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldnieka tukšajā laukā un izvēlieties **Lathe Toolpaths, Part Handling, Chuck**. Atveras **Lathe Chuck** dialoga logs.



2. Izvēlieties **Lathe Chuck** pogu dialoga lauka augšpusē.

3. *Mastercam* atpazīst šo kā pirmo patronas kustību, un **Clamp** variants ir jau izvēlēts. Izvēlieties . Ar **Lathe Chuck** operāciju no instrumentu trajektoriju saraksta atgriezieties operāciju pārvaldniekā.



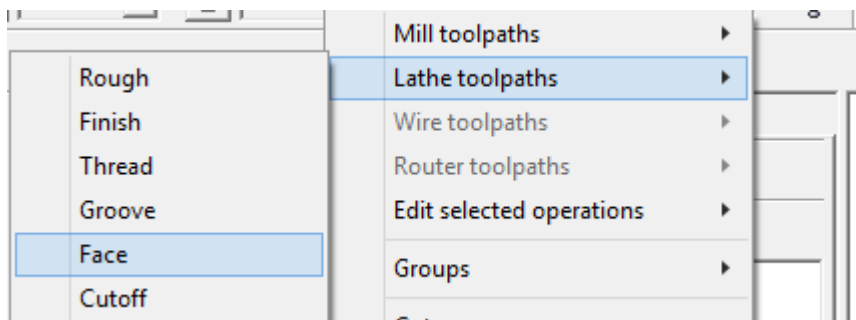
4. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiet failu kā *stiena_sagat.emcam*.

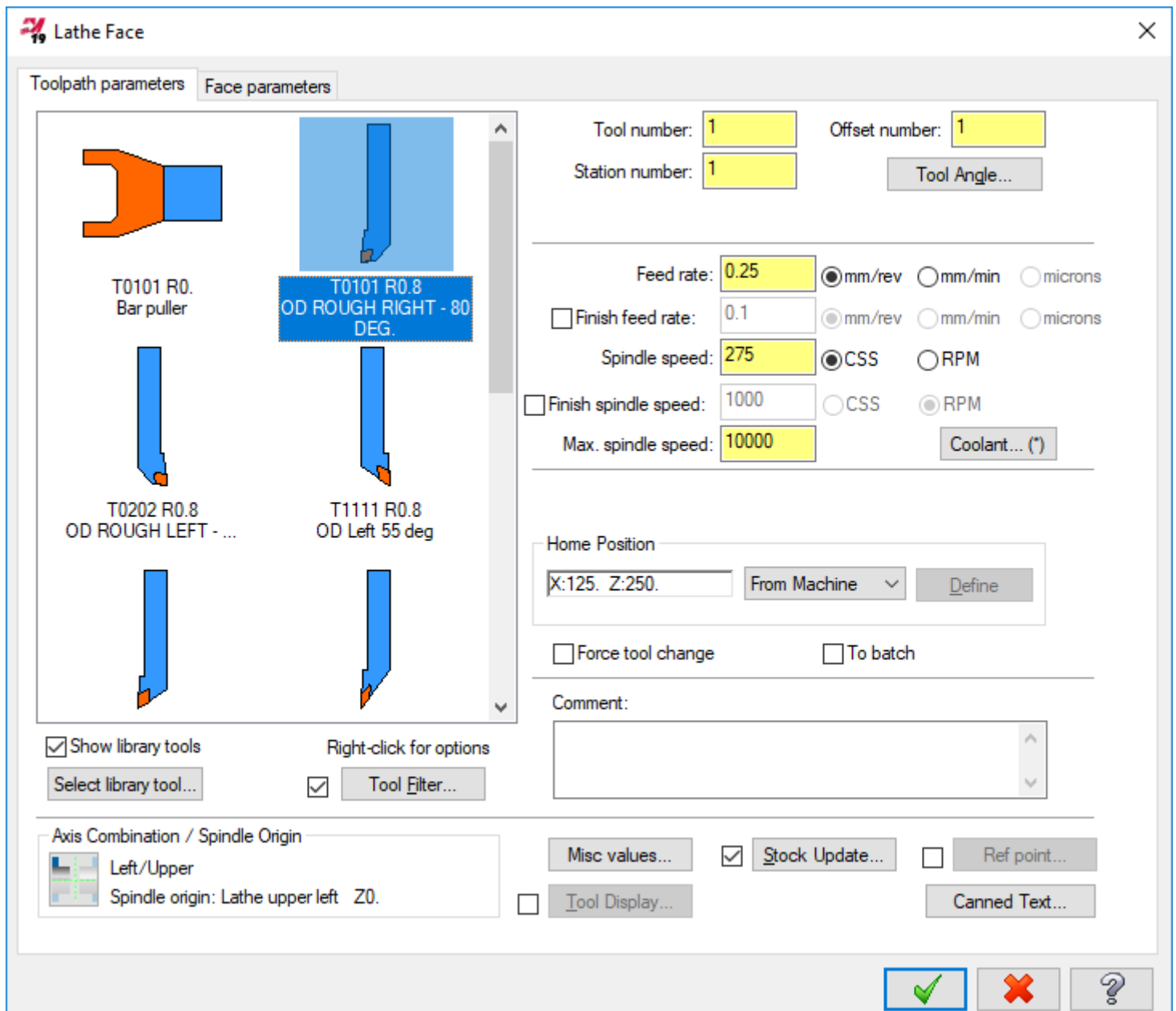
Detaļas gala virsmas apstrāde

Pirms novietot aizmugures balstu (jātnieku) pret detaļu vispirms jānotīra detaļas gala virsma. Laukumu, kas tiks noņemts no gala virsmas, automātiski nosaka sagataves robežas – nav jāizvēlas ģeometrija.


Darbības

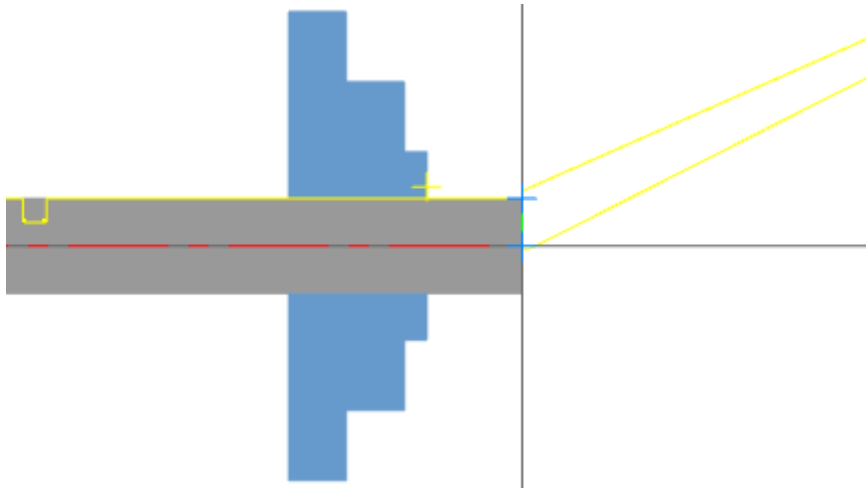
1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldnieka tukšajā laukā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Face**.





2. Izvēlieties **R0.8 OD Rough Right - 80 DEG** instrumentu.

3. Izvēlieties , lai izmantotu palikušos noklusējuma parametrus. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

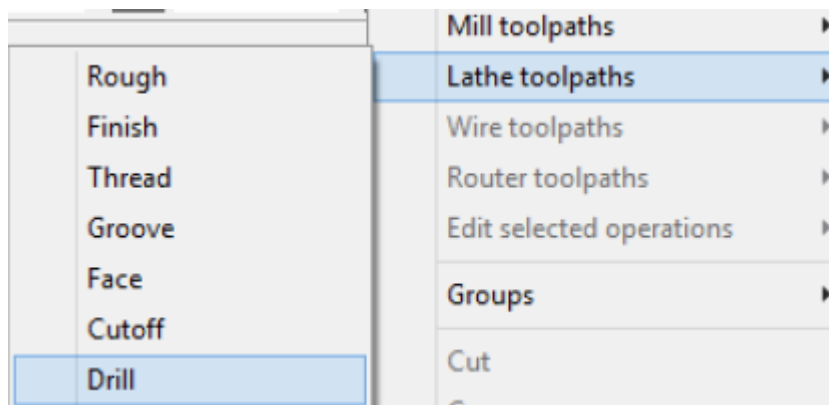


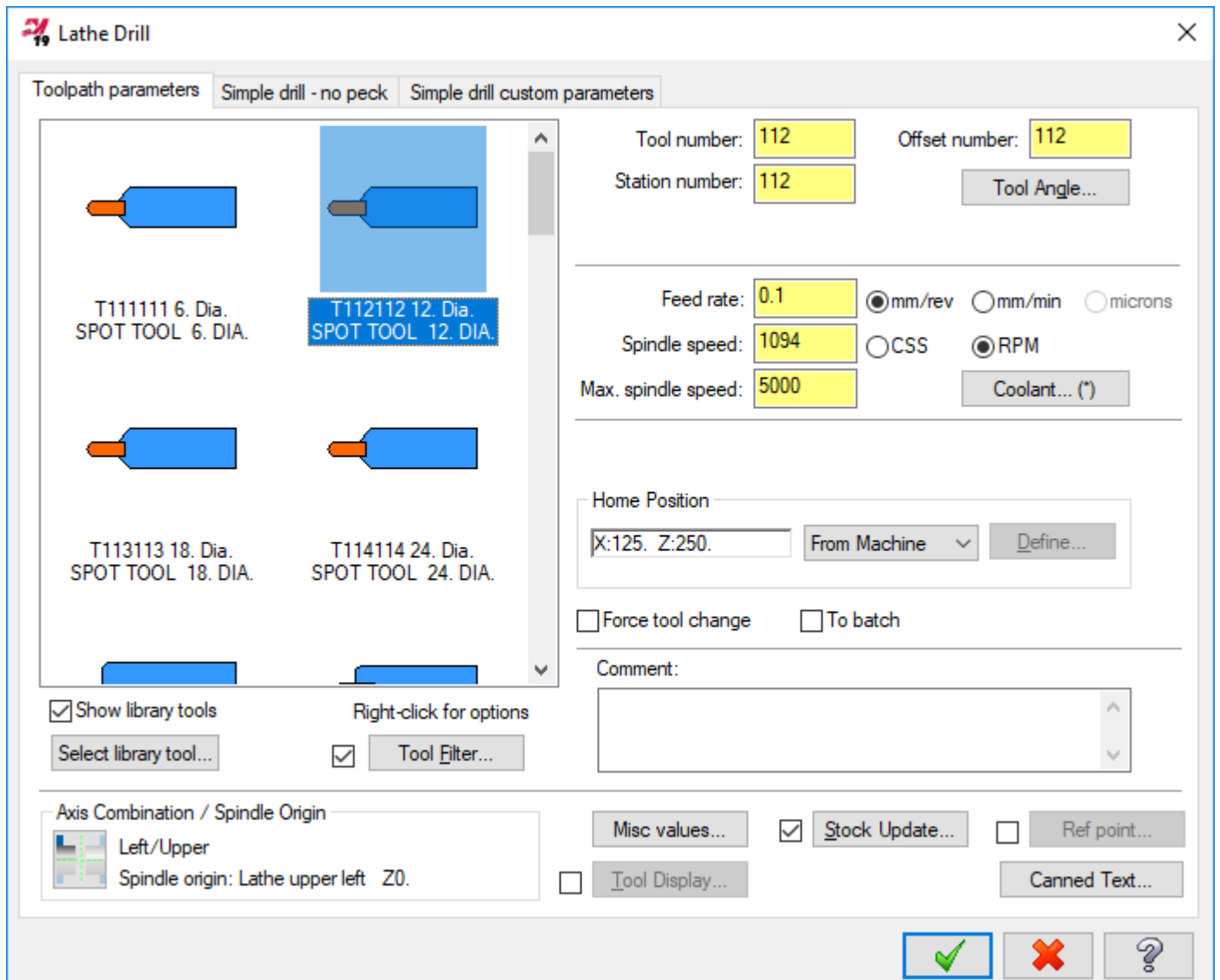
Detaļas urbšana

Tiks urbts caurums, kurā aizmugures balsts (jātnieks) pielāgosies detaļai. Lai aizmugures balsts (jātnieks) novietotos pareizi, nepieciešams lietot urbi ar 60 grādu virsotnes leņķi.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Drill**.

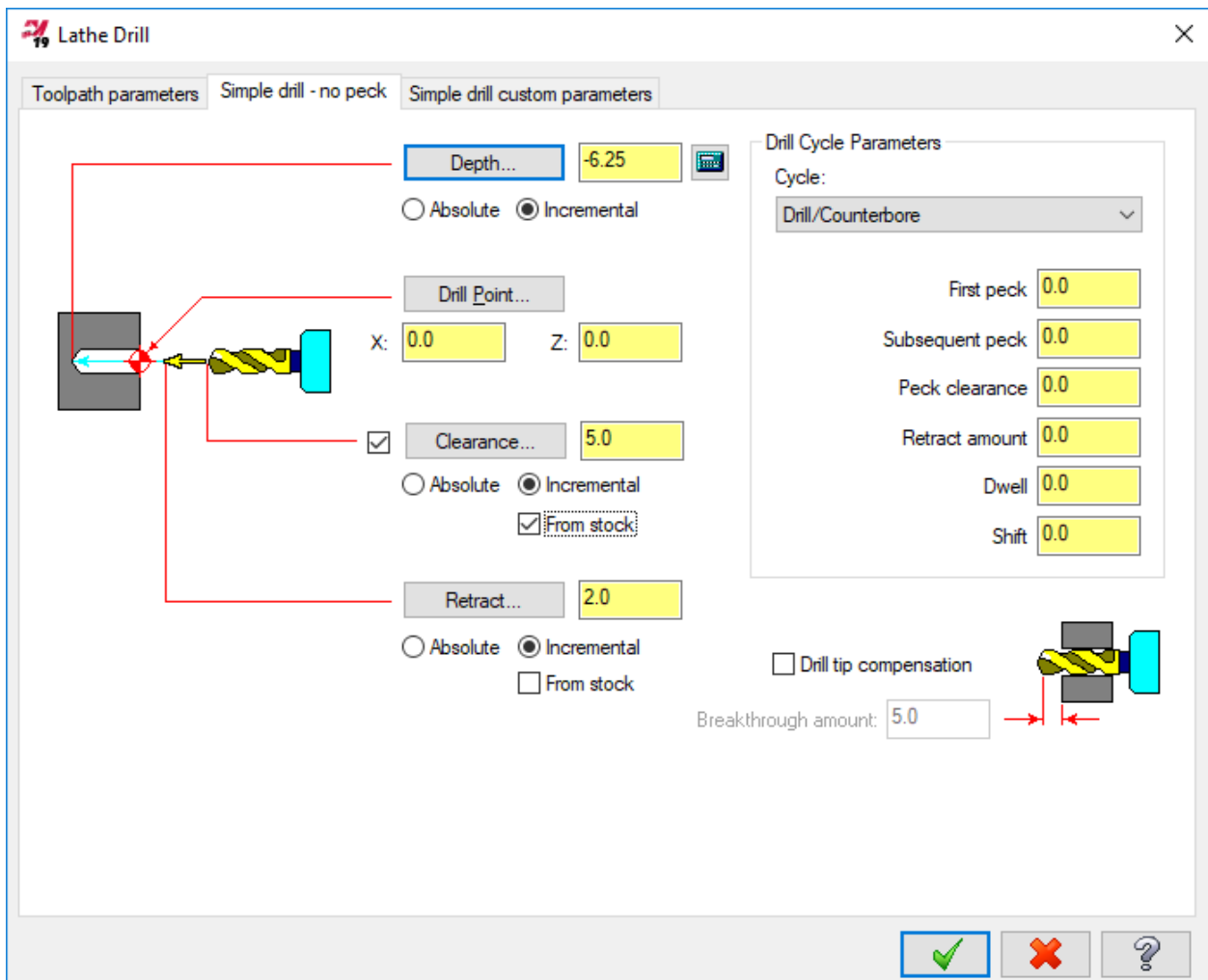


2. Izvēlieties **12 Dia Spot tool**.

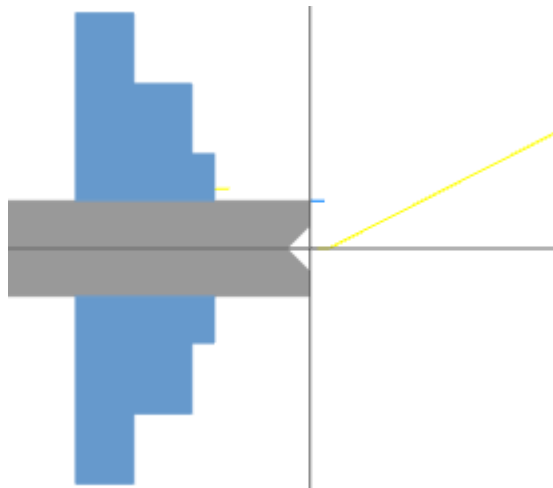
3. Izvēlieties **Simple drill - no peck** pogu dialoga lauka augšpusē.

4. Ievadiet **-6.25** kā dziļumu (**Depth**).

Pēc dziļuma ievadīšanas **Simple drill - no peck** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Aizmugures balsta (jātnieka) salāgošanai detaļas gala virsmā ir izurbts mazs caurums.



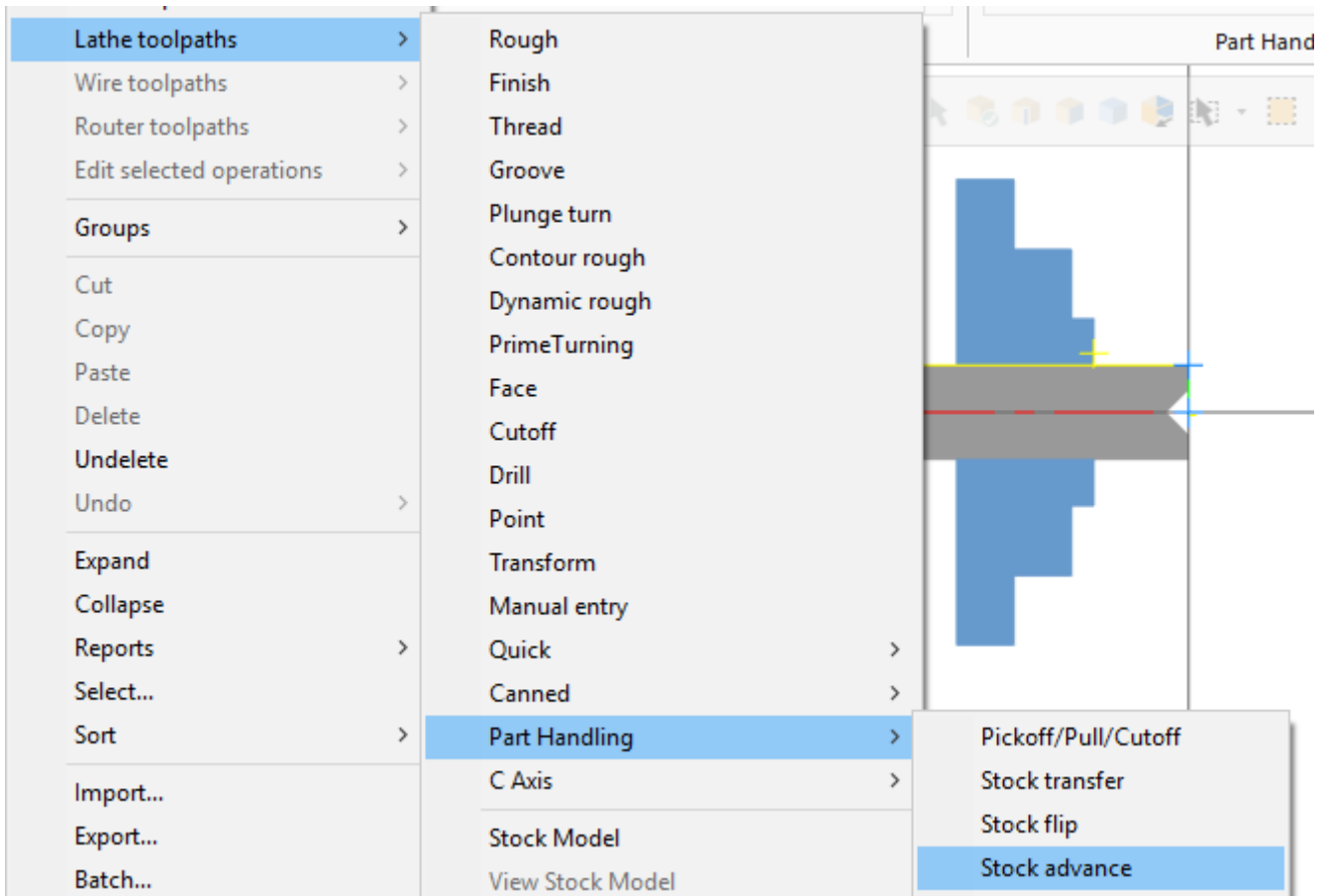
6. Saglabājiet failu.

Stieņa veida sagataves izvirzīšana

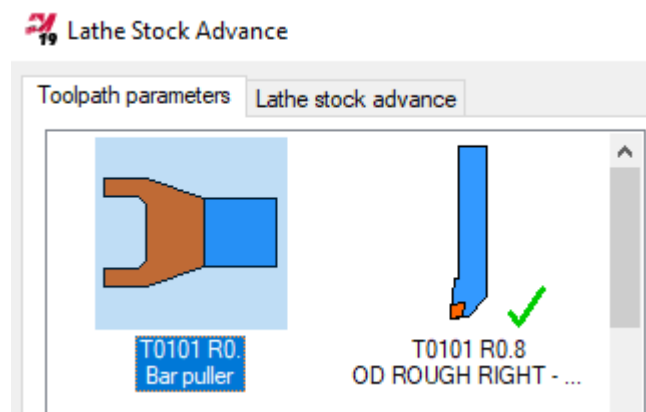
Šajā procedūrā, izmantojot speciālu stieņa vilkšanas instrumentu, no patronas tiks izvirzīta stieņa sagatave. *Mastercam* pēc vajadzības ļauj vai nu vilkt, vai stumt stieņa veida sagatavi.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Part Handling, Stock advance**.



2. **Toolpath parameters** laukā izvēlieties **Bar puller** instrumentu.



3. Izvēlieties **Lathe stock advance** pogu dialoga lauka augšpusē.

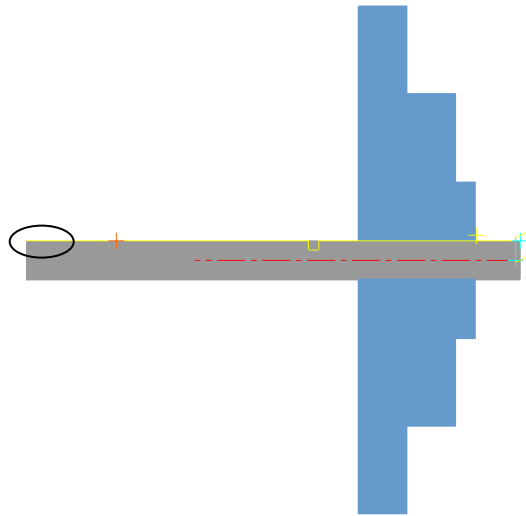
4. **Geometry** sekcijā zem **Transfer geometry** varianta izvēlieties **Select** pogu. Tas ļauj izvēlēties ģeometriju, kuru vēlaties izvirzīt.

5. Apvelciet taisnstūri ap visu pelēki ieēnoto detaļu.

6. Nospiediet **[Enter]**.

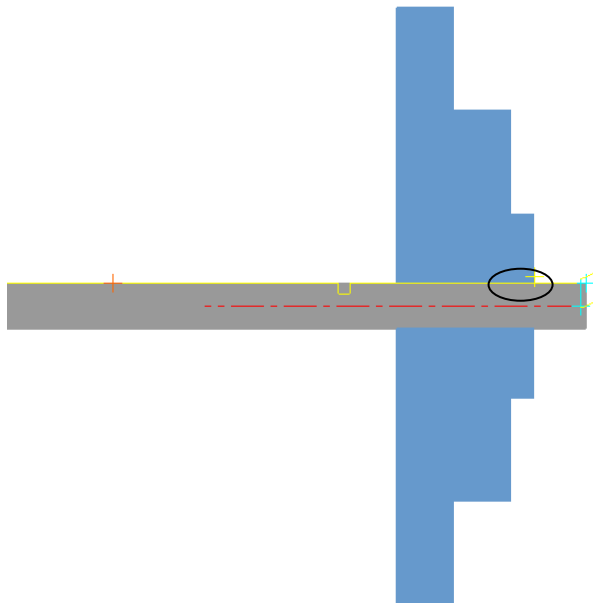
7. **Stock Position** sekcijā zem **Original Position** lauka izvēlieties **Select** pogu, lai atgrieztos grafiskajā logā un iestatītu sākotnējo sagataves novietojumu.

8. Izvēlieties violeto punktu uz stieņa sagataves.



9. Izvēlieties **Select** pogu zem **Transferred Position** lauka, lai atgrieztos grafiskajā logā un iestatītu attālumu, cik tālu sagatave izvirzīsies.

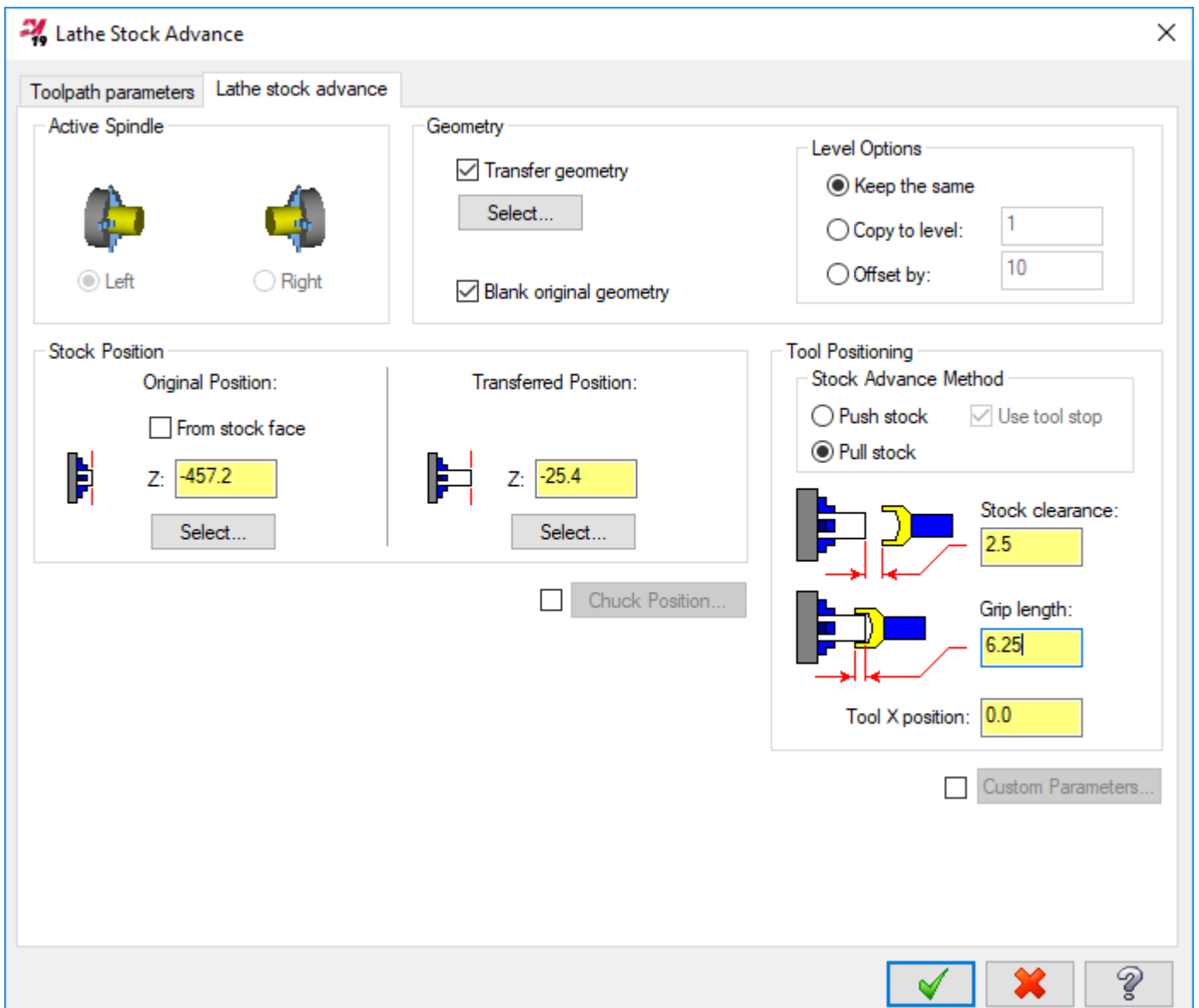
10. Izvēlieties dzelteni punktu patronas priekšpusē.




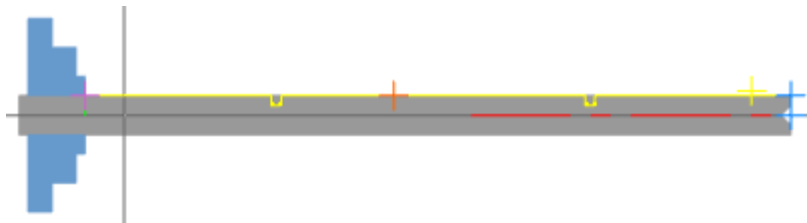
11. **Tool Positioning** sekcijā izvēlieties **Pull stock** kā sagataves izvirzīšanas metodi.

12. Ievadiet **2.5** kā sagataves brīvā gala garumu (**Stock clearance**) un **6.25** kā satvēruma garumu (**Grip length**).

Pēc parametru ievadīšanas **Lathe stock advance** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



13. Izvēlieties . Stieņa vilcējs apspilē sagatavi un virza to uz priekšu. Pievērsiet uzmanību, ka instrumenta trajektorijas attēlojums gala virsmas apstrādei un urbšanas instrumenta trajektorija ir automātiski atslēgti, jo instrumentu trajektorijas vairs neatbilst sagataves novietojumam.



Linetes novietošana

Linete tiek lietota, lai, atbalstot stieņa sagatavi, apstrādes laikā samazinātu vibrācijas. Ja tas nav darīts iepriekš, tad tagad, izmantojot **Revolve** procedūru, jāizveido linetes konstrukcija.

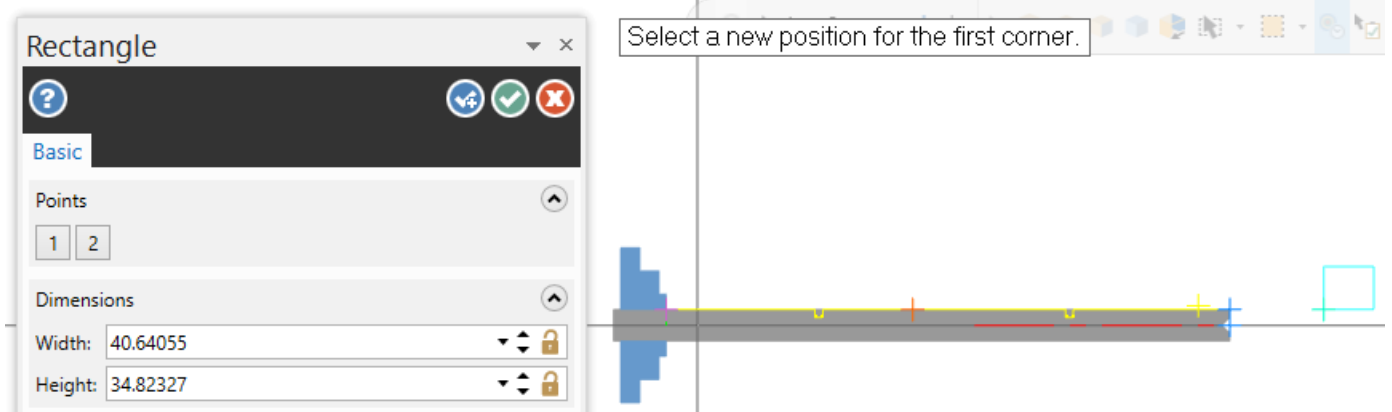
Darbības




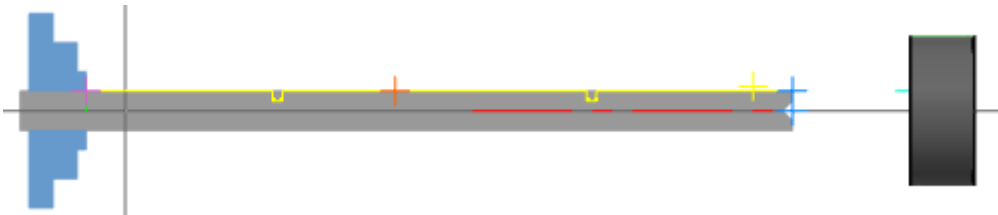
PIEZĪME

Taisnstūra izmēriem praktiski jāatbilst reālajiem linetes izmēriem. Apstipriniet ar **OK**.

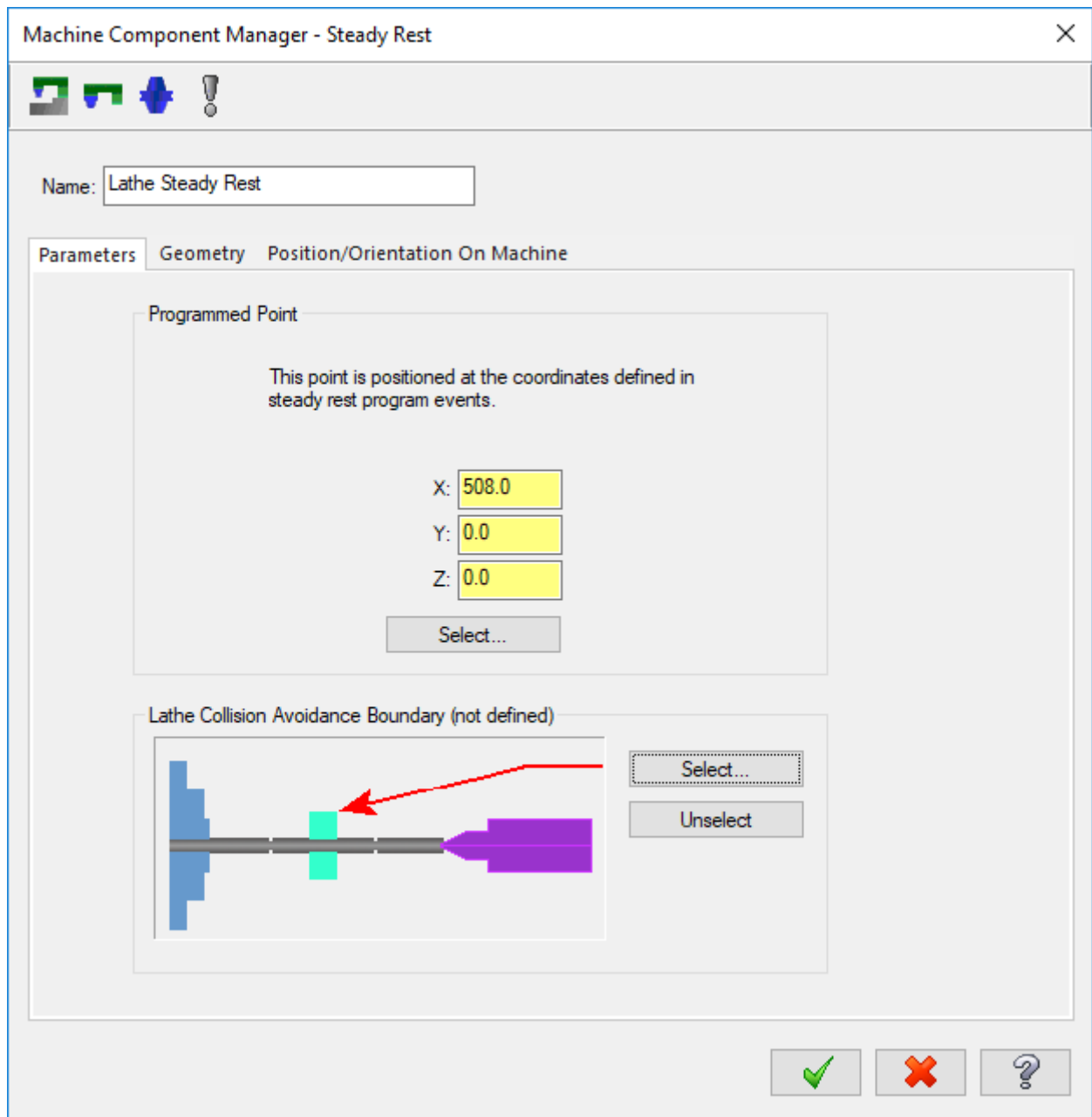
1. Uzzīmējiet taisnstūri, izmantojot gaiši zaļo punktu grafiskā lauka labajā daļā, kā redzams attēlā zemāk.



2. Izvēlieties **Solids, Revolve**. Iezīmējiet tikko izveidoto taisnstūri, apstipriniet ar . Parādās linete (skatīt nākamo attēlu).



3. Piesaistiet iegūto lineti operācijām, operāciju pārvaldniekā izvēlieties **Stock Setup**, un sadaļā **Steady Rest** izvēlieties **Properties**. Atveras **Machine Component Manager - Steady Rest** dialoga logs.
4. **Programmed Point** sadaļā izvēlieties **Select** pogu.
5. Grafiskajā logā izvēlieties gaiši zaļo punktu linetes kreisajā malā. **Machine Component Manager - Steady Rest** logam jāizskatās, kā redzams nākamajā attēlā.



6. Sadaļā **Lathe Collision Avoidance Boundary (not defined)** izvēlieties **Select**.

7. Grafiskajā logā iezīmējiet līnītes izveidošanai izmantotā taisnstūra apakšējo malu.

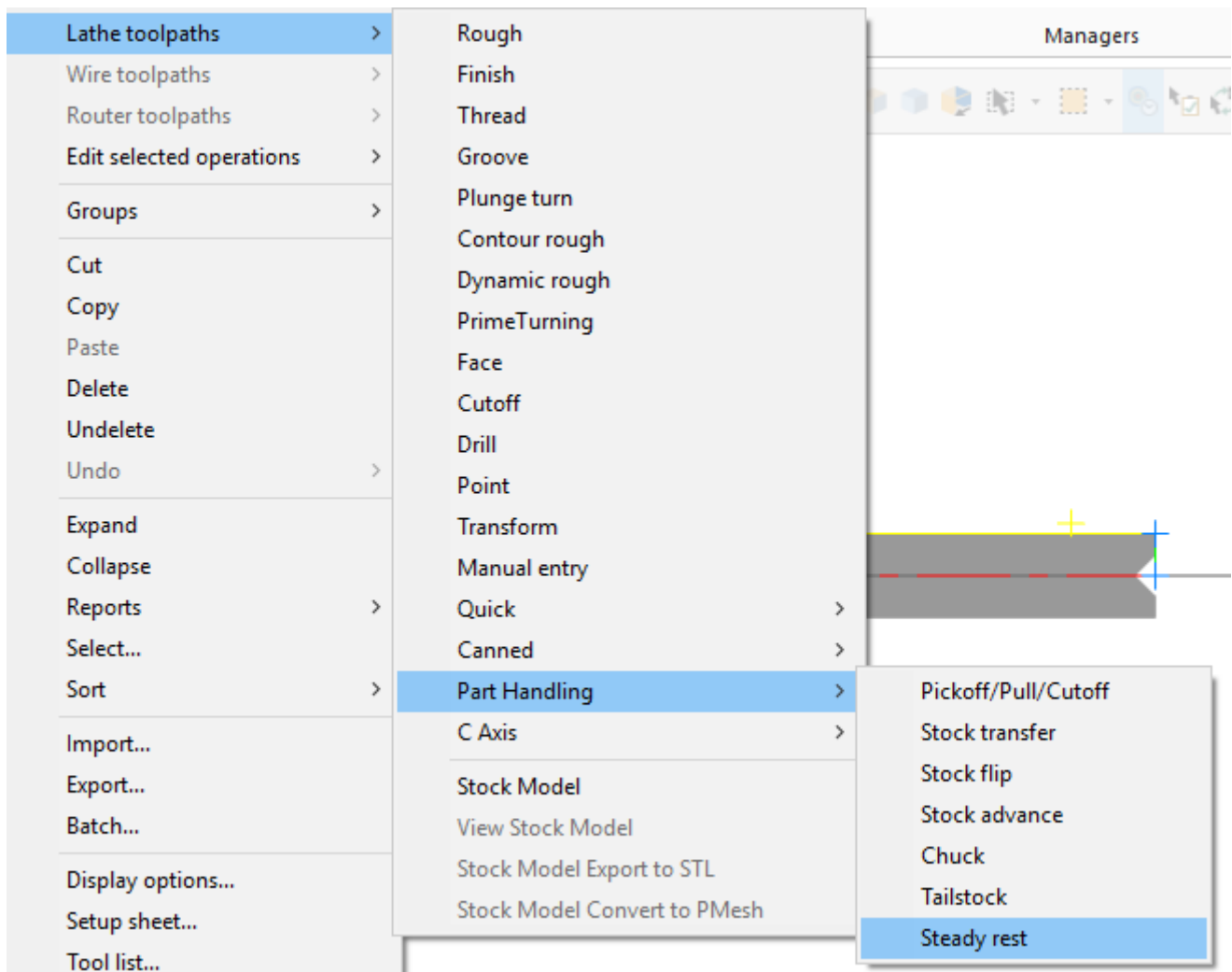
8. **Chaining** logā izvēlieties . Pievērsiet uzmanību, ka sadaļas virsraksts no **Not defined** mainās uz **Defined**.


9. Izvēlieties divreiz.

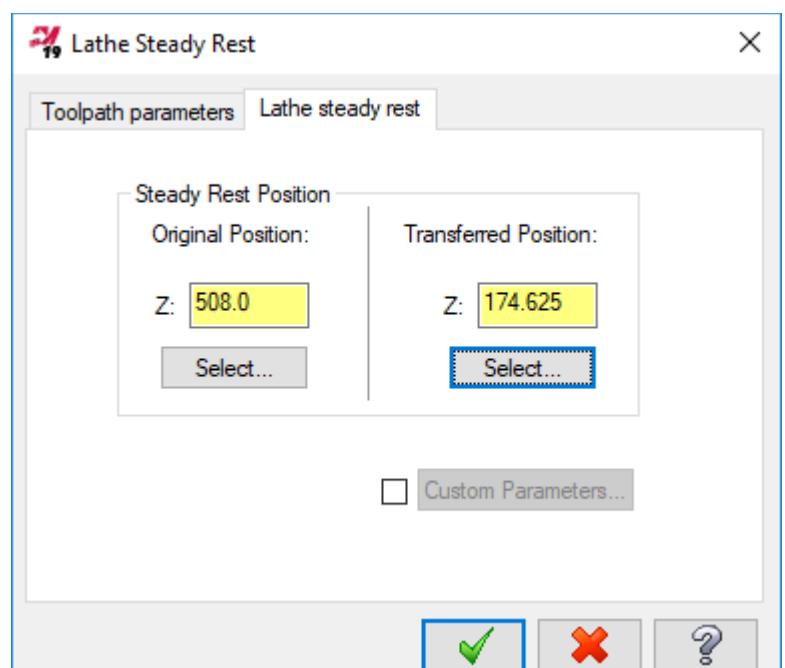
Tagad līnīte jānovieto sagataves vidū.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Part Handling, Steady rest**.



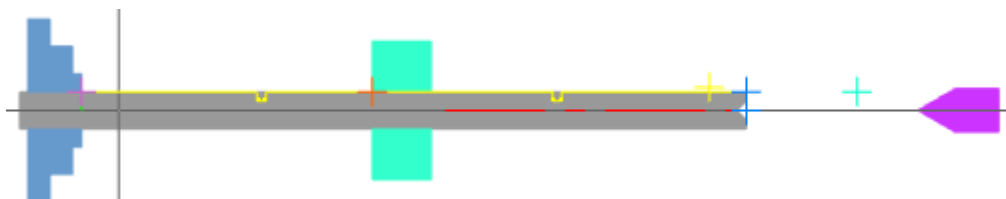
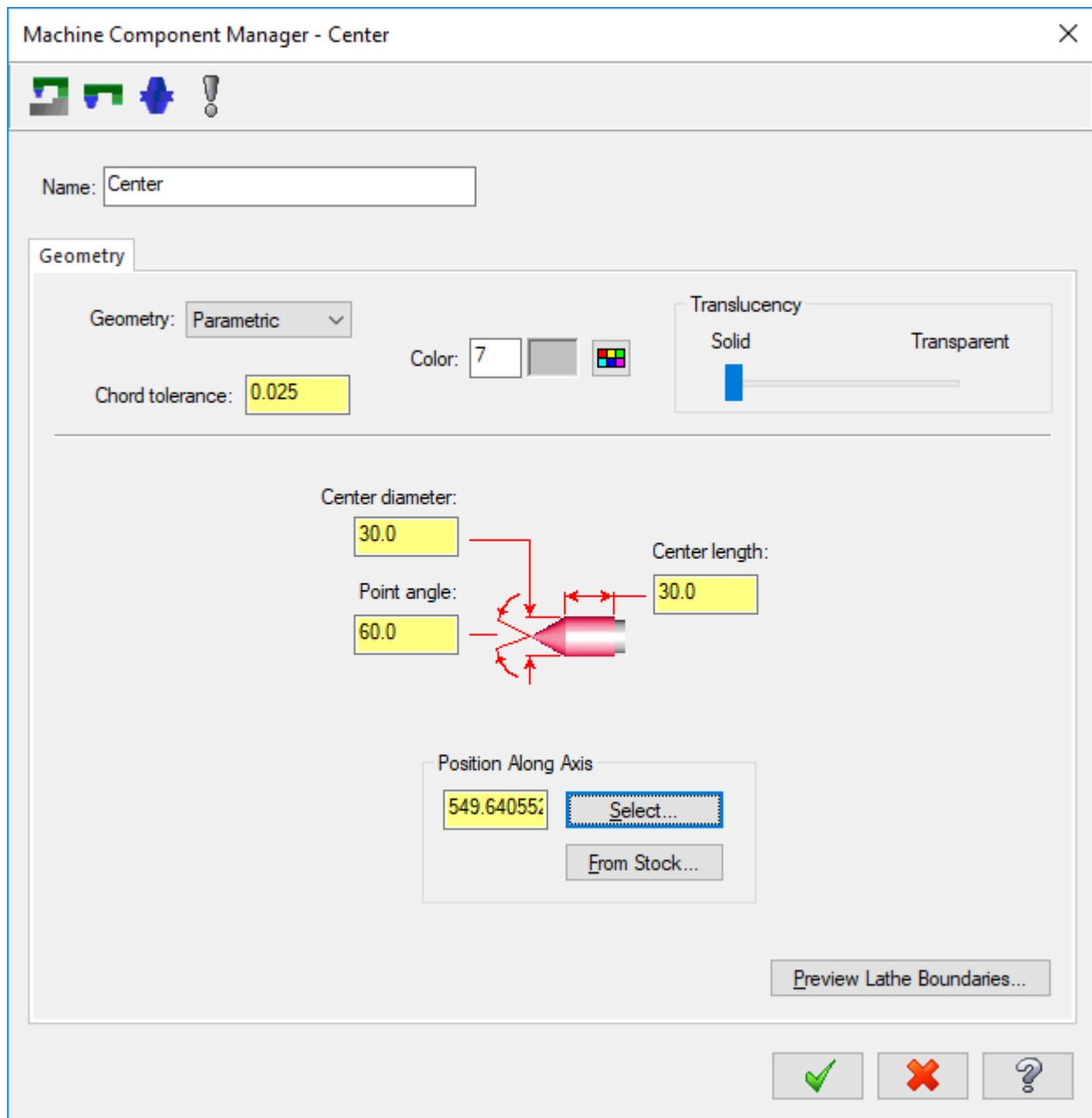
2. Izvēlieties **Lathe steady rest** pogu dialoga lauka augšpusē.
3. Sākotnējam linetes novietojumam izvēlieties **Select** pogu zem **Original Position** un tad gaiši zaļo punktu linetes priekšpusē (kreisajā pusē).
4. Lai iestatītu jaunu linetes novietojumu, zem **Transferred Position** izvēlieties **Select** pogu un sarkano punktu uz stieņa veida sagataves.
5. Izvēlieties . Gaiši zaļā linete virzās uz stieņa veida sagataves vidu.



Tagad jāizveido aizmugures balsts.

Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā izvēlieties **Stock Setup**. Sadaļā **Tailstock Center** izvēlieties **Properties** pogu. Atveras **Machine Component Manager - Center** dialoga logs.
2. Sadaļā **Position Along Axis** izvēlieties **Select**.
3. Grafiskajā logā iezīmējiet punktu uz ass linetes labajā malā. Dialoga logam jāizskatās kā nākamajā attēlā (skaitlis var atšķirties atkarībā no tā, kā linete uzzīmēta).

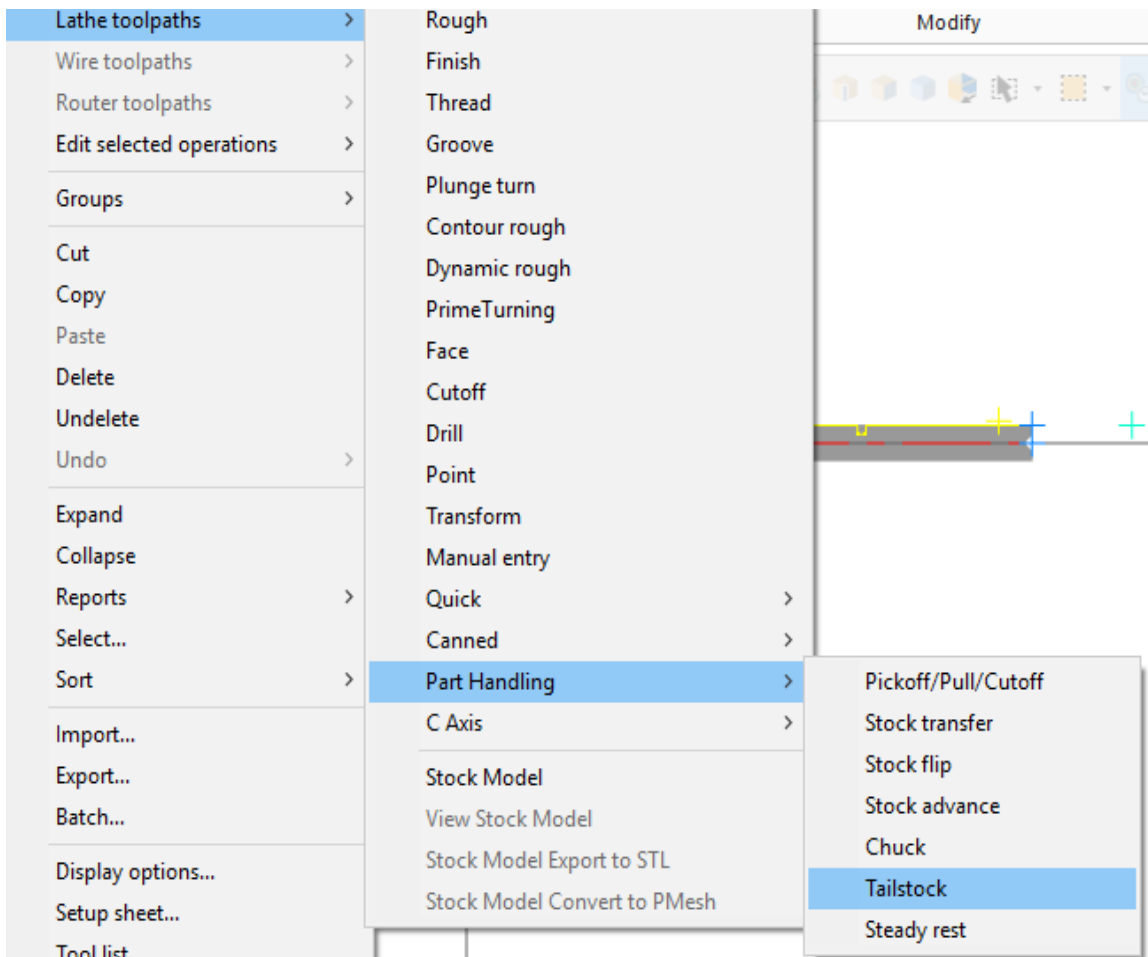


Aizmugures balsta (jātnieka) novietošana

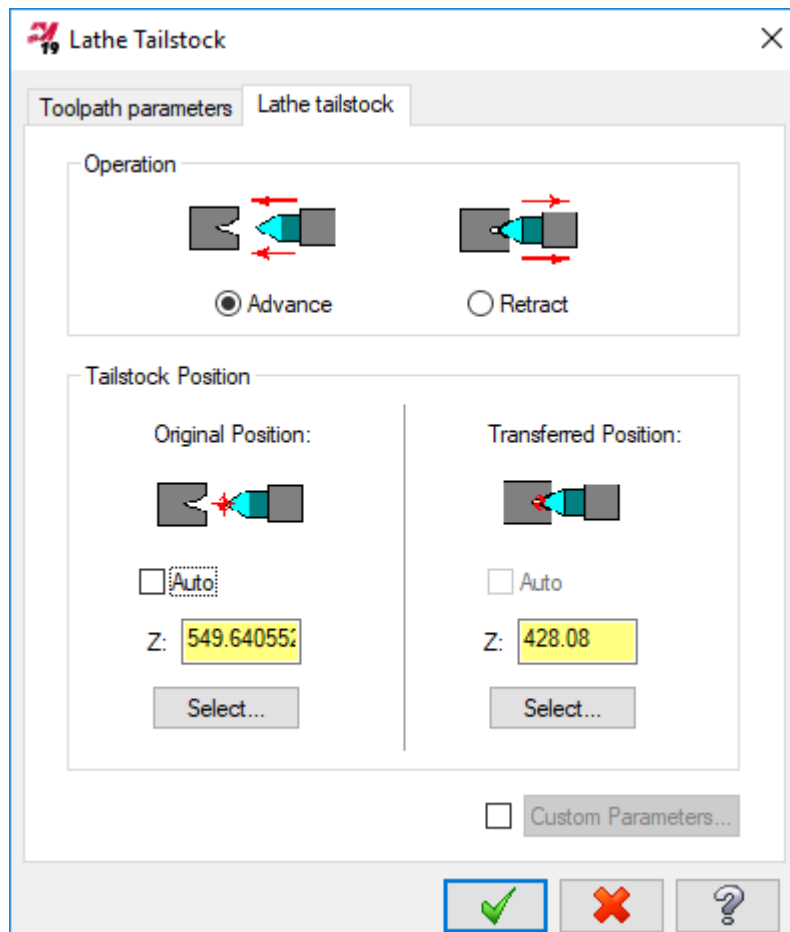
Tagad aizmugures balstu (jātnieku) var pievirzīt, lai nostiprinātu stienveida sagataves galu. Līdzīgi linetei arī aizmugures balsts (jātnieks) neļauj detaļai vibrēt, jo tas varētu izraisīt neprecīzu instrumenta trajektoriju.

1. darbība


Uzklīkšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Lathe toolpaths, Part Handling, Tailstock**.

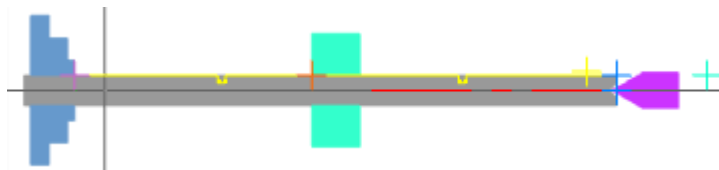


Atveras attiecīgais dialoga lauks.



2. darbība

Mastercam to atpazīst kā pirmo aizmugures balsta (jātnieka) kustību, tāpēc **Advance** variants ir jau izvēlēts. **Transferred Position Z:** laukā ierakstiet **428.08**. Izvēlieties . Aizmugures balsts (jātnieks) pievirzās, lai noturētu stieņa veida sagataves galu.



3. darbība

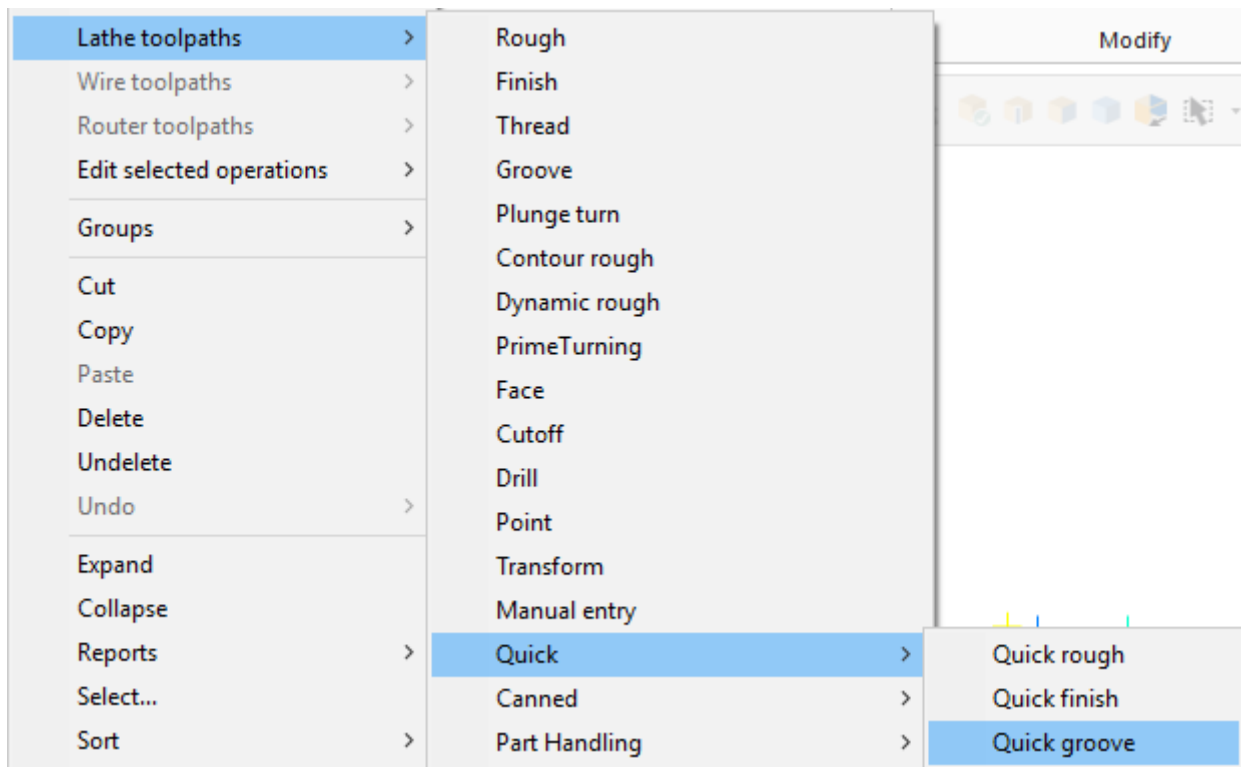
Saglabājiet failu.

Rievu apstrāde

Tagad, kad sagatave ir droši nostiprināta, jāapstrādā rievas linetes abās pusēs.

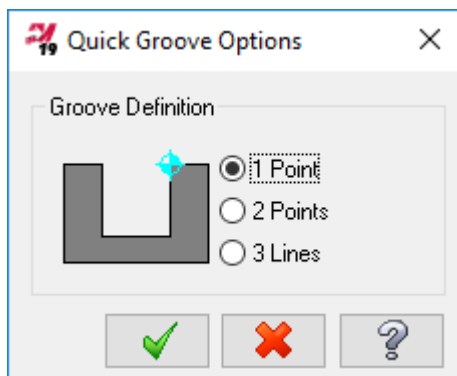
1. darbība

Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Quick, Quick groove**.



2. darbība

Izvēlieties **1 point**, lai noteiktu rievas, tad – .

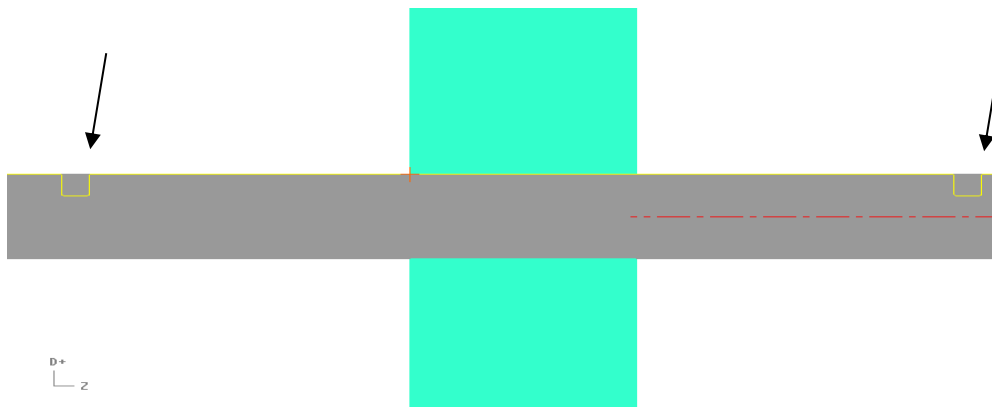


3. darbība

Ar peles rullīti palieliniet skatu uz stienveida sagatavi.

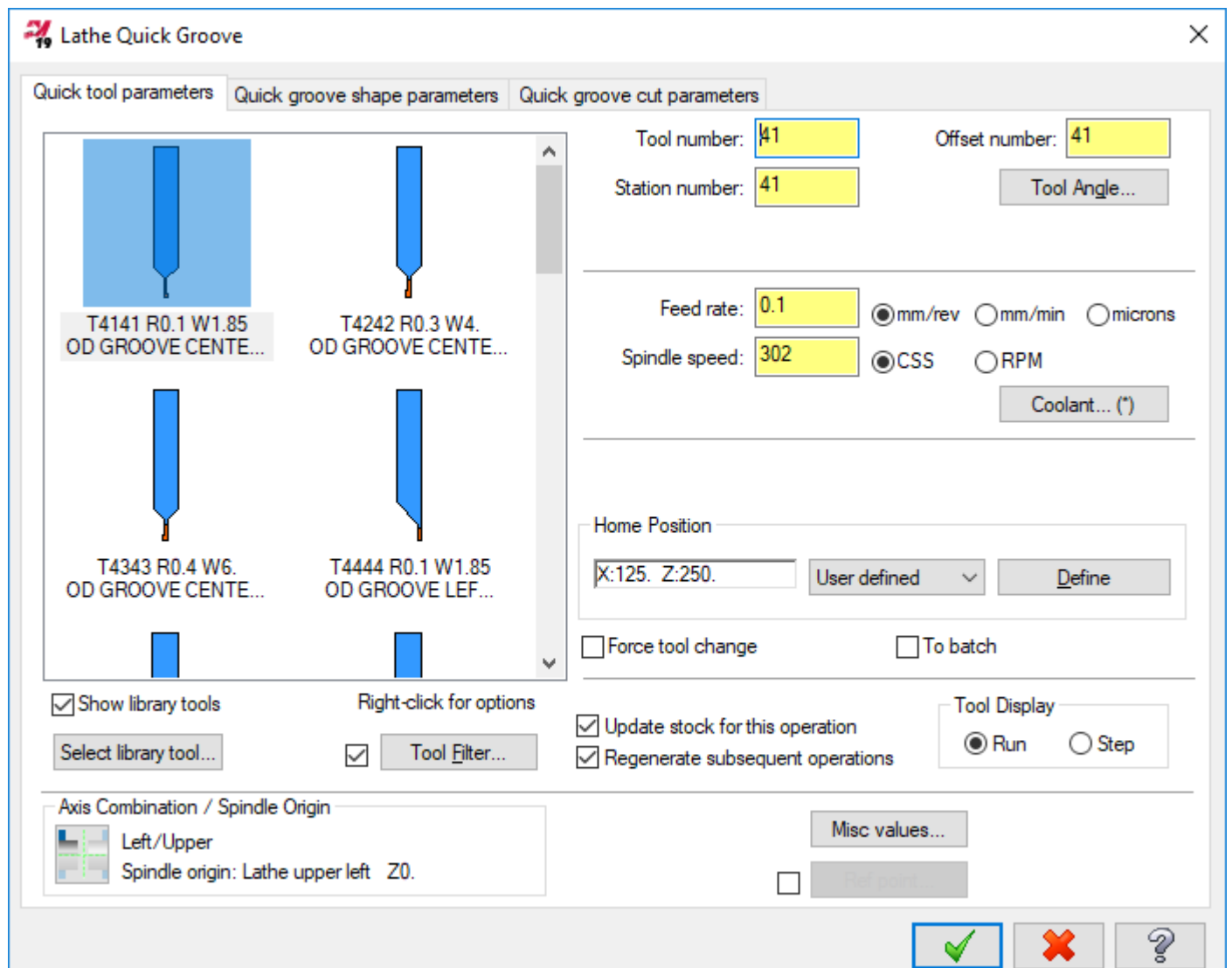
4. darbība

Izvēlieties divus punktus, kā parādīts nākamajā attēlā.



5. darbība

Nospiediet [Enter]. Atveras **Lathe Quick Groove** dialoga lauks.



6. darbība

Izvēlieties **1.85 OD groove center narrow** griezni.

7. darbība

Izvēlieties **Quick groove shape parameters** pogu.

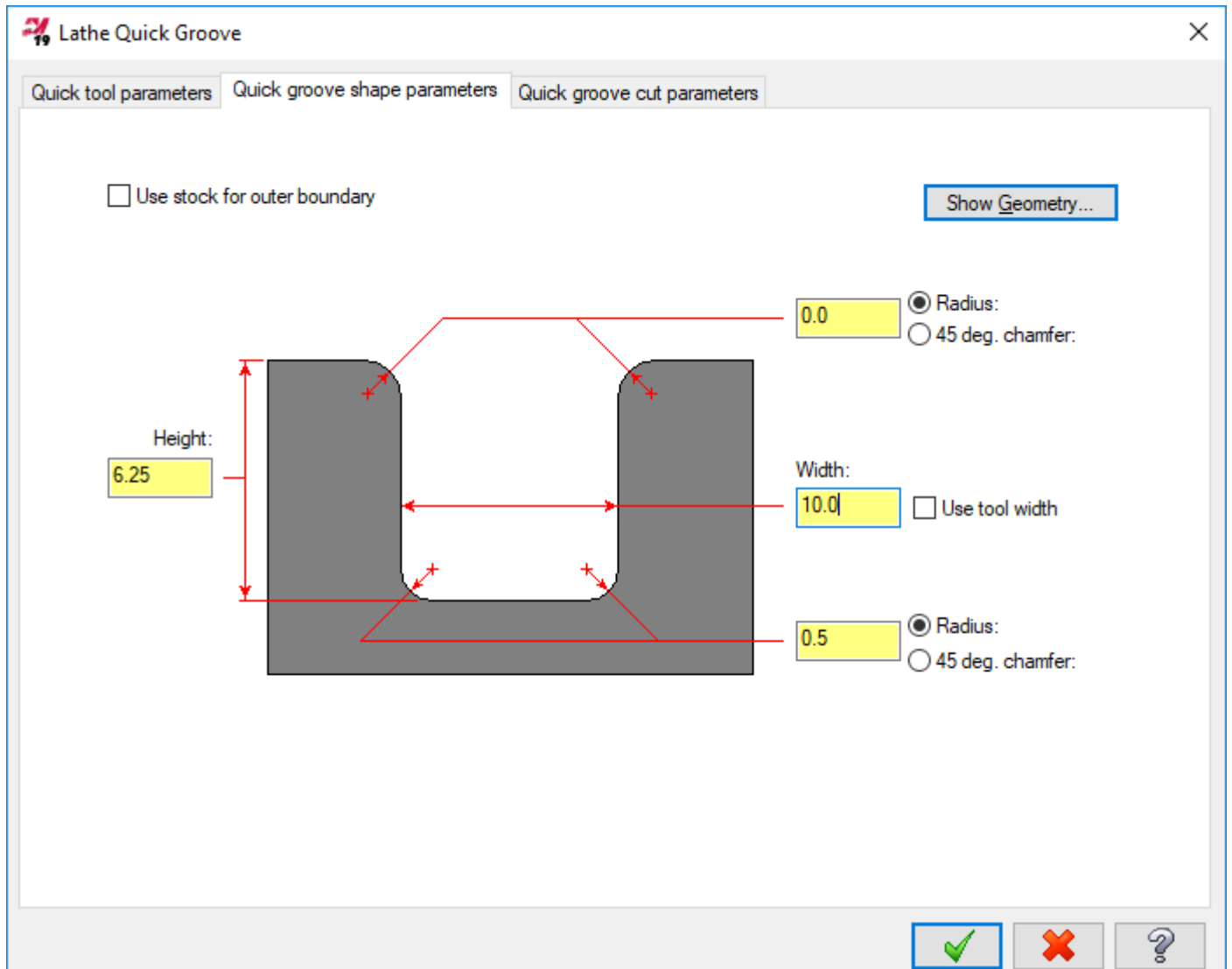
8. darbība

Ievadiet **6.25** kā rievas augstumu (**Height**).

9. darbība

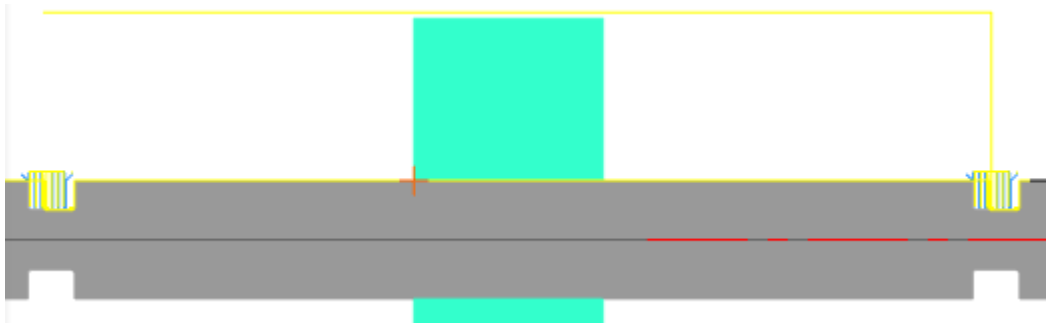
Ievadiet **0.5** kā rievas dibena rādiusu (**Radius**).

Pēc ievadītajiem parametriem **Quick groove shape** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



10. darbība

Tā kā tiks lietoti noklusējuma ātrās rievas griešanas parametri, izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju. Instrumenta trajektorija iet uz augšu pāri linetei no vienas rievas uz otru.

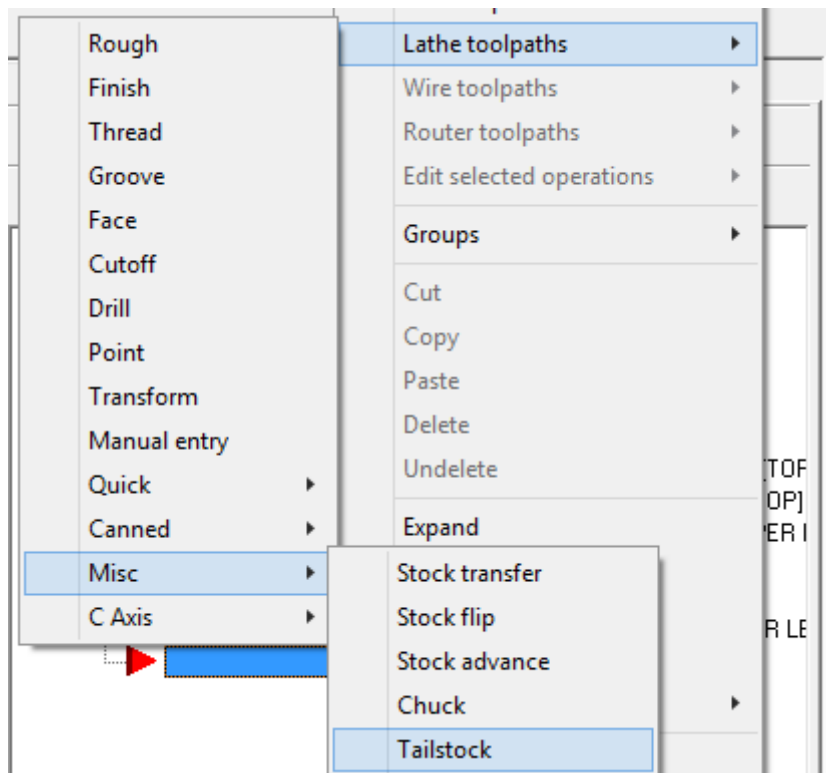


Aizmugures balsta (jātnieka) atvirzīšana

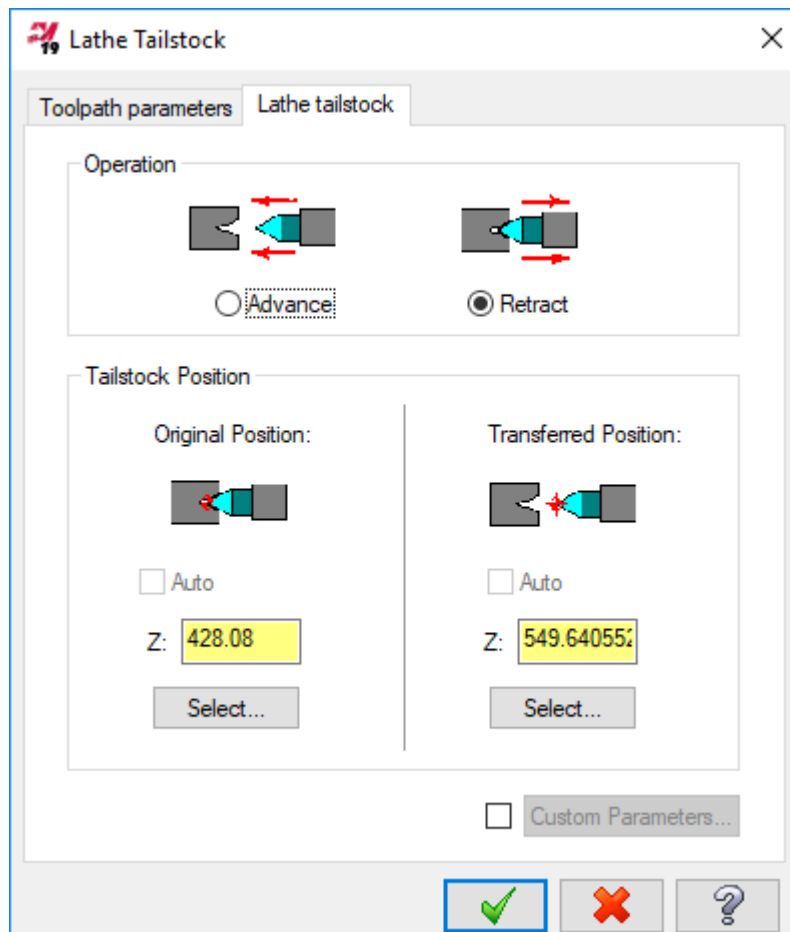
Kad rievas detaļā ir iegriezts, aizmugures balstu (jātnieku) var virzīt prom no stieņveida sagataves.

1. darbība

Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Part Handling, Tailstock**.




Atveras **Lathe Tailstock** dialoga logs.

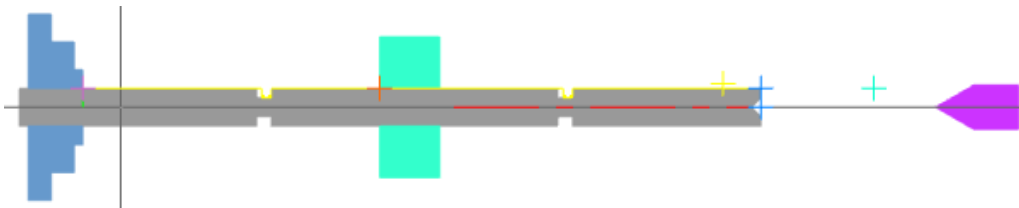


2. darbība

Mastercam to atpazīst kā otro aizmugures balsta (jātnieka) kustību, tādēļ **Retract** variants ir jau izvēlēts no iepriekš lietotajām koordinātām.

3. darbība

Izvēlieties . Aizmugures balsts (jātnieks) virzās prom no stieņveida sagataves, un rievas instrumenta trajektorijas attēlojums ir atslēgts.

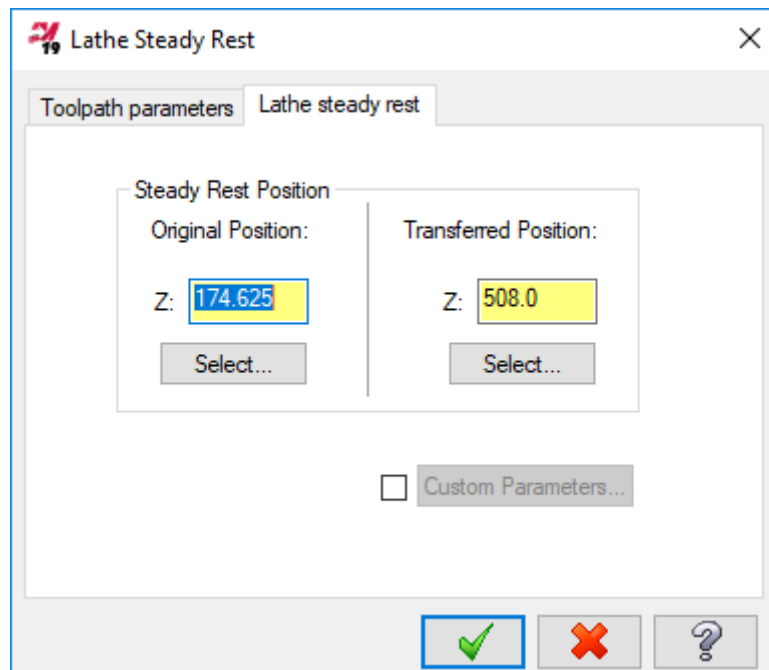


Linetes novietošana agrākajā vietā

Nākošā darbībā linete tiks virzīta prom no stieņveida sagataves, lai atvieglotu detaļas noņemšanu no mašīnas.

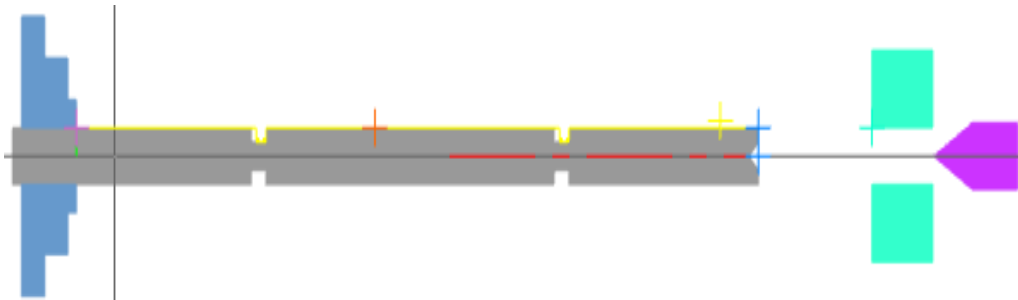
1. darbība

Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Part Handling, Steady rest**.



2. darbība

Izvēlieties . Linete automātiski atgriežas uz tās sākotnējo novietojumu.

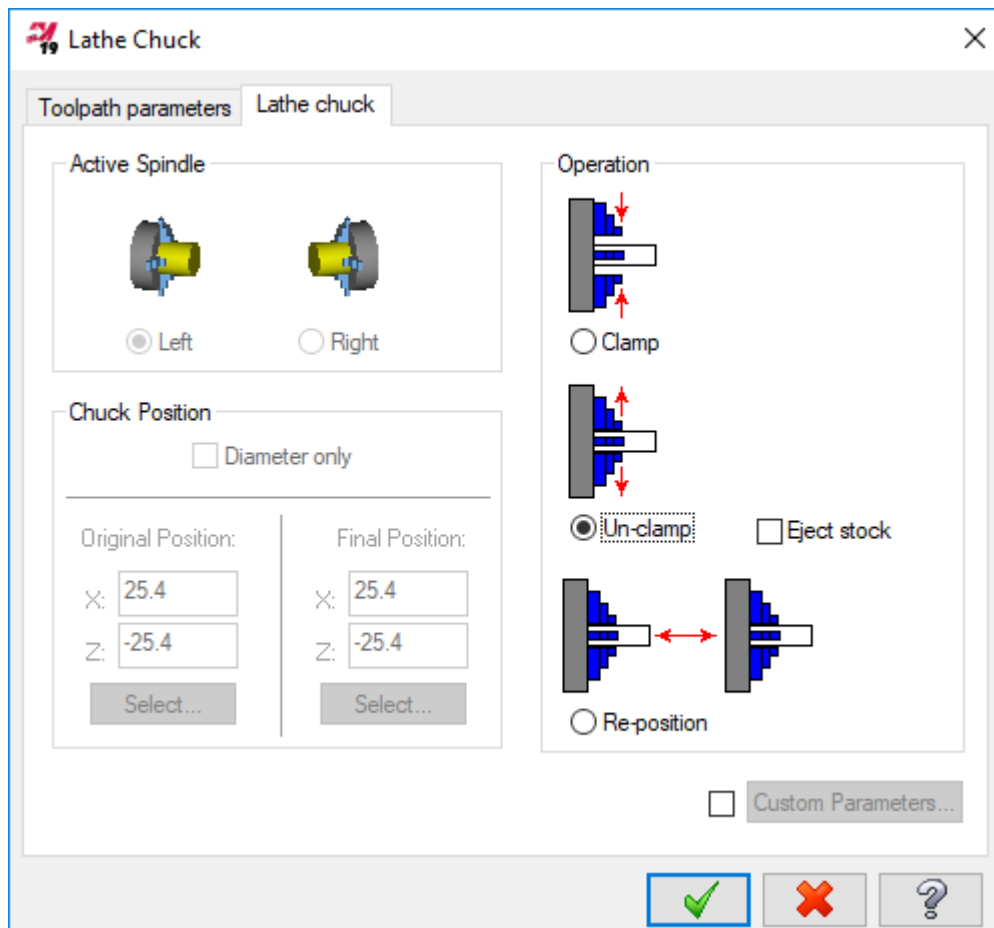



Patronas atbrīvošana

Pēdējā jaukta tipa operācija šai detaļai atbrīvos patronu, lai detaļu varētu noņemt no mašīnas.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldniekā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Part Handling, Chuck**. Dialoga laukā jau ir izvēlēts atbrīvošanas (**Un-clamp**) variants.



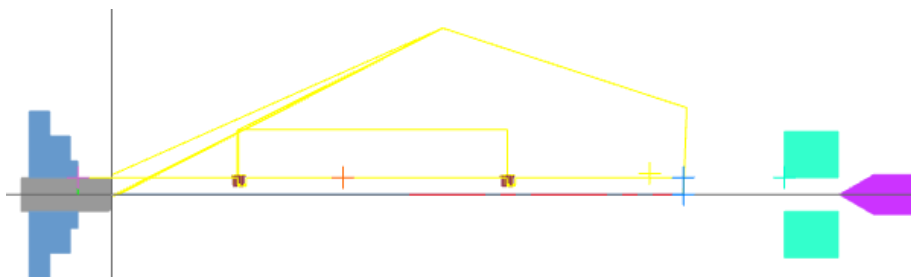
2. Izvēlieties , Patronas žokļi nedaudz atveras.
3. Saglabāji failu.

Visu instrumentu trajektoriju zīmēšana

Kad ir pabeigtas visas šīs detaļas instrumentu trajektorijas, tās jāuzzīmē, lai pārlicinātos, ka tajās nav kļūdu.

Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā izvēlieties **Select All operations, Backplot selected operations**.
2. Iestatiet **Display tool**, lai varētu redzēt griezni un griežņa kustību.
3. Izvēlieties **Play(R)**, lai redzētu visu procesu.



Vairāki nākamie praktiskie darbi saistās ar frēzēšanas un virpošanas operācijām detaļas apstrādē un frēzēšanas instrumentu trajektorijām. Frēzēšanas instrumentu trajektorijas parasti veido uz detaļas pēc tam, kad 2 asu virpošanas instrumentu trajektorijas ir pabeigtas.

13. PRAKTISKAIS DARBS – FRĒZĒŠANAS UN VIRPOŠANAS DARBA IESTATĪŠANA

Darba mērķis	Apgūt atšķirīgu apstrādes metožu izmantošanu vienā darbgaldā un to programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Griežņa un sagataves saskares robežu iestatīšana. ▪ Darba vārpstas/griežņu galvas un tiešās frēzēšanas iestatīšana. ▪ Atskaites punktu iestatīšana. ▪ Instrumentu trajektoriju un ģeometrijas importēšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj sagatavot darba vidi virpošanas un frēzēšanas operāciju izveidei.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests5.emcam</i> iestatīt darba vidi. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kā veido sagataves nostiprinājumu virpā?

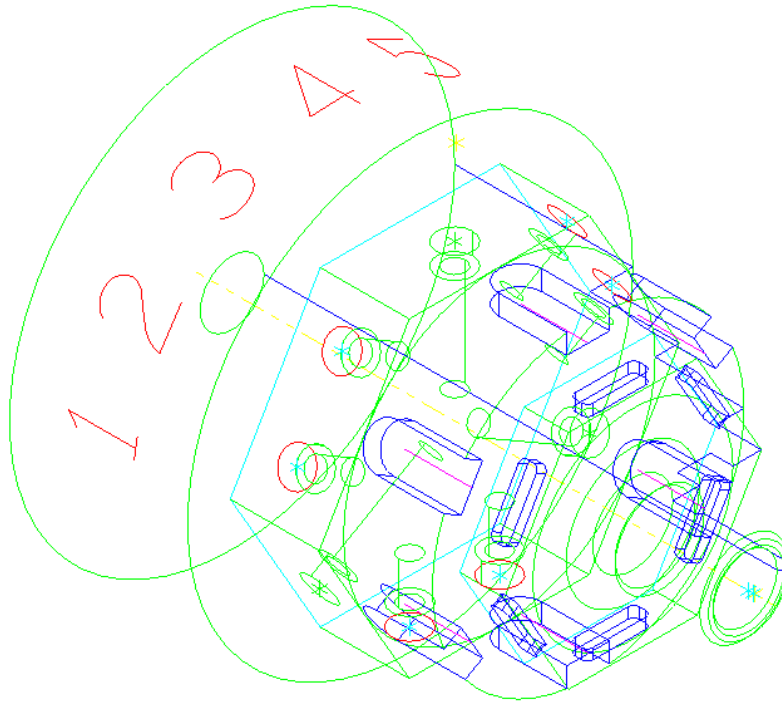
DARBA GAITA

Frēzēšanas un virpošanas darbi apvieno virpošanas un frēzēšanas instrumentu trajektorijas uz vienas detaļas. Frēzēšanas un virpošanas darba iestatīšana ir līdzīga tam, kā tiek iestatīti 2 asu virpošanas darbi ar papildu soli, kad tiek iestatīta tiešā frēzēšana. Tiešā frēzēšana nozīmē, ka tiek izmantots frēzēšanas instruments, kurš, kamēr detaļa ir nekustīga, rotē ap savu asi, bet virpas grieznis ir fiksēts grozāmā griežņu galvā.

Frēzēšanas un virpošanas mašīnas var būt divu veidu: C ass un Y ass. Vairāk izplatīta ir C ass mašīna, tā nodrošina lineāru kustību pa X un Z asi un C ass rotācijas kustību (ap X asi). Y ass mašīna uztur C ass kustību, un tai ir papildu lineāra ass, kas ļauj frēzēšanas instrumentam pārvietoties virs un zem darba vārpstas centra līnijas.

Piezīme. Frēzēšanas un virpošanas instrumentu trajektorijas nav pieejamas ar **Lathe Entry**. Lai varētu veikt 13. līdz 17. praktisko darbu, ir jābūt **Lathe Level 1**. Lai veiktu 16. praktisko darbu ir nepieciešams arī **Mill Level 1**.

Vispirms savā darba katalogā atveriet *freze_virpa_sakums.emcam*. Tā kā šai detaļai vajag daudz apstrādes, tā tiks izmantota arī vairākos nākamajos praktiskajos darbos. Izvēlieties **Machine Type, Lathe, C-Y axis Slant Bed Lathe MM**.



GRIEŽŅA ROBEŽU IESTATĪŠANA

Griežņa sadursmes novēršanas robežas netiek izmantotas to detaļu frēzēšanas instrumentu trajektorijām, kurām veic frēzēšanas un virpošanas operācijas. Tomēr frēzēšanas un virpošanas detaļu apstrāde sākas ar virpošanas instrumentu trajektorijām, lai novāktu lielāko materiāla daļu. Tā kā virpošanas instrumentu trajektorijas var izmantot griežņa robežas, tās ir jāiestata pat tad, ja frēzēšanas instrumentu trajektorija tiks veidota vēlāk.

1. darbība

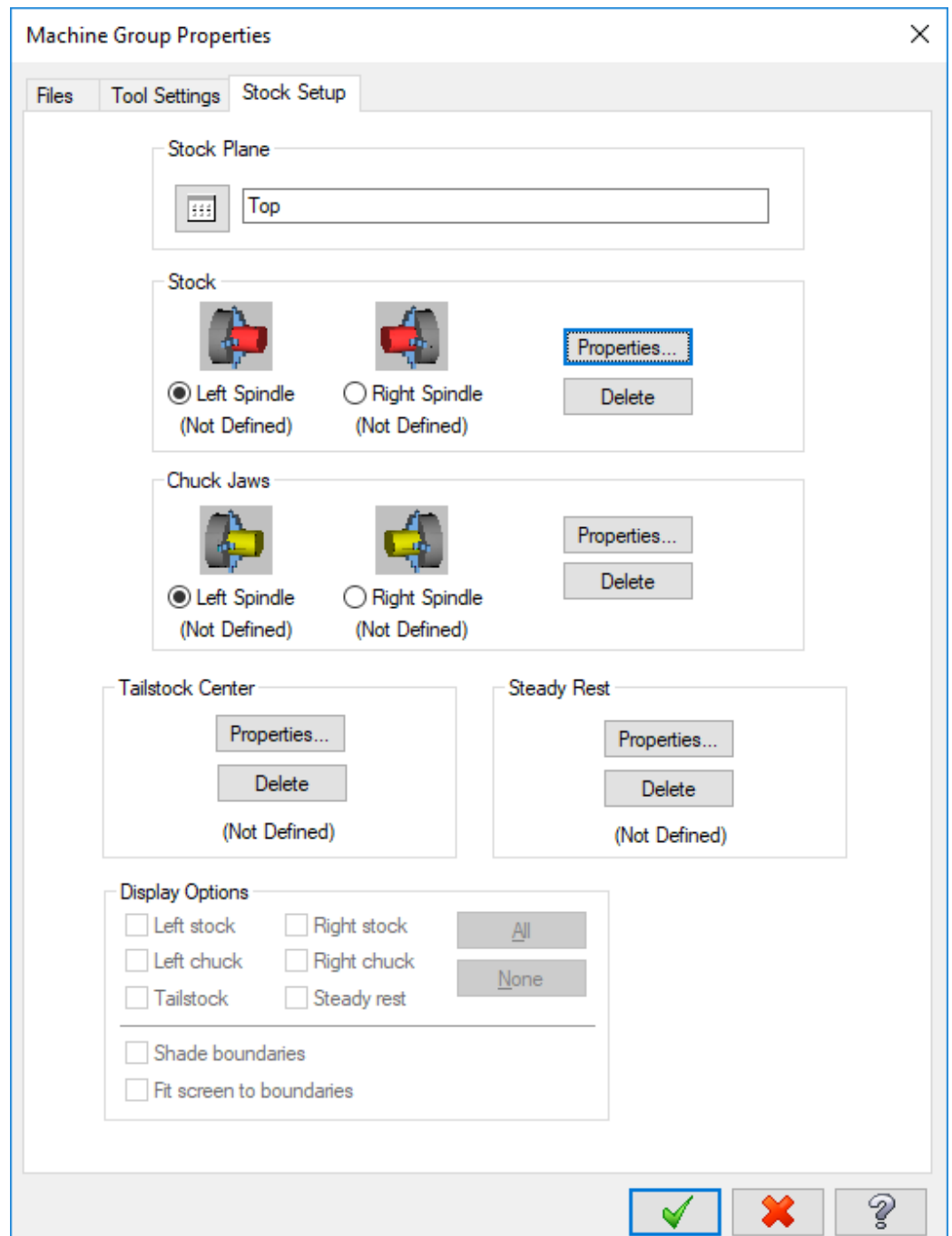
No rīkjoslas izvēlieties **Top view** pogu, lai ģeometriju varētu skaidrāk aplūkot.

2. darbība

Nospiediet [**Alt + F1**], lai pielāgotu detaļu grafiskajā logā.

3. darbība

Atveriet **Machine Group Properties** dialoga laukā **Properties, Stock Setup, Properties, Stock Setup**, lai noteiktu sagataves robežas.

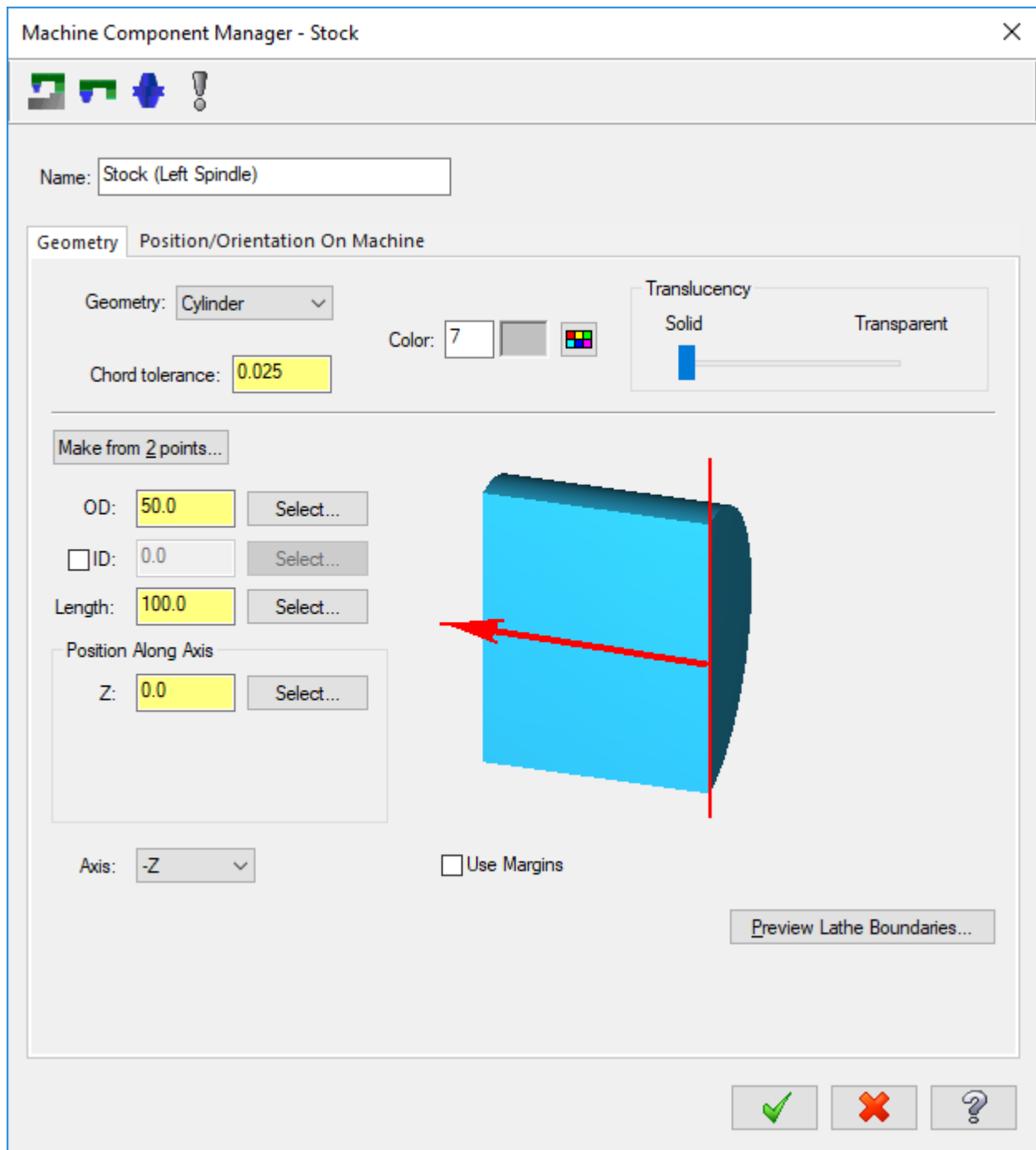


4. darbība

Izvēlieties **Properties** pogu **Stock** sekcijā uz dialoga lauka.

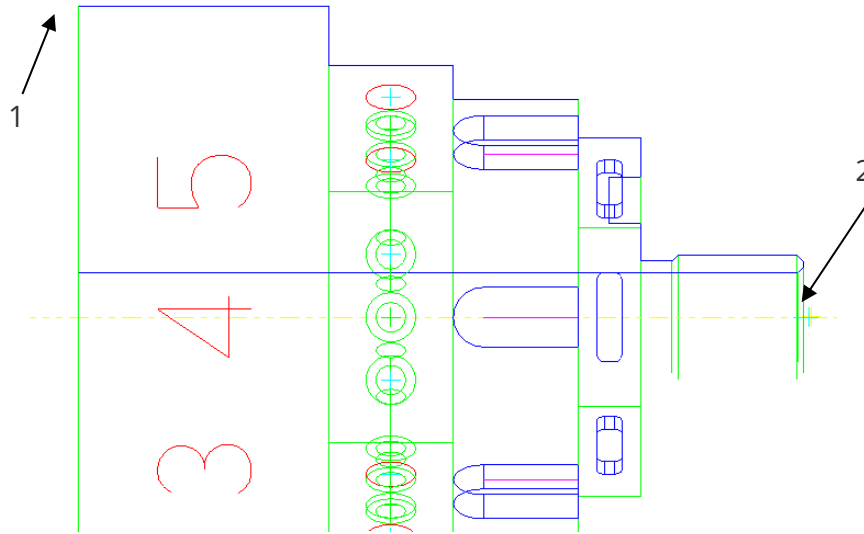
5. darbība

Izvēlieties **Cylinder** pa labi no **Geometry**. No **Machine Component Manager - Stock** dialoga lauka izvēlieties **Make from 2 points**.



6. darbība

Kā sagataves stūrus izvēlieties divus dzeltenos punktus (skatīt nākamo attēlu).



7. darbība

Izvēlieties , lai aizvērtu **Machine Component Manager - Stock** dialoga lauku.

8. darbība

Izvēlieties **Fit screen to boundaries** dialoga lauka apakšā, lai nodrošinātu sagataves robežu ietveršanu, kad grafiskajā logā tiek pielāgota ģeometrija.

9. darbība

Atveriet **Tool Settings** lappusi. Iestatiet griežņa atstarpes (**Tool Clearance**) vērtības (skatīt nākamo attēlu). Tas noteiks, cik cieši grieznis var pievirzīties pie griežņa robežām ātro kustību laikā un ieejas/izejas kustībās.

Machine Group Properties

Files Tool Settings **Stock Setup**

Default program number

Feed Calculation

From tool
 From material
 From defaults
 User defined

Spindle speed

Feed rate

Retract rate

Plunge rate

Adjust feed on arc move

Minimum arc feed


Toolpath Configuration

Assign tool numbers sequentially
 Warn of duplicate tool numbers
 Warn on mill tool orientation conflict
 Use tool's step, peck, coolant
 Search tool library when entering tool number

Advanced options

Override defaults with modal values
 Clearance height
 Retract height
 Feed plane

Tool Clearance

 Rapid moves:
 Entry/Exit:

Sequence number


Start

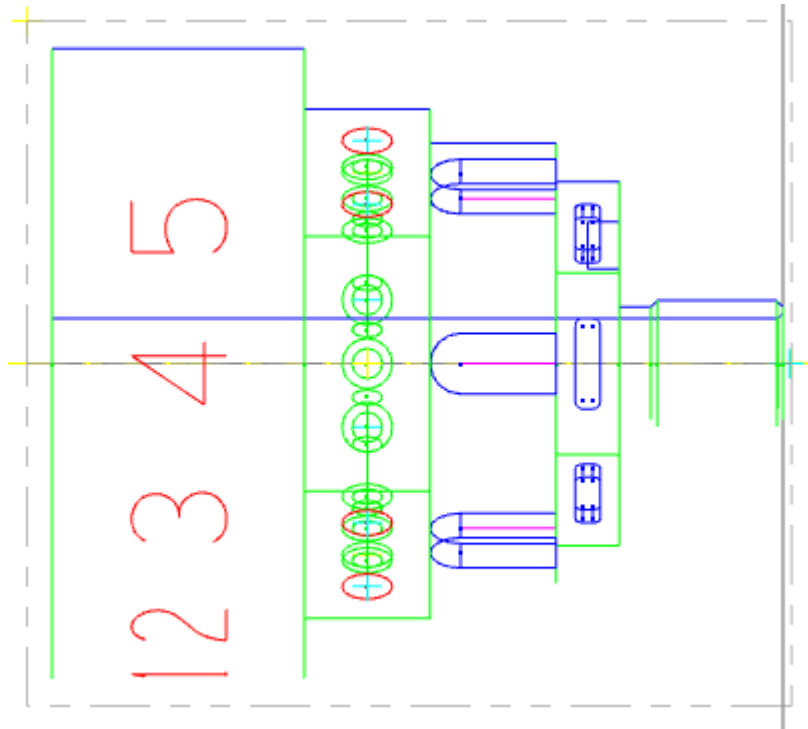
Increment

Material

Lathe Edit... Select... Mill Edit...

10. darbība

Izvēlieties , lai aizvērtu **Stock Setup** dialoga lauku. Izcēlās sagataves robežas ir apzīmētas ar pelēko līniju, un ir izveidots to atspoguļojums pret Z asi.



DARBA VĀRPSTAS, REVOLVERGALVAS UN INSTRUMENTU BLOKA IESTATĪŠANA

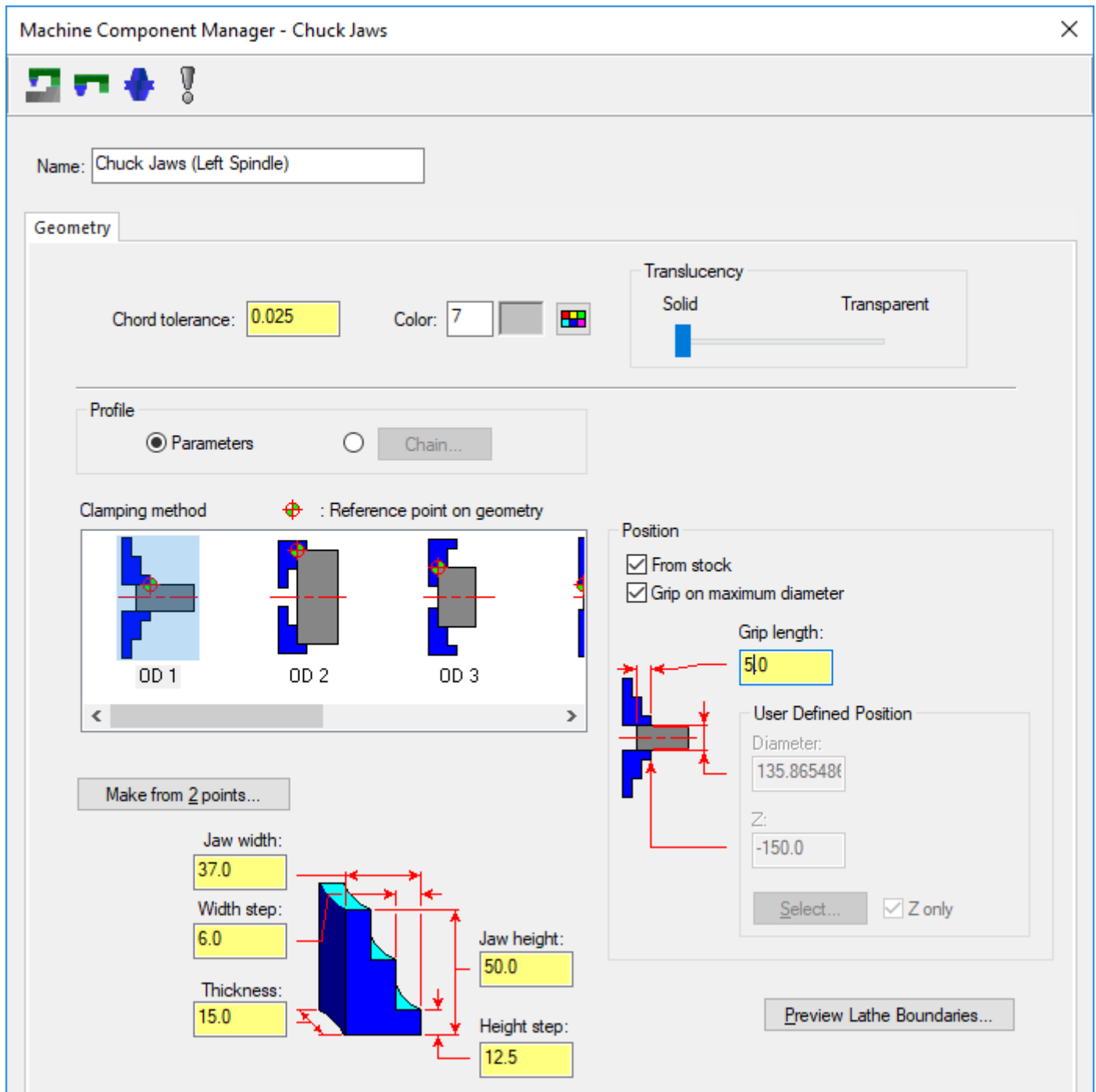
Uz **Stock Setup** dialoga lauka iespējams iestatīt, kur uz rotācijas centra ir novietota detaļa un kāda tipa instruments tiks lietots instrumenta trajektorijai. Frēzēšanas un virpošanas instrumentu trajektorijām tiek izmantota tiešā frēzēšana, kas nozīmē, ka tiek izmantots frēzēšanas instruments, kurš rotē ap savu asi, kamēr detaļa ir nekustīga, atšķirībā no tā, ka virpas grieznis ir fiksēts grozāmā griežņu galvā.


Padoms. Šajā vingrinājumā ir lietotas noklusējuma vērtības. Izmantojiet tālāk minētos dialoga laukus, lai pārbaudītu savus iestatījumus, un veiciet nepieciešamās korekcijas.

Darbības

1. Atkārtoti atveriet **Stock Setup, Machine Group Properties** dialoga lauku.

2. **Chuck Jaws** dialoga laukā izvēlieties **Properties** pogu, lai iestatītu sagataves iespīlēšanu patronā.



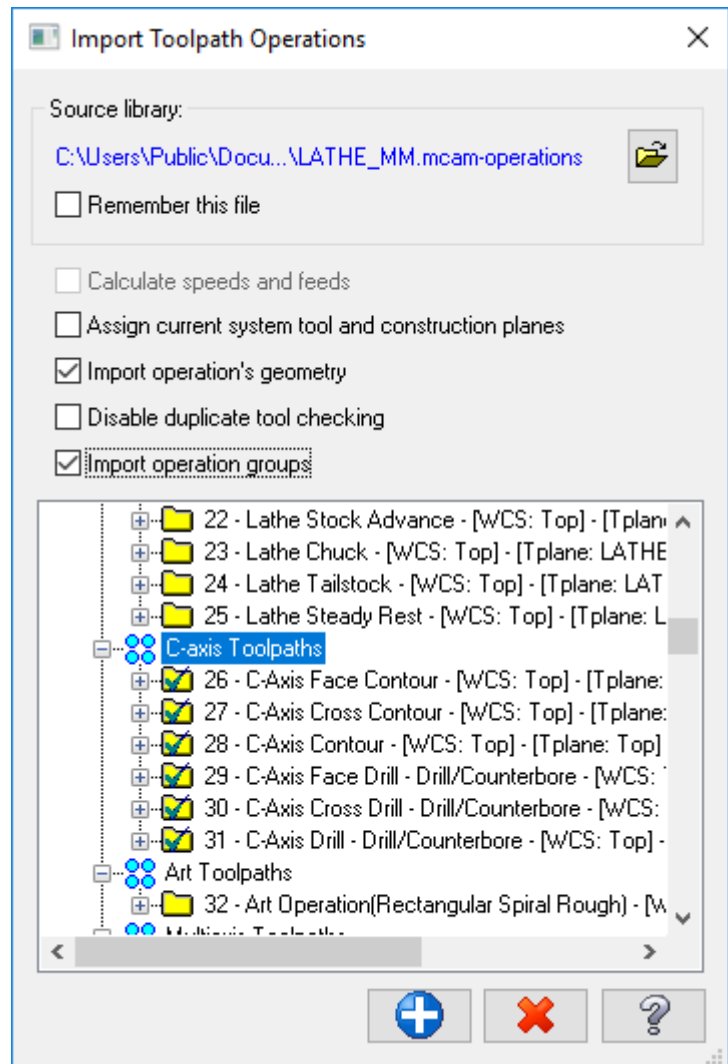
3. Iestatiet parametrus, kā parādīts, un izvēlieties  divreiz, lai aizvērtu **Chuck Jaw -Left Spindle** un **Machine Group Properties** logus.

INSTRUMENTU TRAJEKTORIJAS UN ĢEOMETRIJAS IMPORTĒŠANA

Tā vietā, lai no jauna izveidotu visas šīs detaļas apstrādei nepieciešamās 2 asu virpošanas instrumentu trajektorijas, importējiet instrumentu trajektorijas no operāciju bibliotēkas faila, izmantojot **Import** funkciju. Importējot instrumentu trajektorijas, *Mastercam* tiek ļauts nolasīt papildu informāciju, piemēram, apzīmētos skatus, kuri nav saglabāti operāciju bibliotēkā.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldnieka brīvajā laukā, izvēlieties **Import**. Atveras **Import Toolpath Operations** dialoga lauks.



2. Ritiniet operāciju sarakstu.

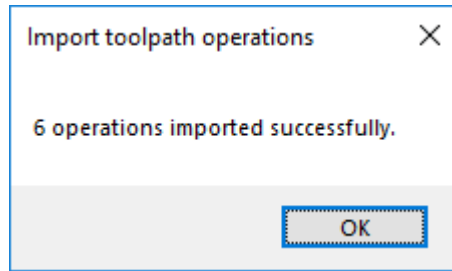
3. Izvēlieties **C-axis Toolpath** operācijas.

4. Iezīmējiet **Import operation's geometry** un **Import operation groups**.

5. Izvēlieties  (**Import Operations**).

6. Kad *Mastercam* (augšā paziņojumu joslā) aicina izvēlēties operāciju sākuma punktu, izvēlieties dzelteno punktu sagataves labajā malā. Kad visa informācija būs importēta, nospiediet [**Esc**].

Var parādīties daži paziņojumi, tiem jāpiekrīt ar **Yes (OK)**.



7. Apstipriniet ar **OK**. **Import Toolpath Operations** lauka apakšā izvēlieties  (**Done**).

Sistēma atgriežas uz operāciju pārvaldnieka dialoga lauku.

Importēto instrumentu trajektoriju reģenerēšana

Pēc tam, kad tiek importētas instrumentu trajektorijas, nepieciešams reģenerēt instrumentu trajektorijas uz operāciju pārvaldnieka. Iespējams pārbaudīt, kad instrumentu trajektorijas parādās uz detaļas.

Darbības

1. Izvēlieties **Select All, Regenerate all selected operations**.
2. Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu instrumenta trajektoriju attēlojumu visām virpošanas instrumentu trajektorijām.
3. Mainiet **Gview** uz **Isometric**. Šis paņēmieni atvieglos apskatīt detaļu nākamajos praktiskajos darbos izveidoto frēzēšanas instrumentu trajektoriju izpildes laikā.
4. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiet failu kā *freze_virpa2.emcam*.

14. PRAKTISKAIS DARBS – ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTU KONTŪRU VEIDOŠANA

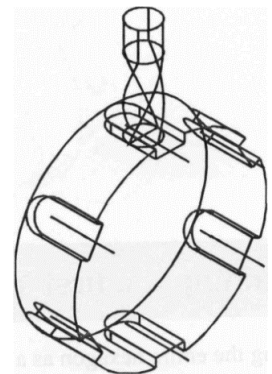
Darba mērķis	Apgūt apstrādes programmēšanu, kad instrumenta rotācijas ass ir perpendikulāra detaļas rotācijas asij.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Pirmās Y ass kontūras virknēšana. ▪ Šķērsām novietotu kontūru parametru ievadīšana. ▪ Šķērsām novietotu kontūru instrumenta trajektorijas kopēšana. ▪ Otrās Y ass kontūras virknēšana. ▪ Zīmēšana ar C ass rotāciju. ▪ C ass virziena rievu apstrāde.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj sagatavot frēzēšanas operāciju uz 4 asu virpošanas darbgalda.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests5.emcam</i> frēzēt lielo sešstūri. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kādas prasības ir darbgaldam, lai varētu veidot apstrādi ar asij perpendikulāri novietotu instrumentu?

DARBA GAITA

Šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijas izmanto, lai iegrieztu rievu paralēli detaļas rotācijas asij. *Mastercam* automātiski iestata instrumenta plakni (**Tplane**) un konstruēšanas plakni (**Cplane**) tā, ka instruments katrai veidojamai instrumenta trajektorijai tiks novietots perpendikulāri rotācijas asij. Izvēloties šo instrumenta trajektoriju, tiek atslēgta arī griezējinstrumenta kompensācija, tādējādi instrumenta centrs sekos virknētajai ģeometrijai. Blakus redzamais attēls rāda, kā instruments griež rievu, izmantojot šķērsām novietotu kontūru instrumenta trajektorijas.



Šajā praktiskajā darbā tiks veidotas trīs šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijas uz detaļas: divas, kas demonstrēs apstrādi Y ass virzienā, un viena, kas demonstrēs rievu apstrādi C ass virzienā.

Vispirms savā darba mapē atveriet *freze_virpa2.emcam*. Šī detaļa ietver darba iestatījumus un 2 asu instrumentu trajektorijas, kuras tika ievietotas 13. praktiskajā darbā. Instrumenta trajektoriju attēlojums virpošanas instrumentu trajektorijām ir atslēgts.

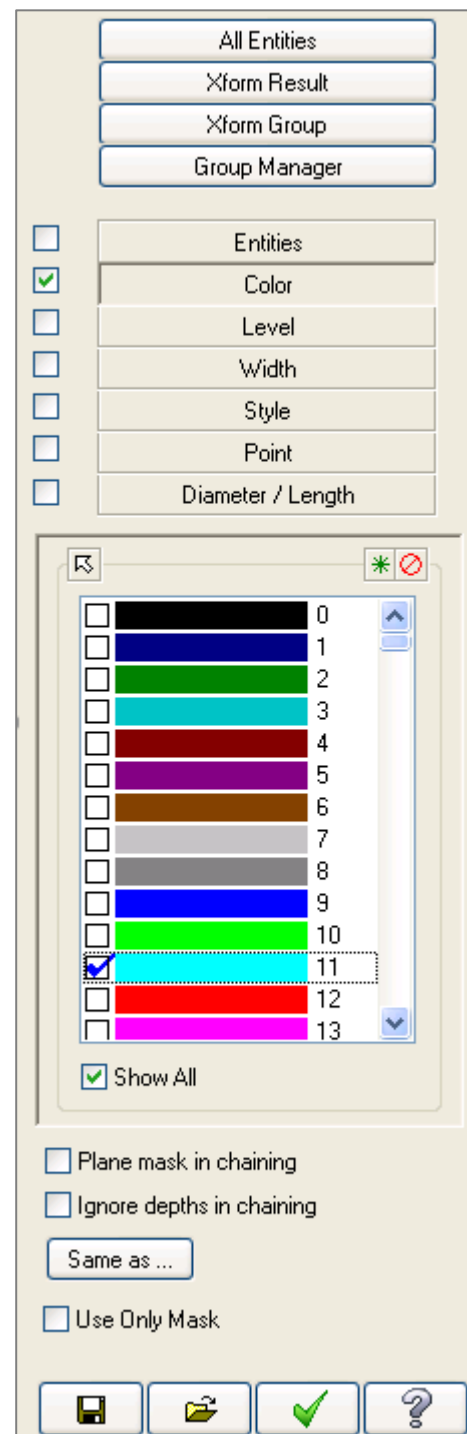
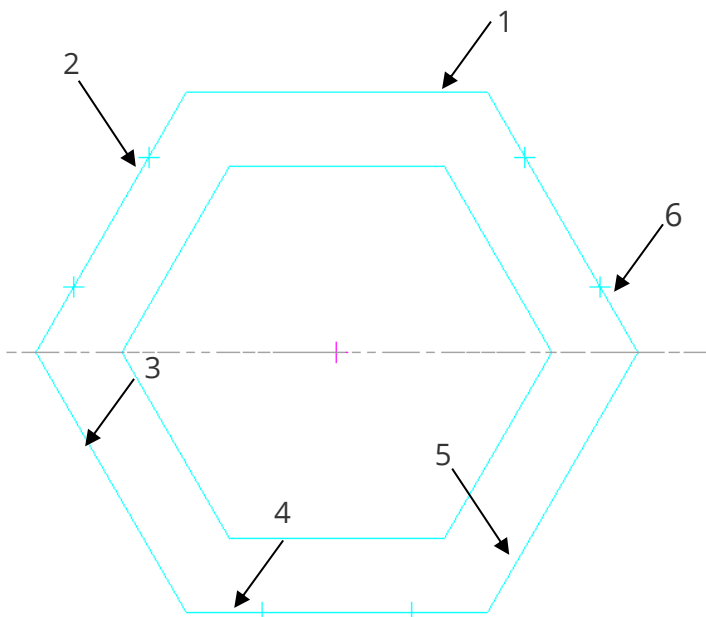
Padoms. Ja 13. praktiskais darbs nav pabeigts, atveriet *freze_virpa_sakums.emcam* failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām.

PIRMĀS KONTŪRAS VIRKNĒŠANA Y ASS VIRZIENĀ

Tā vietā, lai izvēlētos visu sešstūri kā virkni, šajā darbā katra puse tiks virknēta atsevišķi. Tas ļauj detaļai pagriezties pirms nākamās malas apstrādes. Detaļas pagriešanās uz jaunu instrumenta plakni tiek saukta par indeksēšanu. Izvēlieties **Single** no **Chaining Methods** izvēlnes, lai izveidotu virkni no vienas līnijas.

Darbības

1. Mainiet **Gview** uz **Right**, lai atvieglotu virknes izvēli.
2. Nospiediet [**Alt + F1**], lai visu detaļu pielāgotu grafiskajam logam.
3. Nospiediet [**Alt + E**], lai atvērtu **Hide** izvēlni. Šī funkcija ļauj uz ekrāna parādīt tikai noteiktu ģeometriju, kas var būt lietderīgi, kad jāvirknē sarežģīta ģeometrija.
4. Izvēlieties **All, Color**, tad gaiši zilo krāsu (**color 11**). Līnijas, kuras tiks virknētas, būs gaiši zilas. Visa pārējā ģeometrija būs apslēpta.
5. Izvēlieties , un grafiskajā logā būs redzama tikai gaiši zilā ģeometrija.




**PADOMS**

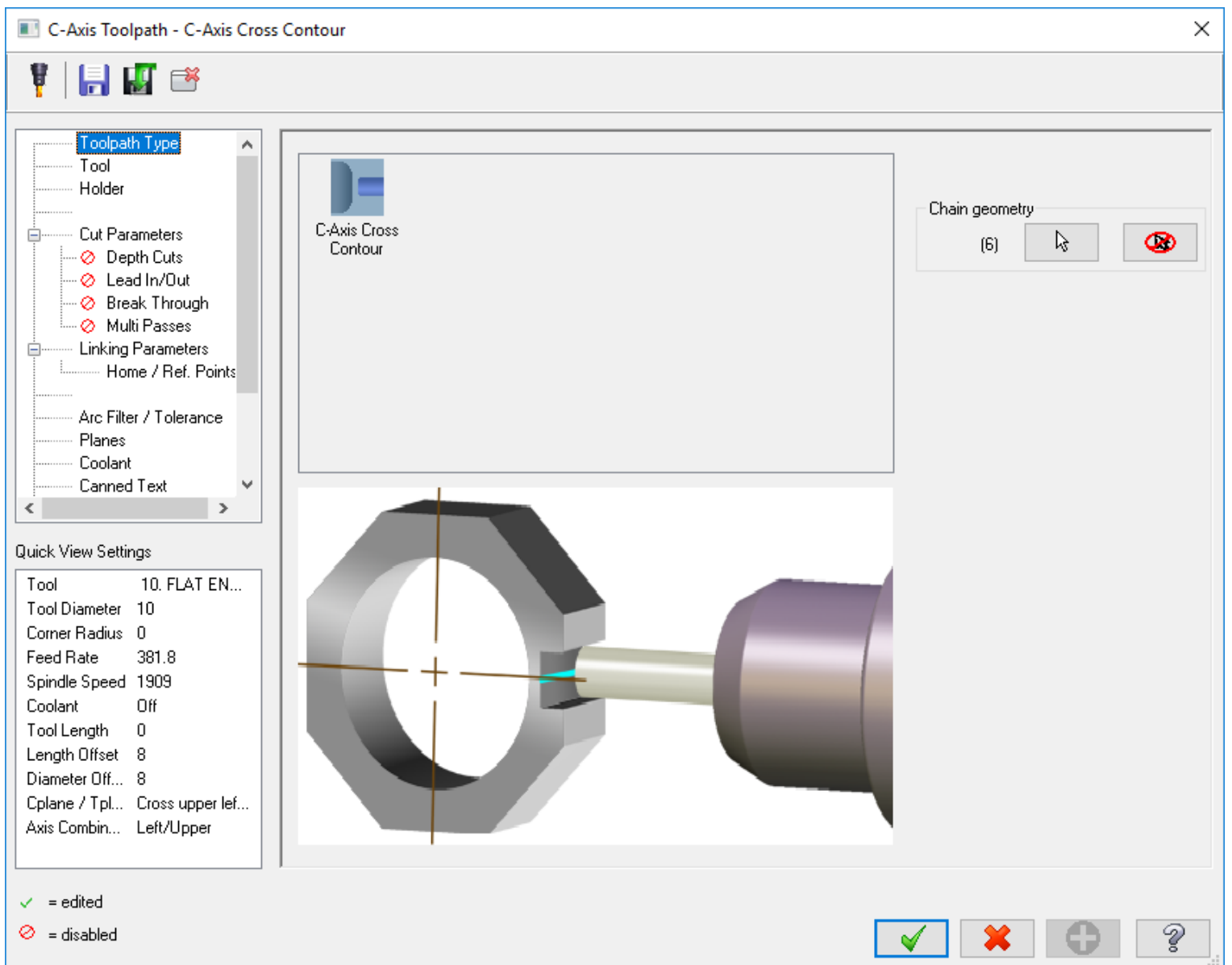
Virknēšanas virziena bultiņām uz katras sešstūra malas jāvēršas pret pulksteņrādītāja kustības virzienu, ja tā nav, izvēlieties

Reverse.

6. Izvēlieties **Lathe, Turning, Cross Contour**.
7. Izvēlieties **Single** no **Chaining** izvēlnes.
8. Izvēlieties lielāko gaiši zilo sešstūri punktus, kā parādīts iepriekšējā attēlā.

9. Nospiediet [**Alt + E**] vēlreiz, lai aplūkotu pārējo ģeometriju.

10. Izvēlieties , lai pabeigtu virknēšanu. Atveras **C-Axis Toolpath - C-Axis Cross Contour** dialoga lauks.

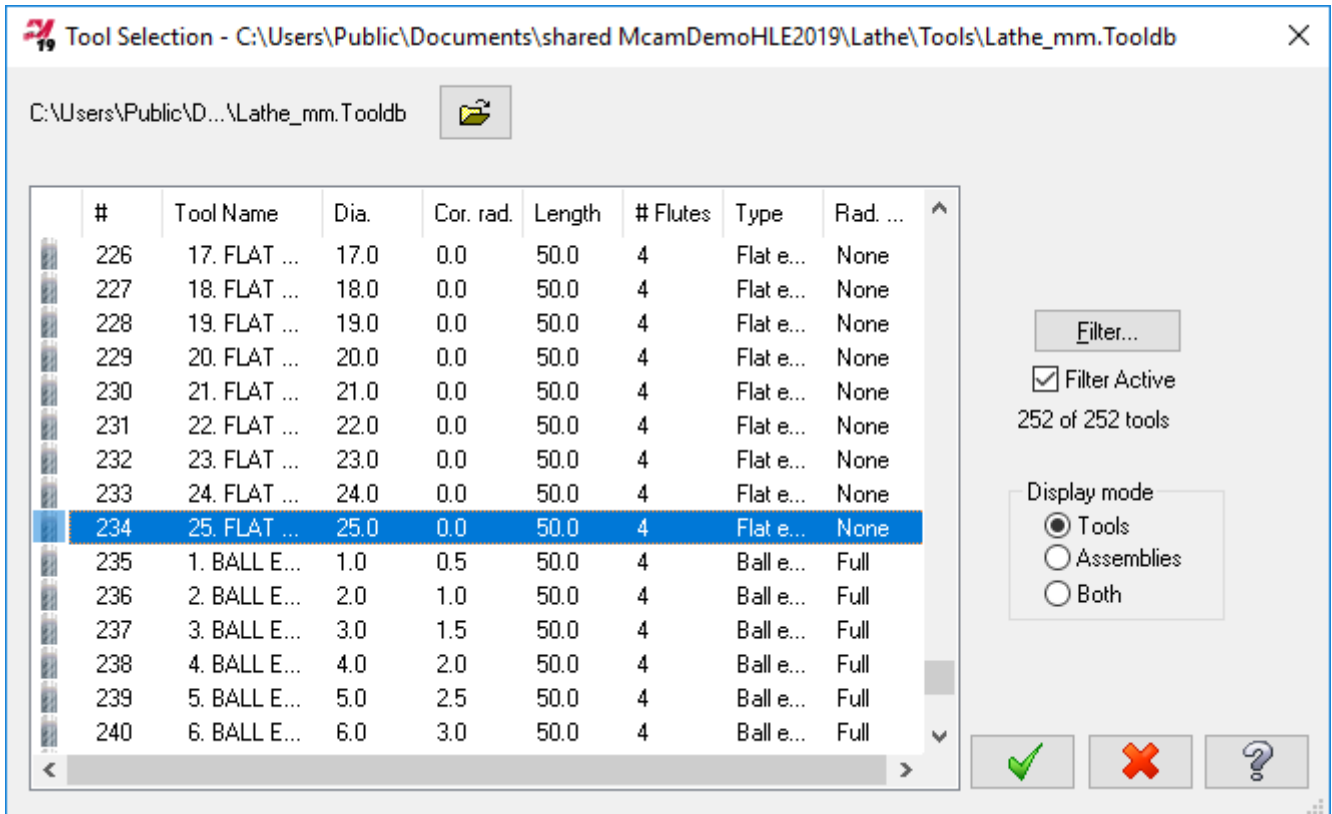


ŠĶĒRSĀM NOVIETOTAS KONTŪRAS PARAMETRU IEVADĪŠANA


Visi C ass instrumenta trajektoriju parametru dialoga lauki ievērojami atšķiras no 2 asu virpošanas instrumenta trajektorijas dialoga laukiem. C ass dialogi balstās uz *Mastercam* kontūru un urbšanas instrumentu trajektorijām *Mill* dialoga laukos.

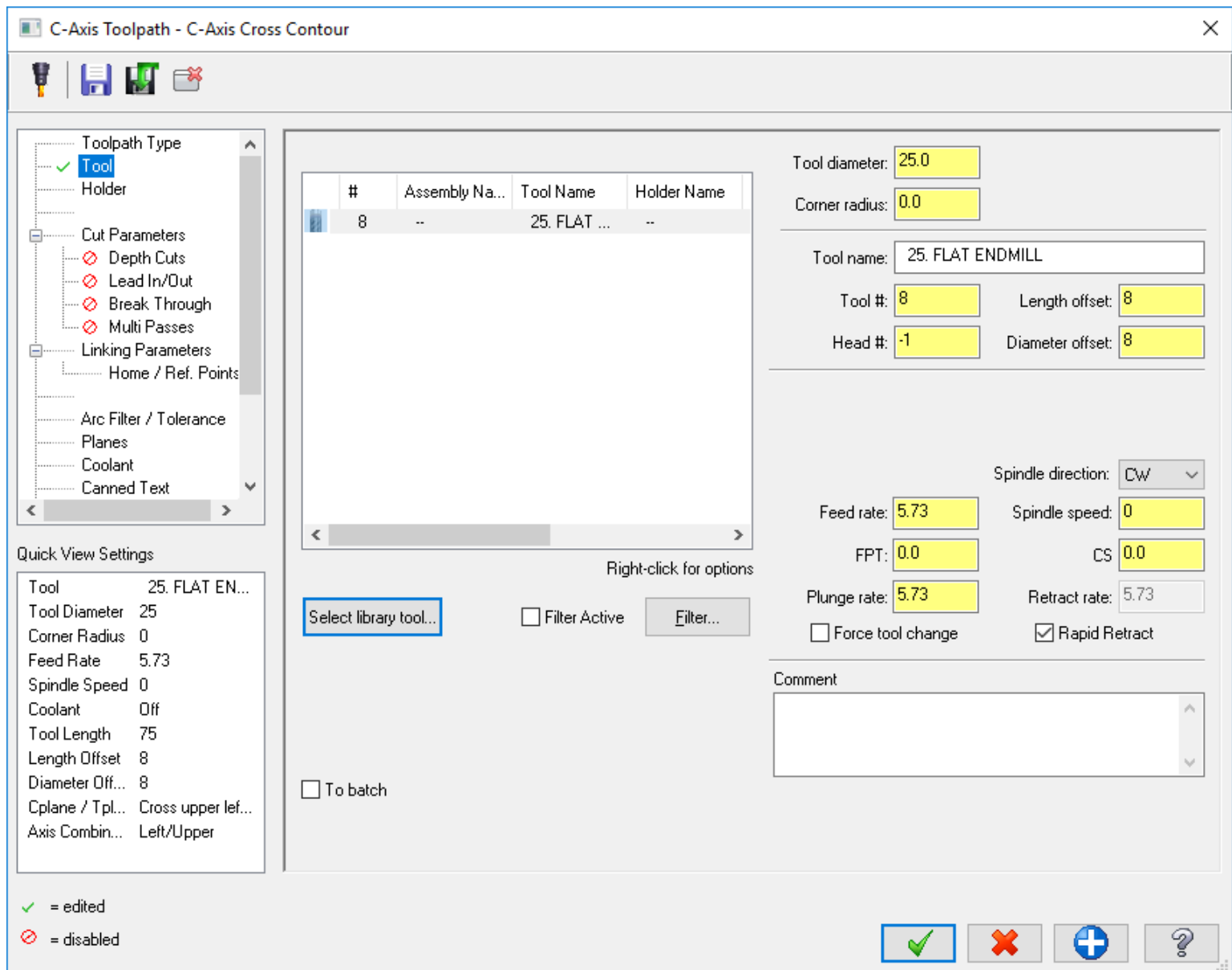
Darbības

1. Uzklīkšķiniet uz **Tool** dialoga lappuses, izvēlieties **Select Library Tool**.



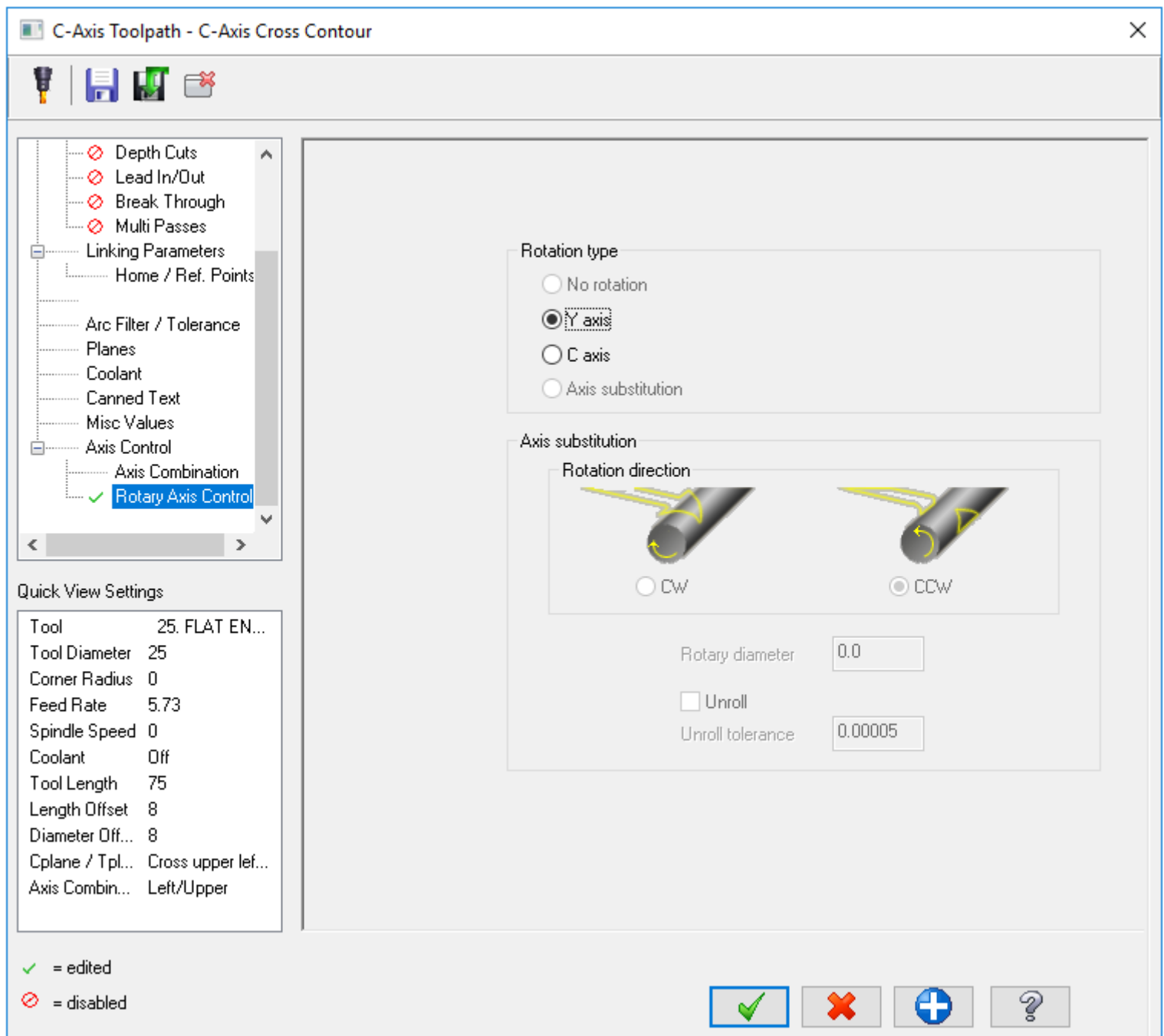
2. Izvēlieties **25 mm flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.

Izvēlieties , lai atgrieztos uz dialoga lauka. Izvēlētais instruments ir ierindots instrumentu attēlojumu laukā.



4. Izvēlieties **Rotary Axis Control** dialoga lappusi, ritinot dialoga laukā līdz apakšai pa kreisi.

5. Iestatiet rotācijas veidu uz **Y axis**.

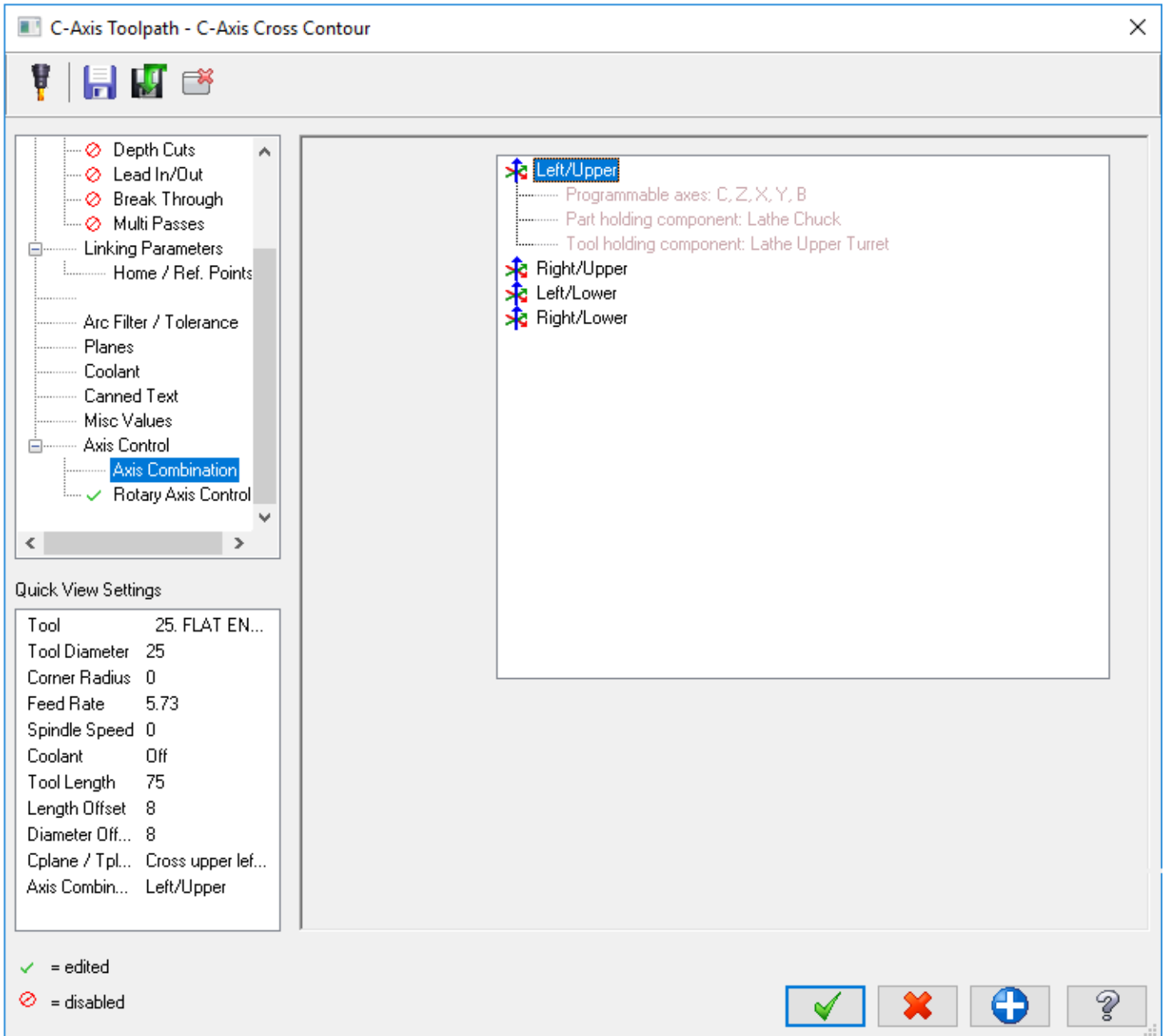


PIEZĪME

Darba mašīnai jābūt Y asij, un pēcprocesoram jābūt konfigurētam tā, lai tam arī būtu Y ass rotācija.

6. Izvēlieties **Axis Combinations**, iezīmējiet **Left/Upper** un

izvēlieties .



Kontūru parametru ievadišana

Darbības

1. Izvēlieties **Linking parameters** dialoga lappusi.



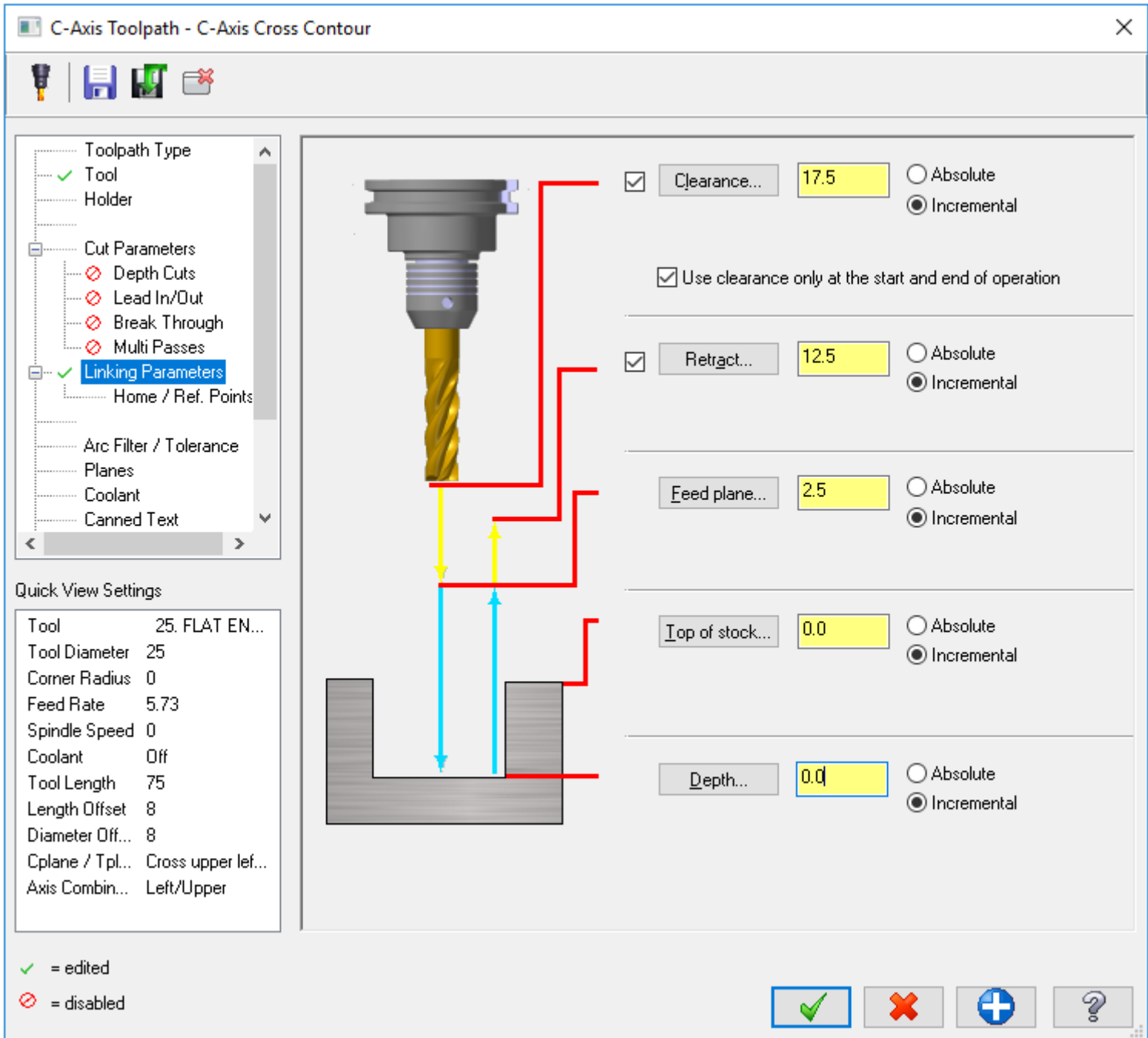
PIEZĪME

*Pieauguma (**Incremental**) iestatījums aprēķina parametru attiecībā pret izvēlēto ģeometriju. Katru reizi, kad detaļa pagriežas, pilnās atvirzīšanās augstums tiek pārrēķināts uz 17.5 mm virs katras sešstūra malas.*

2. Izvēlieties iezīmju lauku iepretī **Clearance** pogai dialoga lauka augšpusē. Ievadiet **17.5** kā pilnās atvirzīšanās vērtību un tieši zem skaitļa tieši zem skaitļa iestatiet atvirzīšanās metodi uz **Incremental**. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas uz un no detaļas.

3. Izvēlieties iezīmju lauku iepretī **Retract** pogai. Ievadiet **12.5** kā atvirzi un tieši zem skaitļa mainiet metodi uz **Incremental**. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas pirms nākamā gājiena.
4. Ievadiet **2.5** kā padeves plaknes novietojumu un tieši zem skaitļa mainiet metodi uz **Incremental**. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments ātri pārvietojas pirms iegriešanās ātruma ieslēgšanās un iegriešanās detaļā.
5. Ievadiet **0** kā sagataves virsas novietojumu un tieši zem skaitļa mainiet metodi uz **Incremental**. Šī vērtība iestata materiāla augstumu.
6. Izvēlieties **Computer** kā kompensācijas tipu un **Left** kā kompensācijas virzienu augšējā labajā dialoga lauka stūrī. Šis variants ieliek instrumenta trajektoriju pa kreisi no virsmas, kad jākompensē platums, kas atkarīgs no instrumenta rādiusa.
7. Ievadiet **0.25** kā Z koordinātu atlikušajai sagatavei. Šī vērtība iestata materiāla daudzumu, kas paliks nenogriezts Z ass virzienā pēc tam, kad būs veikts pēdējais griezum.

Pēc visu parametru ievadīšanas **C-Axis Cross Contour** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



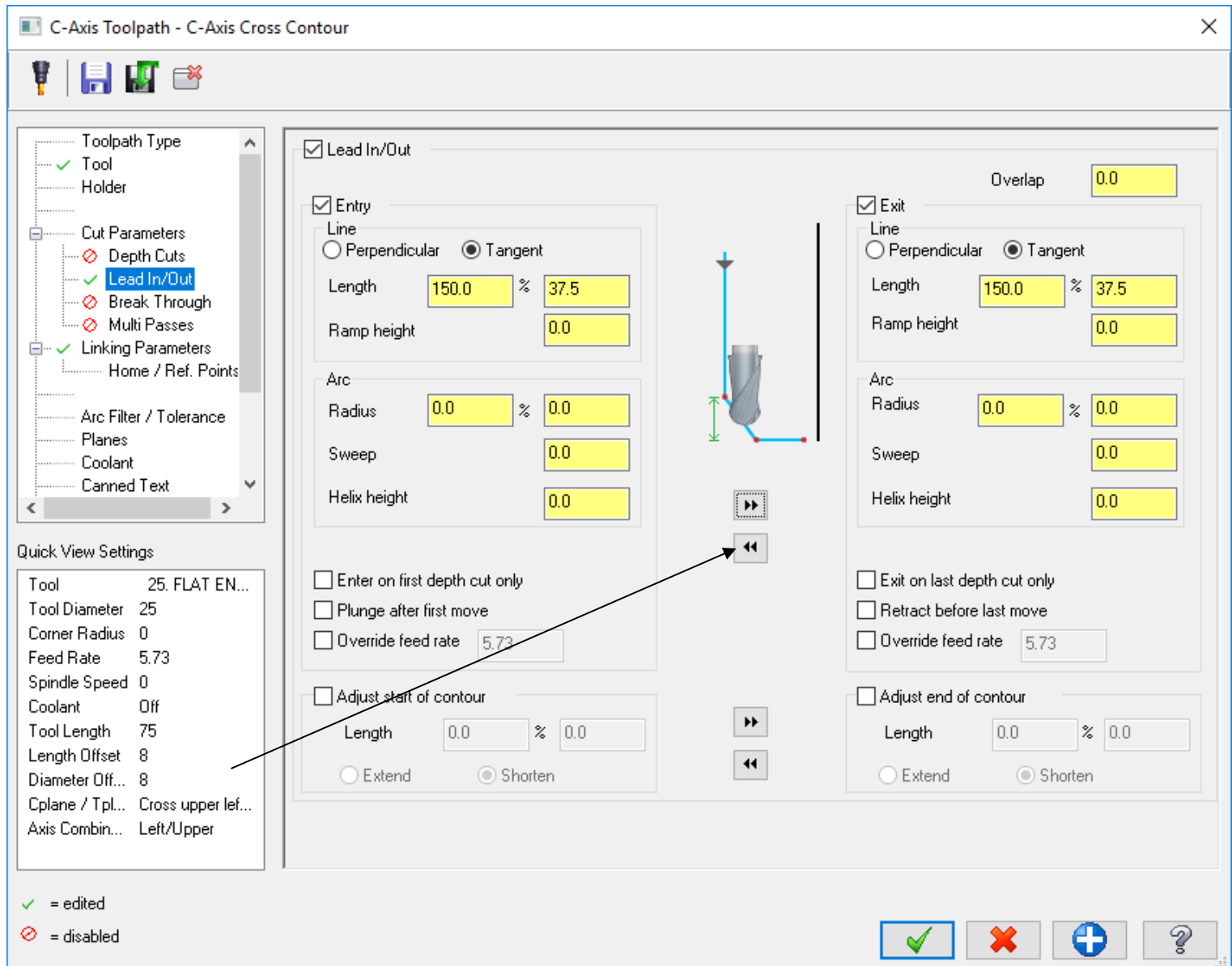
IEEJAS UN IZEJAS PARAMETRU IESTATĪŠANA


Tiks iestatīti ieejas/izejas (**lead in/out**) parametri, lai izveidotu instrumenta papildu gājienu pirms un pēc instrumenta trajektorijas. Instrumenta papildu pārvietojums rada līganu kustību uz materiālu un neļauj instrumentam veidot asumus instrumenta trajektorijas beigās.

Darbības

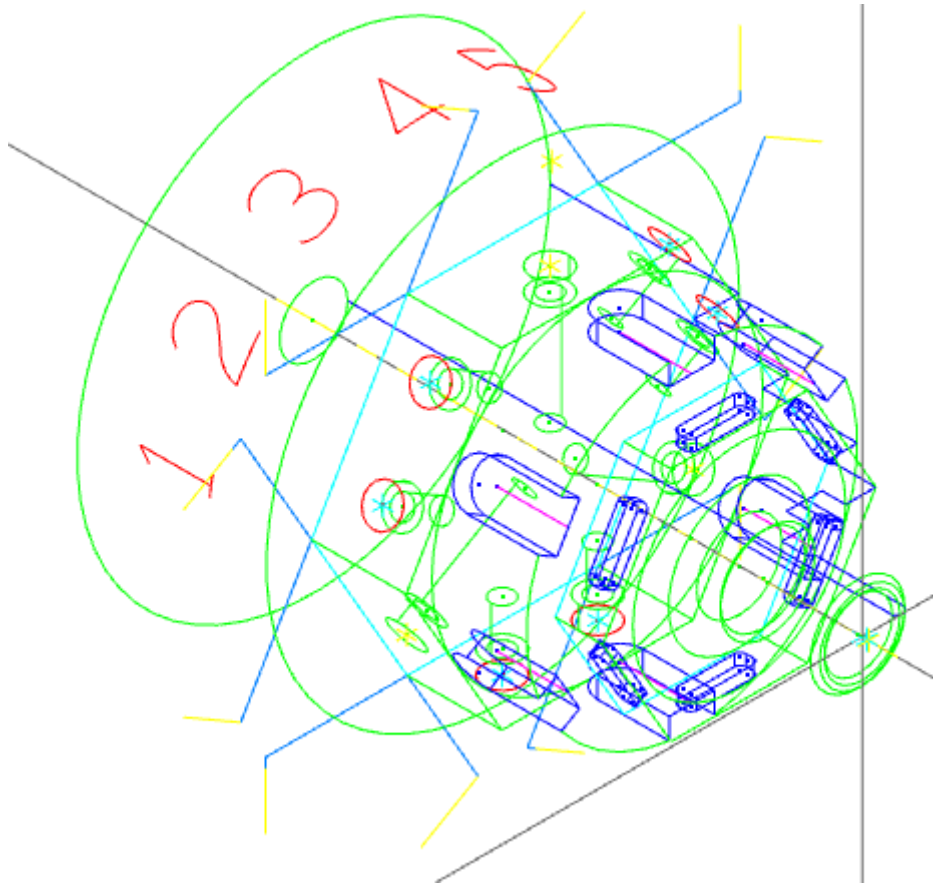
1. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi dialoga lauka vidū. Iezīmējiet **Entry** iezīmju lauku.
2. Izvēlieties **Tangent** kā ieejas taisnes virzienu.
3. Ievadiet **150 %** kā ieejas taisnes garumu. Ieejas taisnes garums tiek iestatīts kā 150 % no instrumenta diametra vai **37.5 mm**. Kad tiek ievadīti procenti un nospiests [**Enter**], vērtība pa labi automātiski atjauninās.

4. Lai izejas taisnei lietotu tās pašas vērtības, kādas tika iestatītas ieejas taisnei, izvēlieties “→” pogu dialoga lauka centrā. Vērtības tiek pārceltas uz izejas (**exit**) laukiem.



5. Izvēlieties , lai pabeigtu šķērsām novietotu kontūru instrumenta trajektoriju.

6. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Isometric**, lai pārietu uz izometrisko skatu. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



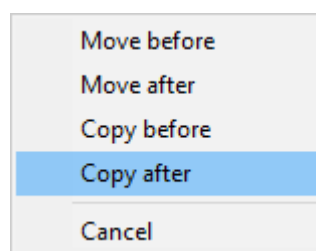
7. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiat detaļu kā *freze_virpa3.emcam*.

ŠĶĒRSĀM NOVIETOTAS KONTŪRAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS KOPĒŠANA

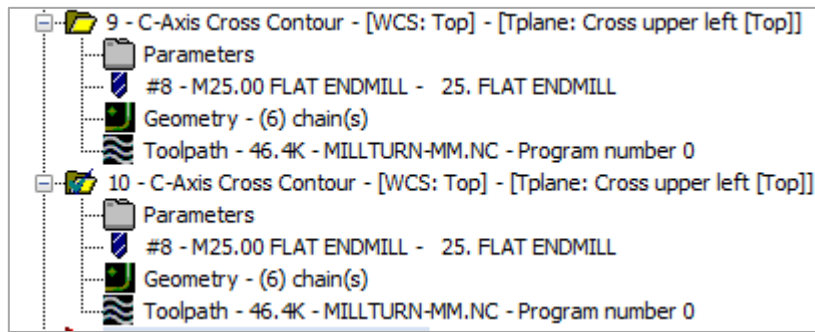
Tā vietā, lai atkārtoti veidotu šķērsām novietotas kontūras instrumenta trajektoriju no sākuma uz mazāko gaiši zilo sešstūri, nokopējiet šķērsām novietotas kontūras instrumenta trajektoriju, kuru nupat izveidojāt, un atkārtoti savirknējiet ģeometriju.

Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā ritiniet uz leju operāciju sarakstu līdz **C-axis Cross Contour** instrumenta trajektorijai pašā apakšā.
2. Lietojot labo peles pogu, uzklikšķiniet un aizvelciet **C-axis Cross Contour** instrumenta trajektoriju uz saraksta apakšu.
3. Atlaižot labo peles pogu, parādās nākamajā attēlā redzamā izvēlne. Izvēlieties **Copy after**.



Operāciju pārvaldniekā tagad redzamas divas šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijas. Nākamajā solī šai instrumenta trajektorijai jāizvēlas jauna ģeometrija.

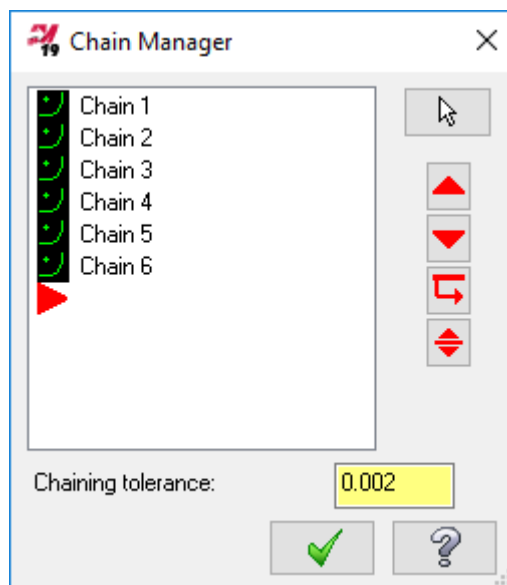


OTRĀS KONTŪRAS VIRKNĒŠANA Y ASS VIRZIENĀ


Kad tiek kopēta pirmā šķērsām novietotas kontūras instrumenta trajektorija, tiek kopētas arī ar instrumenta trajektoriju saistītās virknes. Šajā vingrinājumā tiks atkārtoti virknēta ģeometrija otrajai šķērsām novietotas kontūras operācijai. Tāpat kā vingrinājumā "Pirmās kontūras virknēšana Y ass virzienā", arī te elementi tiks virknēti pa vienam, lai izvēlētos mazāko gaiši zilo sešstūri.

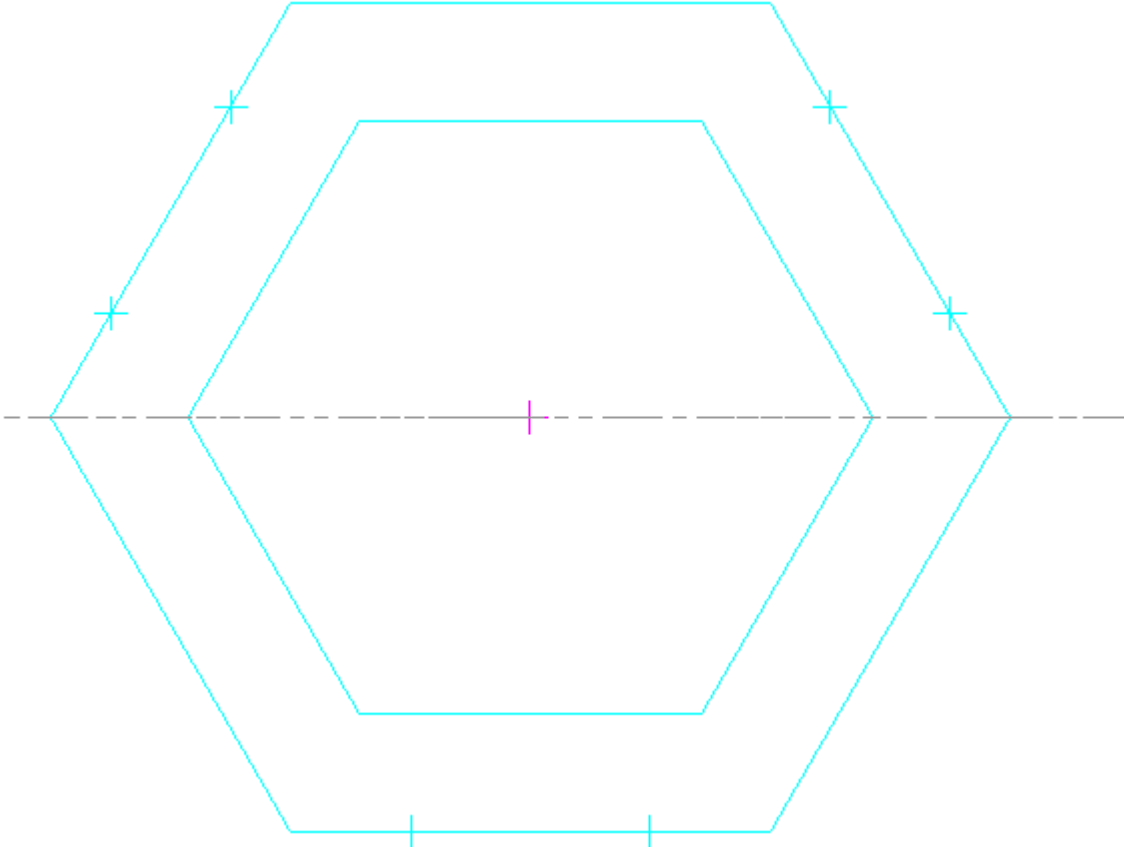
Darbības

1. Izvēlieties **Geometry** ikonu zem otrās šķērsām novietotas kontūras instrumenta trajektorijas. **Chain Manager** laukā redzams sešu virkņu saraksts.




2. Uzklīkšiniet labo peles pogu un izvēlieties **Rechain all**.
3. Uzklīkšiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Right Side View**.
4. Nospiediet [**Alt + E**], lai atvērtu **Hide** izvēlni (kā iepriekš).
5. Izvēlieties **All, Color**, tad gaiši zilo krāsu (**color 11**). Taisnes, kuras tiks virknētas, būs gaiši zilas. Visa pārējā ģeometrija būs apslēpta.

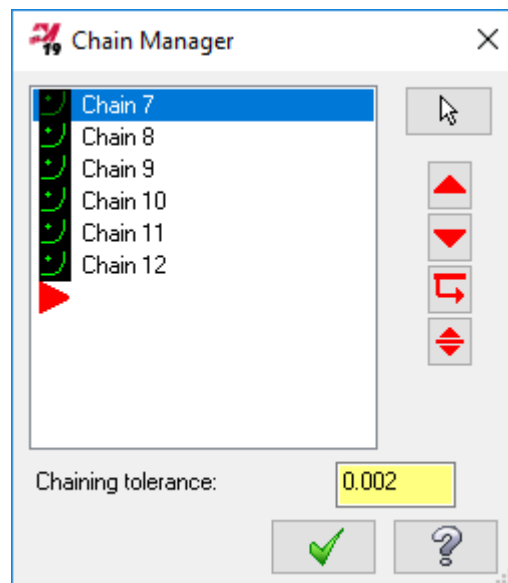
6. Izvēlieties , un grafiskajā logā parādīsies tikai gaiši zilā ģeometrija.
7. Izvēlieties **Single** no **Chaining Methods** izvēlnes.
8. Izvēlieties katru mazā zilā sešstūra malu punktus līdzīgi kā iepriekš vingrinājumā "Pirmās kontūras virknēšana Y ass virzienā" lielajam sešstūrim.




PIEZĪME

Tāpat kā uz lielā sešstūra arī šeit virknēšanas virziena bultiņām uz katras sešstūra malas jāvēršas pret pulksteņrādītāja kustības virzienu.

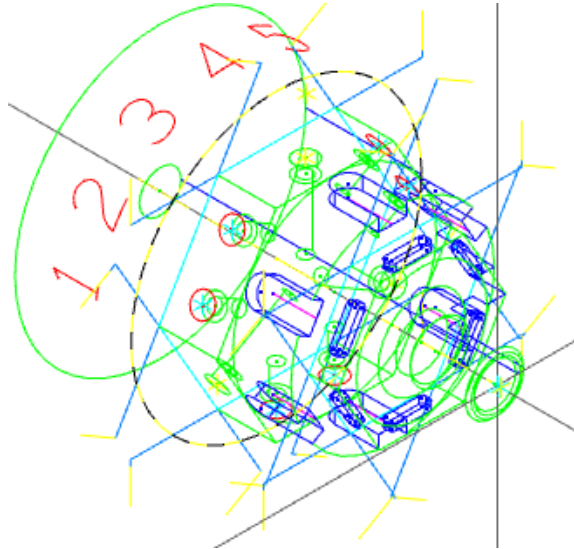
9. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Chain Manager**. Dialoga laukā redzamas sešas jaunas virknes.



Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

10. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai jaunās virknes ietvertu otrajā šķērsām novietotu kontūru instrumenta trajektorijā.

11. Nospiediet [**Alt + E**], lai redzētu visu ģeometriju, un mainiet skatu uz **Isometric**. Detaļai jāizskatās līdzīgi nākamajam attēlam.



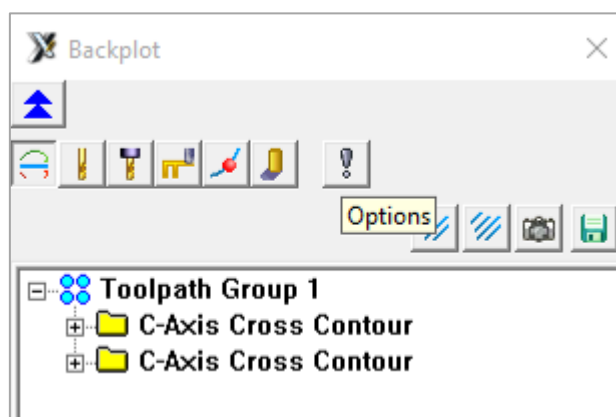
12. Saglabājiet failu.

ZĪMĒŠANA AR C ASS ROTĀCIJU

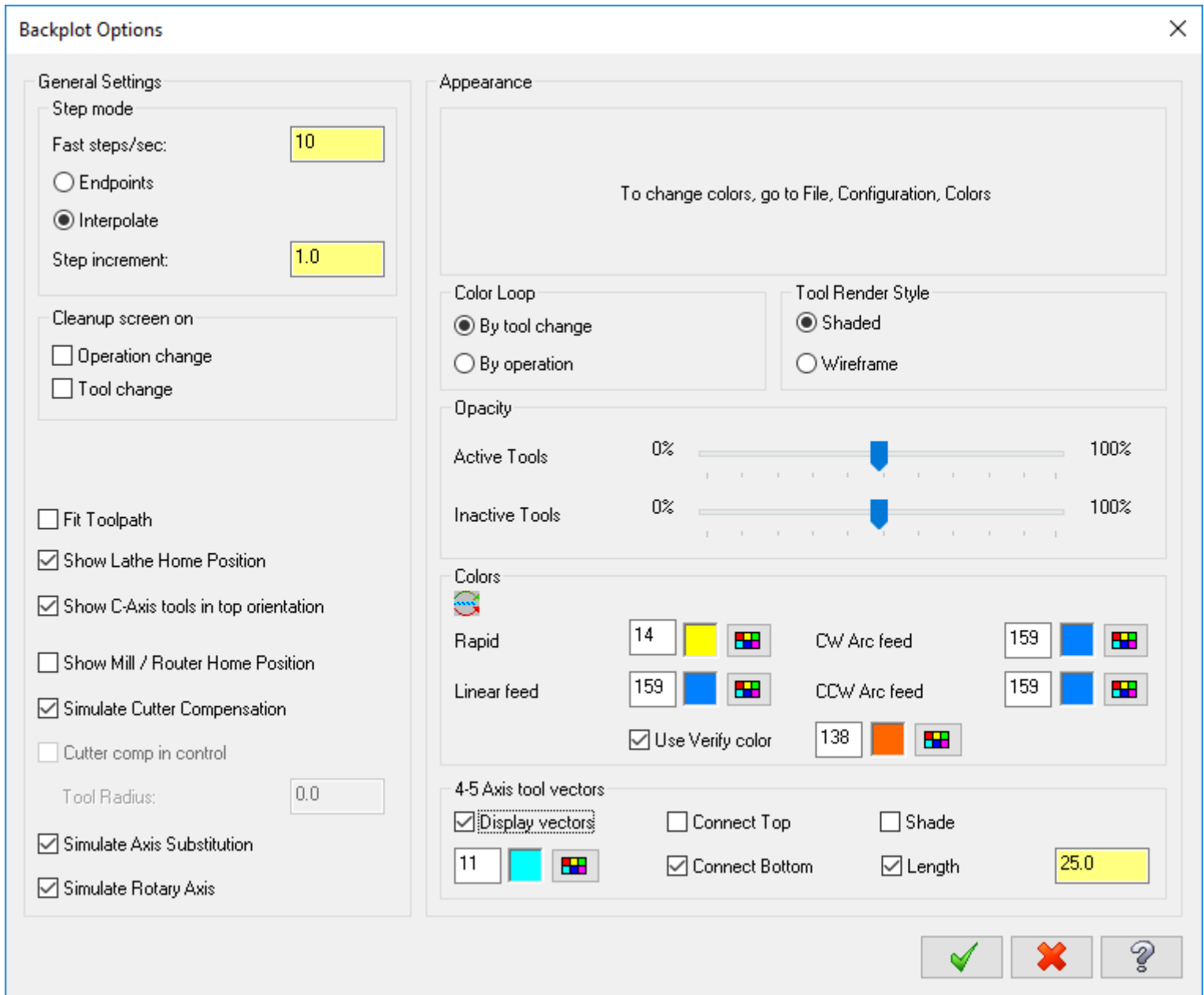
Mastercam **Backplot** funkcija ietver iespēju simulēt detaļas rotāciju C ass instrumentu trajektorijas izpildes laikā. Pēc katras sešstūra malas apstrādes detaļa pagriežas, lai novietotu nākamo malu pret instrumentu.



Darbības

1. No operāciju pārvaldnieka izvēlieties divas šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijas.
2. Izvēlieties **Backplot Selected Operations**.
3. Izvēlieties **Options** no **Backplot** izvēlnes.



4. Izvēlieties **Simulate Rotary Axis** iezīmju lauku, lai parādītu detaļas pagriešanos instrumenta trajektorijas izpildes laikā.
5. Pēc visu parametru ievadīšanas **Backplot options** dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



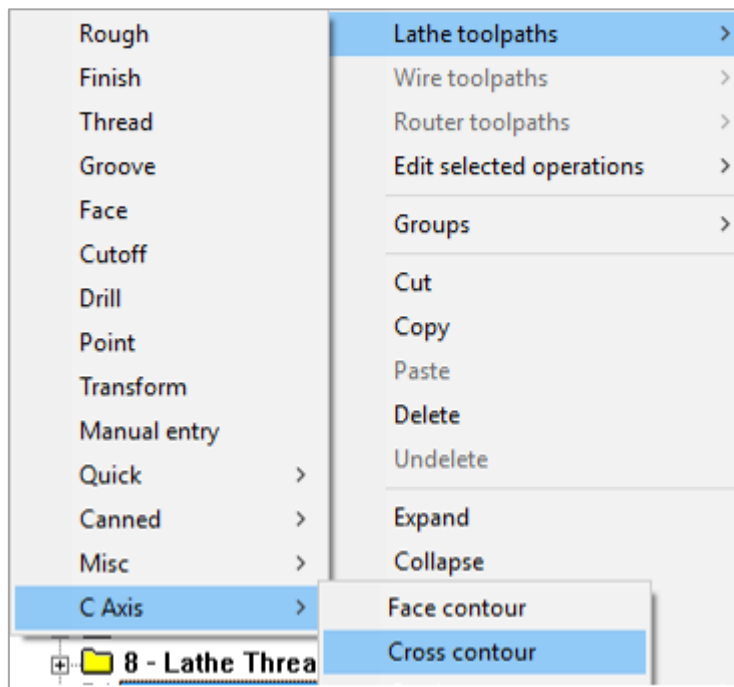
6. Izvēlieties , lai aizvērtu dialoga logu.
7. Pārslēdziet **Display tool** no **Backplot** izvēlnes, lai redzētu instrumentu trajektorijas izpildes laikā.
8. Izvēlieties **Play(R)** no **Backplot** izvēlnes, lai redzētu instrumenta gājienu pa instrumentu trajektoriju, kad detaļa pagriežas.
9. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta.
10. Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu instrumenta trajektorijas attēlojumu šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijām. Tas atvieglos virknēt ģeometriju nākamajai instrumenta trajektorijai.

RIEVAS APSTRĀDE C ASS VIRZIENĀ

Ar pēdējā šī praktiskā darba instrumenta trajektoriju tiks apstrādātas C ass virziena rievas. Uz C ass virpas instruments nemaina novietojumu Y ass virzienā, un detaļa rotē instrumenta trajektorijas izpildes laikā. Y ass virpa var tikt galā ar abām – C ass un Y ass – ģeometrijām, tādējādi var izvēlēties gājienus vai nu instrumentam, vai detaļai.


Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldnieka tukšajā laukā un izvēlieties **Lathe Toolpaths, C-axis, Cross contour**.



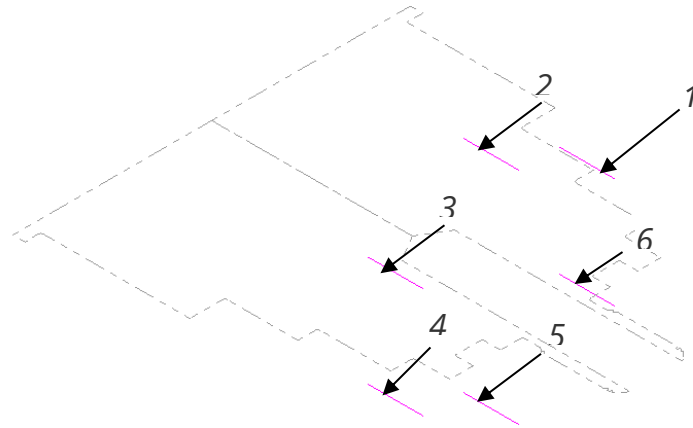
2. Spiediet [**Alt + E**], lai atvērtu **Hide** izvēlni. Rīkojieties kā vingrinājumā "Pirmās kontūras virknēšana Y ass virzienā", lai atstātu vajadzīgo ģeometriju uz ekrāna.

3. Izvēlieties **All, Color**, tad violeto krāsu (**color 13**). Taisnes, kuras tiks virknētas, būs violetas, un pārējā ģeometrija tiks apslēpta.

4. Izvēlieties , un grafiskajā logā redzamas tikai sešas violetas taisnes un sagataves robežas.

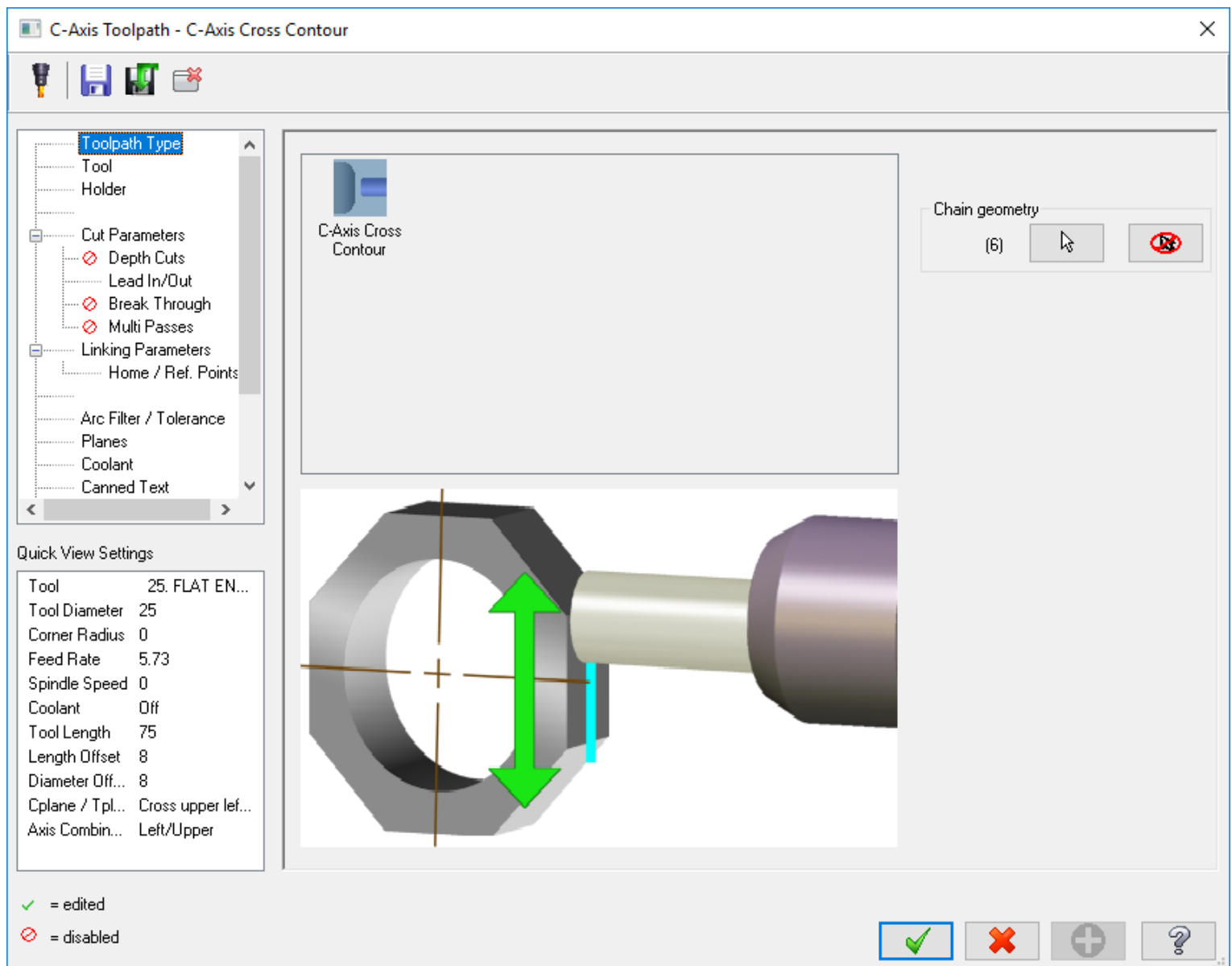
5. Izvēlieties violetās taisnes secībā, kā parādīts nākamajā attēlā.

Pārliecinieties, ka visas virknēšanas virziena bultiņas vēršas uz detaļas aizmuguri.



6. Nospiediet [**Alt + E**], lai parādītu visu ģeometriju uz ekrāna.

7. Izvēlieties **Done**, lai pabeigtu virknēšanu. Atveras **C-Axis Toolpath - C-Axis Cross Contour** dialoga logs.

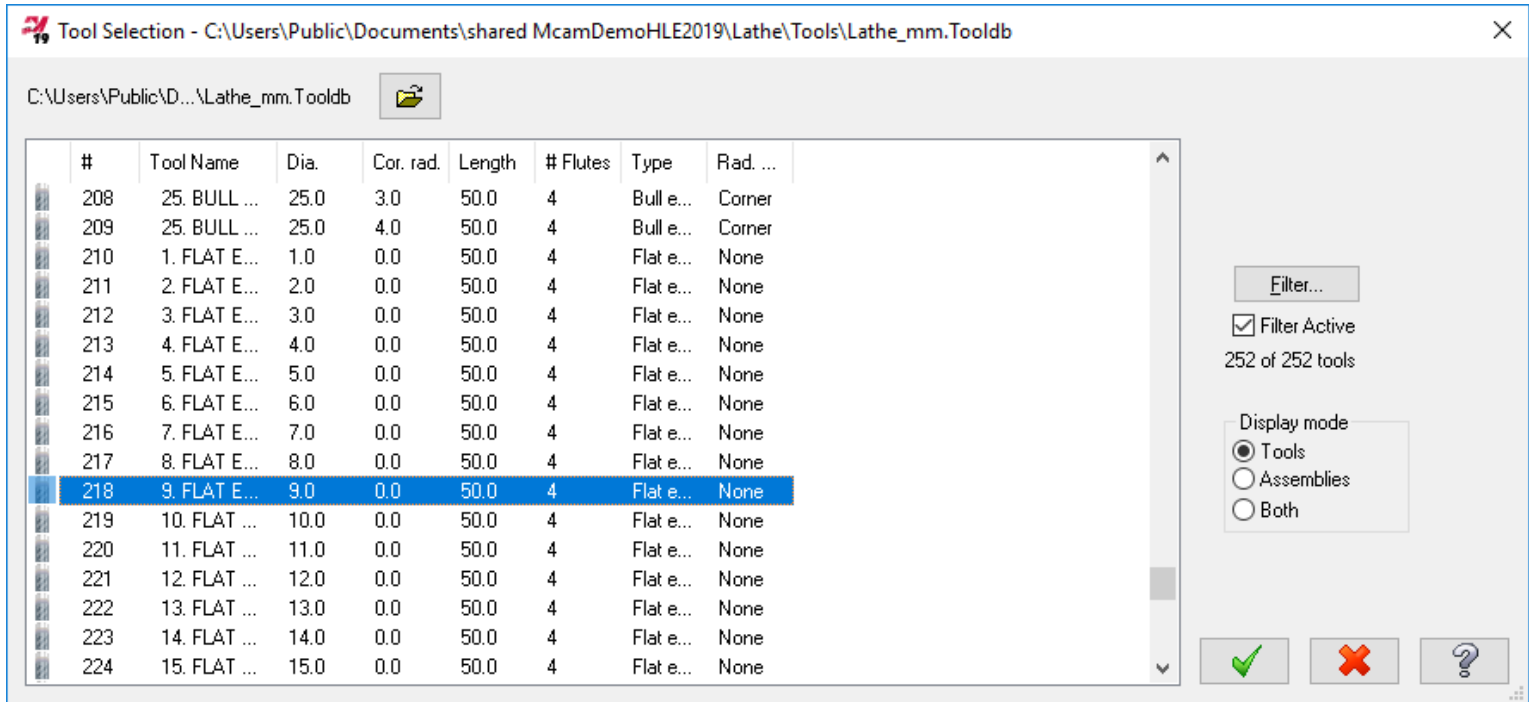


Šķērsām novietotas kontūras parametru ievadišana

Darbības

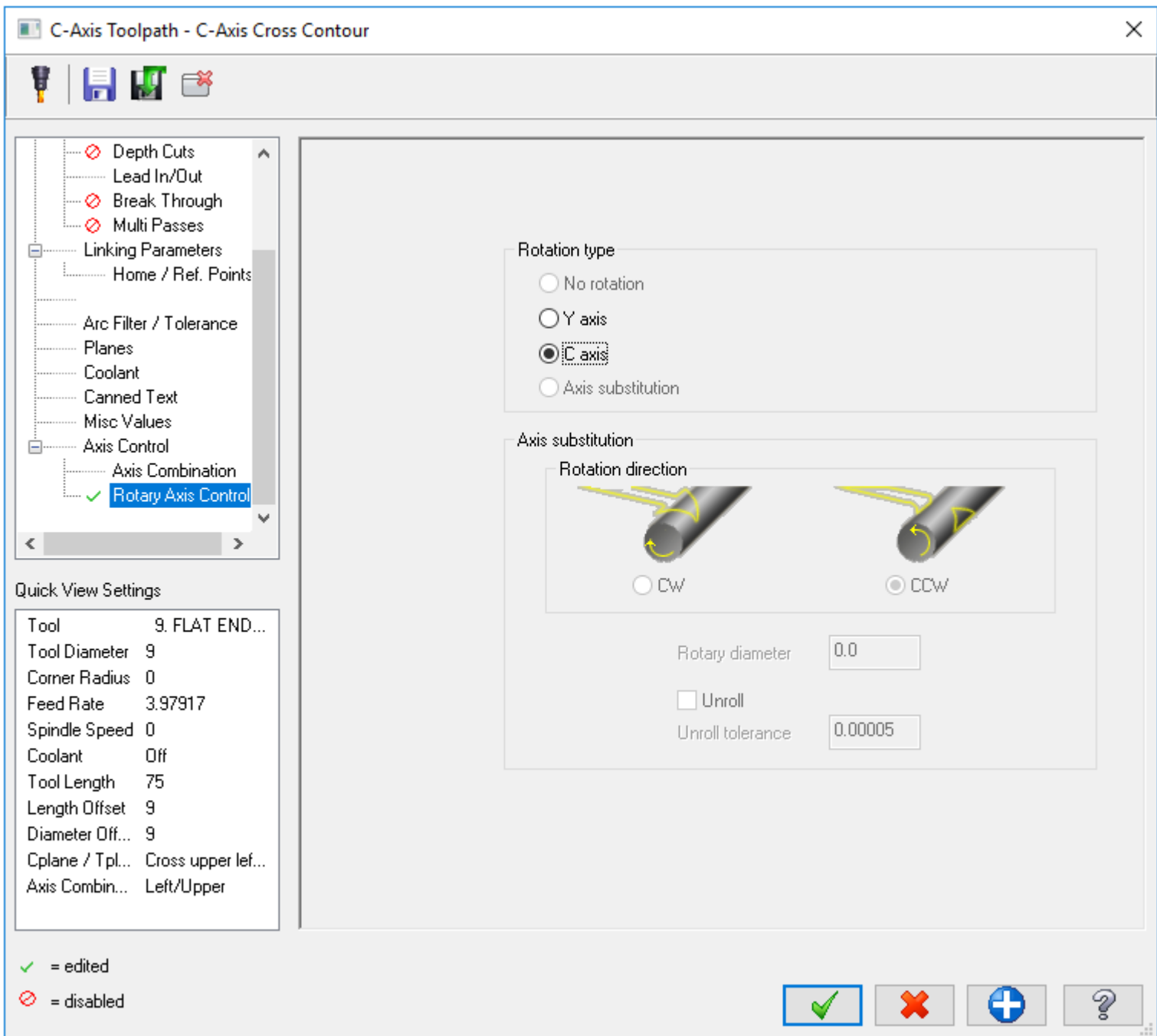
1. Uzklīkšķiniet uz **Tool** dialoga lappuses un izvēlieties **Select Library Tool**.

2. Izvēlieties **9 mm flat endmill**, tad – .



3. Izvēlieties **Rotary Axis Control** dialoga lauka apakšā.

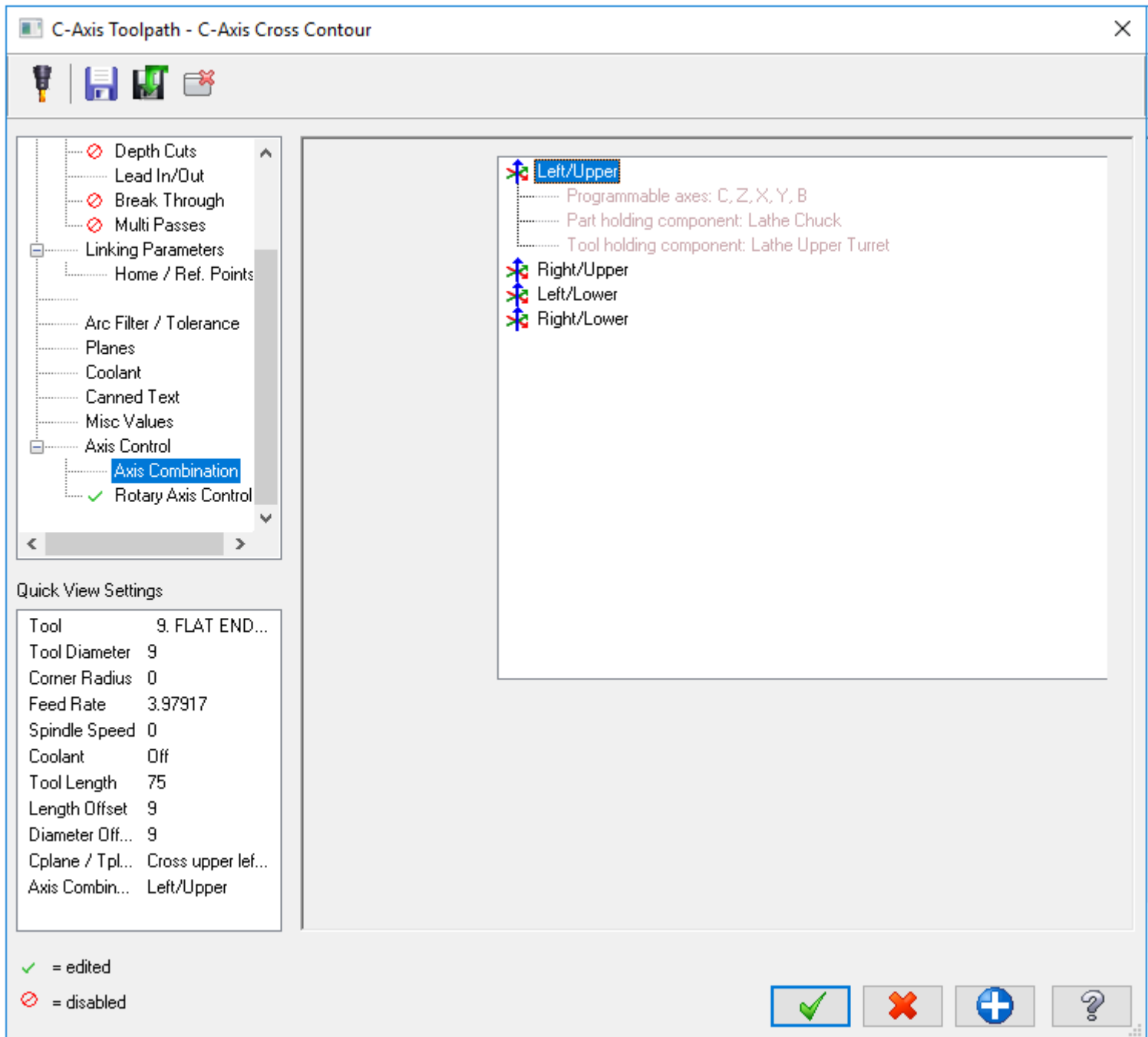
4. Iestatiet rotācijas tipu uz **C axis**.



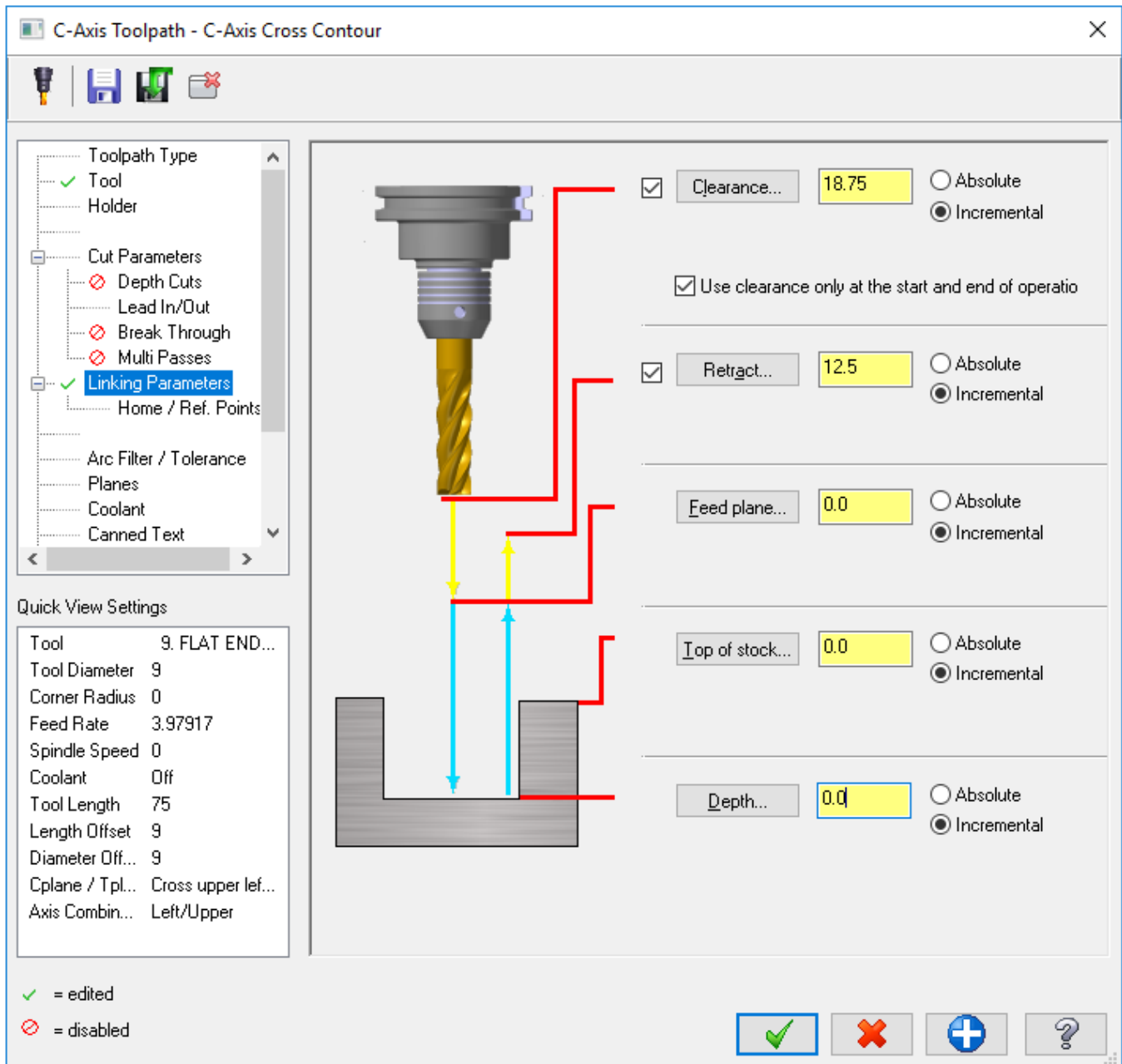
PIEZĪME

Darba mašīnai jābūt C asij, un pēcprocesoram jābūt konfigurētam tā, lai tam arī būtu C ass rotācija.

5. Izvēlieties **Axis Combination**, iezīmējiet **Left/Upper**.



6. Izvēlieties **Linking parameters** dialoga lappusi.



7. Ievadiet **18.75** kā pilnās atvirzīšanās augstumu.

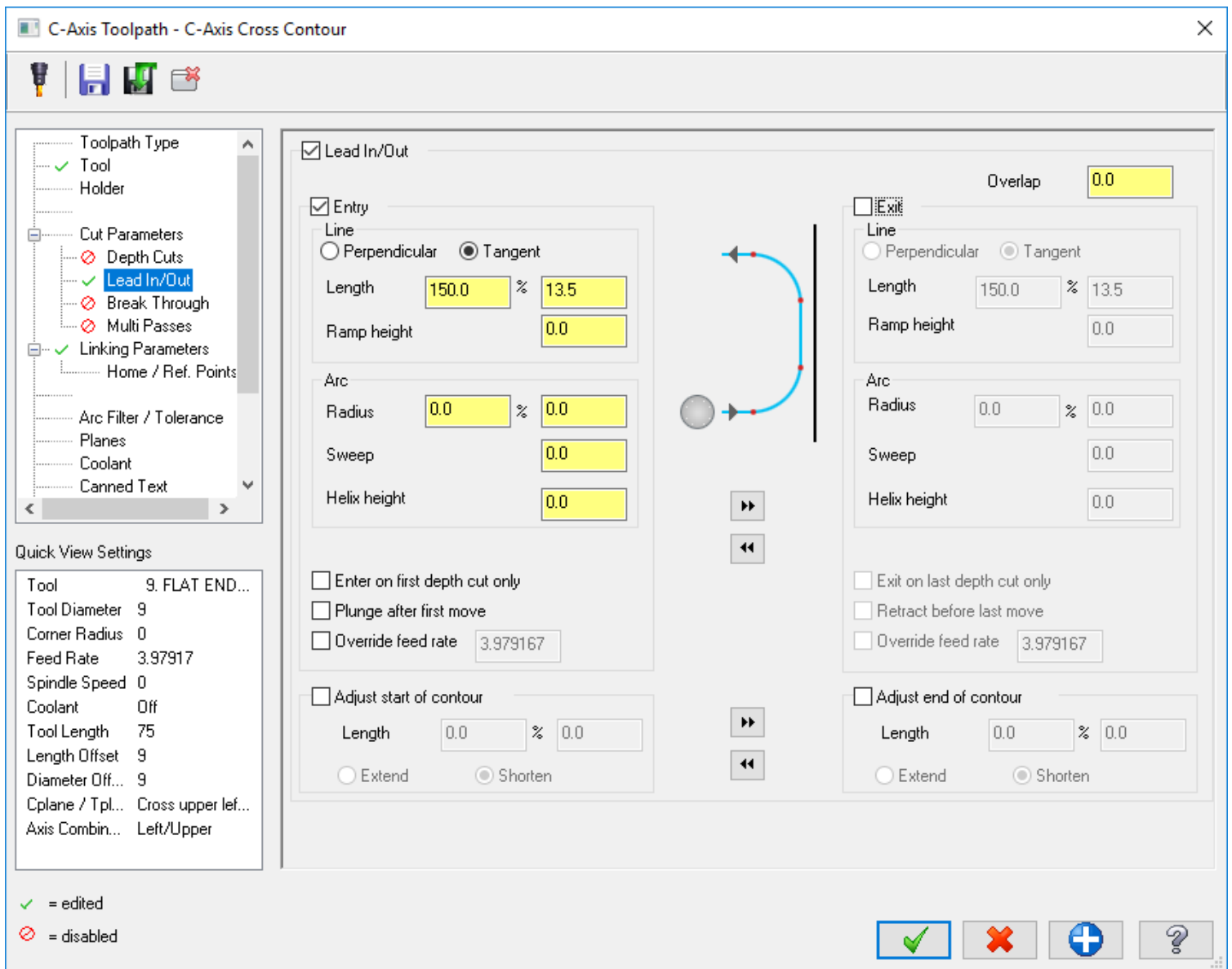
8. Ievadiet **12.5** kā atvirzīšanās augstumu.

9. Ievadiet **0** padeves plaknei.

10. Izvēlieties **Cut Parameters** un **Off** kā kompensācijas tipu dialoga lauka augšā. Šis variants novieto instrumenta trajektoriju tieši uz virknēto ģeometriju un nenobīda to atkarībā no instrumenta diametra.

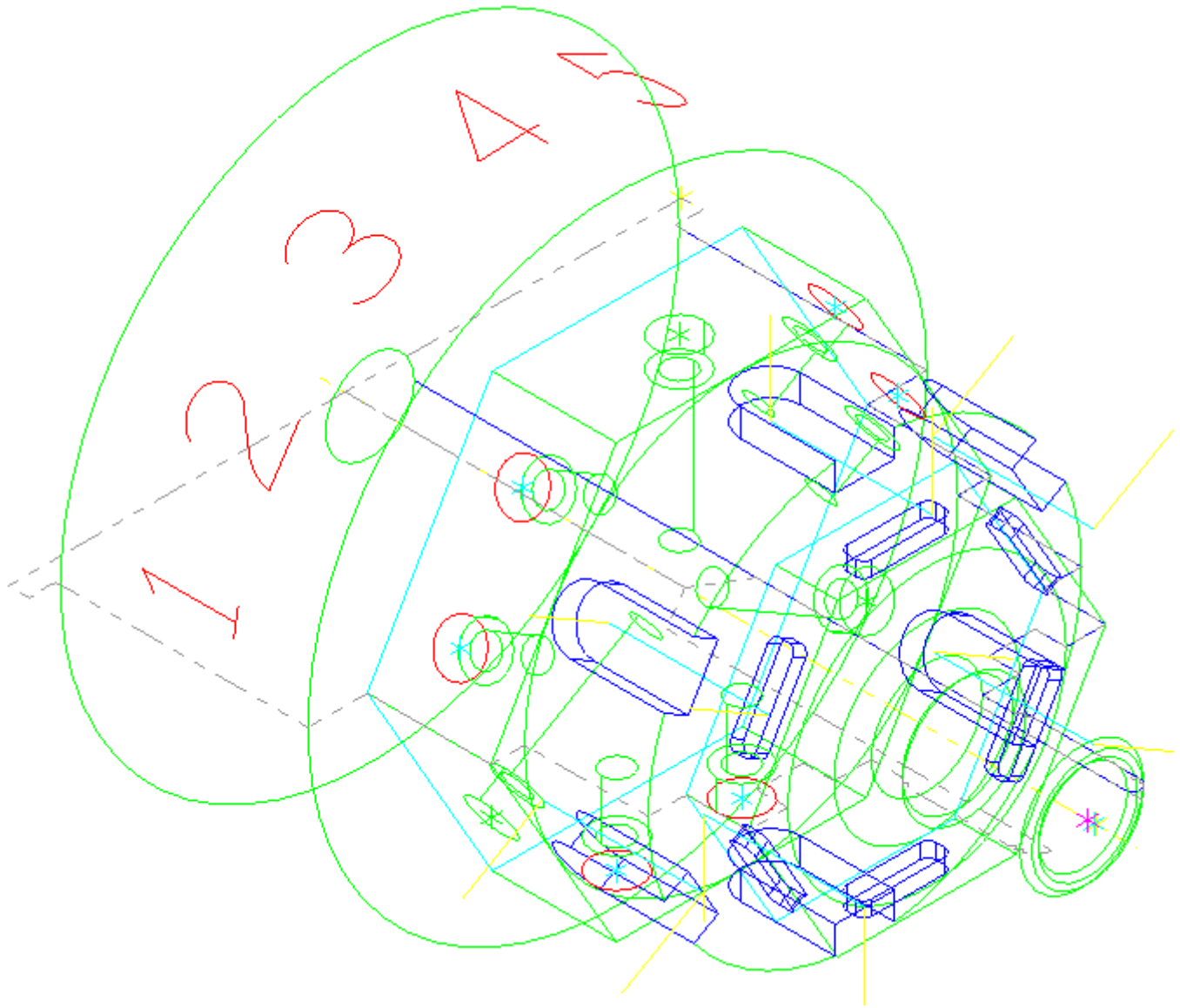
11. Ievadiet **0** kā atstājamo lielumu Z ass virzienā uz sagataves (**Stock to leave on floors**), kas Z ass virzienā neļaus palikt uz sagataves liekam materiālam.

12. Izvēlieties **Lead In/Out** pogu dialoga lauka vidū.



13. Attīriet **Exit** iezīmju lauku, lai atslēgtu izejas pārvietojumu.

14. Izvēlieties . Reģenerējiet operāciju. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



15. Saglabājiet failu.

Tagad, kad ir apstrādātas divu sešstūru visas malas un visapkārt detaļai apstrādātas C ass virziena rievas, nepieciešams izveidot plakānu virsmu katra sešstūra gala virsmai. Tiks apstrādātas abu sešstūru virsmas, izmantojot gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijas.

15. PRAKTISKAIS DARBS – GALA VIRSMAS KONTŪRAS VEIDOŠANA

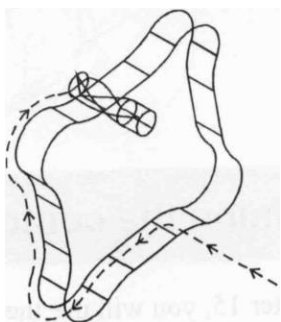
Darba mērķis	Apgūt apstrādes programmēšanu, kad frēzēšanas instrumenta rotācijas ass ir paralēla detaļas rotācijas asij.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kontūru virknēšana. ▪ Gala virsmas kontūras parametru ievadīšana. ▪ Gala virsma kontūras dziļuma piergulēšana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais izprot frēzēšanas operāciju īpatnības ar paralēlām frēzes un detaļas asīm.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests5.emcam</i> apstrādāt lielā sešstūra malu gala virsmas. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kādas prasības jāievēro instrumenta izvēlē?

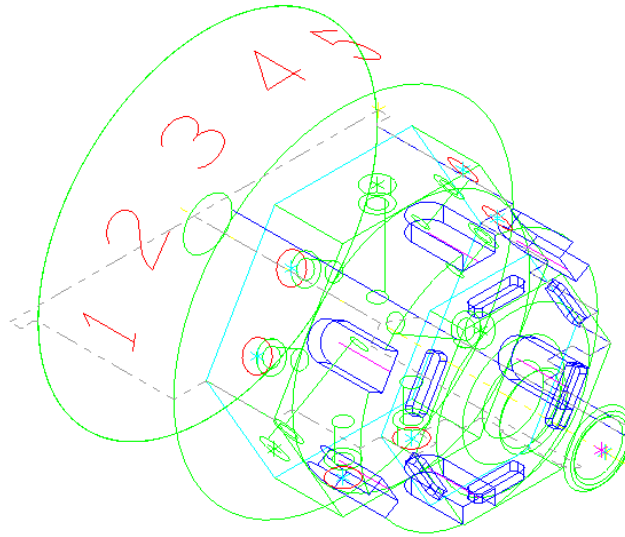
DARBA GAITA

Gala virsmas kontūras instrumentu trajektorijas apstrādā gala virsmu virpojamai detaļai ar instrumentu, kurš ir paralēli detaļas rotācijas asij. *Mastercam* automātiski iestata instrumentu plakni (**Tplane**) un konstruēšanas plakni (**Cplane**) uz sānskatu, tādējādi instruments novietojas perpendikulāri detaļas gala virsmai. Nākamais attēls rāda, kā lietot gala virsmas kontūru. Pārtrauktā līnija pārstāv instrumenta kustību.



Šajā praktiskajā tiks veidota gala virsmas apstrādes kontūras instrumenta trajektorija, lai apstrādātu divus detaļas sešstūrus.

Vispirms savā darba mapē atveriet *freze_virpa3.emcam*. Šī detaļa ietver darba iestatījumus un 2 asu instrumentu trajektorijas, kuras tika izveidotas 13. praktiskajā darbā ar šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijām, kuras savukārt tika izveidotas 14. praktiskajā darbā. Ja nav pabeigts 13. vai 14. praktiskais darbs, atveriet *freze_virpa_gala_apstr.emcam* failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām.



KONTŪRU VIRKNĒŠANA

Tāpat kā 14. praktiskajā darbā arī šeit tiks lietota **Hide** funkcija, lai palīdzētu izvēlēties pareizas virknes instrumenta trajektorijai. Šī funkcija ļauj uz ekrāna parādīt tikai noteiktu ģeometriju, kas var būt noderīgi, ja grib virknēt sarežģītu ģeometriju.

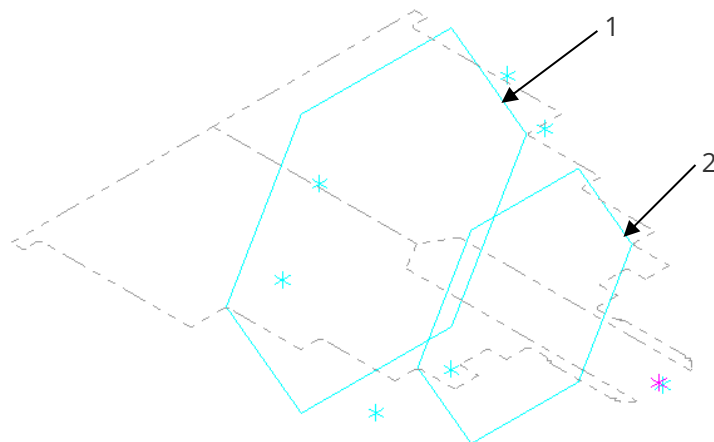
Darbības

1. Izvēlieties **Toolpaths, C-axis, Face Contour**.
2. Nospiediet [**Alt + E**], lai atvērtu **Hide izvēlni**.
3. Izvēlieties **All, Color**, tad gaiši zilo krāsu (**color 11**). Virknējamās taisnes būs gaiši zilas, pārējā ģeometrija būs apslēpta skatam.
4. Izvēlieties , **Enter**, un grafiskajā logā parādās tikai gaiši zilā ģeometrija.
5. Izvēlieties divus sešstūrus punktos, kā parādīts nākamajā attēlā.



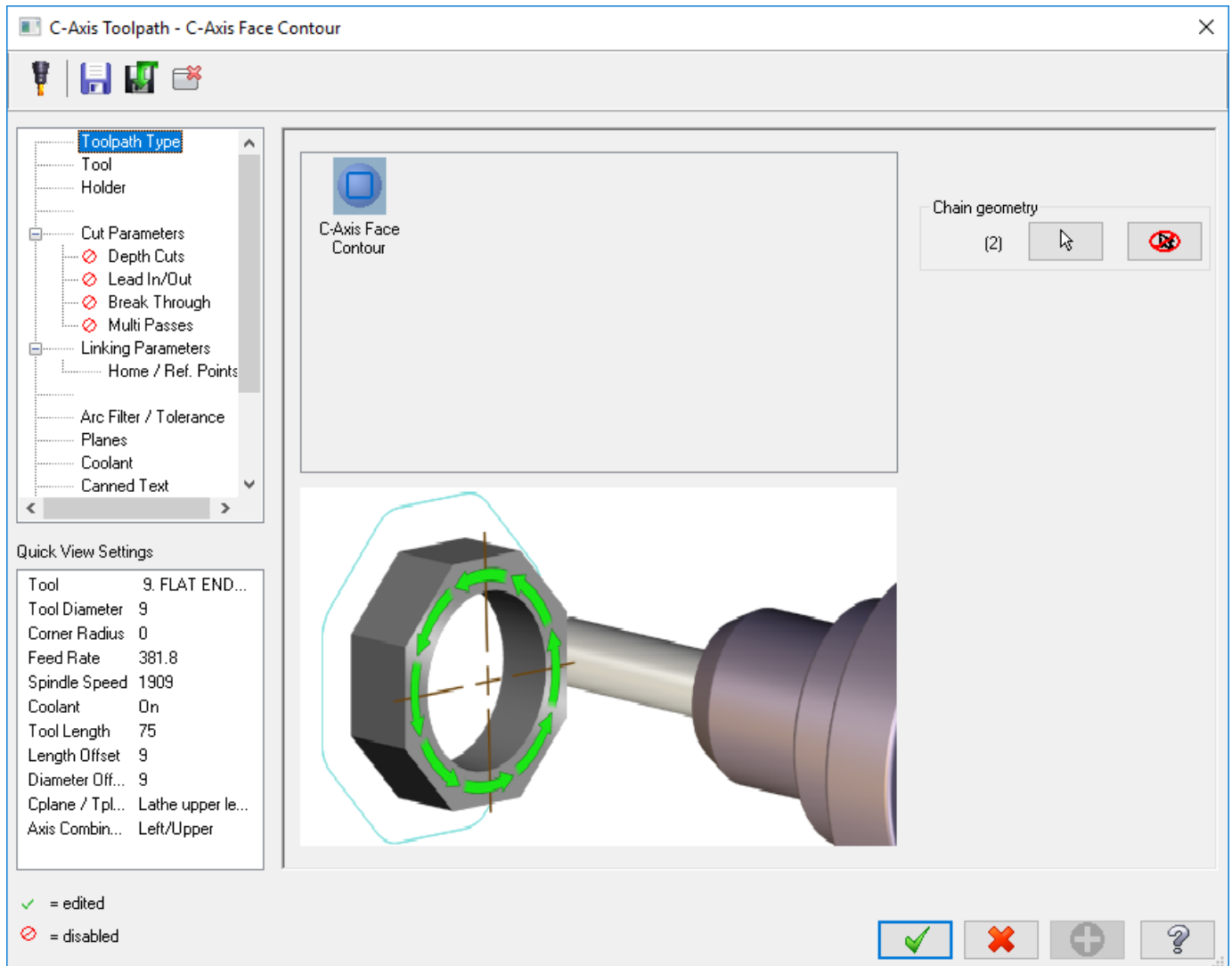
PADOMS

Virknēšanas virziena bultiņām uz katras sešstūra malas jāvēršas pret pulksteņrādītāja kustības virzienu.

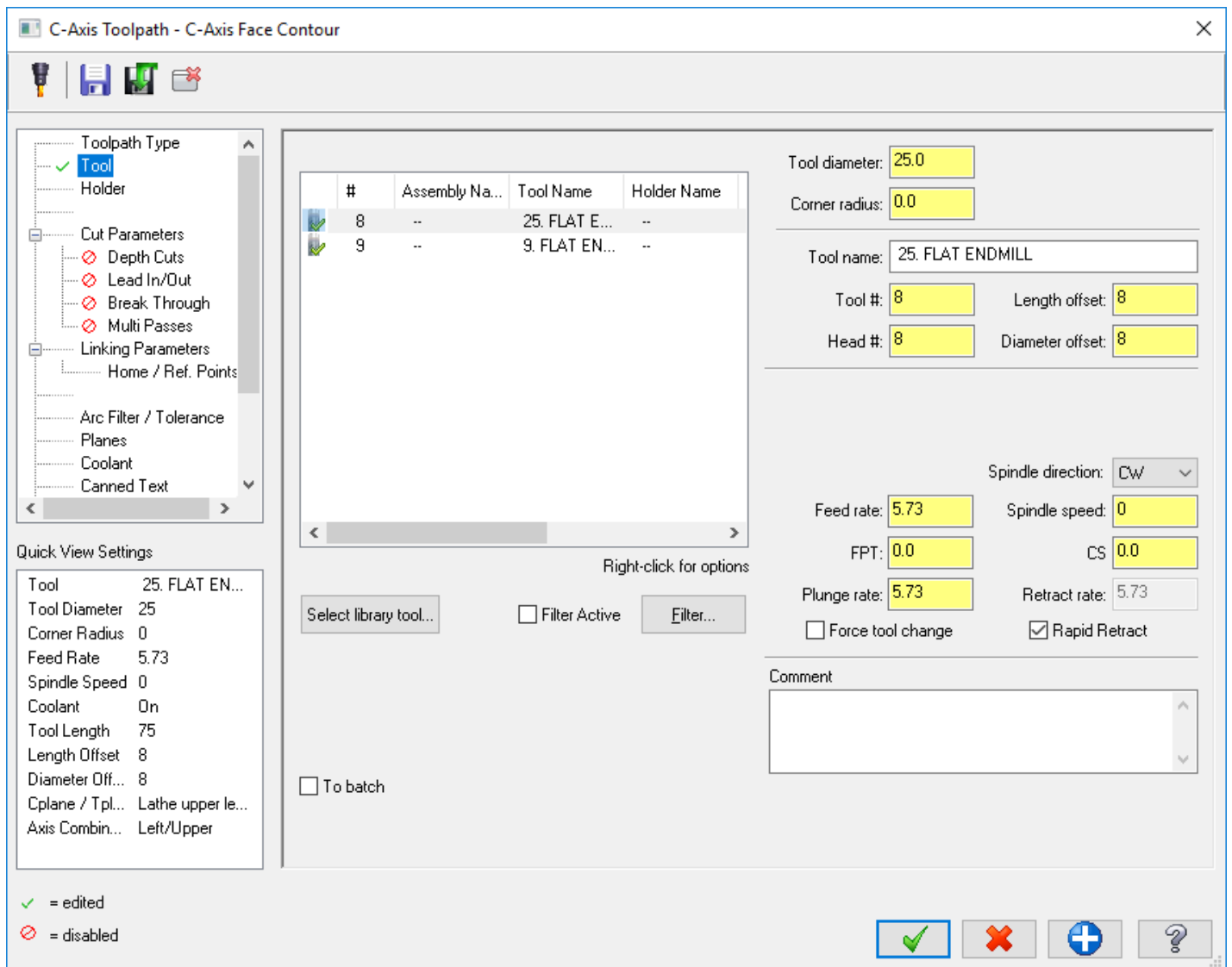


6. Nospiediet [**Alt + E**], lai atklātu skatam ģeometriju.

7. Izvēlieties , lai pabeigtu virknēšanu. Atveras **C-Axis Toolpath - C-Axis Face Contour** dialoga lauks.



8. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi.

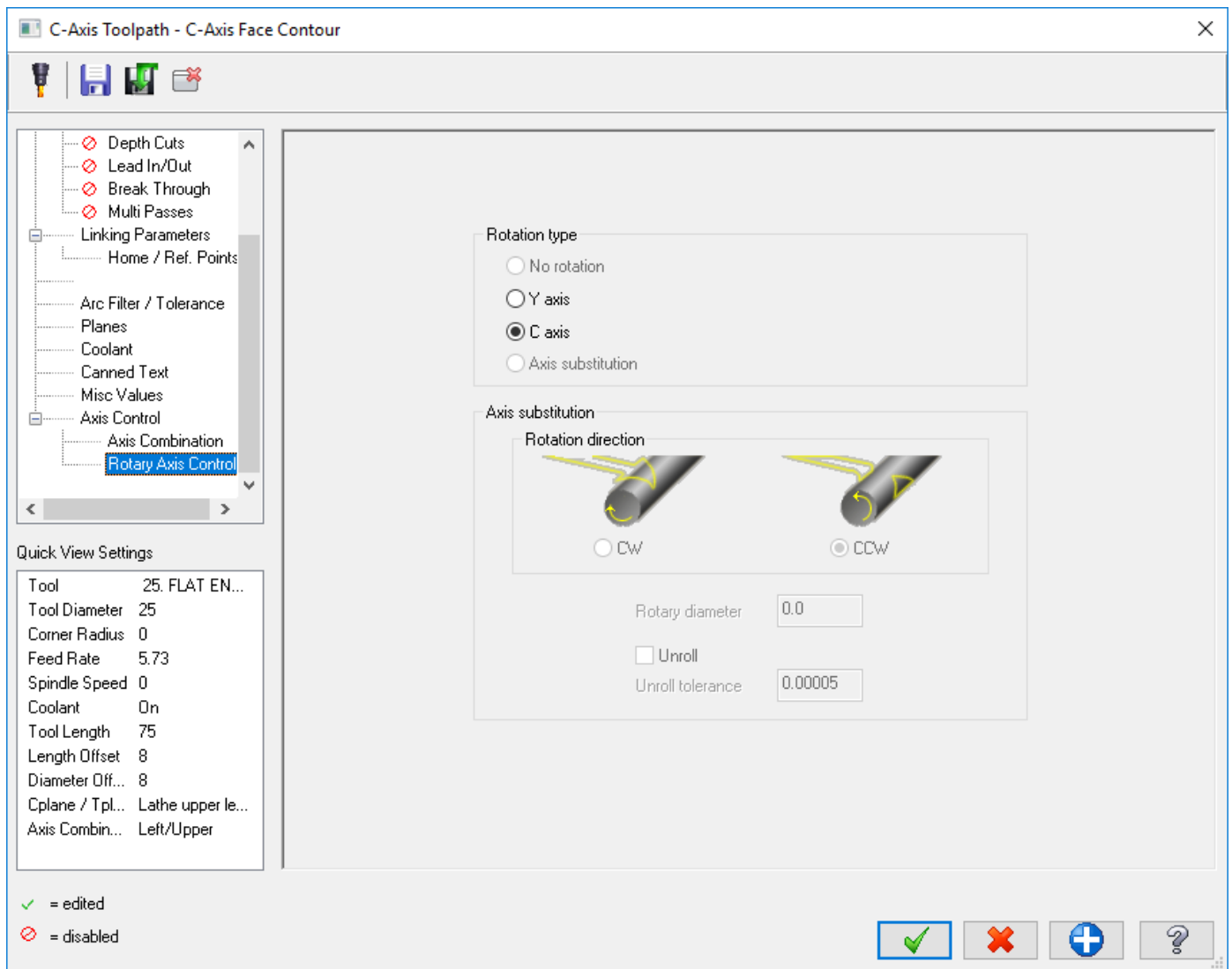



GALA VIRSMAS KONTŪRAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Līdzīgi šķērsām novietotas kontūras instrumenta trajektorijas parametru dialoga laukam arī gala virsmas kontūras dialoga lauks balstās uz *Mastercam Mill* dialoga lauku kontūras instrumentu trajektorijām.

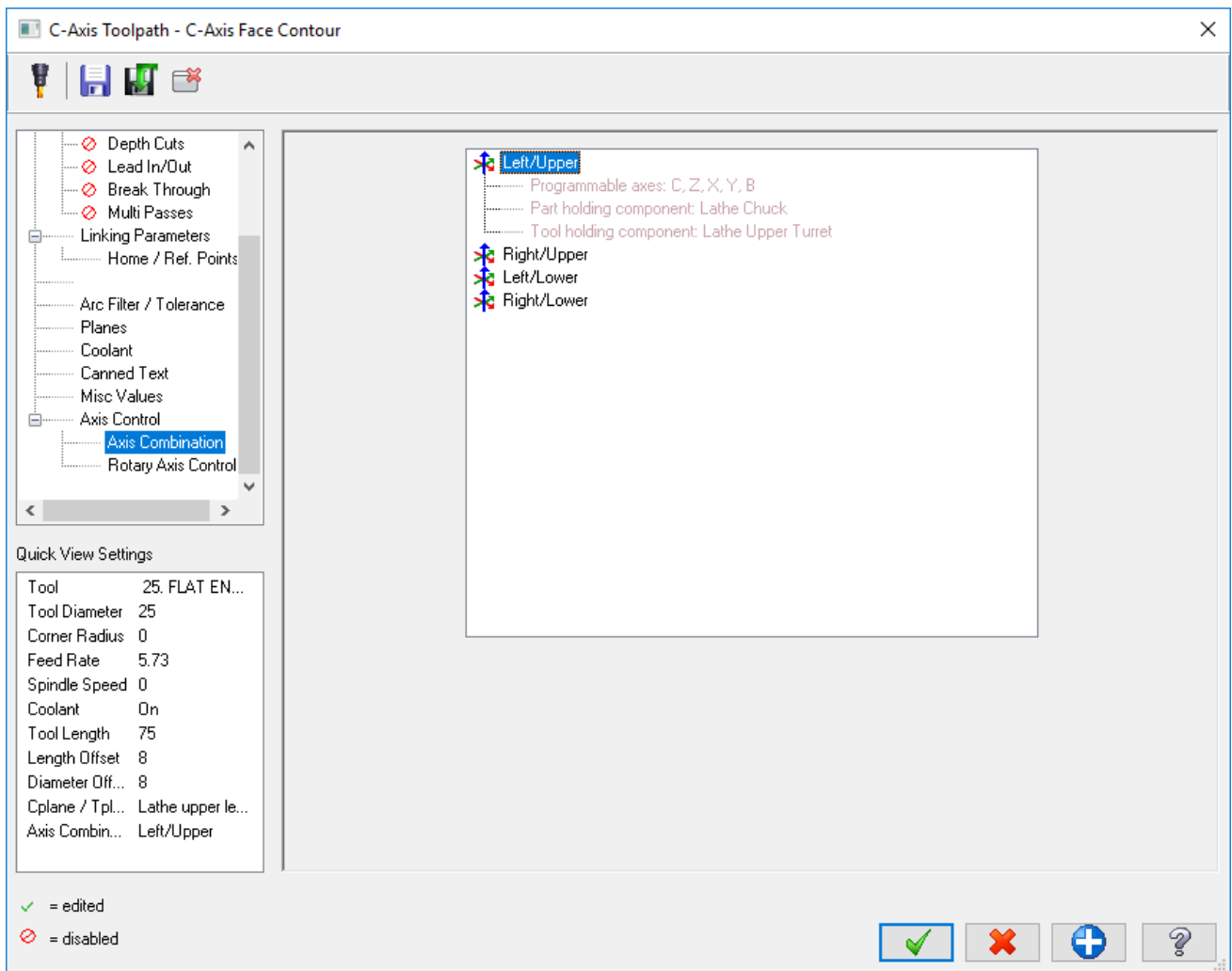
Darbības

1. Izvēlieties **25 mm flat endmill** instrumentu. Šis ir tas pats instruments, kurš bija izvēlēts pirmajām divām šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijām iepriekšējā praktiskajā darbā.
2. Izvēlieties **Rotary Axis Control** dialoga lappusi dialoga lauka kreisajā malā.



3. Iestatiet rotācijas tipu uz **C axis** (ja grib polāri pārveidotu trajektoriju C ass virpai) vai uz **Y axis** (ja grib X, Y un Z ass instrumentu kustību Y ass virpai) un izvēlieties .

4. Izvēlieties **Axis Combination**, tad **Left/Upper**.



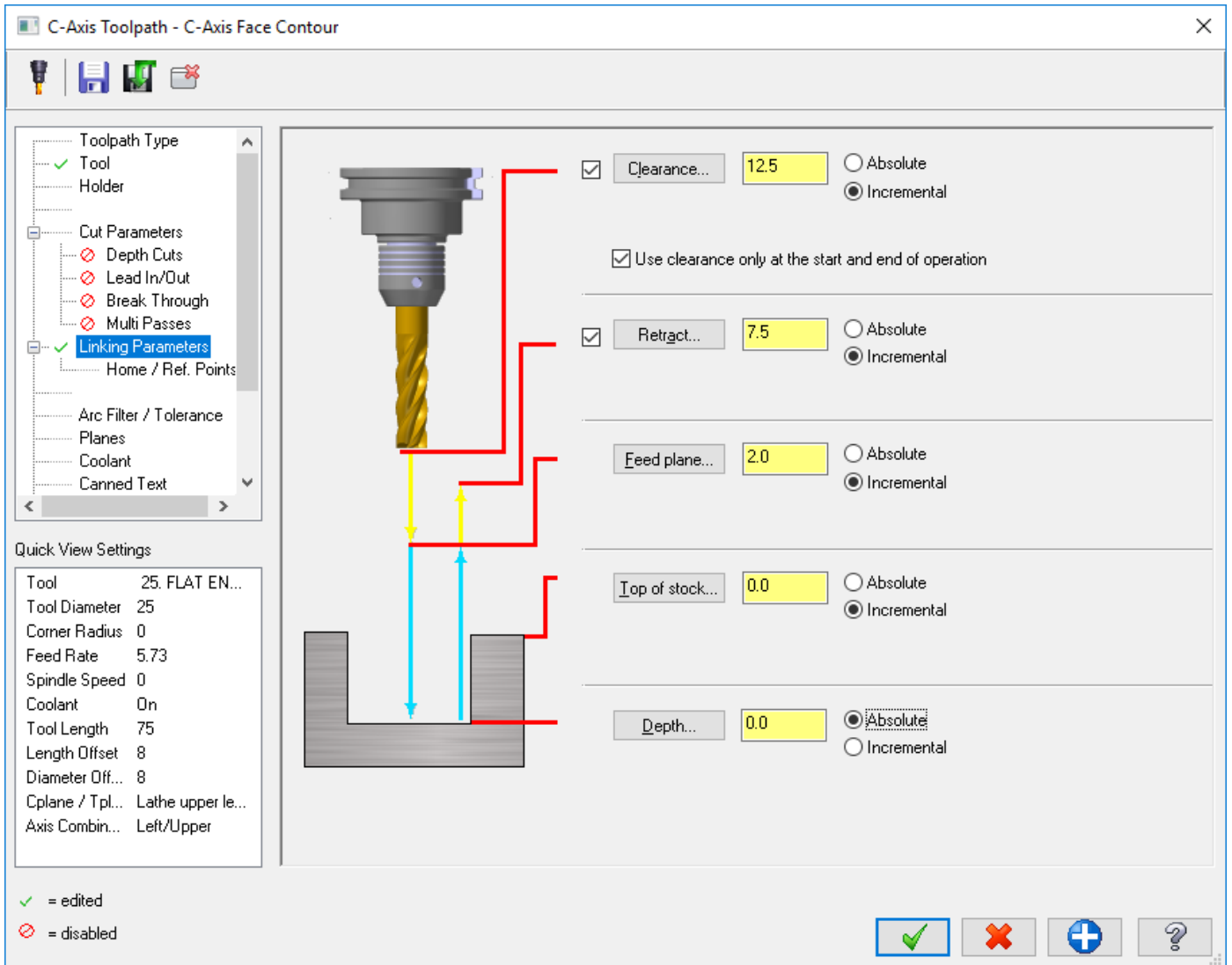
Kontūras parametru ievadīšana

Tā kā, veidojot šķērsām novietotu kontūru instrumentu trajektorijas, jau tika izmantots **Contour parameters** lauks, tad parametru vērtības no iepriekšējām instrumentu trajektorijām ir saglabātas. Tagad ir nepieciešams mainīt tikai dažas parametru vērtības gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijai.

Darbības

1. Izvēlieties **Linking parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet **12.5** kā lielāko atvirzīšanās attālumu. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas prom no detaļas.
3. Ievadiet **7.5** kā kārtējo atvirzīšanās attālumu. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas pirms nākošā darba gājiena.
4. Izvēlieties **Absolute** variantu kā **Depth** parametru un ievadiet **0.0** kā dziļumu (**Depth**).
5. Izvēlieties **Right** kā kompensācijas virzienu dialoga lauka augšējā labajā stūrī. Šis variants ieregulē instrumenta trajektorijas pa labi no kontūras, nosakot veidu, kā kompensēt instrumentu rādiusa izmaiņas.

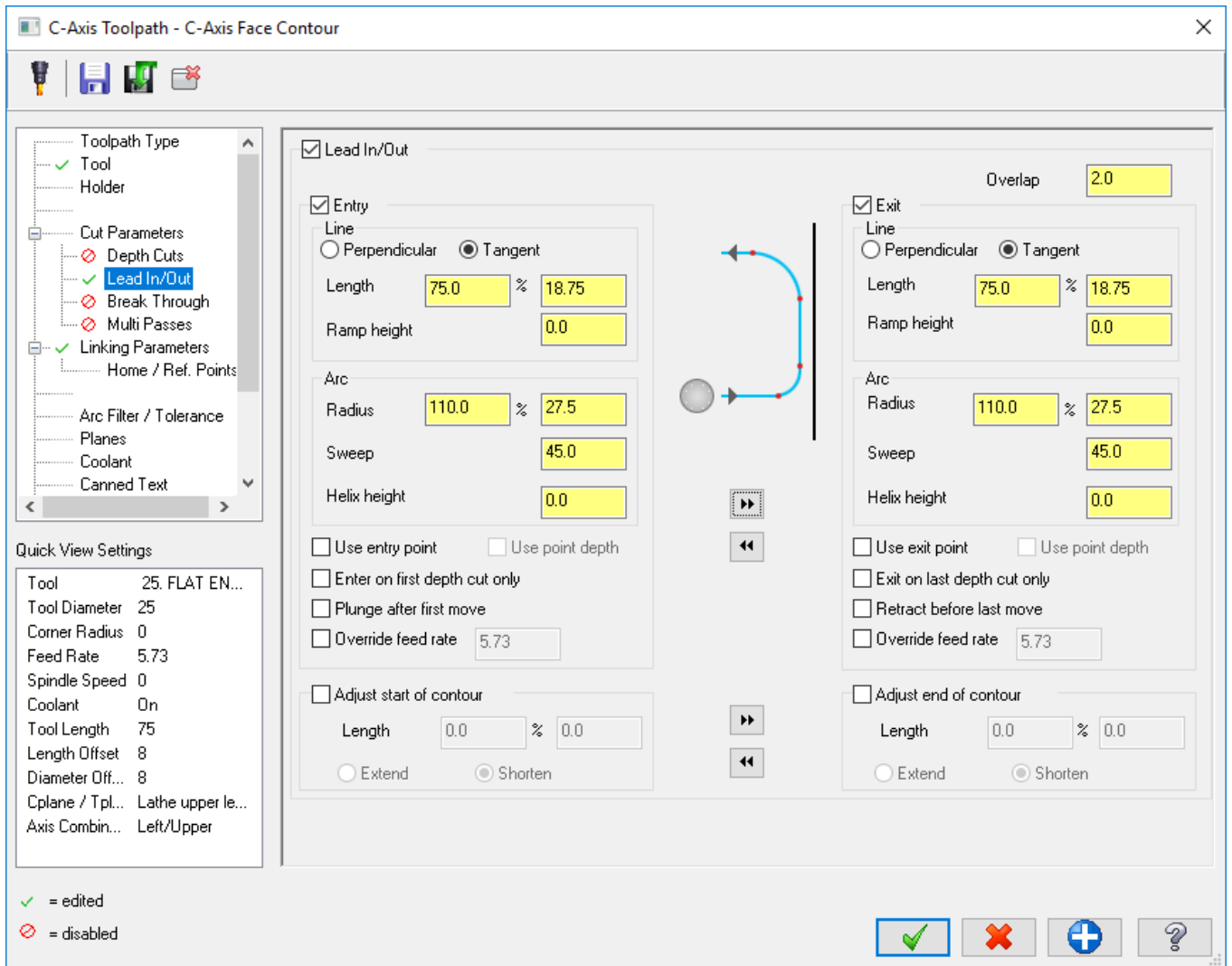
Pēc visu parametru ievadišanas **Linking Parameters** lappusei jāizskatās kā nākamajā attēlā.




Ieejas un izejas parametru iestatīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lauka kreisajā malā.
2. Ievadiet **75 %** kā ieejas taisnes garumu. Šī vērtība līdzinās 75 % no instrumenta diametra vai 18.75 mm. Kad ievadāt procentus un nospiežat [**Enter**], vērtība pa labi automātiski atjauninās.
3. Ievadiet **110 %** kā ieejas rādiusa loku. Šī vērtība līdzinās 110 % no instrumenta diametra vai 27.5 mm. Kad ievadāt procentus un nospiežat [**Enter**], vērtība pa labi automātiski atjauninās.
4. Lai lietotu tās pašas vērtības izejas taisnei un lokam, kas tika iestatītas ieejas taisnei un lokam, izvēlieties "→" pogu dialoga lauka centrā. Vērtības tiek pārceļtas uz izejas parametru laukiem.

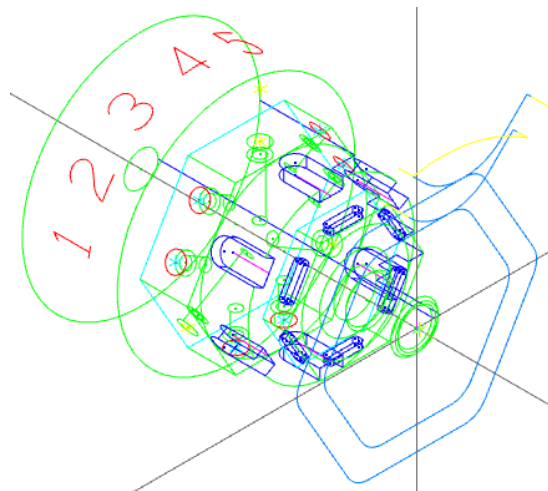


5. Izvēlieties , lai pabeigtu gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijas. Pievērsiet uzmanību, ka instrumenta trajektorijas nav novietotas uz diviem sešstūriem. Tā vietā abi gājieni ir novietoti Z0 dziļumā. Instrumenta trajektorijas tiks pieregulētas nākamajā vingrinājumā.



PADOMS

Lai redzētu detaļu un instrumentu trajektorijas grafiskajā logā, spiediet [Page Down].



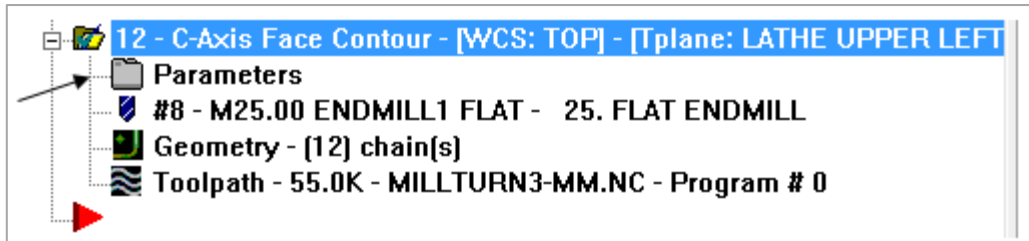
6. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiat failu kā *freze_virpa4.emcam*.

GALA VIRSMAS KONTŪRAS DZIĻUMA PIEREGULĒŠANA

Abas instrumentu trajektorijas bija novietotas uz Z0, jo **Depth** parametri tika iestatīti uz **Absolute** atšķirībā no **Incremental** iepriekšējā vingrinājumā. Absolūto vērtību lietošana neļauj sistēmai piergulēties vairākiem dziļumiem, kuros atrodas šie divi sešstūri. Šajā vingrinājumā dziļums tiks mainīts uz **Incremental** un tiks reģenerētas instrumenta trajektorijas.

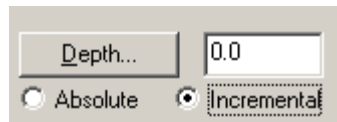
Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā izvēlieties **Parameters** ikonu zem **C-Axis Face Contour** instrumenta trajektorijas.



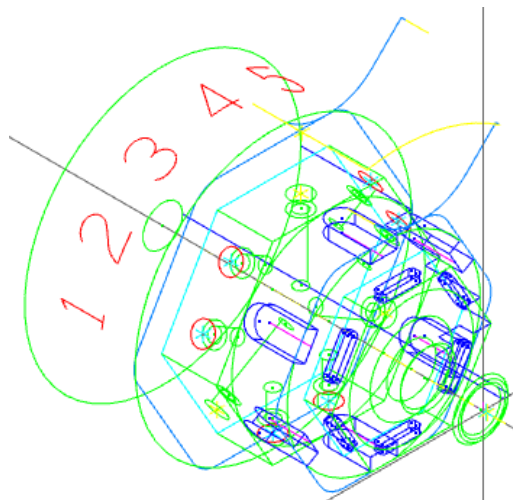
2. Izvēlieties **Linking parameters** dialoga lappusi.

3. Pie **Depth** izvēlieties **Incremental** variantu dialoga lauka apakšā.



4. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai ietvertu parametru izmaiņas gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijās.

5. Izvēlieties **Backplot** un uzzīmējiet atjauninātās instrumenta trajektorijas. Instrumenta trajektorijām jāizskatās kā nākamajā attēlā. Ievērojiet, kā instrumentu trajektorijas tagad ir novietotas uz katra Jūsu savirknētā sešstūra.



6. Saglabājiet detaļu.

Tagad, kad sānu un gala virsmas uz katra sešstūra ir apstrādātas, var turpināt novākt papildu materiālu no katras sešstūra malas. Nākamajā praktiskajā darbā uz katras lielākā sešstūra malas tiks urbti caurumi, izmantojot šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas.

16. PRAKTISKAIS DARBS – ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTU CAURUMU URBSĀNA

Darba mērķis	Apgūt urbšanas programmēšanu, kad urbumu ass ir perpendikulāra detaļas rotācijas asij.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ C ass caurumu urbšanas punktu izvēle. ▪ Šķērsām novietotu caurumu urbšanas parametru ievadīšana. ▪ Šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas kopēšana. ▪ Šķērsām novietotu caurumu urbšanas parametru maiņa. ▪ Šķērsām novietotu caurumu urbšana Y ass virzienā. ▪ Instrumentu trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj sagatavot urbšanas operāciju uz virpošanas darbgalda ar C un Y ass vadību.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests5.emcam</i> urbt caurumus uz lielā sešstūra. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi:

Kā novietojas urbja ass urbumu apstrādē ar Y ass novietojuma maiņu?

DARBA GAITA

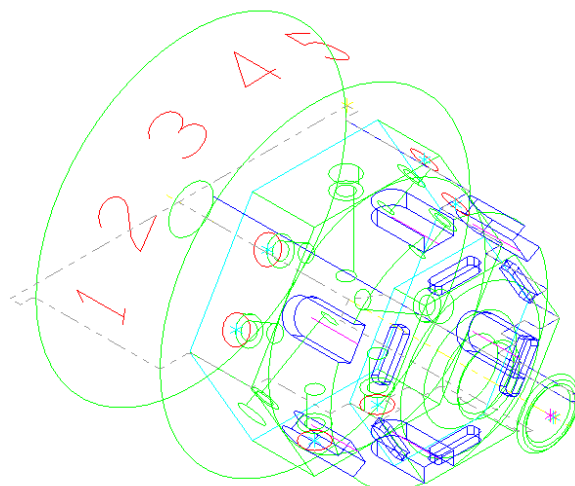
Šķērsām novietotu caurumu urbšanas instrumentu trajektorijas aizvāc materiālu no caurumiem, kas ir perpendikulāri rotācijas asij, kā urbjot caurumus cilindrā. Iespējams vienlaicīgi izvēlēties visus punktus, kurus grib urbt, nenorādot instrumenta plakni katram caurumam. *Mastercam* iestata instrumentu plakni automātiski, jo instruments ir novietots perpendikulāri detaļas rotācijas asij.

Šajā praktiskajā darbā tiks izveidotas divas šķērsām novietotas cauruma urbšanas instrumentu trajektorijas: viena urbs C ass (centra) caurumus uz lielā sešstūra, otra – Y ass (no centra nobīdītus) caurumus.

Vispirms savā darba mapē atveriet *freze_virpa4.emcam*. Šī detaļa ietver darba iestatījumus un 2 asu instrumentu trajektorijas, kuras tika importētas 13. praktiskajā darbā, šķērsām novietotas kontūras instrumentu trajektorijas, kas tika izveidotas 14. praktiskajā darbā, un gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijas, kas tika izveidotas 15. praktiskajā darbā.

Padoms. Ja 13., 14. vai 15. praktiskais darbs nav pabeigts, atveriet *freze_virpa_skersam.emcam* failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām.

Instrumenta trajektorijas attēlojums ir atslēgts visām detaļā ietvertajām instrumentu trajektorijām. Ja, atverot failu, *Mastercam* grafiskais fons ir balts, trīs balto punktu krāsu nomainiet uz brūno, lai varētu tos izvēlēties urbšanai.

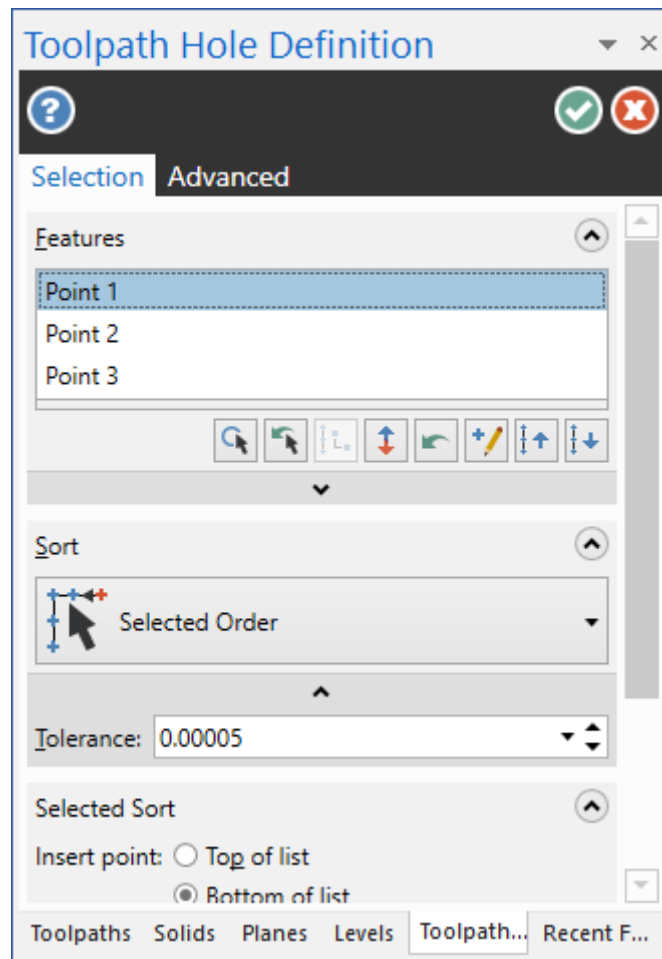



PUNKTU IZVĒLE URBŠANAI C ASS VIRZIENĀ

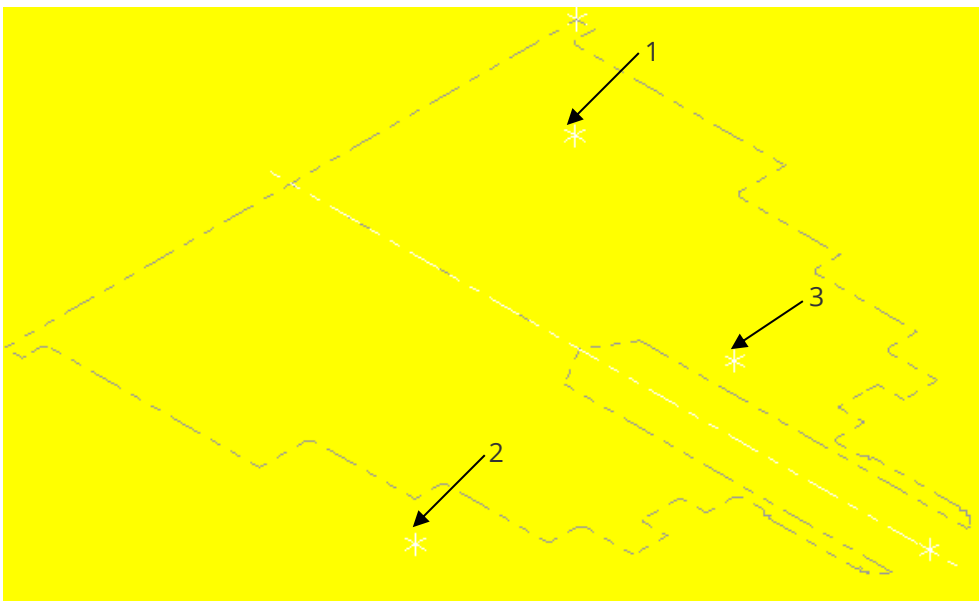
Sarežģītās detaļas ģeometrijas dēļ caurumu urbšanas punktu izvēle var būt apgrūtināta un neprecīza. Tāpat kā 12. praktiskajā darbā izmantojiet *Mastercam* **Hide** funkciju, lai nodrošinātu akurātu punktu izvēli. Šī funkcija ļauj uz ekrāna rādīt tikai noteiktu ģeometriju, kas var būt noderīgi, kad vēlas virknēt sarežģītu ģeometriju.



Darbības

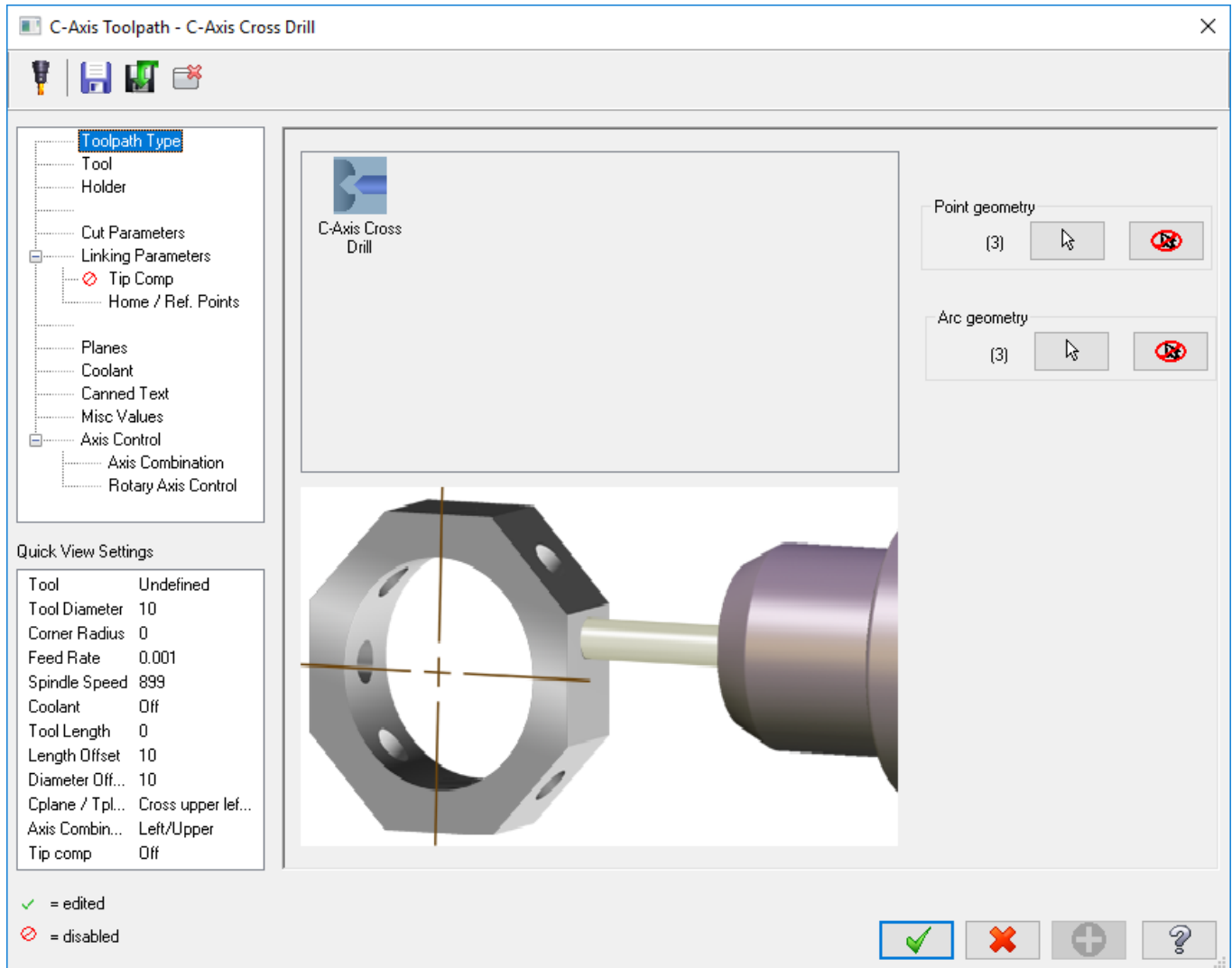
1. Izvēlieties **Toolpaths, C-axis, Cross Drill**. Atveras punktu izvēles logs.



2. Nospiediet [**Alt + E**], lai atvērtu **Hide** izvēlni.
3. Izvēlieties **All, Color**, tad gaiši dzeltenu krāsu (**color 14**). Izvēlētie punkti būs šajā krāsā, bet visa pārējā ģeometrija būs apslēpta.
4. Izvēlieties , un grafiskajā logā parādās tikai trīs punkti un sagataves robežas.
5. Izvēlieties punktus tādā secībā, kā parādīts nākamajā attēlā.



6. Nospiediet , lai pabeigtu punktu izvēlēšanos. Caurumu urbšanas punktu secība ir parādīta ar dzeltenu līniju, kas savieno punktus.
7. Nospiediet [**Alt + E**], lai visu ģeometriju vēlreiz parādītu uz ekrāna.
8. Izvēlieties . Atveras **C-Axis Toolpath - C-Axis Cross Drill** dialoga lauks.

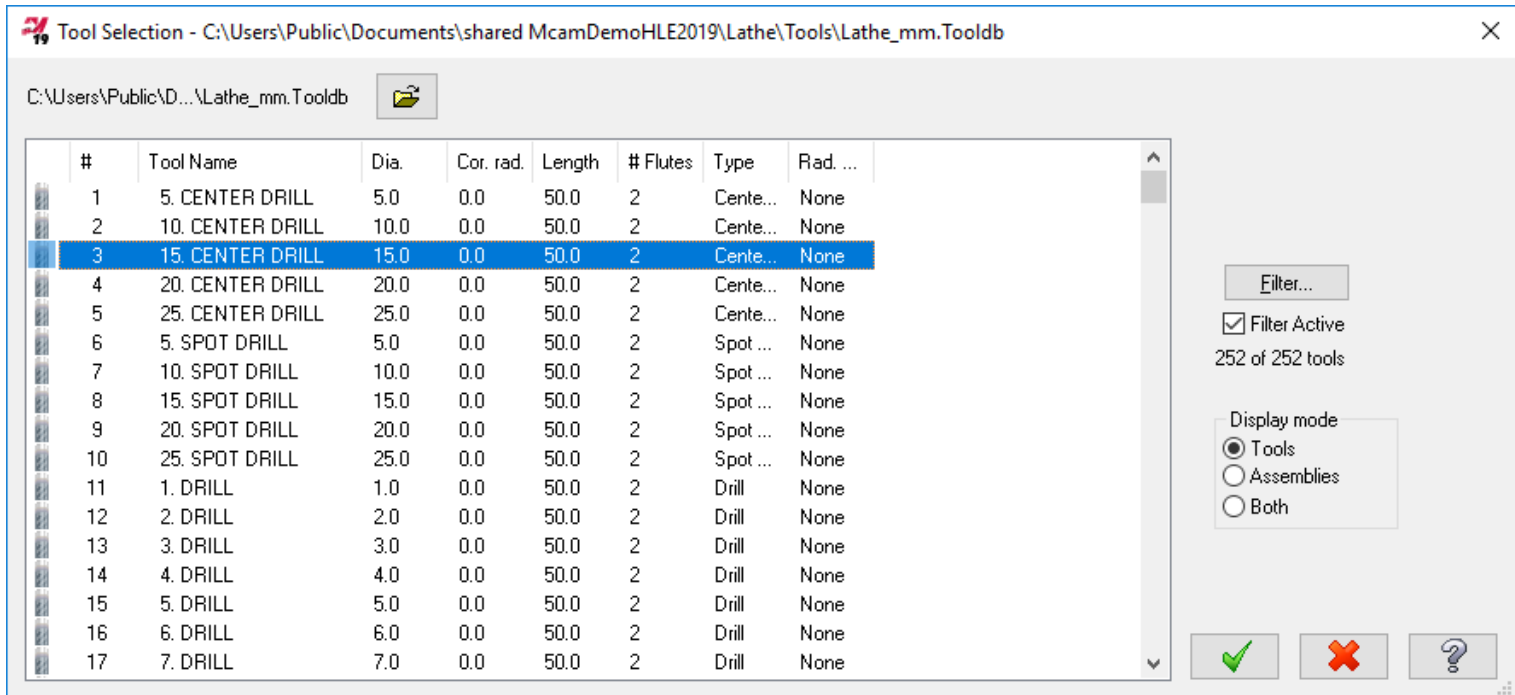


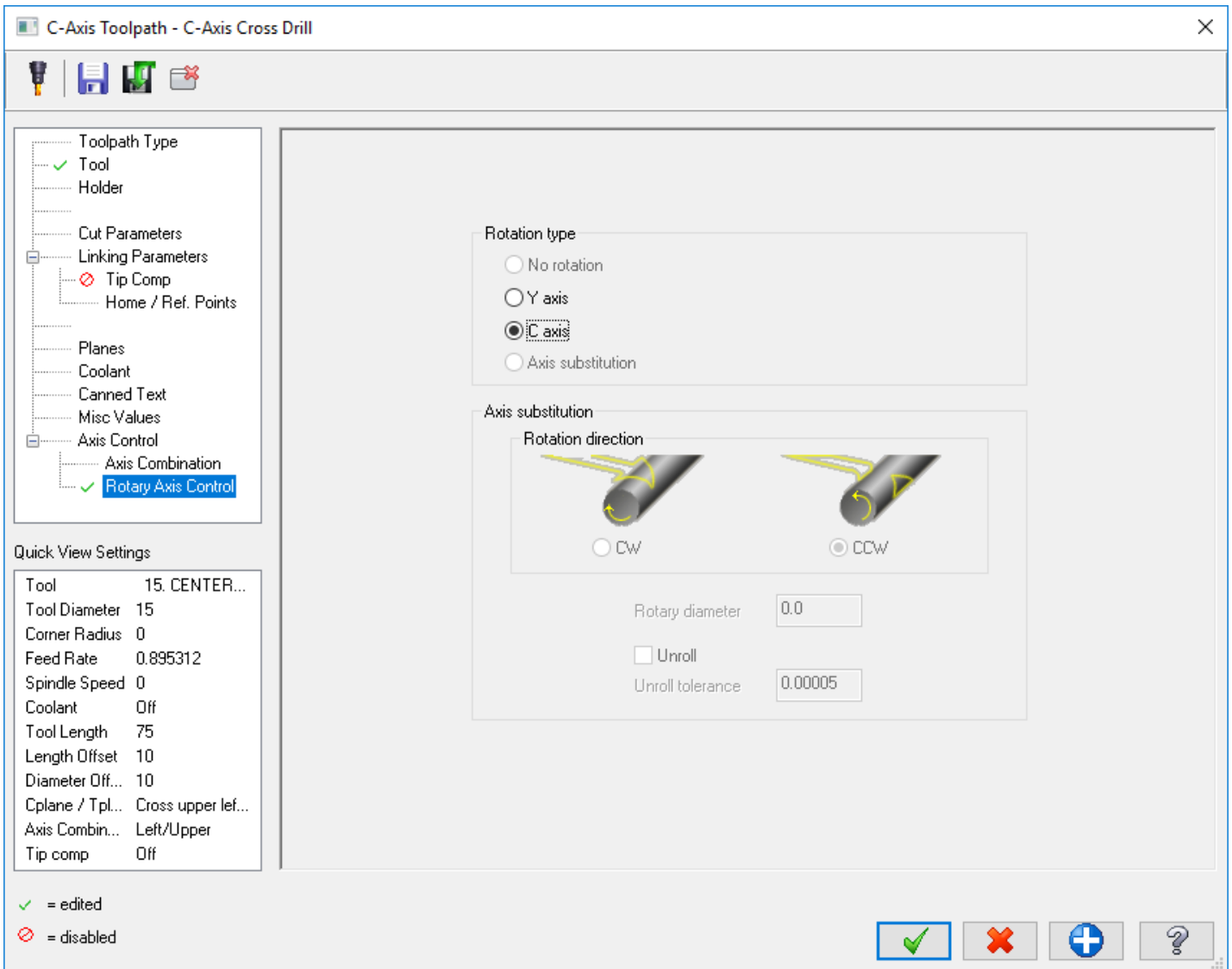
ŠĶĒRSĀM NOVIETOTU CAURUMU URBŠANAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

Pirmā šajā praktiskajā darbā veidojamā urbšanas instrumenta trajektorija ir centra urbšanas instrumenta trajektorija. Līdzīgi kā 4. praktiskajā darbā veidotā urbšanas instrumentu trajektorija arī centru urbšanas instrumentu trajektorijas materiālā veido virzošo caurumu vēlākai urbšanas instrumenta trajektorijai. Veidojot tikai virzošo caurumu, urbis negriezīsies dziļi materiālā.

Darbības

1. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, **Select Library Tool**.

2. Izvēlieties **15 center drill**.3. Izvēlieties **Rotary Axis Control** dialoga lauka apakšā.



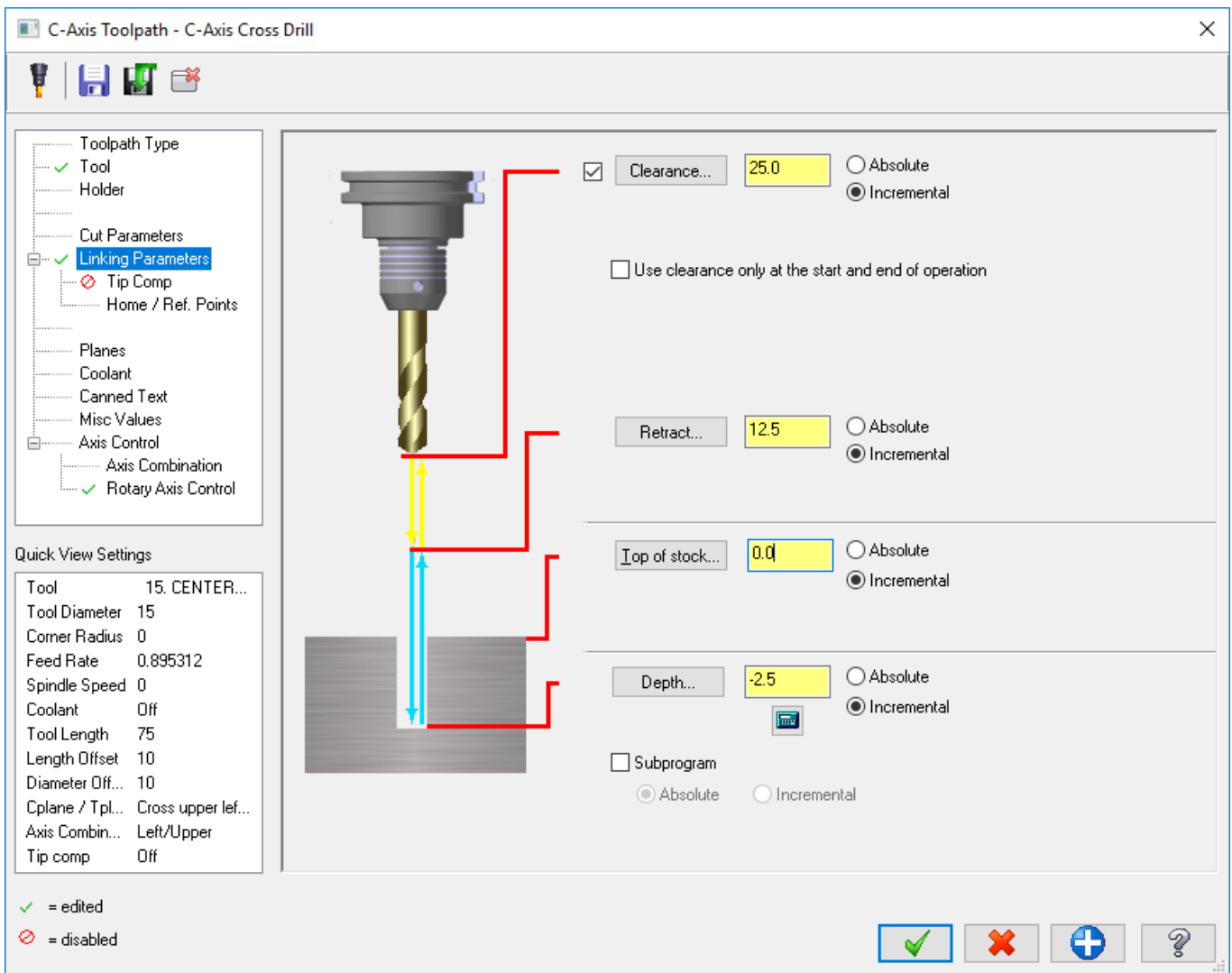
4. Iestatiet rotācijas tipu uz **C axis**.


Vienkāršu caurumu urbšanas parametru ievadīšana

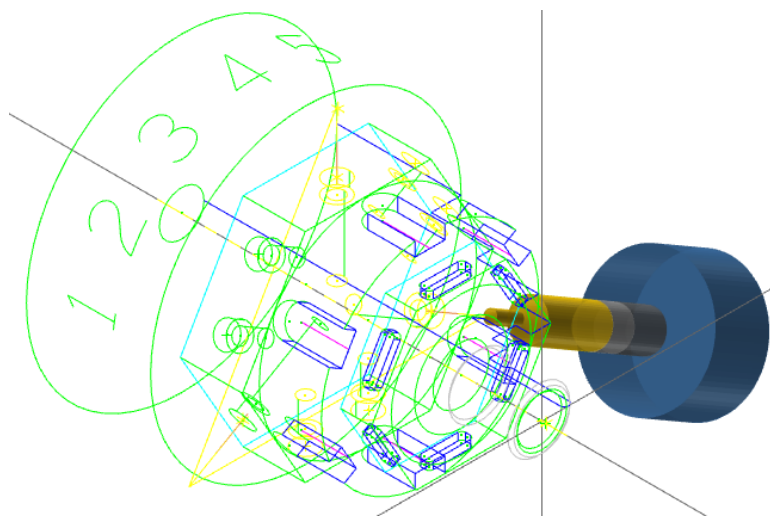
Darbības

1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet **25.0** kā lielāko atvirzīšanās attālumu. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas prom no detaļas.
3. Ievadiet **12.5** kā kārtējo atvirzīšanās attālumu. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas pirms nākamā darba gājiena.
4. Ievadiet **-2.5** kā dziļumu (**depth**). Šī vērtība iestata, cik tālu urbis ieies materiālā.

Pēc visu parametru ievadīšanas **C-Axis Cross Drill** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties , lai pabeigtu šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektoriju. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



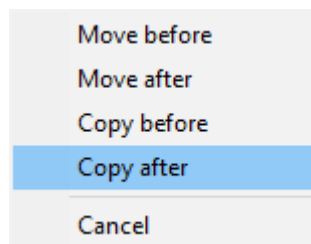
6. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiet failu kā *freze_virpa5.emcam*.

ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTA CAURUMA URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS KOPĒŠANA

Pēdējā vingrinājumā izveidotās šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas veido virzošos caurumus tālākai caurumu urbšanai. Tā kā izurbtos caurumus lietos skrūvju ievietošanai, nepieciešams izveidot divas papildu instrumentu trajektorijas: urbšanas instrumenta trajektoriju, kas lietos garāku urbi, un urbšanas instrumenta trajektoriju, kas lietos plakana gala frēzi. Plakana gala frēze izveidos padziļinājumu caurumā, lai katras skrūves galva iegremdētos katrā sešstūra malā. Jāveido šīs instrumentu trajektorijas, operāciju pārvaldniekā kopējot šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas no vingrinājuma "Šķērsām novietotu caurumu urbšanas parametru ievadīšana".

Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā ritiniet operāciju sarakstu līdz apakšai un izvēlieties **C-Axis Cross Drill** instrumenta trajektoriju.
2. Lietojot labo peles pogu, uzklikšķiniet un aizvelciet izvēlēto instrumenta trajektoriju uz saraksta pašu apakšu.
3. Kad atlaiž labo peles pogu, parādās nākamajā attēlā redzamā izvēlne. Izvēlieties **Copy after**.

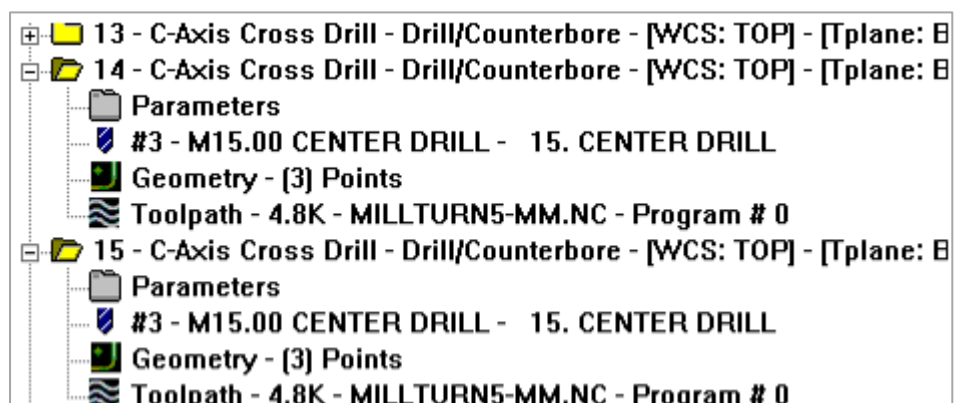


4. Atkārtojiet 2. un 3. soli, lai veidotu trešo šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektoriju. Operāciju pārvaldniekā tagad parādās trīs šķērsām novietotu urbšanas instrumentu trajektorijas.



PADOMS

*Ja jaunās instrumentu trajektorijas instrumentu trajektoriju sarakstā ir iekopētas nepareizajā vietā, uzklikšķiniet labo peles pogu uz jauno, izveidoto instrumenta trajektoriju un izvēlieties **Delete**.*



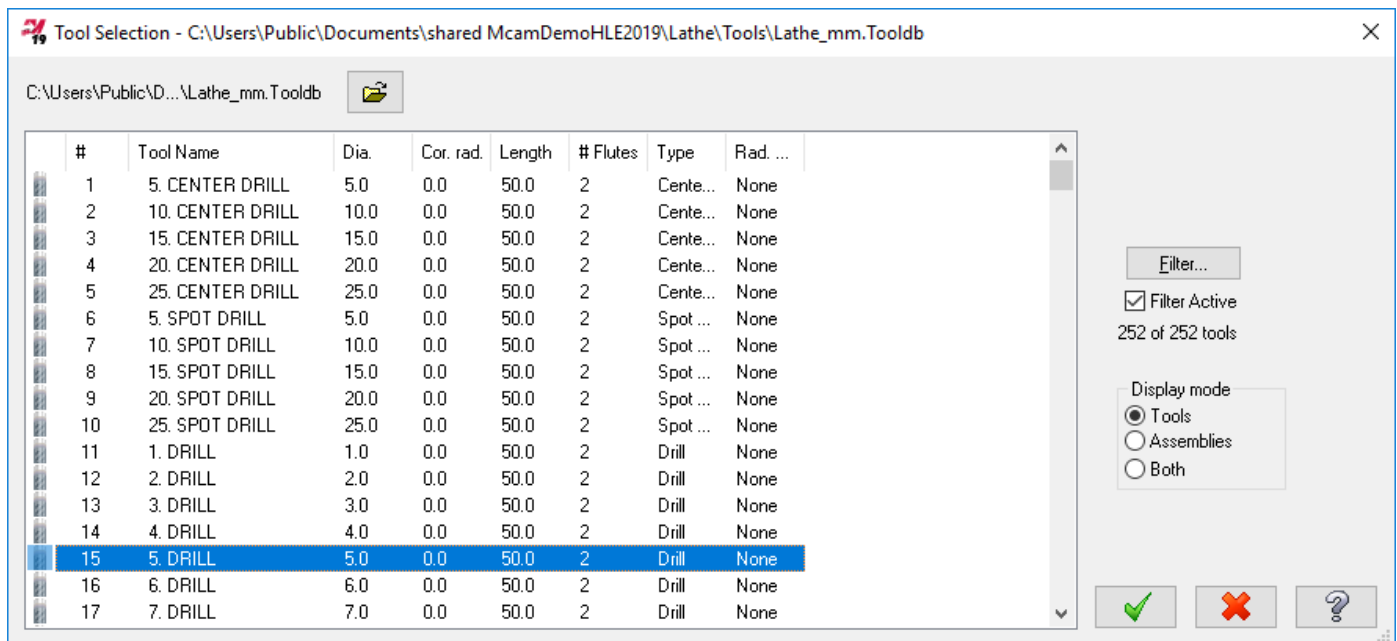
ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTU CAURUMU URBŠANAS PARAMETRU MAIŅA

Kad ir izveidotas divas šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas kopijas, jānomaina instrumenti un parametri divām jaunajām instrumentu trajektorijām, kuras urbs tālāk materiālā un izveidos padziļinājumu katram caurumam.

Urbšanas instrumenta trajektorijas veidošana ar urbšanas instrumentu

Darbības

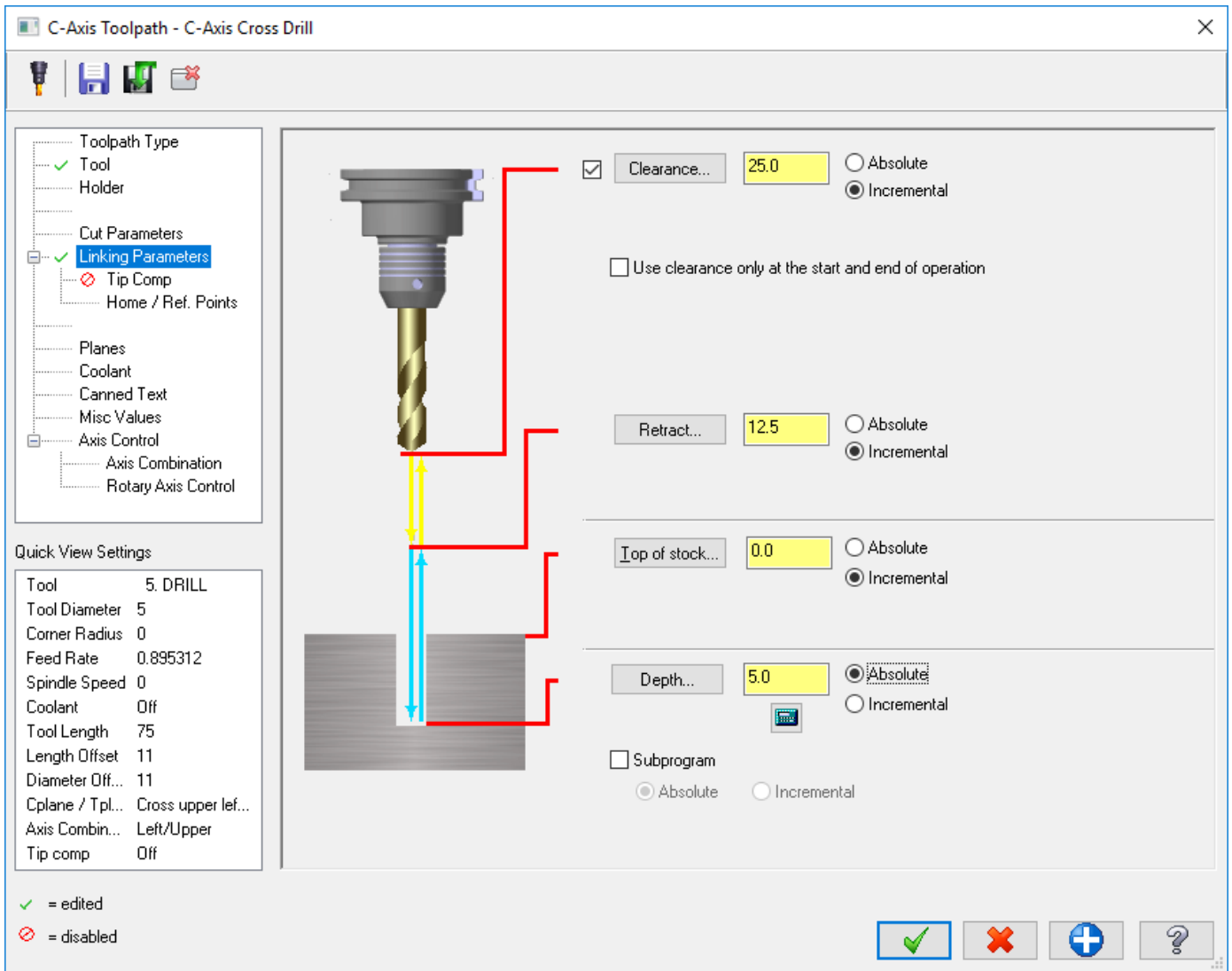
1. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem otrās šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas.
2. **Tool** lappusē izvēlieties **Select Library Tool** un 5 mm urbi no instrumentu bibliotēkas.



3. **Comment** laukā ievadiet **C-axis Cross Drill - ar urbi**. Šis komentārs palīdzēs atpazīt šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektoriju.

4. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

5. Ievadiet **5.0** kā dziļumu (**depth**) un izvēlieties **Absolute** variantu tieši zem **Depth** parametra. Tā vietā, lai mērītu cauruma dziļumu no tā izvēlēta punkta, šī instrumenta trajektorija mērīs cauruma dziļumu no detaļas nulles punkta. Visi urbjamie caurumi ar šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijām beigsies 5 mm pirms detaļas centra. Pēc izmainītā dziļuma parametriem **C-Axis Toolpath - C-Axis Cross Drill** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



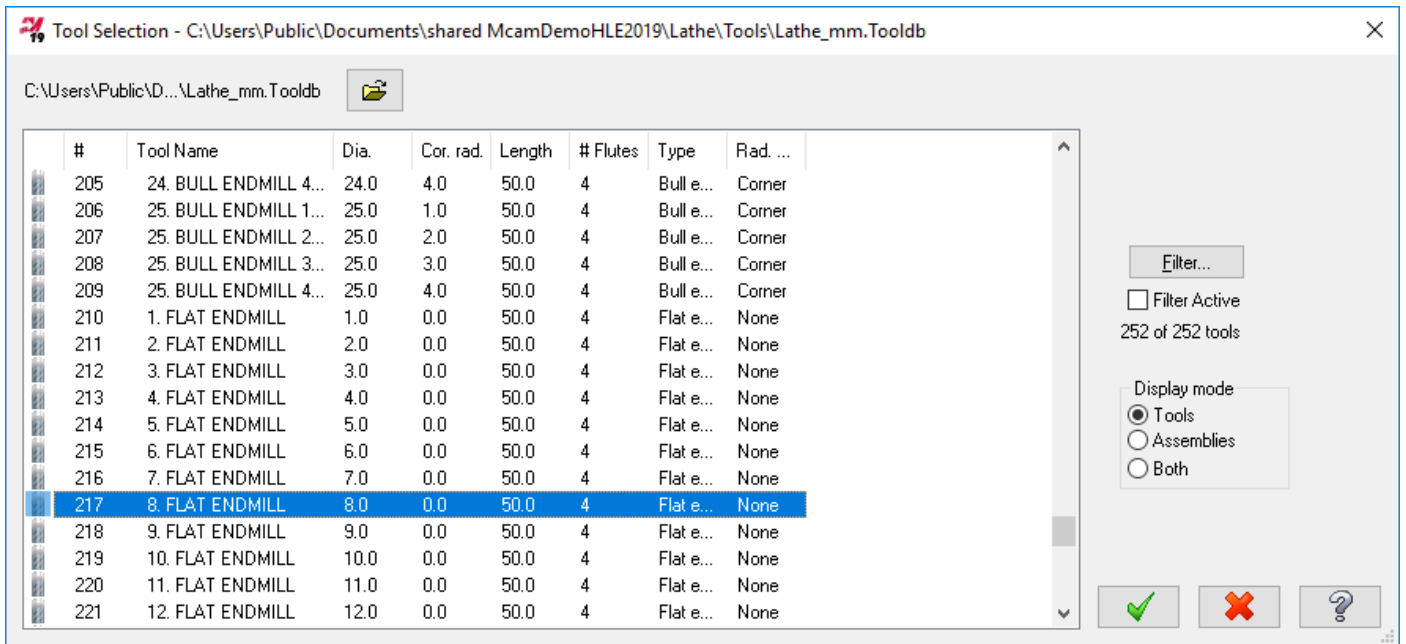
6. Izvēlieties .

Pēc tam, kad veiktas izmaiņas trešajai šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijai, jāregenerē instrumenta trajektorijas.

Urbšanas instrumenta trajektorijas veidošana ar plakanu gala frēzi

Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu trešajai šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijai
2. No **Tool** dialoga lappuses izvēlieties **Select Library Tool**.



3. Attīriet **Filter Active** iezīmju lauku **Tool Selection...** dialoga loga labajā pusē.

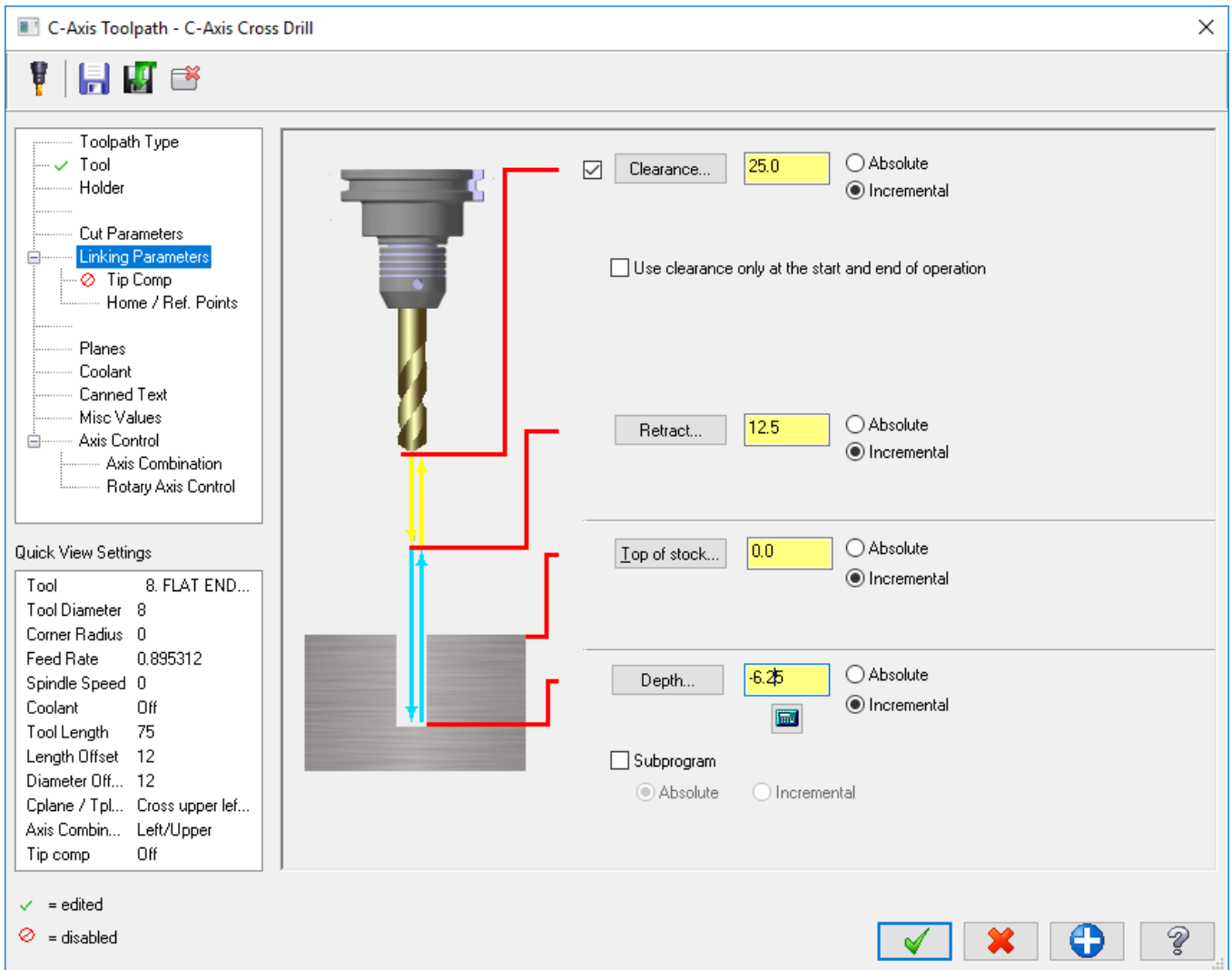
4. Izvēlieties **8 mm flat endmill flat** instrumentu.


5. Ievadiet **C-axis Cross Drill - using flat endmill Comment** laukā. Šis komentārs palīdzēs atšķirt citu no citas šķērsām novietotu urbšanas instrumentu trajektorijas.

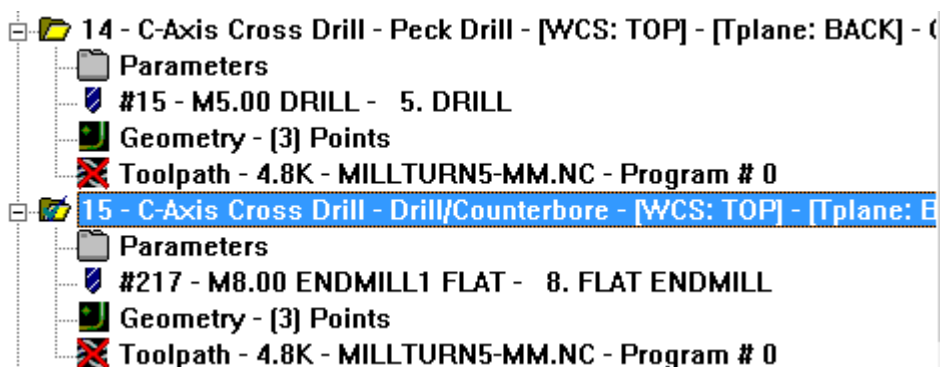
6. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

7. Ievadiet **-6.25** kā dziļumu un izvēlieties **Incremental** variantu tieši zem **Depth**. Dziļums šai instrumenta trajektorijai tiks mērīts no vingrinājumā "Punktu izvēle urbšanai c ass virzienā" izvēlētajiem punktiem.

Pēc dziļuma parametru maiņas **Simple drill - no peck** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



8. Izvēlieties . Divas pēdējās šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas tagad ir jāģenerē atkārtoti.



9. Izvēlieties divas izmainītās šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas.

10. Izvēlieties **Regenerate all selected operations.**

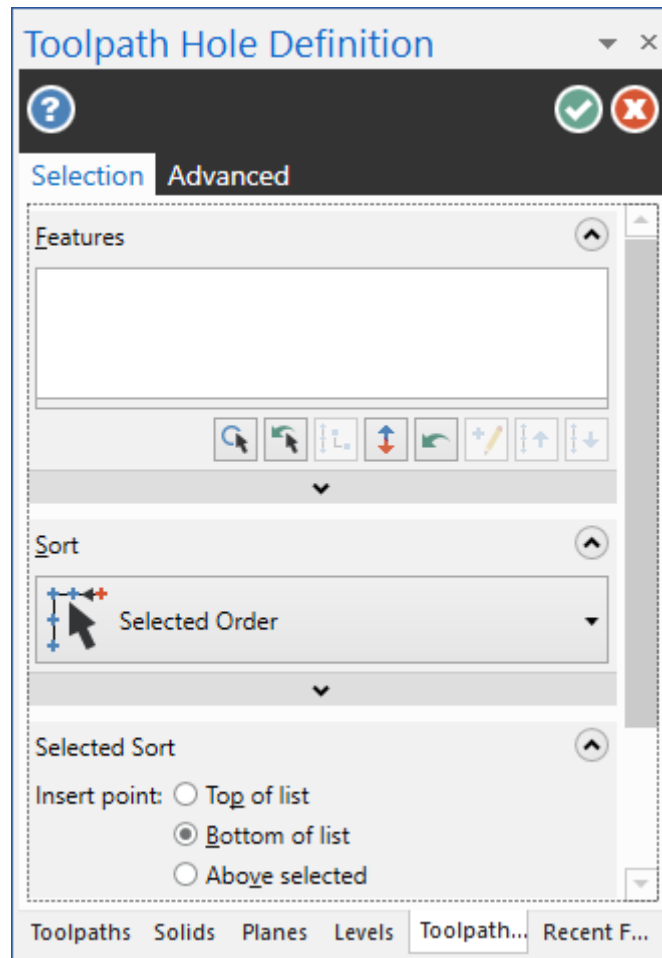
11. Saglabājiet failu.


ŠĶĒRSĀM NOVĪETOTU CAURUMU URBŠANA Y ASS VIRZIENĀ

Šķērsām novietotu caurumu urbšana, izmantojot Y asi kā rotācijas asi, ļauj urbt caurumus, kuri neatrodas tieši uz virpas centru līnijas. Šajā vingrinājumā punktu vietā izvēlieties lokus, jo caurumu urbšanas vietas balstītas uz konstruēšanas plakni katram lokam. Šis princips darbosies tikai uz Y ass virpas.

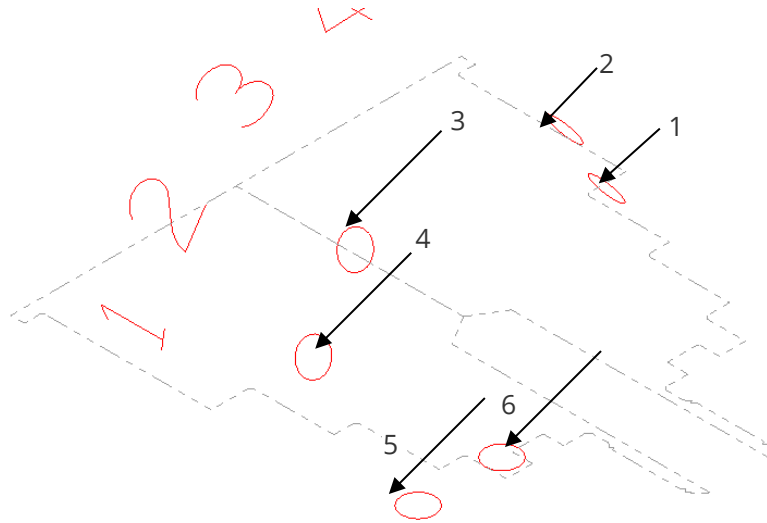
Darbības

1. Izvēlieties **Lathe,Turning, C-axis, Cross drill**. Atveras **Toolpath Hole Definition** logs.

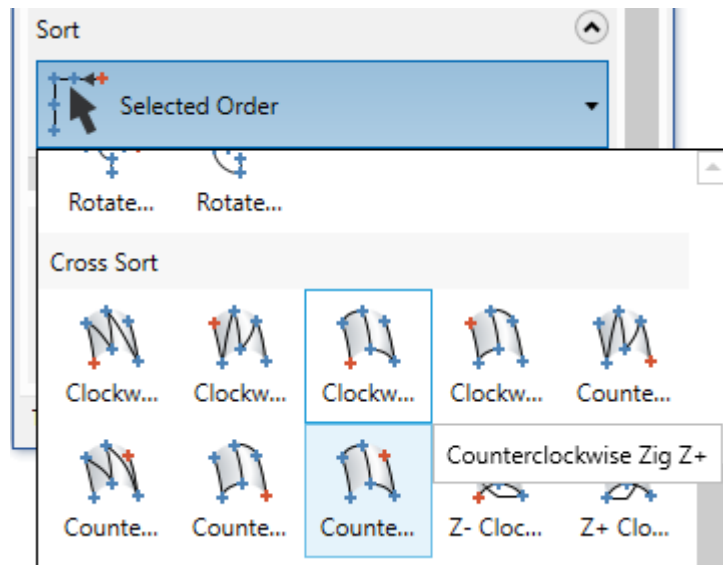


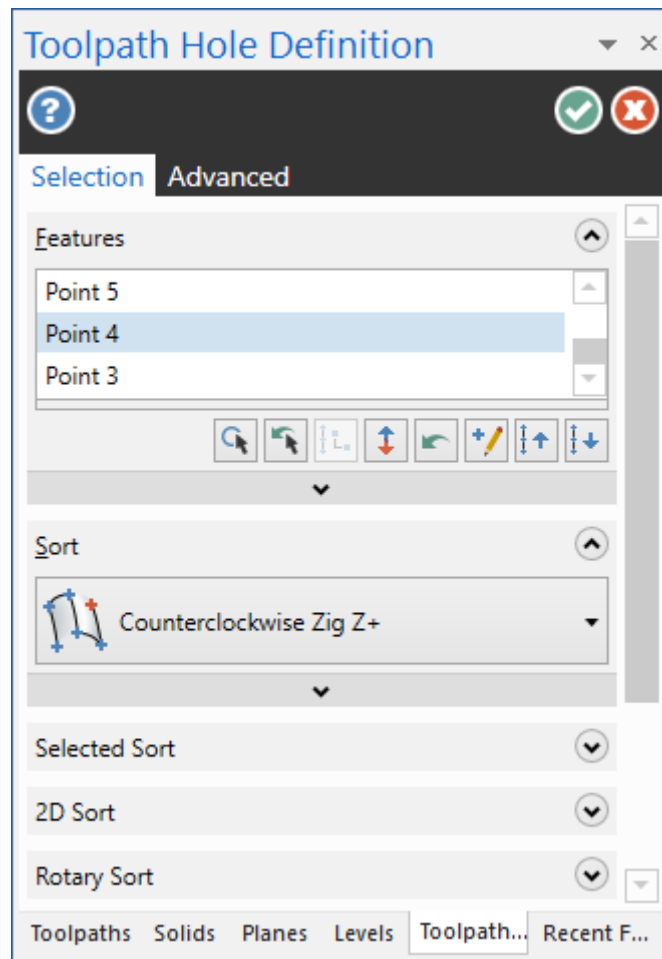
2. Nospiediet [**Alt + T**], lai atslēgtu instrumenta trajektorijas attēlojumu iepriekšējām šķērsām novietota urbšanas instrumentu trajektorijām.
3. Nospiediet [**Alt + E**], lai atvērtu **Hide** izvēlni.
4. Izvēlieties **Select All Entities by Color** grafiskā loga labajā malā apakšā, tad sarkano krāsu (**color 12**). Izvēlētie loki būs sarkani, bet visa pārējā ģeometrija apslēpta.
5. Izvēlieties , un grafiskajā logā parādās tikai seši sarkanie loki, sarkanais teksts apkārt detaļai un sagataves robežas.



6. Izvēlieties sarkanos lokus tādā secībā, kā rādīts nākamajā attēlā. Šis variants automātiski novieto urbjamos caurumus uz centra punktiem jebkuram noslēgtam lokam, kas tiek izvēlēts. Loku centru punktu saraksts parādās uz dialoga lauka.



Izvēlieties **Sort, Cross Sort, Counterclockwise Zig Z+**. Pēc uzaicinājuma **Select Start Point** izvēlieties pirmo punktu.



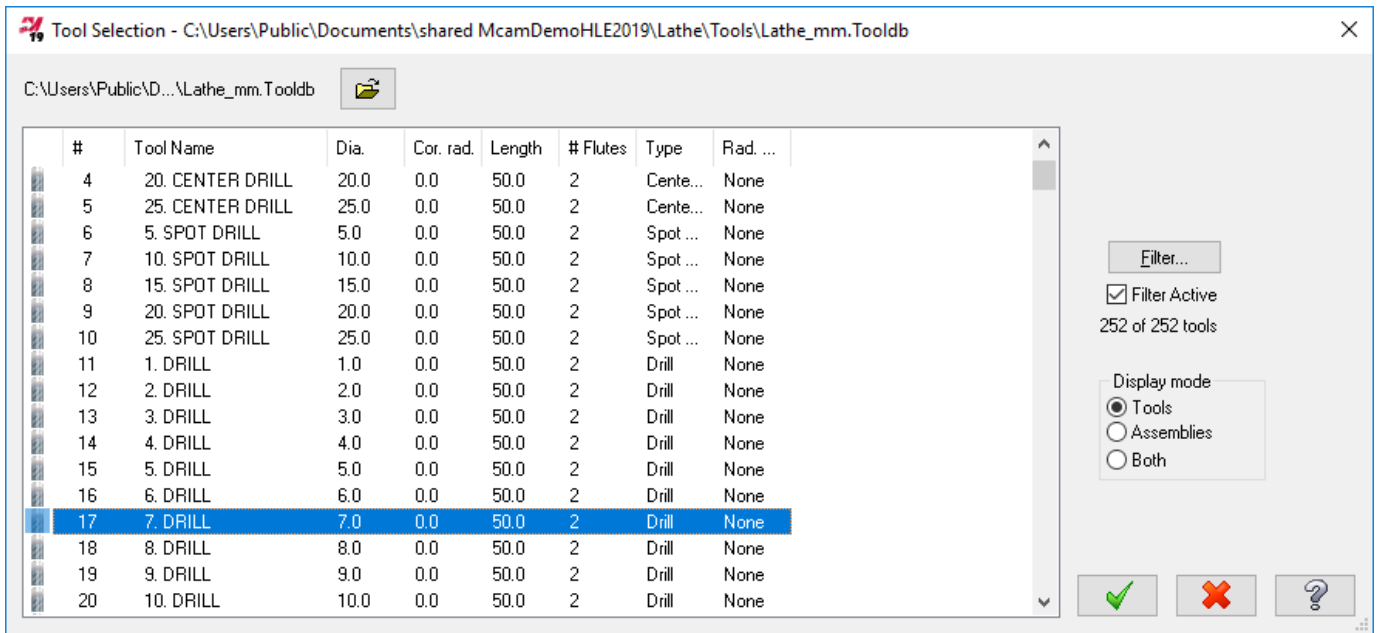


7. Izvēlieties , lai beigtu loku izvēlēšanos.
8. Nospiediet [**Alt + E**], lai parādītu ģeometriju.
9. Izvēlieties . Atveras **C-Axis Toolpath - C-Axis Cross Drill** dialoga lauks.

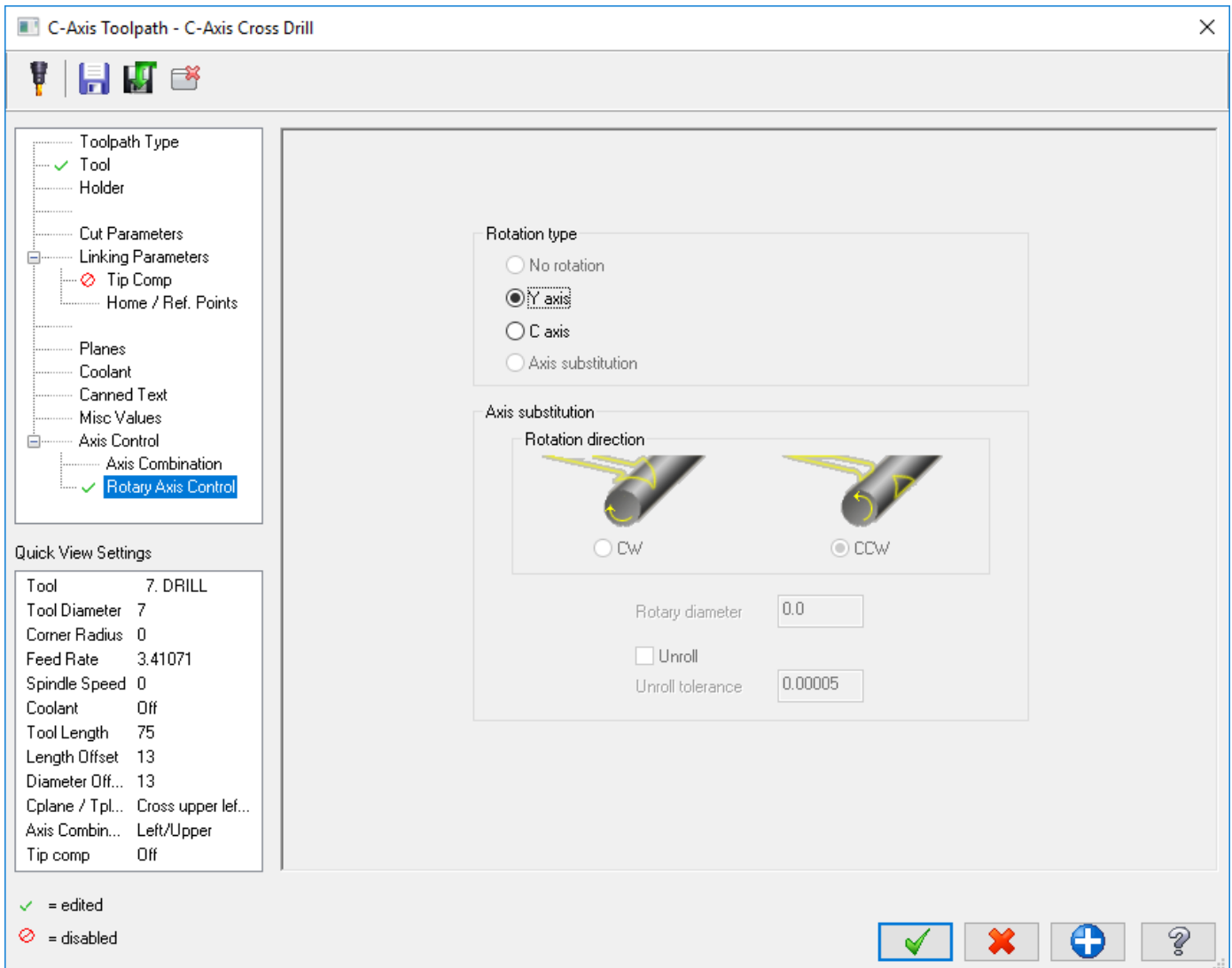
Šķērsām novietotu caurumu urbšanas parametru ievadišana

Darbības

1. Izvēlieties 7 mm urbi no instrumentu bibliotēkas. Tad izvēlieties .



2. Izvēlieties **Rotary Axis Control** dialoga lappusi loga apakšā.

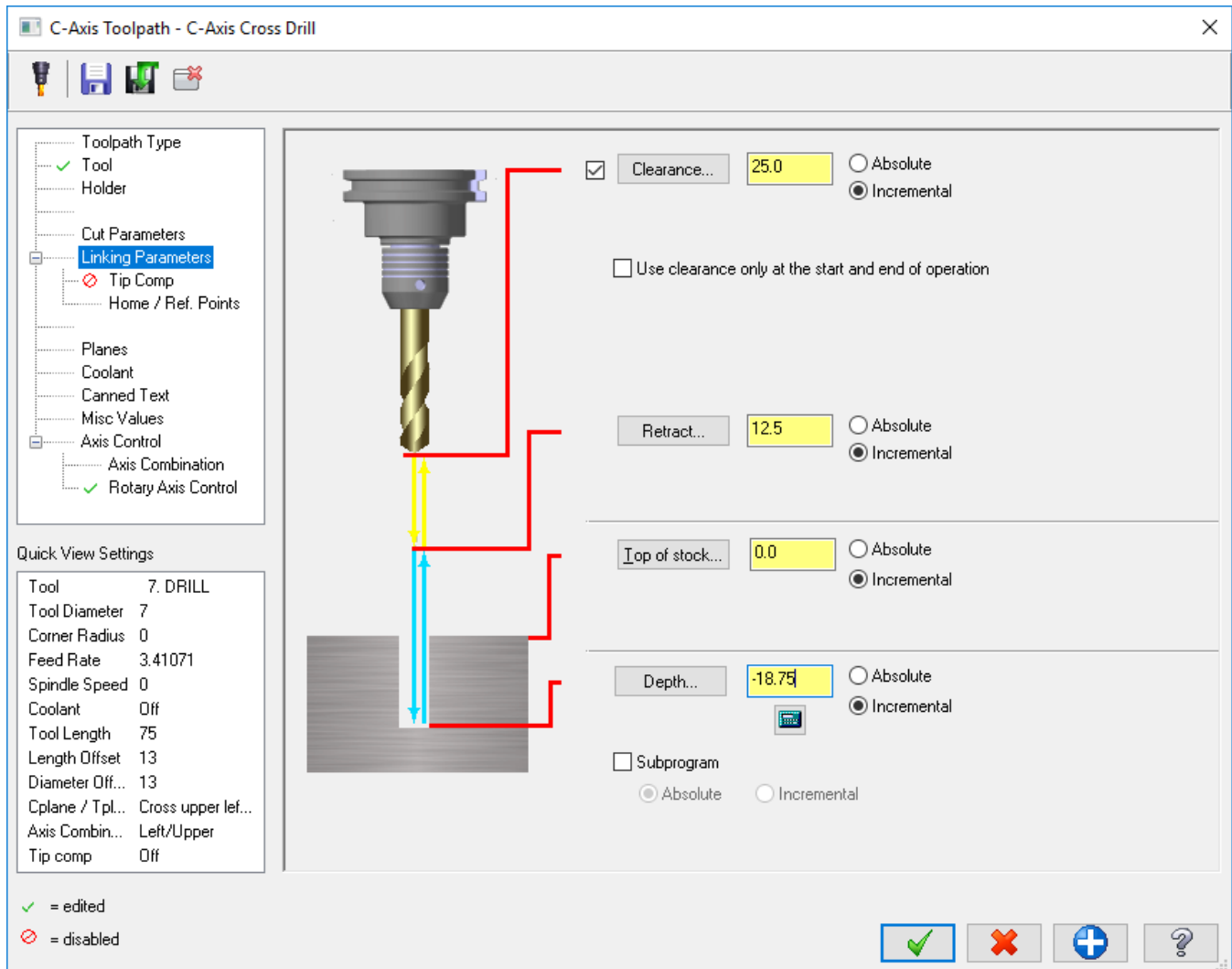



3. Iestatiet rotācijas tipu uz **Y axis**.

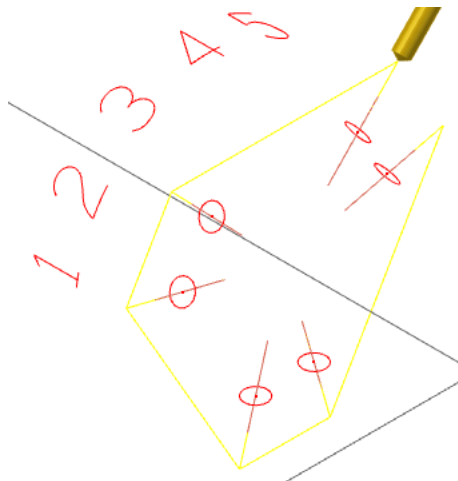
4. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

5. Ievadiet **-18.75** kā dziļumu un izvēlieties **Incremental** variantu tieši zem **Depth**. Dziļums šai instrumenta trajektorijai tiks mērīts no izvēlētajiem lokiem.

Pēc dziļuma parametru maiņas **Simple drill - no peck** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



6. Izvēlieties , lai pabeigtu šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektoriju. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Pievērsiet uzmanību, kā urbjamie caurumi pa asīm ir savietoti ar izvēlētajiem lokiem.

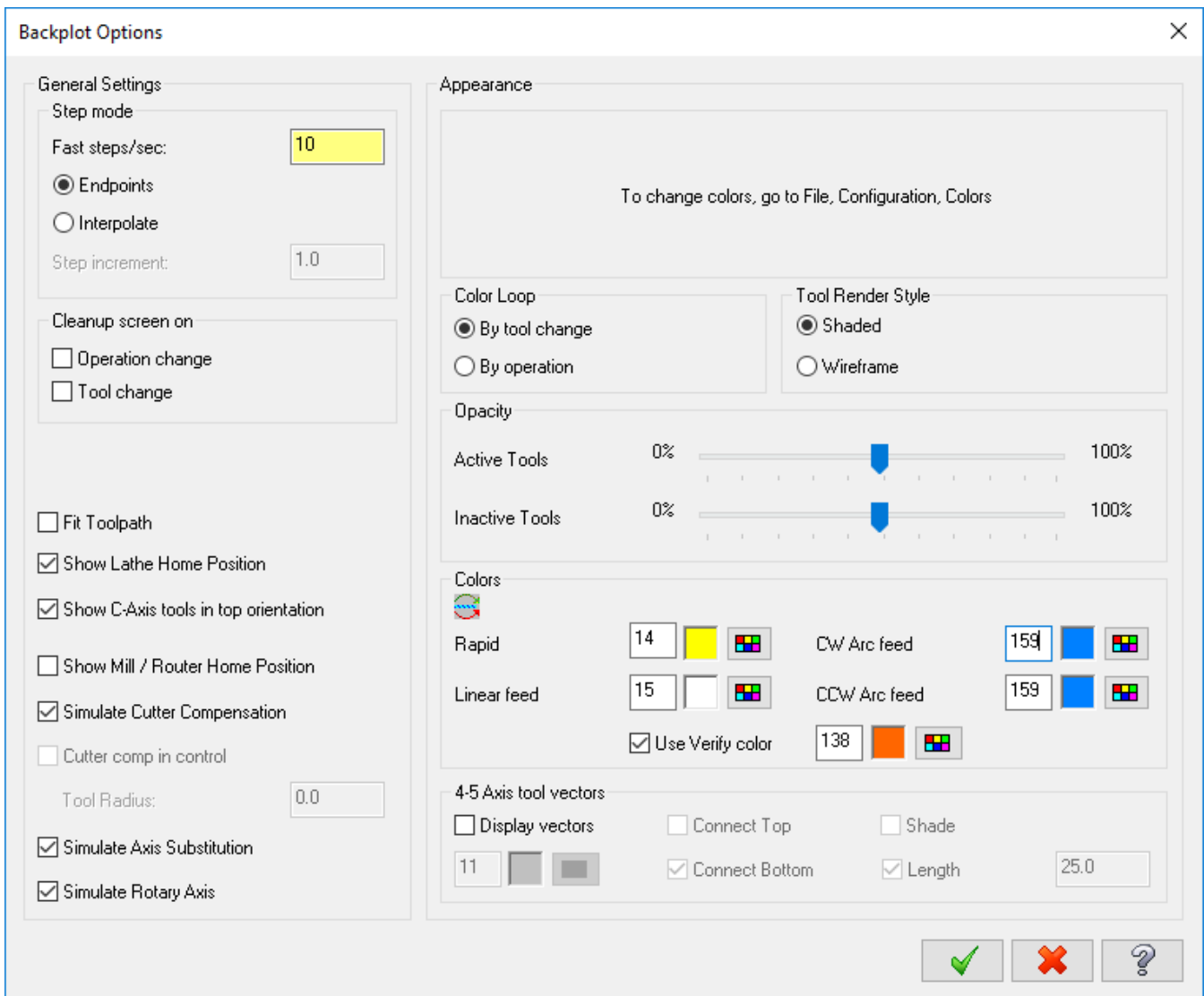
INSTRUMENTU TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI


Izmantojiet *Mastercam* **Backplot** funkciju, lai simulētu detaļas rotāciju šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektorijas izpildes laikā. Kad katrā sešstūra malā caurums ir izurbts, detaļa pagriežas uz nākamo malu par 60°.

Darbības


1. No operāciju pārvaldnieka izvēlieties visas četras urbšanas instrumentu trajektorijas.
2. Izvēlieties **Backplot Selected Operations**.
3. Izvēlieties **Options** no **Backplot** izvēlnes.
4. Izvēlieties **Simulate Rotary Axis** iezīmju lauku, lai parādītu detaļas pagriešanos instrumentu trajektorijas izpildes laikā.

Pēc visu parametru ievadīšanas **General Settings** laukam uz **Backplot Options** dialoga lauka jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties , lai aizvērtu dialoga lauku.

6. Atkārtoti izvēlieties **Step forward** no **Backplot** izvēlnes, lai redzētu instrumentu kustību pa šķērsām novietota urbšanas instrumenta trajektoriju, kad detaļa pagriežas par soli.

7. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta.

8. Saglabājiet failu.

Tāpat kā lielajam sešstūrim arī mazākajam sešstūrim ir jānoņem nedaudz papildu materiāla. Nākamajā praktiskajā darbā tiks veidotas **Mill pocket** instrumenta trajektorijas un tiks grozītas instrumenta trajektorijas, lai novietotu kopijas uz katras mazā sešstūra malas.

17. PRAKTISKAIS DARBS – PADZIĻINĀJUMA FRĒZĒŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PAGRIEŠANA

Darba mērķis	Apgūt frēzēšanas programmēšanu ar frēzes asi perpendikulāri detaļas rotācijas asij.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Padziļinājumu virknēšana. ▪ Padziļinājumu parametru ievadīšana. ▪ Padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorijas pagriešana. ▪ Instrumenta trajektorijas pārbaude.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj sagatavot frēzēšanas operāciju uz 4 asu virpošanas darbgalda.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests5.emcam</i> iegriezt rievās uz mazā sešstūra. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kā novietojas frēzes ass pret detaļas asi padziļinājumu apstrādē?

Kā nosaka frēzes kustības vienlaidu virsmas izveidē?

DARBA GAITA

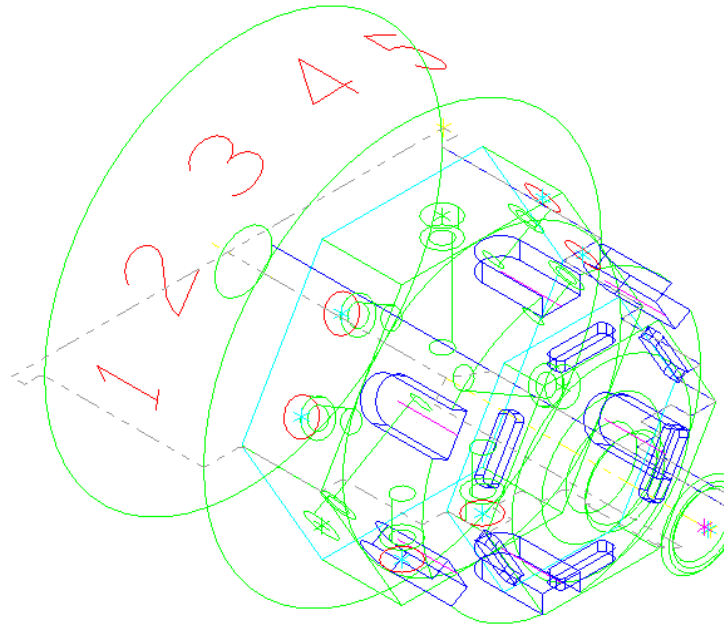
Ja *Mastercam Lathe* tiek izmantots kombinācijā ar *Mill*, tad frēzēšanas instrumentu trajektorijas var veidot uz savas detaļas. Papildus rotējošiem frēzēšanas instrumentiem frēzēšanas instrumentu trajektorijas nodrošina cita tipa instrumenta kustības nekā virpošanas instrumentu trajektorijas.

Šajā praktiskajā darbā tiks veidotas padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorijas un pagrieztas instrumenta trajektorijas, lai apstrādātu rievās uz mazā sešstūra uz detaļas. Šī praktiskā darba operācijas strādās tikai uz Y ass virpas.

Piezīme. Lai varētu veikt šo praktisko darbu, datoram ir jābūt aprīkotam ar **Lathe Level 1** un **Mill Level 1**.

Vispirms savā darba mapē atveriet *freze_virpa5.emcam*. Atvērtā detaļa ietver 13. praktiskajā darbā importētos darba iestatījumu un 2 asu instrumentu trajektorijas, 14. praktiskajā darbā izveidotās šķērsām novietotas kontūras instrumentu trajektorijas, 15. praktiskajā darbā izveidotās gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijas un 16. praktiskajā darbā izveidotās šķērsām novietota cauruma urbšanas instrumentu trajektorijas.

Padoms. Ja 13., 14., 15., vai 16. praktiskais darbs nav pabeigts, atveriet *freze_virpa_pagriezts.emcam* failu, kurš ir piegādāts kopā ar citām mācību detaļām. Instrumenta trajektorijas attēlojums ir atslēgts visām instrumentu trajektorijām, kas ietvertas detaļā.

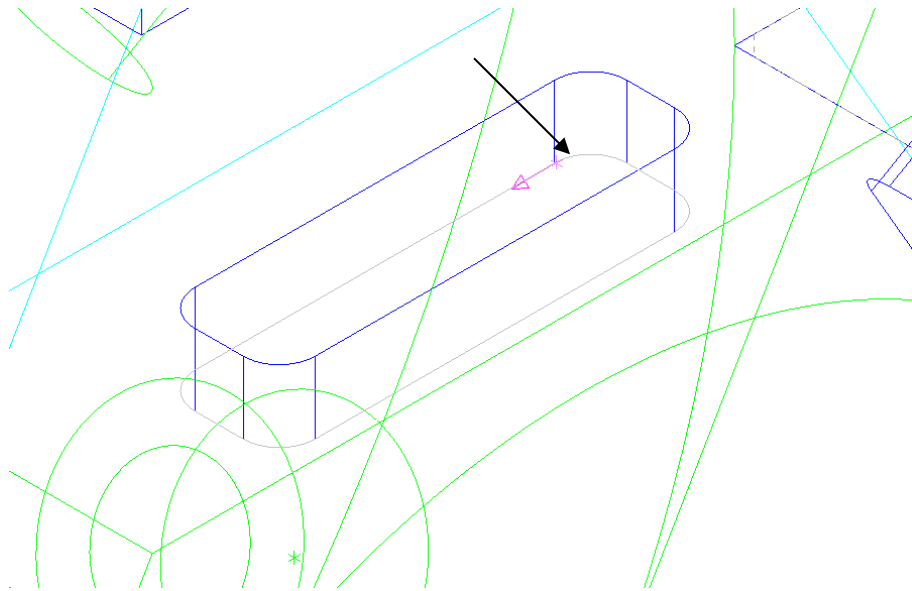


PADZIĻINĀJUMU VIRKNĒŠANA

Tā kā rievu ģeometrija veidojas no vairākām taisnēm un lokiem, tiks izmantota **Plane mask** (izvēles maska attiecībā uz plaknēm), lai atvieglotu virknes izvēli. **Plane mask** virknē tikai elementus, kuri ir paralēli esošajai konstruēšanas plaknei un atrodas tajā pašā Z dziļumā kā pirmais izvēlētais elements.

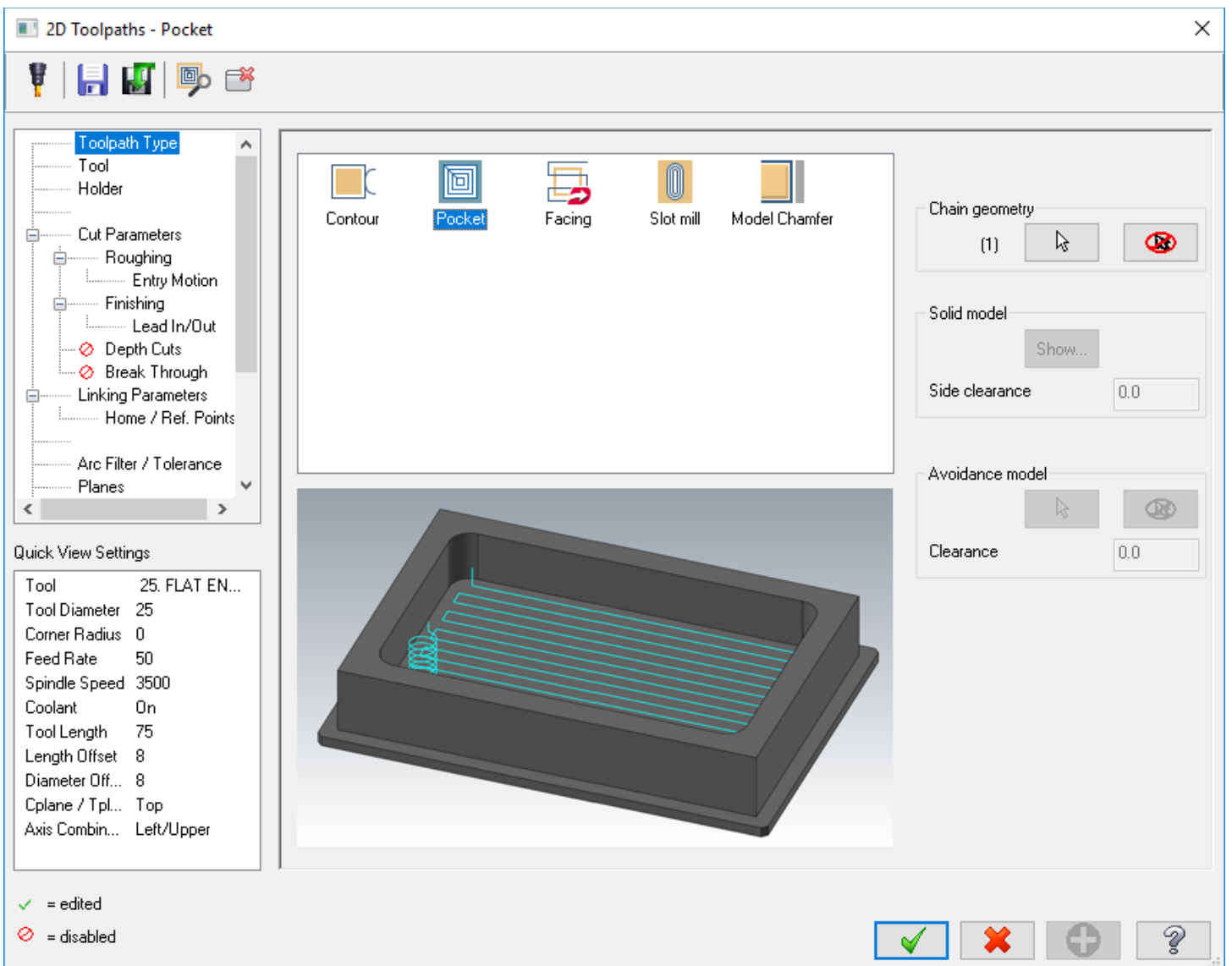
Darbības

1. Palieliniet skatu uz mazākā sešstūra visaugstāk novietoto rievu.
2. Izvēlieties **Turning, Mill, 2D, Pocket**.
3. Izvēlieties **Cplane** rievu punktā, kā parādīts nākamajā attēlā.



Tā kā plaknes maska ir aktīva, virkne aptver tikai rievas dibenu. Virkne neietver papildu rievas ģeometriju.

4. Izvēlieties . Atveras **2D Toolpath - Pocket** dialoga lauks.



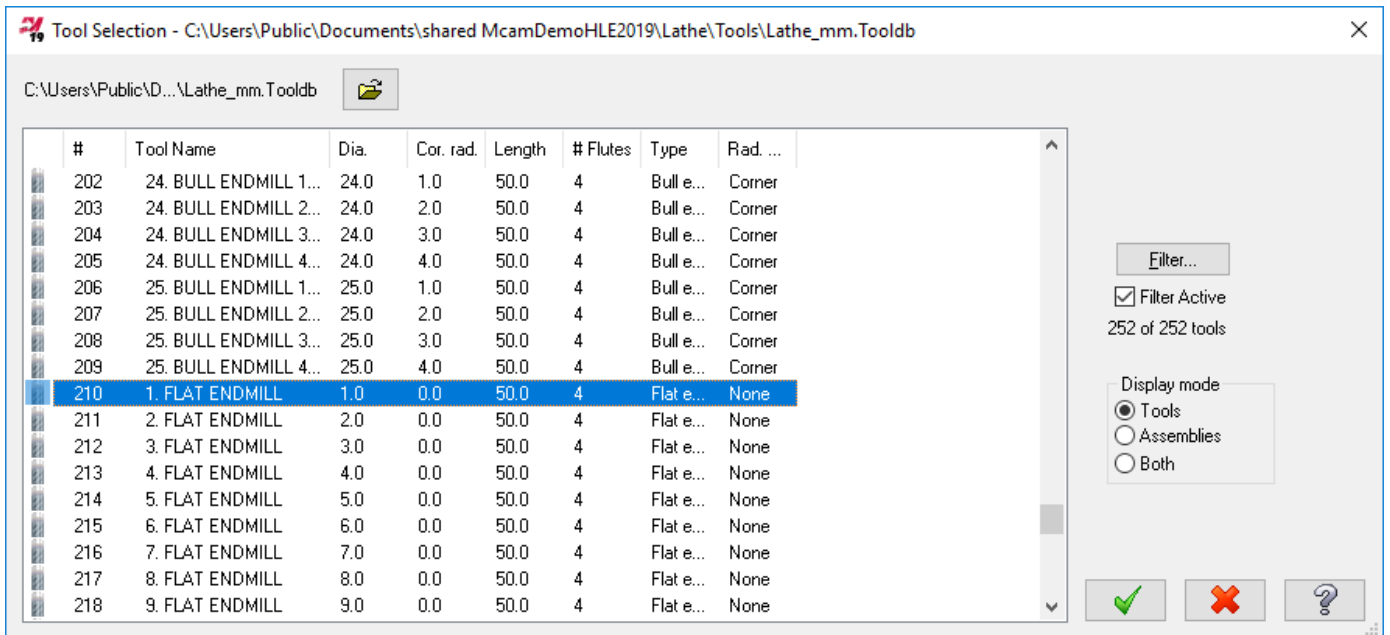
PADZIĻINĀJUMU PARAMETRU IEVADĪŠANA

Padziļinājumu frēzēšanas instrumentu trajektorijas rupji un/vai gludi apstrādā noslēgtu ģeometriju – tādu kā vingrinājumā “Padziļinājumu virknēšana”. Tiks veidotas padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorijas, kuras ietver rievas apstrādes rupjās un gludās apstrādes gājienus.

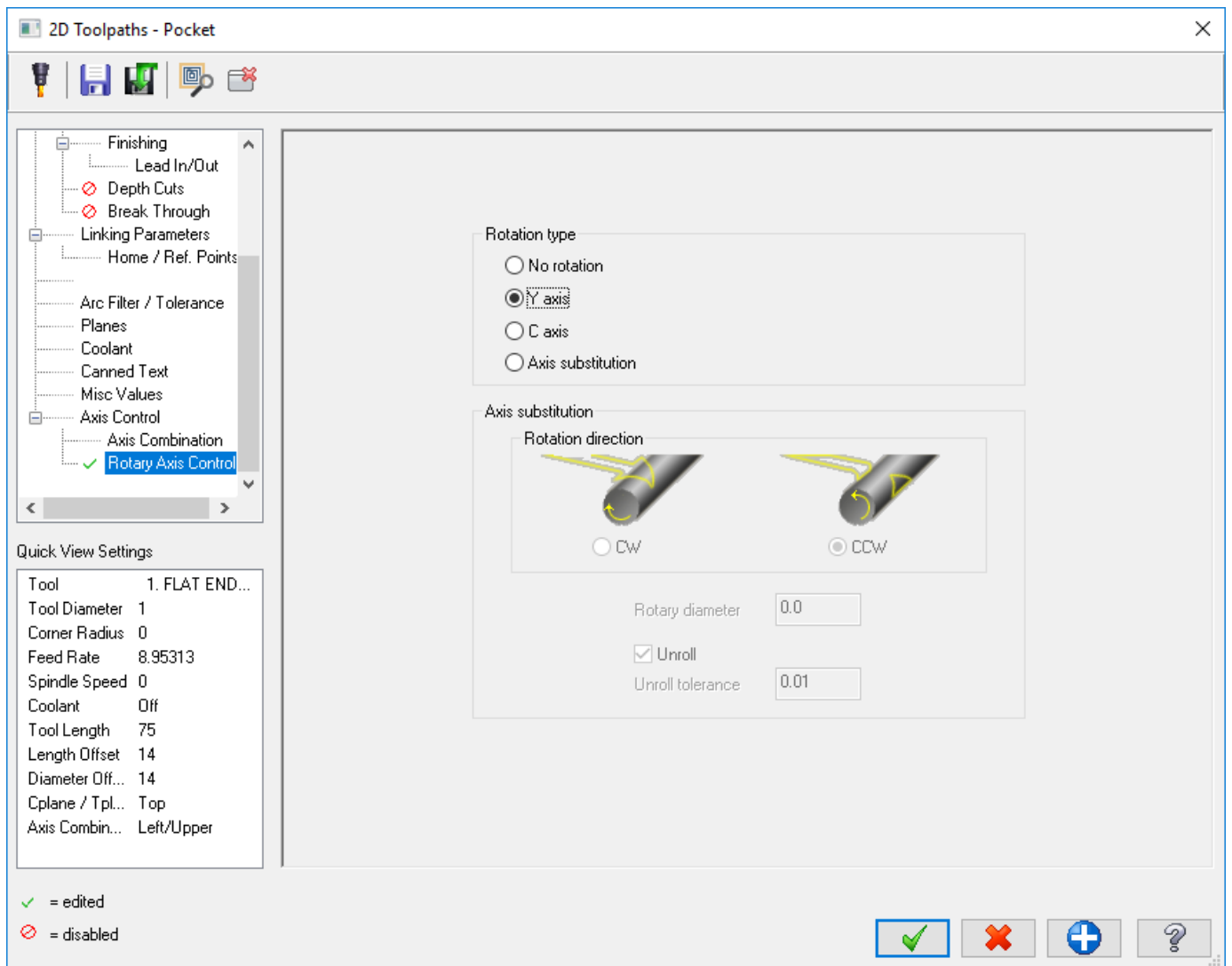
Darbības


1. **Tool** dialoga lappusē uzklikšķiniet uz **Select Library Tool**.

2. Izvēlieties **1 mm flat endmill** un .

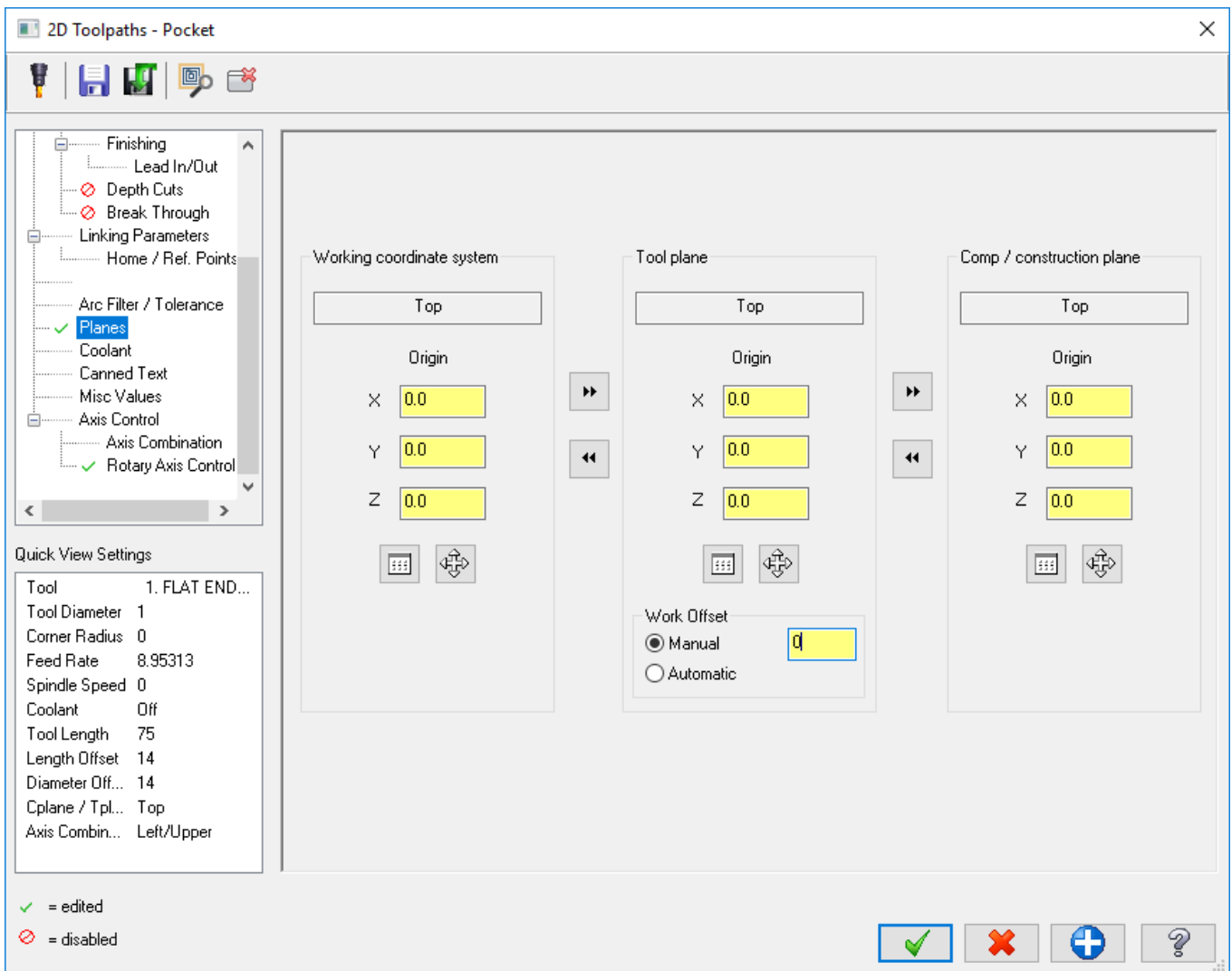


3. Izvēlieties **Rotary Axis Control** lauka apakšā.



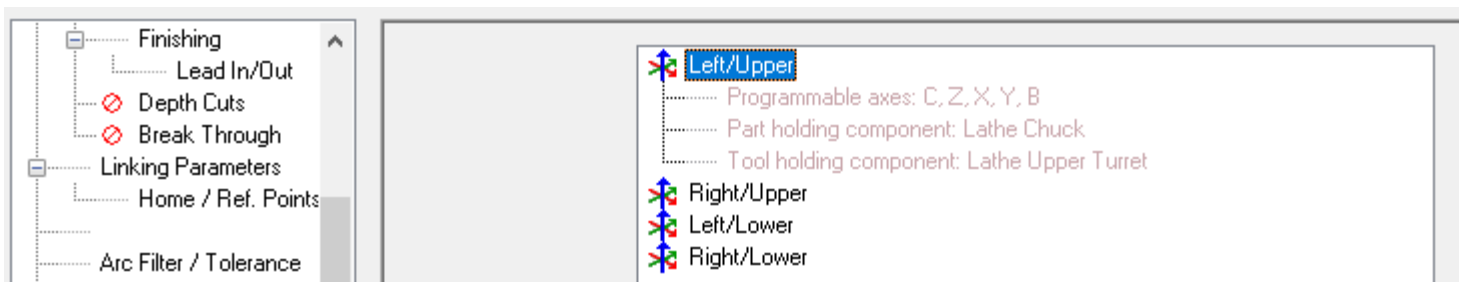
4. Iestatiet rotācijas tipu uz **Y axis** un izvēlieties .

5. Izvēlieties **Planes** dialoga lappusi dialoga lauka vidū.



6. Izvēlieties **Work offset, Manual** iezīmju pogu dialoga lauka vidū, ievadiet **Offset** uz **0** (nulli) un izvēlieties **Axis Combinations**.

7. Izvēlieties **Left/Upper**.



Padziļinājumu frēzēšanas parametru ievadīšana

Darbības

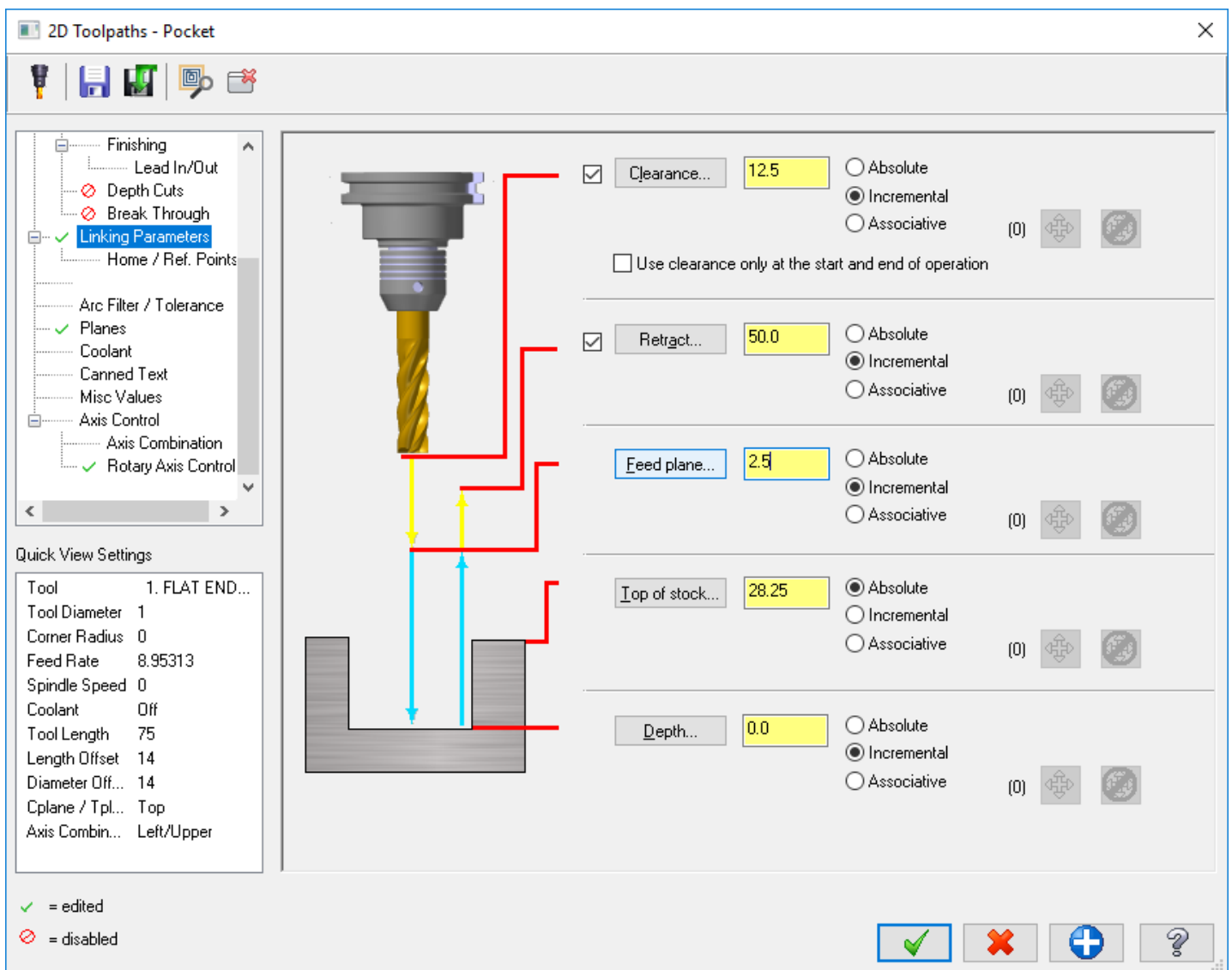
1. Izvēlieties **Linking Parameters** lauku.
2. Ievadiet **12.5** un izvēlieties **Incremental** lielākā atvirzīšanās attāluma noteikšanas tipu. Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments pārvietojas prom no detaļas.
3. Ievadiet **50** un izvēlieties **Incremental** kā kārtējās atvirzīšanās augstumu.

4. Ievadiet **2.5** un izvēlieties **Incremental** kā padeves sākuma plaknes novietojumu (**Feed plane**). Šī vērtība iestata augstumu, uz kuru instruments ātri pārvietojas, pirms pārslēdzas uz iegriešanās ātrumu, ieejot detaļā.

5. Ievadiet **3.125** un izvēlieties **Incremental** kā sagataves virsu (**Top of stock**). Šī vērtība iestata materiāla augstumu.

6. Ievadiet **0** un izvēlieties **Incremental** kā dziļuma (**Depth**) noteikšanas veidu. Šī vērtība iestata, cik tālu tiek pārsniegta virknētā ģeometrija, kad instruments ieiet materiālā. Šī parametra iestatījums uz nulles nozīmē to, ka instruments griezīs tikai līdz dziļumam, ko nosaka virkne.

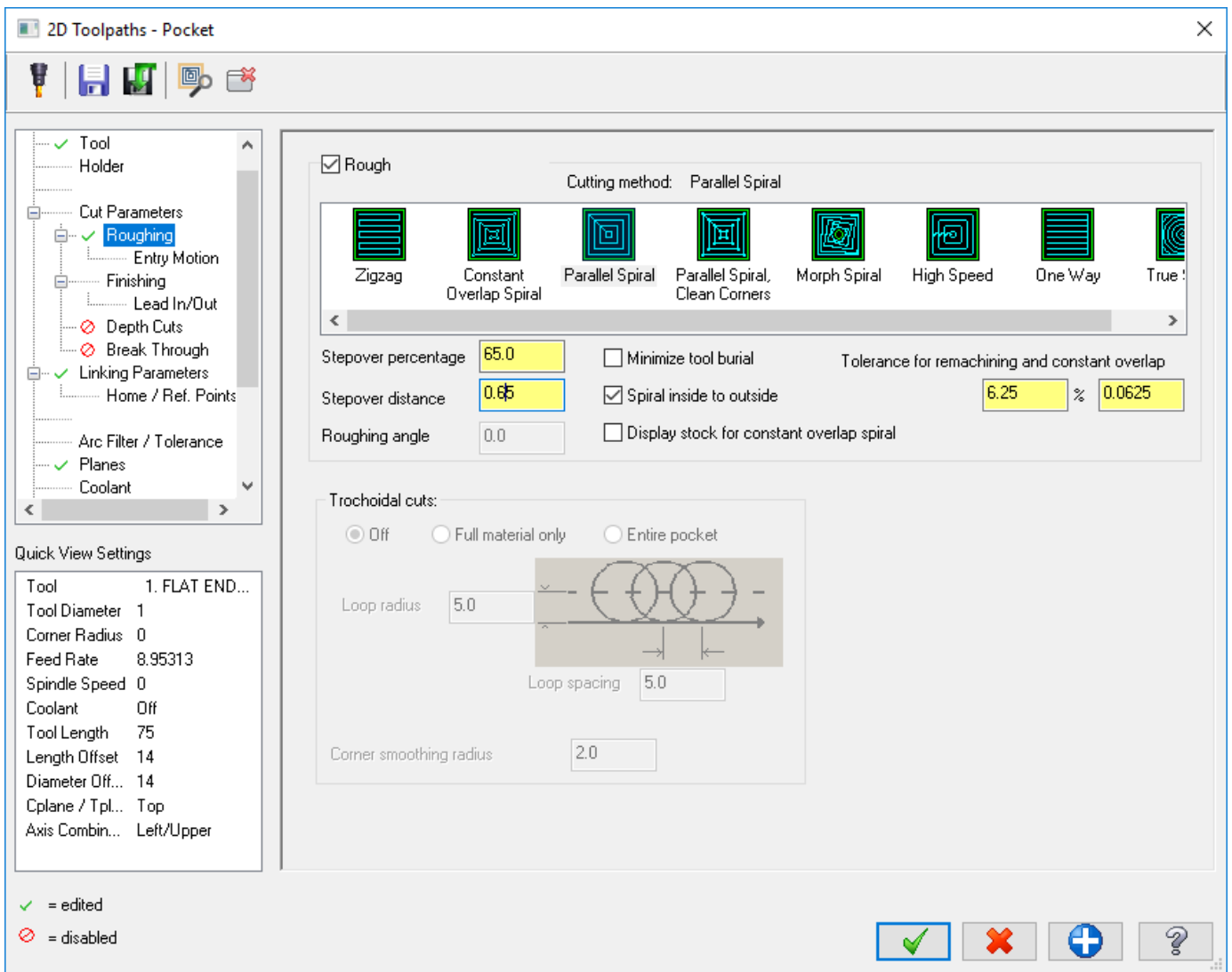
Pēc visu parametru ievadīšanas **Linking Parameters** lappusei jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Rupjās apstrādes parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Roughing** zem **Cut parameters** lauka.



2. **Roughing** sekcijas dialoga laukā iezīmējiet **Rough** un izvēlieties **Parallel Spiral** griešanas metodi. **Parallel Spiral** ikona rāda piemēru veidam, kā instruments pārvietojas, ja tiek izmantota šī griešanas metode.



PADOMS

Spiediet [Tab] pēc tam, kad ir ievadīts trajektorijas soļa procentuālais lielums, un pievērsiet uzmanību, ka trajektorijas soļa vērtība zemāk automātiski atjauninās. Trajektorijas soļa vērtību var ievadīt procentos no instrumenta diametra vai kā distanci.

3. Ievadiet **65.0** kā trajektorijas soļa (**Stepover**) procentuālo lielumu. Šī vērtība iestata distanci procentos starp rupjās apstrādes gājieniem no instrumenta diametra.

4. Izvēlieties **Spiral inside to outside** iezīmju lauku. Izvēloties šo variantu, tiks veidota spirāles veida instrumenta trajektorija, kas sāksies no rievās centra un virzīsies sienas virzienā, veidojot gludāku rievās sieniņu.

Rupjās apstrādes ieejas parametru ievadīšana

Šajā vingrinājumā tiks iestatīti parametri pakāpeniskai turp un atpakaļ (**Ramp**) kustībai, sākot padziļinājumu rupjās apstrādes gājienus. **Ramp** režīmā instruments pārvietojas turp un atpakaļ ar zigzaga kustībām leņķī, lai veidotu lēzenu, pakāpenisku kustību materiālā.

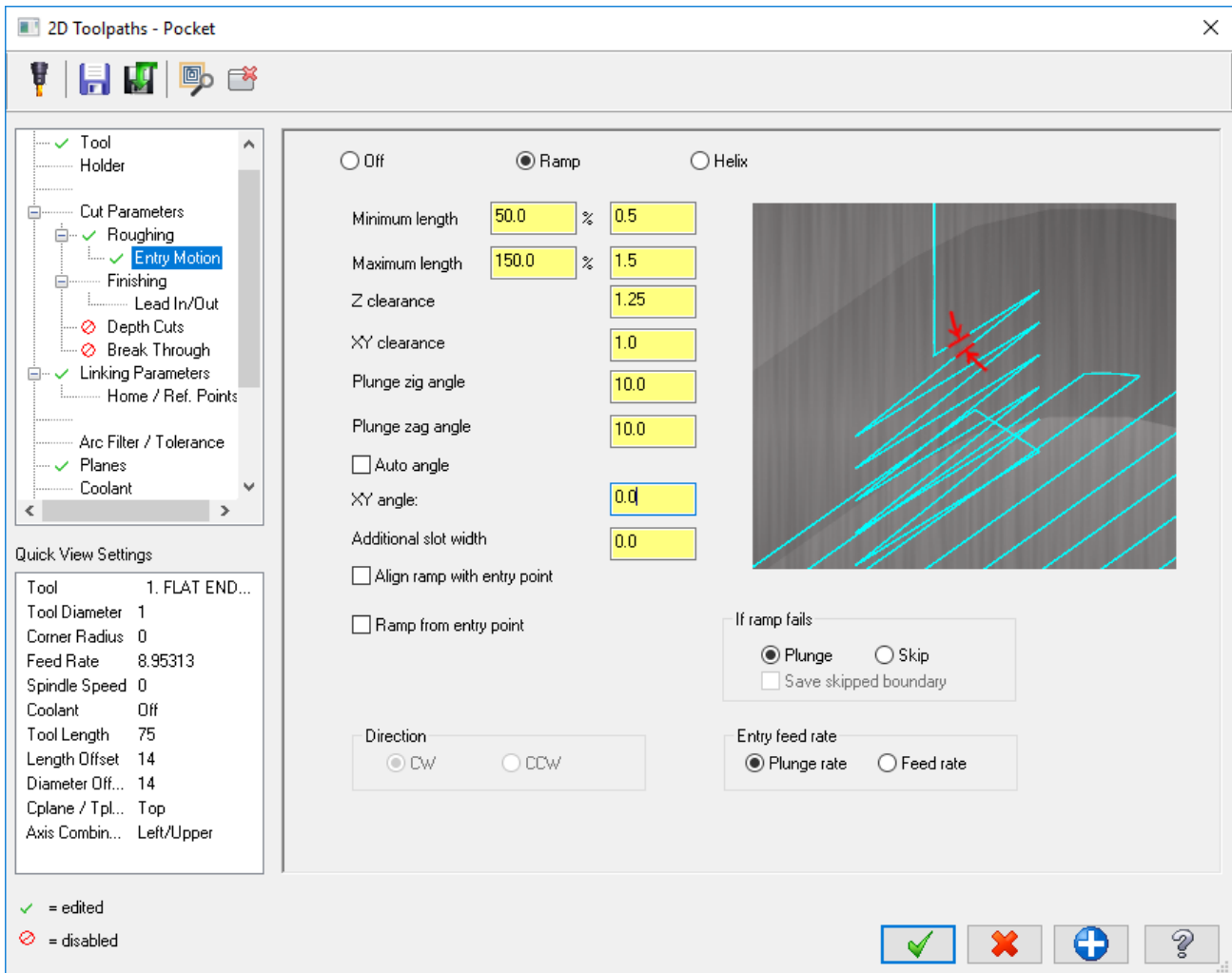
Zem **Cut parameters** izvēlieties **Entry Motion**. Atveras iestatīšanas logs.

Piezīme. Iespējams veidot spirāles veida kustības pakāpeniskas turp un atpakaļ kustības vietā, bet vienai iegriešanās operācijai vienlaicīgi abas nevar veidot.

Darbības

1. Izvēlieties **Ramp** pogu.
2. Ievadiet **150 %** kā kustības **Maximum length Ramp**. Šī vērtība ir instrumenta diametrs procentos.
3. Ievadiet **1.25** kā Z lielāko atvirzīšanās attālumu (**Clearance**). Šī vērtība iestata, cik tālu virs sagataves sāksies **Ramp** kustība.
4. Ievadiet **0** kā XY lielāko atvirzīšanās attālumu.
5. Ievadiet **10.0** kā iegriešanās (**Plunge**) zigzaga leņķus. Šīs vērtības nosaka leņķi, kādā instruments pārvietojas.

Pēc visu parametru ievadīšanas dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

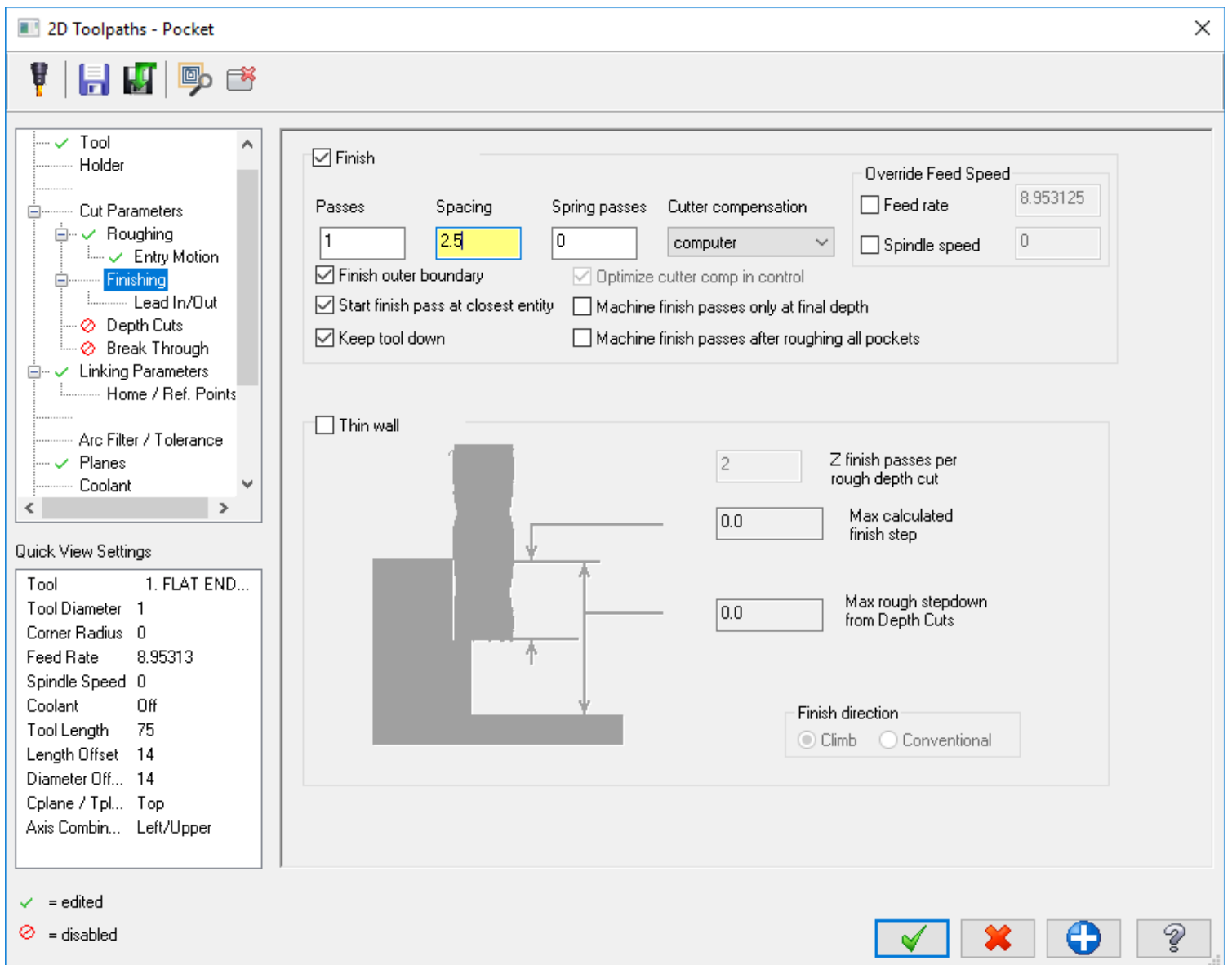


6. Izvēlieties **Finishing** dialoga lauku zem **Cut Parameters**.

Beigu apstrādes parametru ievadīšana

Darbības

1. **Finish** sekcijas dialoga laukā izvēlieties **Start finish pass at closest entity** iezīmju lauku. Šis variants sāks beigu apstrādes gājienus tuvākā elementa tuvākajā gala punktā pēc tam, kad rupjās apstrādes gājieni būs pabeigti.
2. Izvēlieties **Keep tool down** iezīmju lauku. Izvēloties šo variantu, instruments paliks tuvāk detaļai starp beigu apstrādes gājieniem, tā tiks patērēts mazāk laika gaisa griešanai.
3. Attīriet **Machine finish passes after roughing all pockets** iezīmju lauku. Šis variants nav nepieciešams, jo ir savirknēts tikai viens padziļinājums.

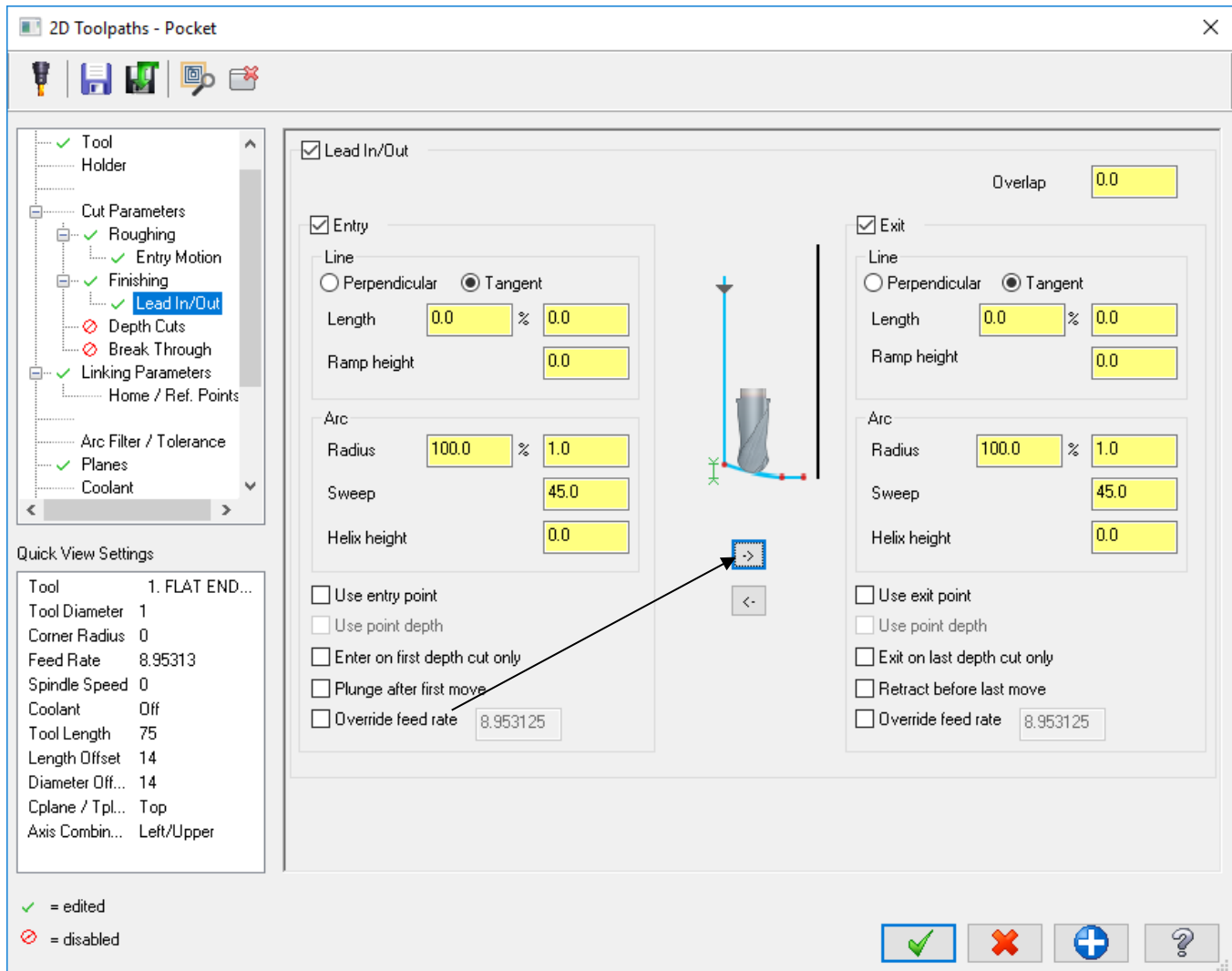



Beigu apstrādes ieejas un izejas parametru ievadīšana

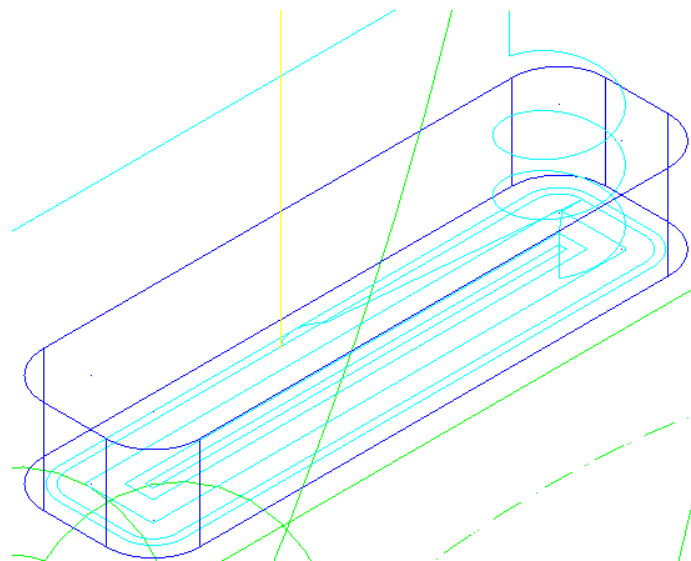
Darbības

1. Zem **Finishing** izvēlieties **Lead in/out**.
2. Ievadiet **0** kā ieejas taisnes garumu. Tiek veidoti ieejas un izejas loki padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorijai.
3. Ievadiet **45.0** kā ieejas loka pieskares leņķi.
4. Pārnēsiet ieejas vērtības uz izejas parametriem, izvēloties "→" pogu dialoga lauka centrā.

Pēc visu parametru ievadīšanas **Roughing/Finishing parameters** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties , lai pabeigtu padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektoriju. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



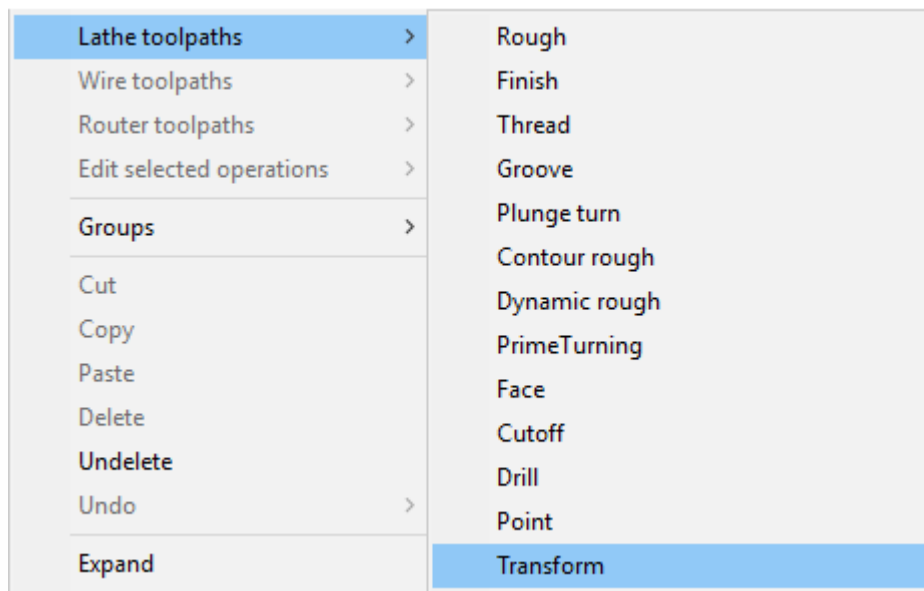
6. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiet failu kā *freze_virpa6.emcam*.

PADZIĻINĀJUMU FRĒZĒŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PAGRIEŠANA

Kad sešstūra malai ir izveidota padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorija, instrumenta trajektorija jāpagriež, lai apstrādātu rievas uz pārējām piecām sešstūra malām. Tā vietā, lai kopētu instrumenta trajektorijas uz operāciju pārvaldnieka un atkārtoti virknētu katru instrumenta trajektoriju, tiks veidotas izmainītas (**Transform**) instrumenta trajektorijas, kas pagriež padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektoriju apkārt detaļai.

Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju saraksta laukā un izvēlieties **Lathe toolpaths, Transform**.



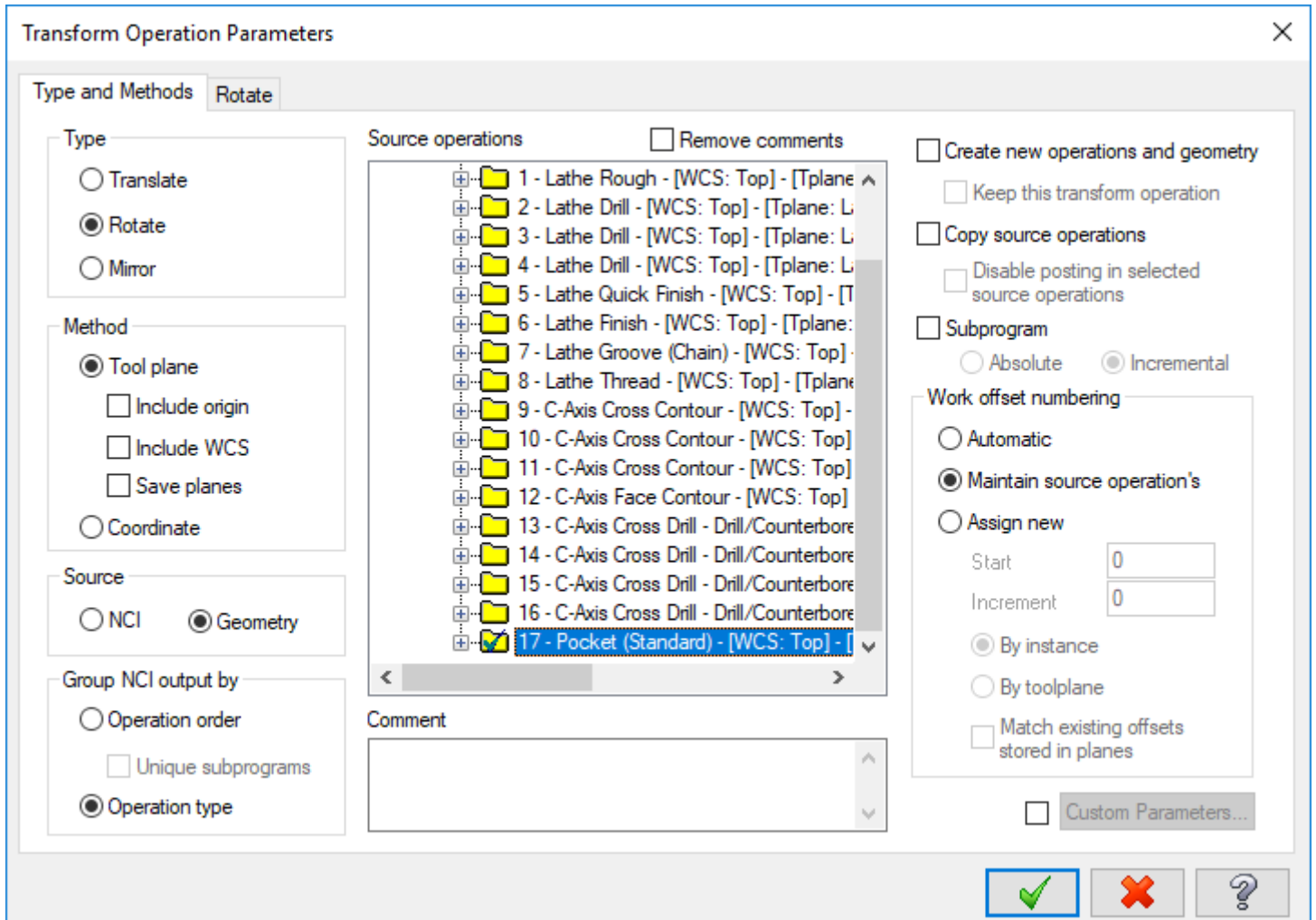
Atveras **Transform Operation Parameters** dialoga lauks.

Izmainītas instrumenta trajektorijas tipa un metodes ievadīšana

Darbības

1. Dialoga lauka **Type** sekcijā izvēlieties **Rotate**, lai veidotu pagrieztas instrumenta trajektorijas.
2. Izvēlieties **Tool plane** kā metodi un **Maintain source operation's** kā detaļas novietojuma maiņu skaitu (**Work offset numbering**).
3. **Source Operations** sekcijā dialoga lauka operāciju saraksta apakšā izvēlieties **Pocket (Standard)**.

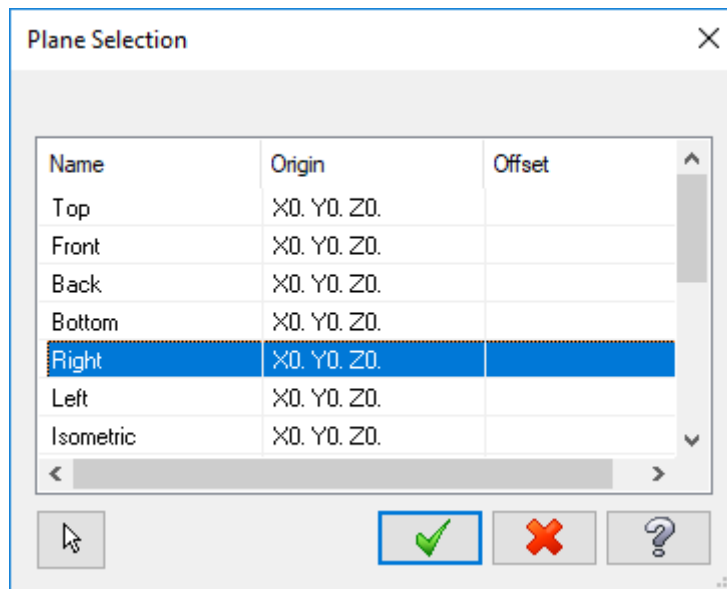
Pēc visu parametru ievadišanas **Type and Methods** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Pagriešanas parametru ievadišana

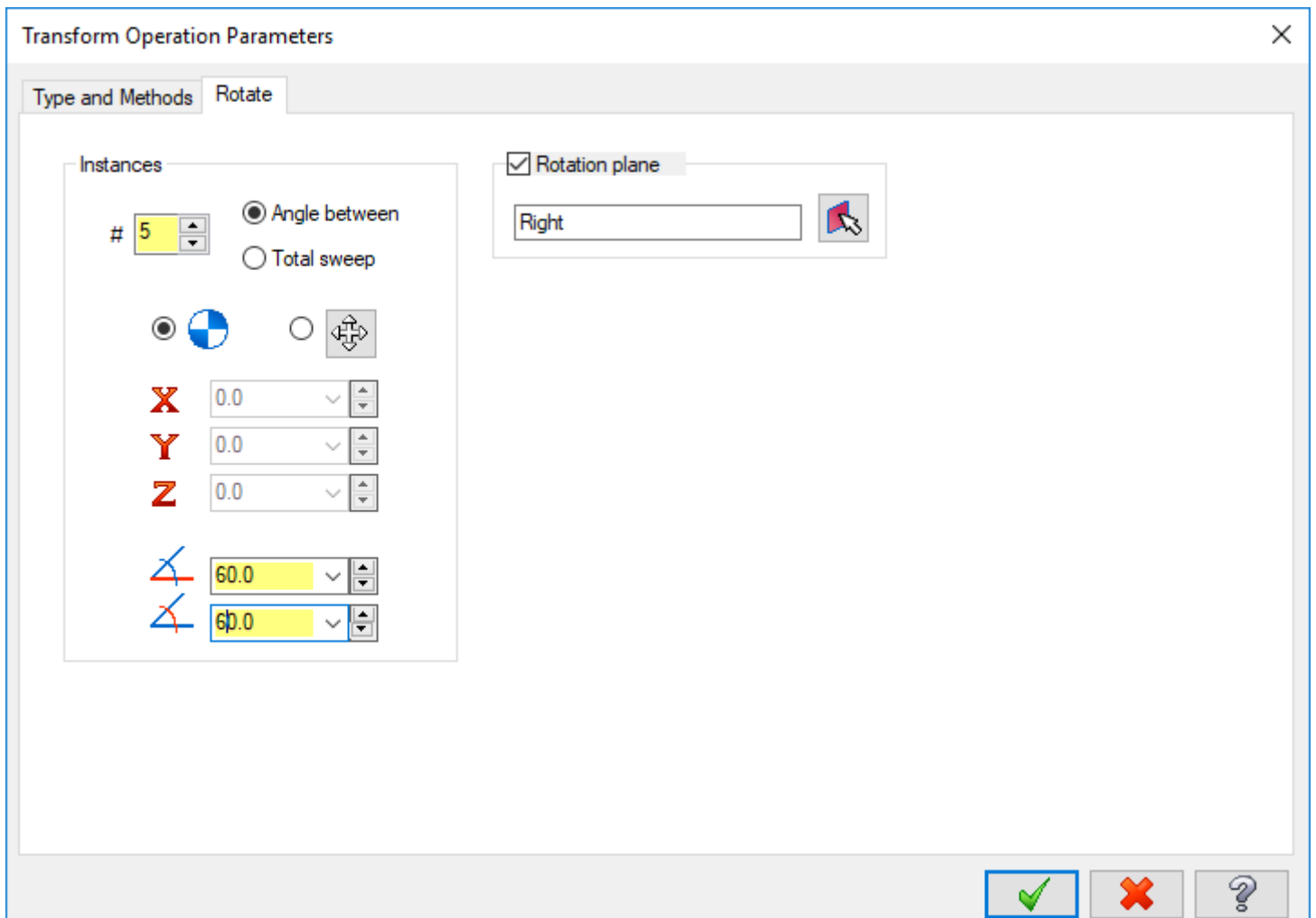
Darbības

1. Izvēlieties **Rotate** lauku dialoga lauka augšpusē.
2. Ievadiet **5** kā soļu skaitu, lai apstrādātu rievas uz pārējām piecām sešstūra malām.
3. Ievadiet **60.0** kā sākuma leņķi.
4. Ievadiet **60.0** kā pagrieziena leņķi.
5. Izvēlieties **Rotation plane** iezīmju lauku. Tas pagriež padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorijas skatā, kāds attēlots uz pogas.
6. Izvēlieties **Select** pogu. Parādās **Plane Selection** logs.



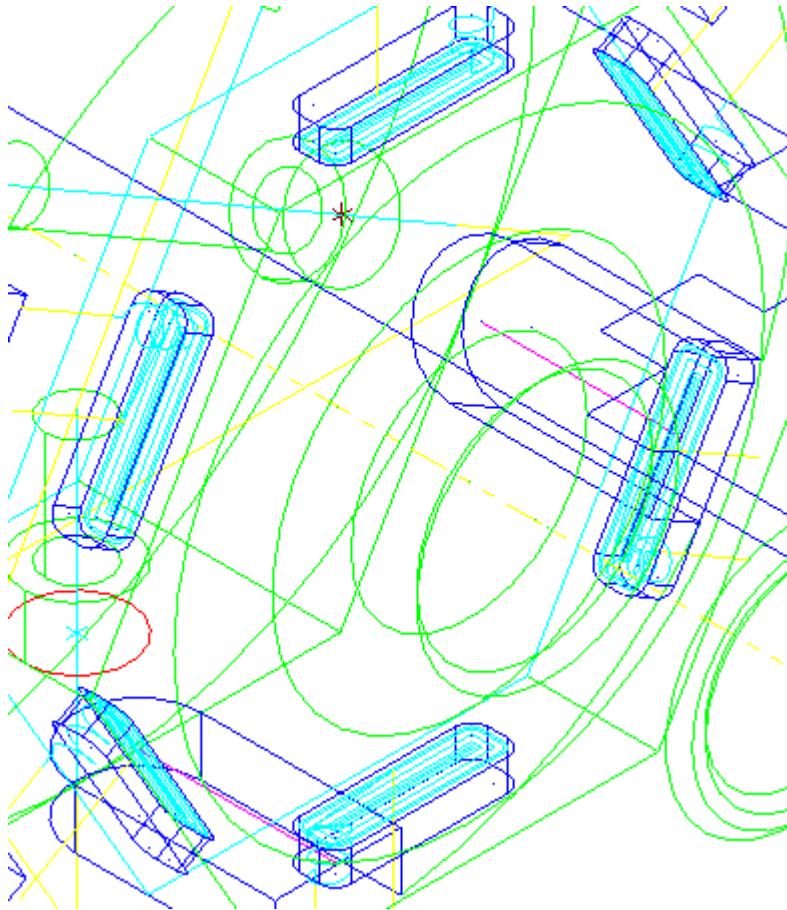
7. Izvēlieties **Right** no **Plane Selection** izvēlnes, lai pagrieztu instrumenta trajektorijas sānu skatā.

Pēc visu parametru ievadišanas **Rotate** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



8. Izvēlieties , lai pabeigtu pārveidotās instrumenta trajektorijas.

9. Visu detaļu pielāgojiet grafiskajam logam. Pārveidotām instrumenta trajektorijām jāizskatās kā nākamajā attēlā.



10. Saglabājiet failu.

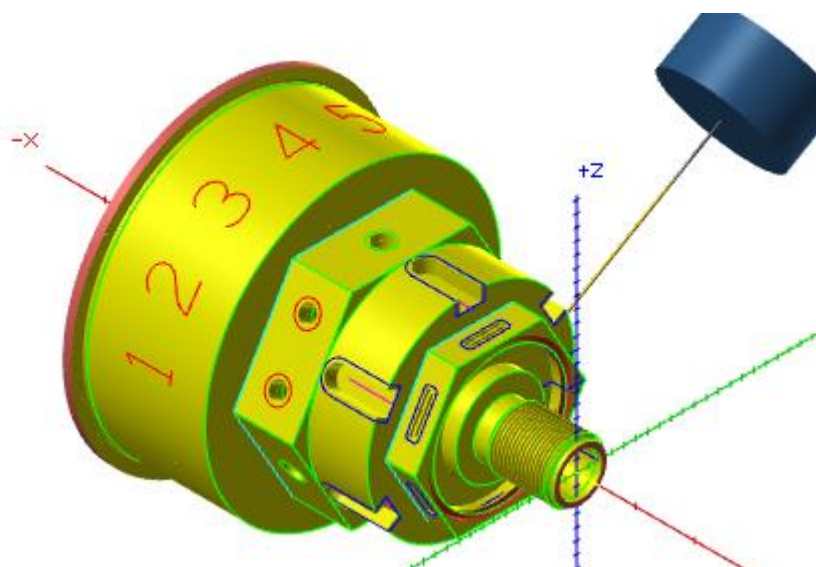
INSTRUMENTA TRAJEKTORIJU PĀRBAUDE

Līdzīgi kā **Backplot** arī pārbaude uz cieta ķermeņa modeļa palīdzēs pārliecināties, ka programmēšanas kļūdas ir likvidētas, pirms tās sasniedz ceļu. *Mastercam Verify Selected Operations* lieto cieta ķermeņa modeļus, lai simulētu materiāla noņemšanas procesu. Sagataves forma atjauninās un veido galīgo detaļu, kad instruments pārvietojas gar instrumenta trajektoriju.

Darbības

1. No operāciju pārvaldnieka izvēlieties visu instrumentu trajektorijas.
2. Izvēlieties **Verify Selected Operations**. Atveras *Mastercam Simulator* logs.
3. Izvēlieties **Play(R)** pogu rīkjoslās loga apakšā, lai sāktu pārbaudi.

Kad instrumentu trajektorijas ir pabeigtas, detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

5. Saglabājiet failu.

Pēdējā šīs detaļas apstrādājamā vieta ir lauks ar cipariem visapkārt detaļai. Nākamajā praktiskajā darbā tiks veidotas instrumenta trajektorijas C ass kontūrai, lai apstrādātu ciparus uz detaļas.

18. PRAKTISKAIS DARBS – C ASS KONTŪRAS VEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt frēzēšanas programmēšanu ar frēzes ass novietojuma maiņu attiecībā pret detaļas rotācijas asi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ciparu virknēšana. ▪ C ass kontūras parametru ievadīšana. ▪ Instrumenta trajektorijas zīmēšana tās pārbaudei.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj sagatavot frēzēšanas operāciju pa cilindrisku virsmu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests5.emcam</i> gravēt tekstu "MILL-TURN". Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

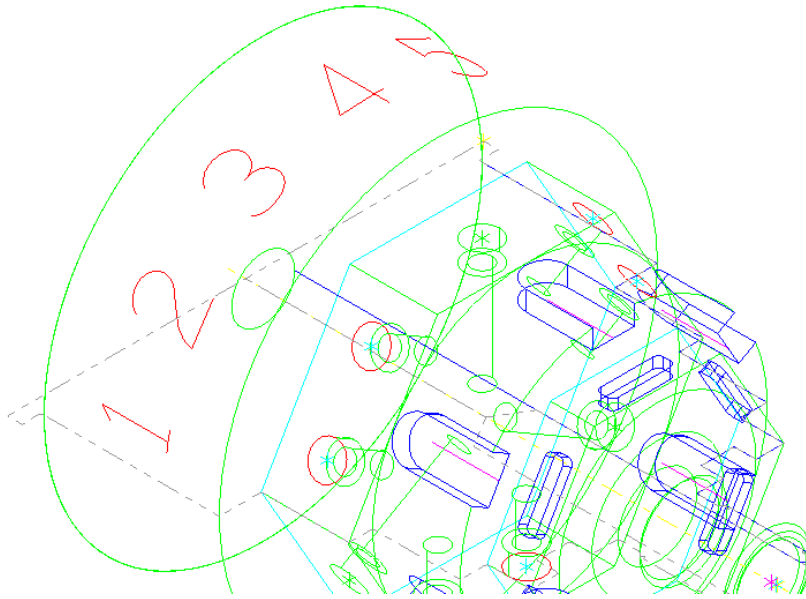
Kāda ir instrumenta kompensācijas nozīme?

DARBA GAITA

Kad ir izveidotas frēzēšanas instrumentu trajektorijas divu sešstūru sānu un gala virsmu apstrādei, no caurumiem novākts materiāls un apstrādātas rievās uz mazākā sešstūra, jāpabeidz darbs, iegravējot ciparus, kuri ir izvietoti pa diametru apkārt detaļai. C ass kontūras instrumenta trajektorija ir pareizais instrumenta trajektorijas tips šai ģeometrijai. *Mastercam* instrumenta plakni (**Tplane**) un konstruēšanas plakni (**Cplane**) iestata uz virsskatu (**Top**). Šādā veidā instruments ir novietots perpendikulāri rotācijas asij katrai veidojamajai kontūrai.

Vispirms savā darba mapē atveriet *freze_virpa6.emcam*. Šī detaļa ietver darba iestatījumus un 13. praktiskajā darbā importētās 2 asu virpošanas instrumentu trajektorijas, 14. praktiskajā darbā izveidotās šķērsām novietotas kontūras instrumentu trajektorijas, 15. praktiskajā darbā izveidotās gala virsmas kontūras instrumenta trajektorijas, 16. praktiskajā darbā izveidotās šķērsām novietota urbšanas instrumentu trajektorijas un 17. praktiskajā darbā izveidotās pagrieztās padziļinājumu frēzēšanas instrumenta trajektorijas.

Padoms. Ja 13., 14., 15., 16. vai 17. praktiskais darbs nav pabeigts, iespējams atvērt *freze_virpa_c_ass.emcam* failu, kas atrodas kopā ar citām mācību detaļām. Instrumenta trajektorijas attēlojums ir atslēgts visām instrumentu trajektorijām, kas ir ietvertas detaļā.

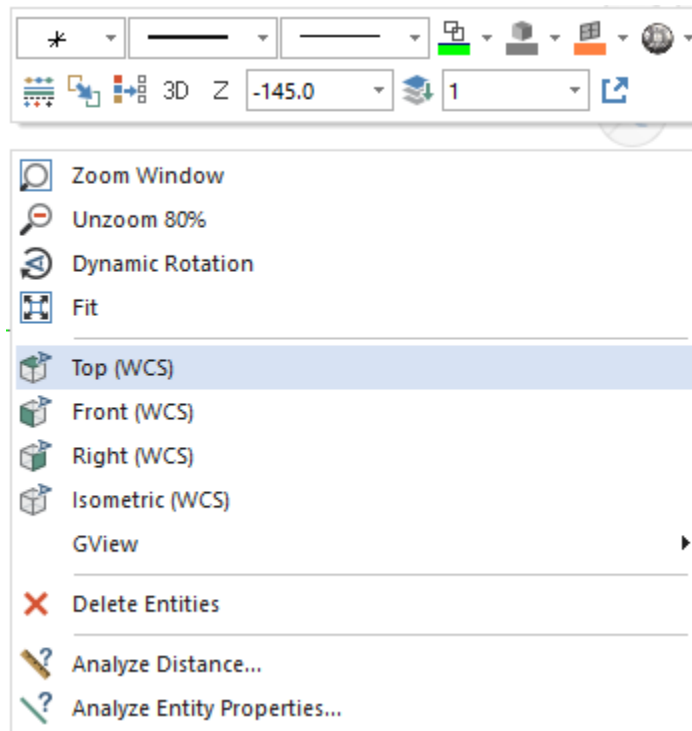


CIPARU VIRKNĒŠANA

Tā kā cipari ir izvietoti apkārt cilindram, būs grūti virknēt tos, lietojot parastās virknēšanas metodes. Šajā vingrinājumā ciparu virknēšanai jāizmanto logs.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Top**, lai redzētu skatu no augšas.



2. Izvēlieties **Lathe, Turning, C-axis, C-axis Contour**.

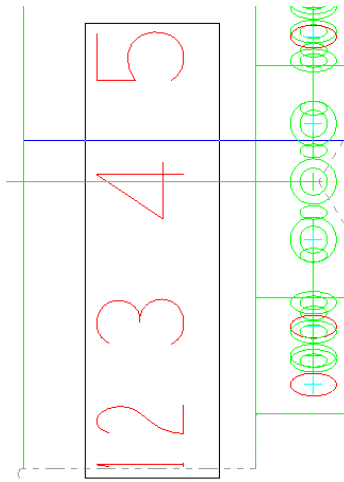
Padoms. Ja 14. praktiskajā darbā tika izmantotas plaknes masku virknēšanai, tad vispirms izvēlieties **Chain, Options** un atslēdziet plaknes masku, pēc tam izvēlieties **Mode, Window**.

- Izvēlieties **Window** un **3D** no **Chaining** izvēlnes loga.
- Pielāgojiet detaļu grafiskajā logā.

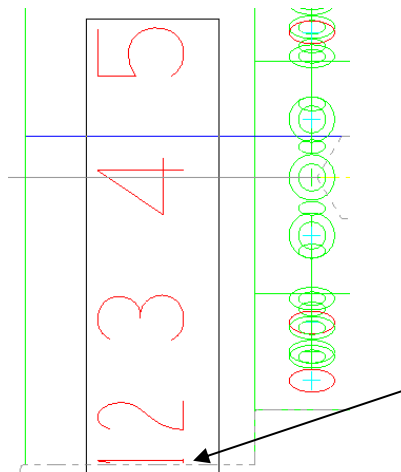
**PIEZĪME**

Inside variants uz **Chaining** izvēlnes nozīmē to, ka tiks savirknēti tikai tie elementi, kuri ir pilnīgi ietverti taisnstūrī.

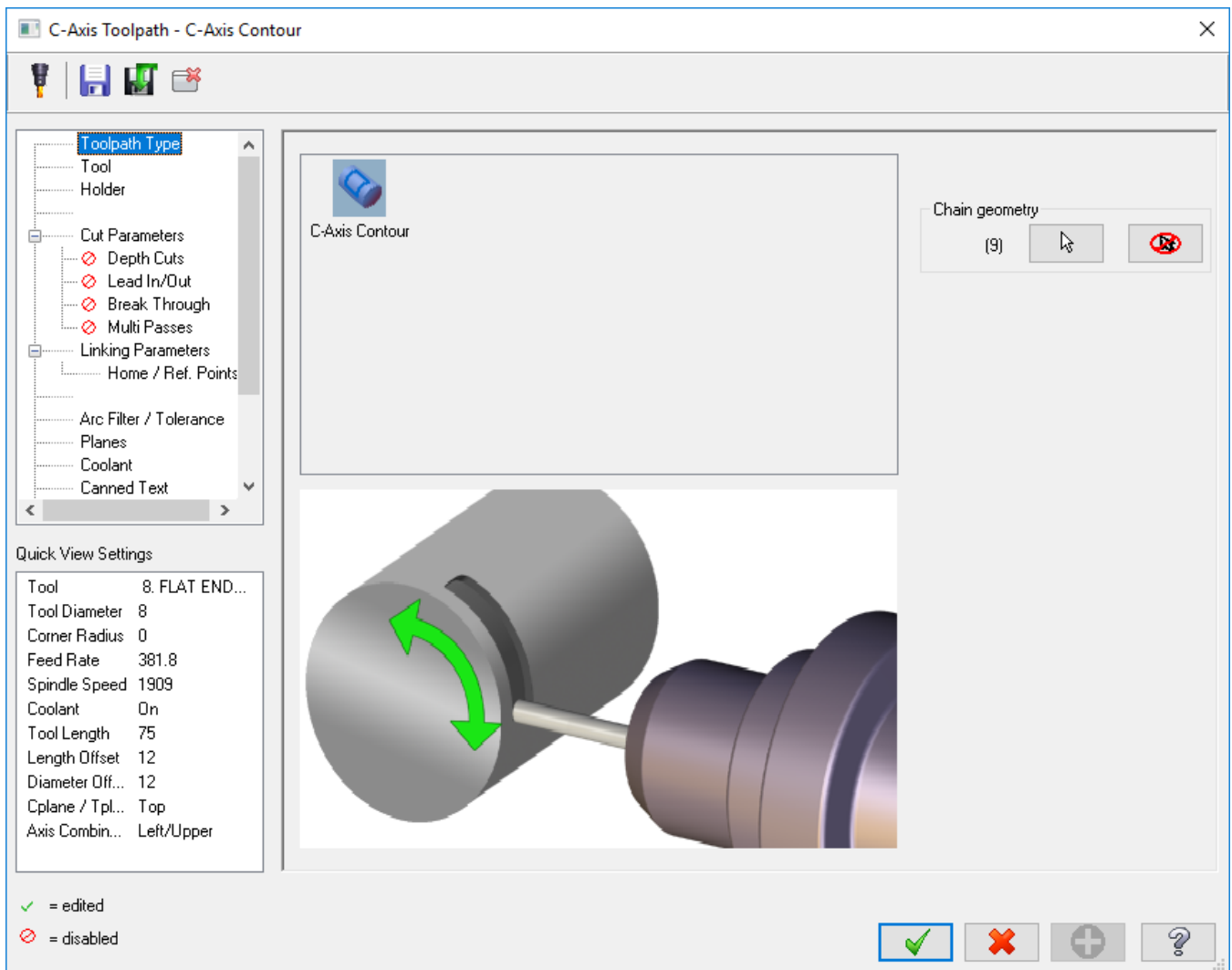
- Apvelciet taisnstūri ap cipariem uz detaļas, kā parādīts nākamajā attēlā.



- Sistēma uzaicina ievadīt meklēšanas sākuma (**Start**) punktu, kurš norāda, kur sistēma sāk meklēt virknējamo ģeometriju. Izvēlieties punktu pa labi no cipara 1, kā parādīts nākamajā attēlā.



- Cipari izgaismojas. Izvēlieties , lai pabeigtu virkni. Atveras **C-Axis Toolpath - C-Axis Contour** dialoga logs.

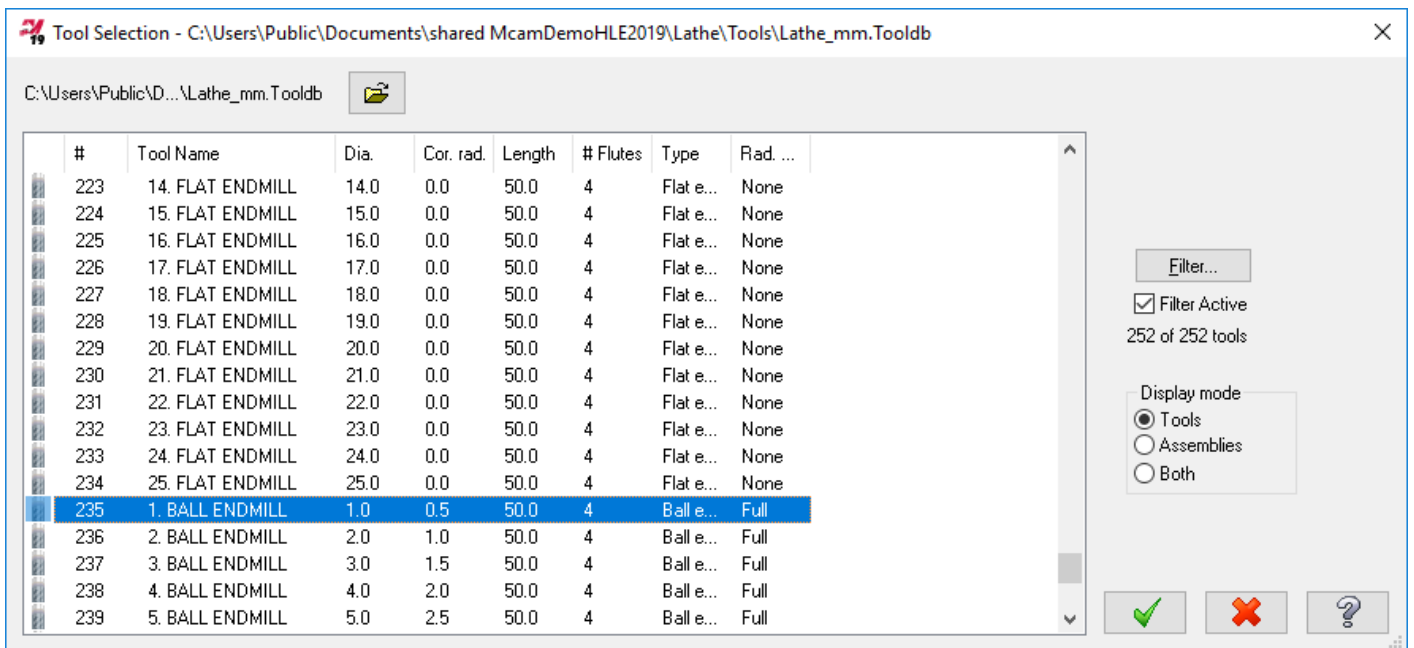


C ASS KONTŪRAS PARAMETRU IEVADĪŠANA

C ass kontūras dialoga lauks ir ļoti līdzīgs dialoga laukiem, kas ir lietoti gala virsmas kontūrām un šķērsām novietotām kontūrām. Bet tā kā Jūs atrodaties uz cilindra līknes atšķirībā no tā, kad apstrāde notiek uz plakanas virsmas ar detaļas pagriešanu pa soli, tad nepieciešams iestatīt rotācijas ass parametrus, lai instruments paliktu perpendikulāri rotācijas asij.

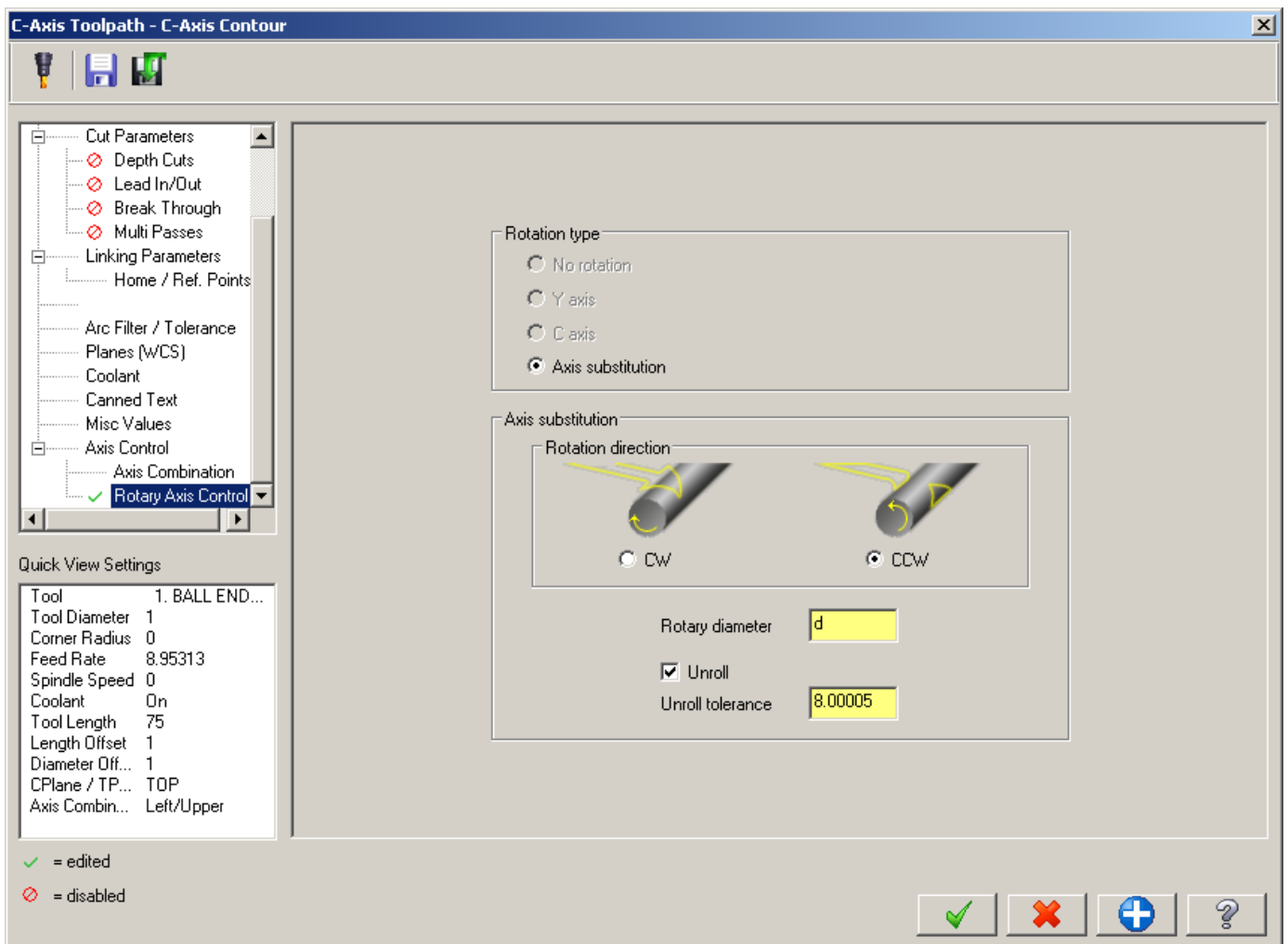
Darbības

1. Uzklīkšķiniet uz **Tool** dialoga lappuses, izvēlieties **Select Library Tool**.



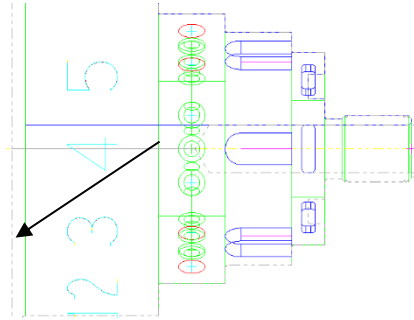
2. Izvēlieties **1 mm 1.ball endmill**, tad .

3. Izvēlieties **Rotary Axis Control** dialoga lauka apakšā.

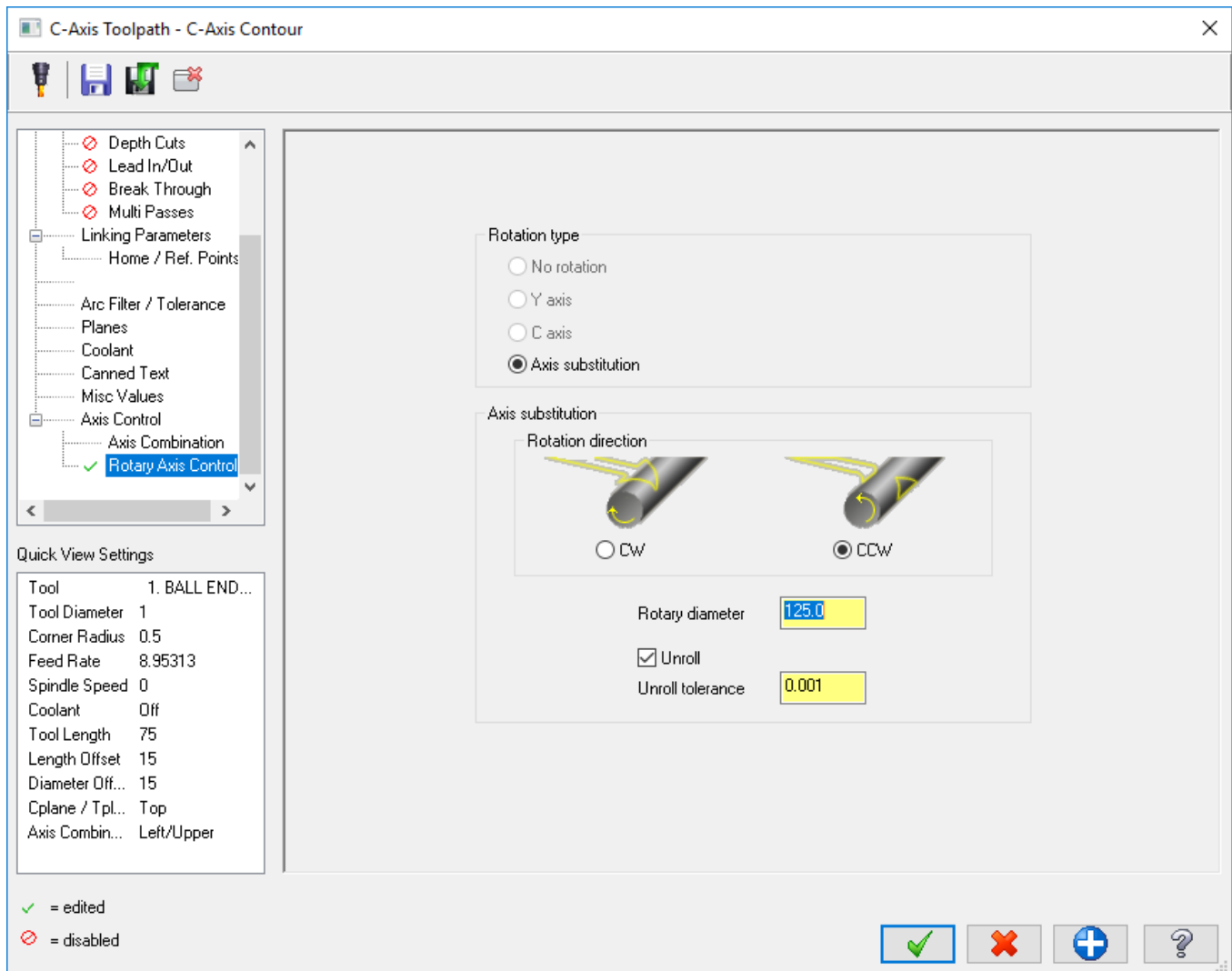


4. Ierakstiet **d** (apzīmējot diametru) **Rotary diameter** teksta laukā un spiediet [Enter]. Šāda datu ievade atved atpakaļ uz grafisko logu, lai varētu izvēlēties loku, kurš pārstāv rotējošo diametru.

5. Izvēlieties zaļo loku pa kreisi no cipariem, kā parādīts nākamajā attēlā.



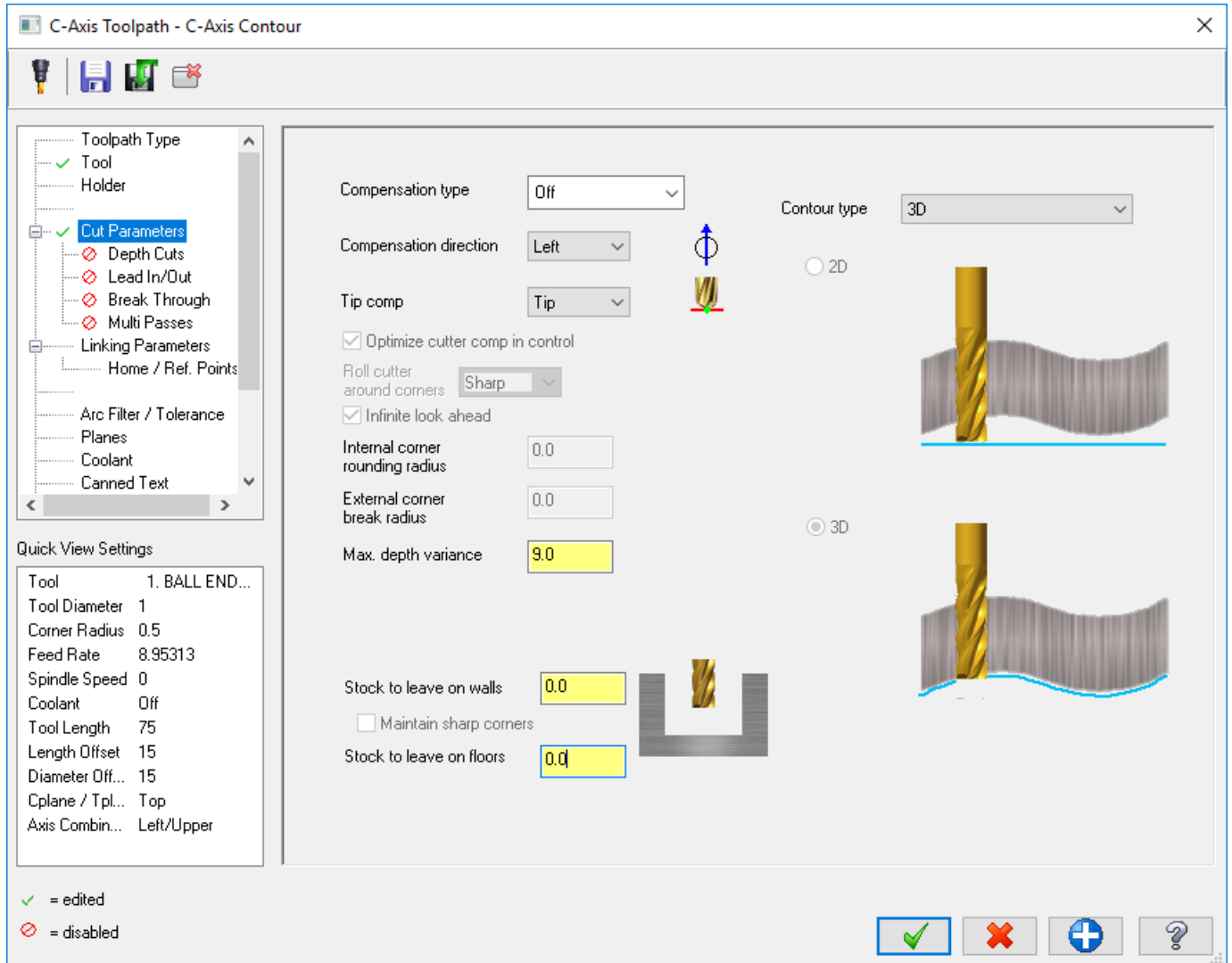
Tā kā izvēlēts ir loks, **Rotary Axis** dialoga lauks rāda izvēlēta loka diametra vērtību.



Kontūras parametru ievadišana

Darbības

1. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.

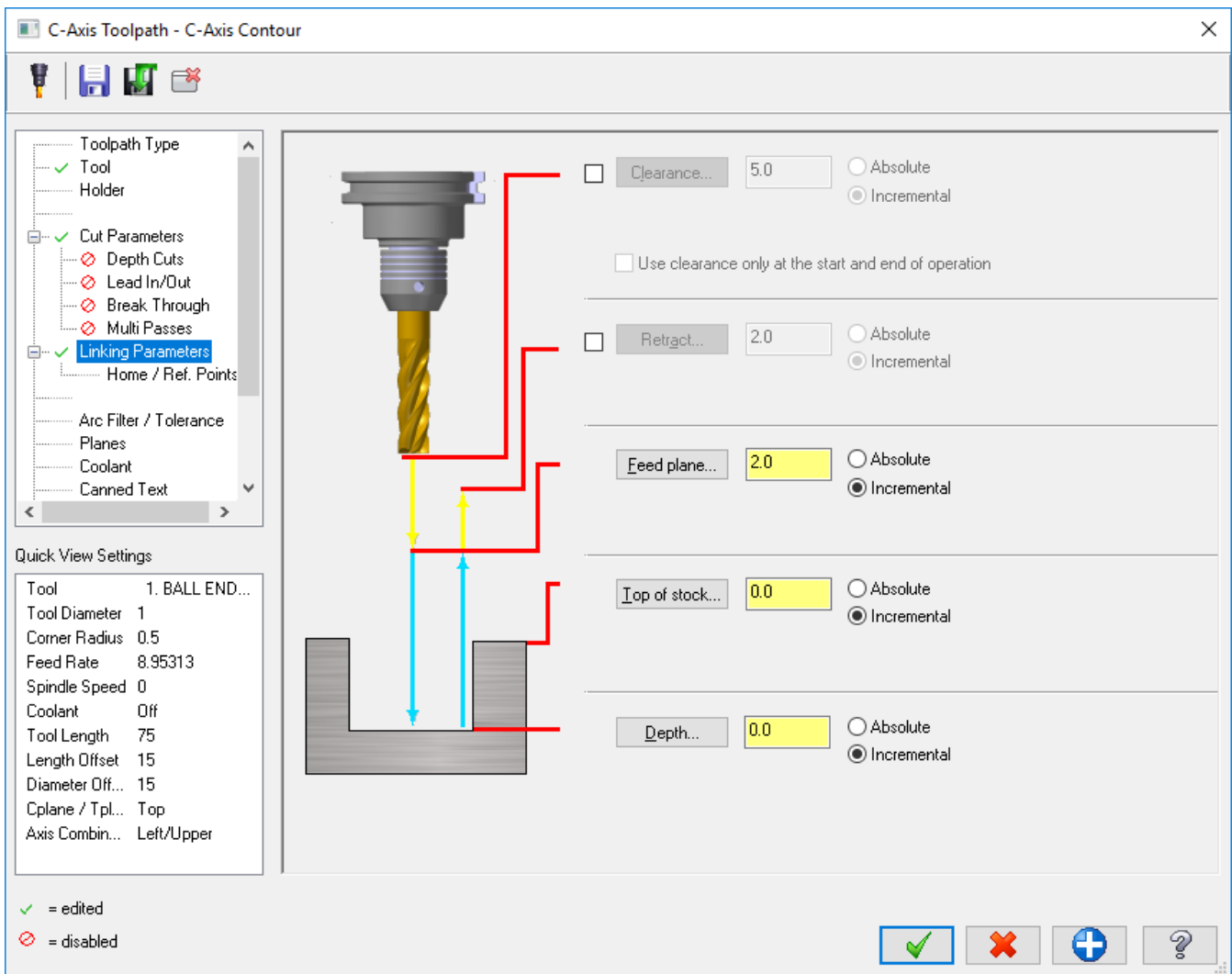


Piezīme. *Mastercam* automātiski iestata kontūras tipu uz **3D**, jo virknētā ģeometrija nav plakana.

2. Izvēlieties **Off** kā **Compensation type** iestatījumu dialoga lauka augšējā labajā stūrī. Tas ļaus instrumentam pārvietoties tieši pa virknēto ģeometriju tā vietā, lai notiktu diametra kompensācija pa kreisi vai labi.

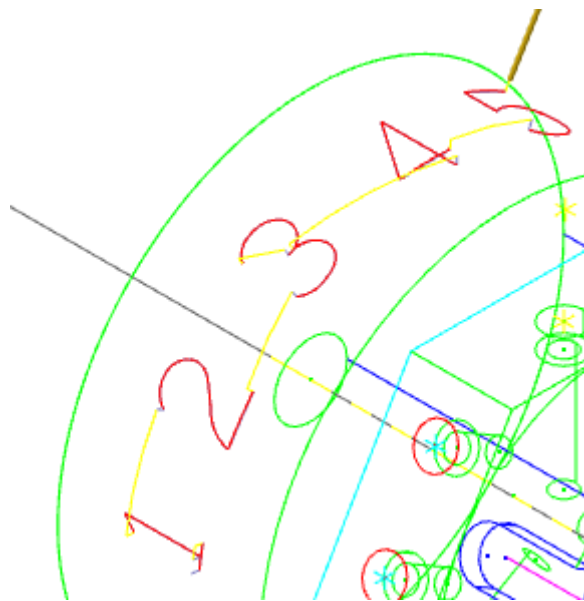
3. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

Pēc parametru ievadišanas **C-axis Contour** laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties , lai pabeigtu instrumenta trajektoriju.

5. Nomainiet **Gview** uz **Isometric**. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



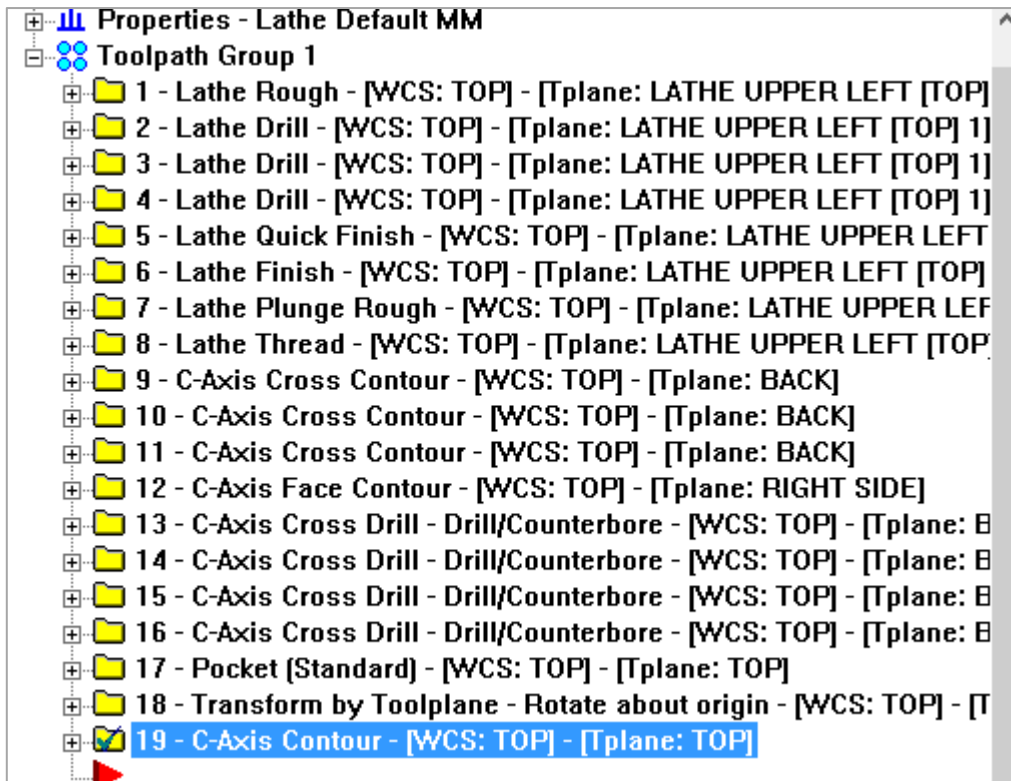
6. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiet failu kā *freze_virpa7.emcam*.

INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA TĀS PĀRBAUDEI

Arī šeit tāpat kā 14. praktiskajā darbā tiks izmantota *Mastercam* **Backplot** funkcija, lai simulētu detaļas rotāciju C ass kontūras instrumenta trajektorijas realizācijas laikā. Cilindrs pagriežas, kad katrs cipars ir apstrādāts.

Darbības

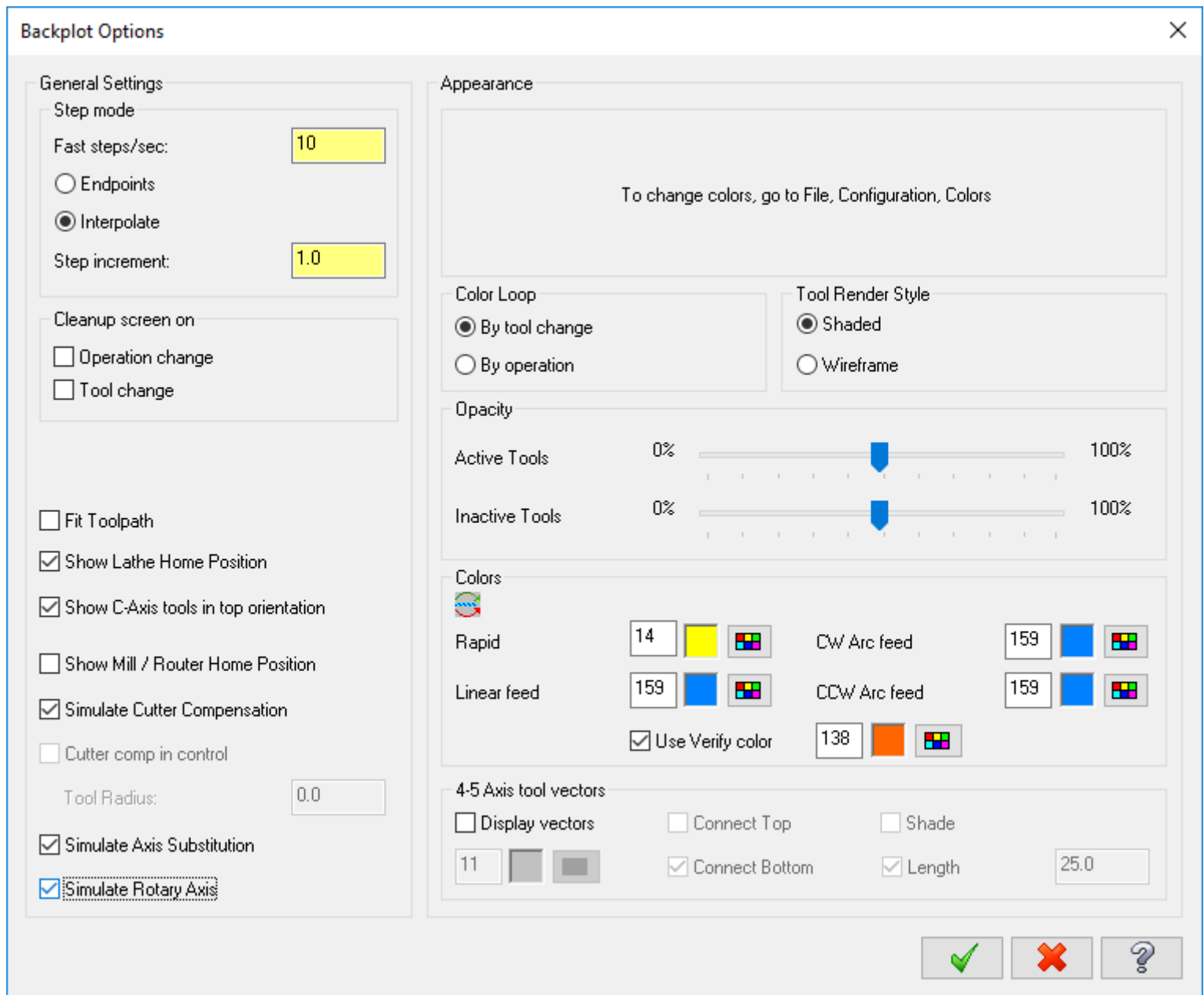
1. No operāciju pārvaldnieka instrumenta trajektoriju operāciju saraksta apakšā izvēlieties **C-axis Contour**.




2. Izvēlieties **Backplot Selected Operations, Options** no **Backplot** izvēlnes.

3. Izvēlieties **Simulate Rotary Axis** iezīmju lauku, lai parādītu detaļas pagriešanos instrumenta trajektorijas realizācijas laikā.

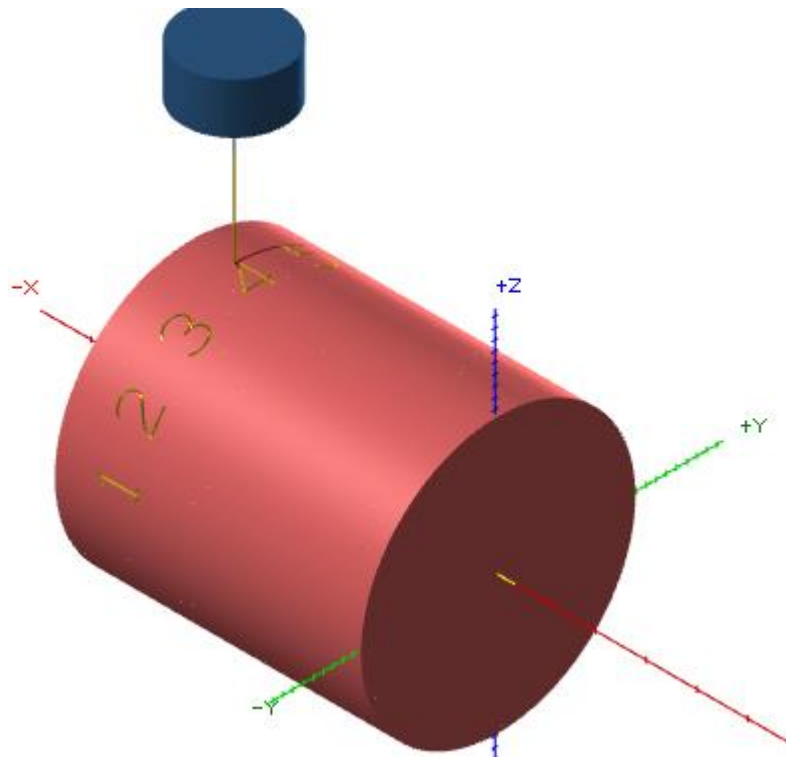
4. Izvēlieties **Show C-axis tools in top orientation** kā instrumenta novietojumu, lai parādītu instrumentu virs detaļas. Pēc visu parametru ievadīšanas **Backplot Options** dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties , lai aizvērtu dialoga lauku.

6. Atkārtoti izvēlieties **Step forward** uz **Backplot** rīkjoslas, lai redzētu instrumenta gājienu pa instrumenta trajektoriju, kad detaļa pagriežas.

7. Izvēlieties **Verify** uz **Backplot** rīkjoslas. Izvēlieties **Play(R)**. Aizveriet **Verify** logu, kad zīmēšana ir pabeigta.



8. Saglabājiet failu.

19. PRAKTISKAIS DARBS – 2D DETAĻAS UN KONTŪRAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt vienkāršas plakanas detaļas ģeometrijas izveidi un apstrādi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaļas zīmēšana. ▪ Instrumenta trajektorijas veidošana. ▪ Instrumenta trajektorijas iepriekšēja apskate. ▪ Instrumenta trajektorijas rediģēšana. ▪ Pabeigtas instrumenta trajektorijas apstrāde ar pēcprocesoru.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot vienkāršas plakanas detaļas konstrukciju un veikt tās apstrādi.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests9.emcam</i> nogriezt ārējās kontūras malu 45° leņķī. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Ar kādām komandām pārvieto izveidotu ģeometrisko elementu?

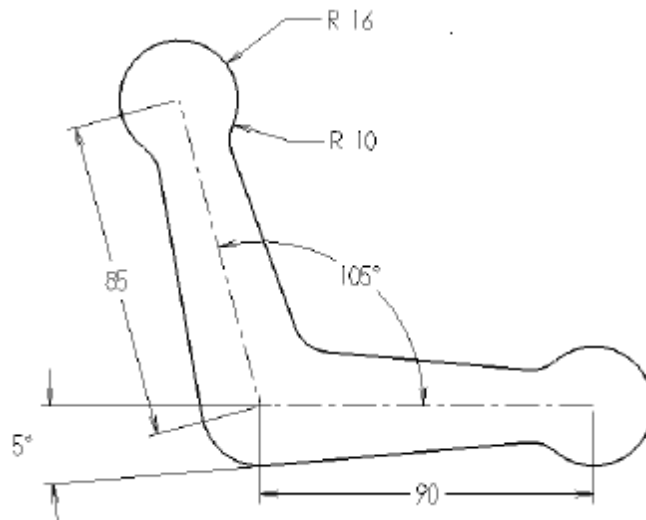
DARBA GAITA

Darbā būs redzams, kā *Mastercam* asociativitātes īpašība operācijā sasaista dažādas daļas. Tiks veidota 2D pamata detaļa, tā tiks griezta ar kontūras veida instrumenta trajektoriju.

DETAĻAS KONSTRUĒŠANA

Šajā vingrinājumā varēs iepazīties ar dažām zīmēšanas pamatfunkcijām.

Nākamajā attēlā redzama veidojamā detaļa.



Jauna faila veidošana

Darbības

Darbības izmantojamas, lai veidotu jaunu, tukšu *Mastercam* rasējumu.

1. Izvēlieties **File, New**.
2. Pēc uzaicinājuma veidot jaunu rasējumu izvēlieties **Yes**.
3. Ja pašreizējais fails kopš pēdējās saglabāšanas ir kaut kādā veidā izmainīts, sistēma jautās, vai vēlaties saglabāt to. Izvēlieties **Yes** atkārtoti, ja vēlaties to saglabāt.

Vadošo konstruēšanas taisņu veidošana

Darbības


Pirmais solis izveidos dažas konstruēšanas vadošās taisnes, lai pareizi novietotu un orientētu rasējumu.

1. Veidojiet centra punktu konstruējamajai svirai. Izvēlieties **Point, Point Position**. Klikšķiniet grafiskajā logā. Izvēlieties **Analyze Entity**.
2. Ievadiet koordinātas **X75, Y75**.

Padoms. Pēc skaitļu ierakstīšanas izvēlieties .

3. Izvēlieties **Fit** pogu uz rīkjoslas, lai centrētu punktu grafiskajā logā.
4. Tālāk zīmējiet centru līnijas divām sviras daļām. Izvēlieties **Lines, Line Endpoints**.
5. Uzklikšķiniet uz izveidotā punkta, kuru izvēlējāties kā galapunktu.

Padoms. Virziet kursoru pār punktu. Kad parādās kvadrāts, klikšķiniet peles kreiso pogu.

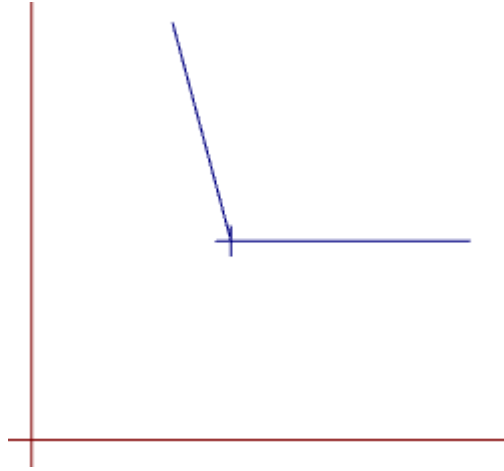
6. Iezīmējiet **Freeform**. Ievadiet **90** kā taisnes garumu un **0** kā leņķi. Izvēlieties . Parādās detaļas horizontālās daļas virzošā līnija.

7. Atkārtojiet 4., 5. un 6. darbību citai polārajai taisnei. Uzklikšķiniet uz tā paša punkta kā 5. darbībā.

8. Ievadiet **105** kā leņķi.

9. Ievadiet **85** kā taisnes garumu. Izvēlieties .

10. Nospiediet [**F9**], lai parādītu konstruēšanas sākuma punktu un XY asis. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. Nospiediet [**F9**] atkārtoti, lai asis noņemtu no ekrāna.

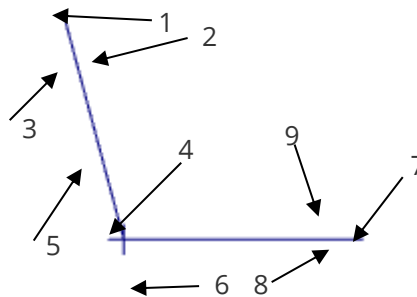
Loku zīmēšana

Darbības

Lietojiet **Arcs**, lai detaļas galos un ārējā līkumā veidotu aploces.

1. Izvēlieties **Arcs, Arc Polar**.

2. Izvēlieties centra punktu pirmajam lokam. Uzklikšķiniet uz taisnes galapunkta novietojumā 1, kā parādīts nākamajā attēlā.



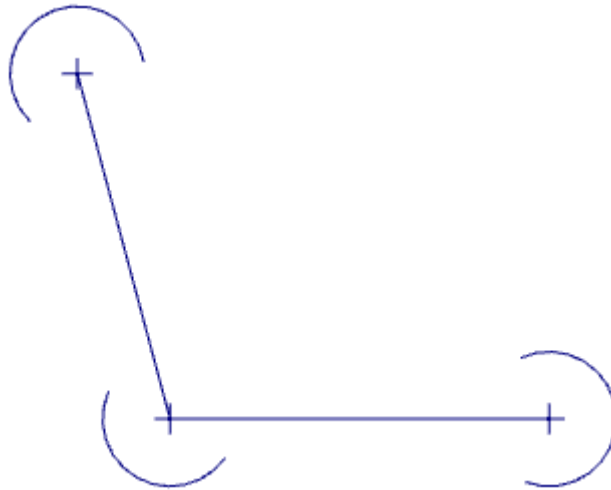
3. Ierakstiet **16** kā loka rādiusu.

4. Norādiet aptuvenu loka beigu novietojumu. Uzklikšķiniet novietojumā 2, tad novietojumā 3.

5. Atkārtojiet 2. līdz 4. darbības soli, lai veidotos otrais un trešais loks. Uzklikšķiniet uz punktiem 4, 5,

6 un 7, 8, 9, lai veidotos citi loki. Izvēlieties .


6. Ja nepieciešams, izvēlieties **Fit** pogu atkārtoti, lai pielāgotu detaļu pilnīgi uz ekrāna. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

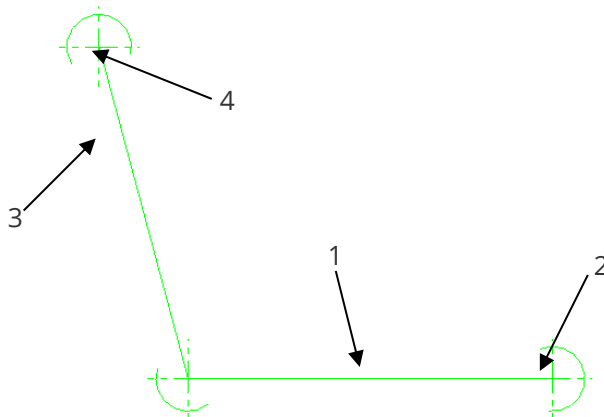



Taišņu pagriešana sviras daļu veidošanai

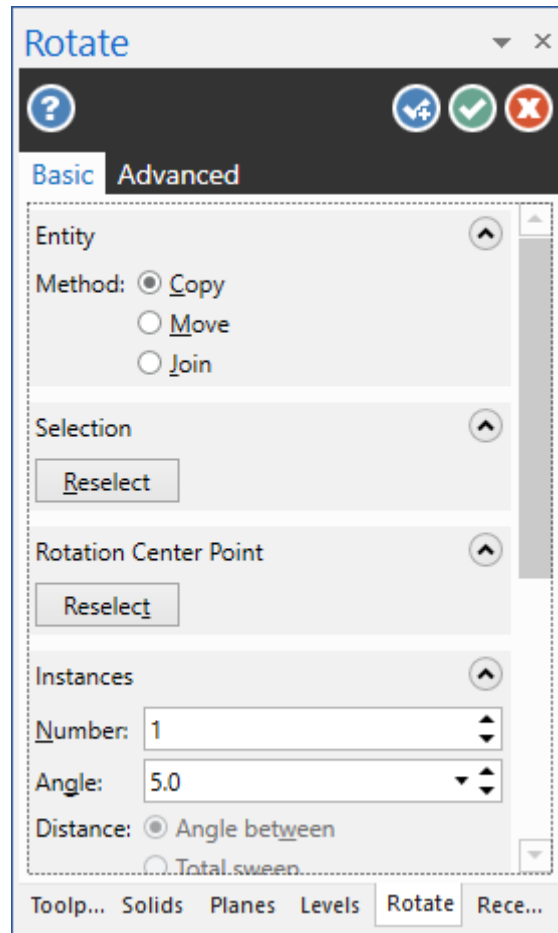
Darbības

Lai veidotu sviras ārējās malas, jāpagriež agrāk izveidotās virzošās centru taisnes.

1. Izvēlieties **Transform, Rotate**.
2. Izvēlieties taisni novietojumā 1.
3. Izvēlieties .
4. Lai izvēlētos galapunktu, zem **Rotation Center Point** klikšķiniet uz **Reselect**, tad izvēlieties taisni novietojumā 2.



5. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā, un izvēlieties .



6. Izvēlieties taisni novietojumā 3.


7. Izvēlieties .



PADOMS

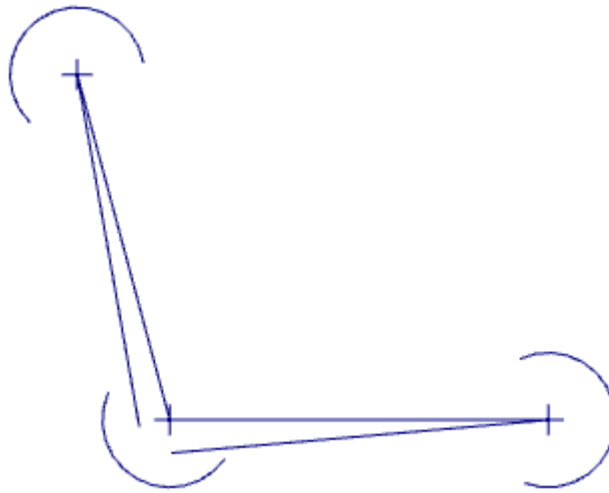
Tā vietā, lai izvēlētos izvēlnes elementus ar peli, var nospriest "karstā taustiņa" burtu. Katram elementam uz izvēlnes "karstā taustiņa" burts ir pasvītrots.

8. Izvēlieties taisnes galapunktu novietojumā 4.

9. Ievadiet **-5** kā leņķa vērtību uz **Rotate** dialoga lauka un izvēlieties .

10. Vienmēr, kad tiek veikta **Xform** operācija, *Mastercam* maina krāsu oriģinālajai ģeometrijai un jaunajai ģeometrijai tā, ka var skaidri redzēt darbības rezultātus.

Izvēlieties **Screen, Clear colors** pogu  uz rīkjoslas, lai dotu taisnēm to oriģinālo krāsu. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

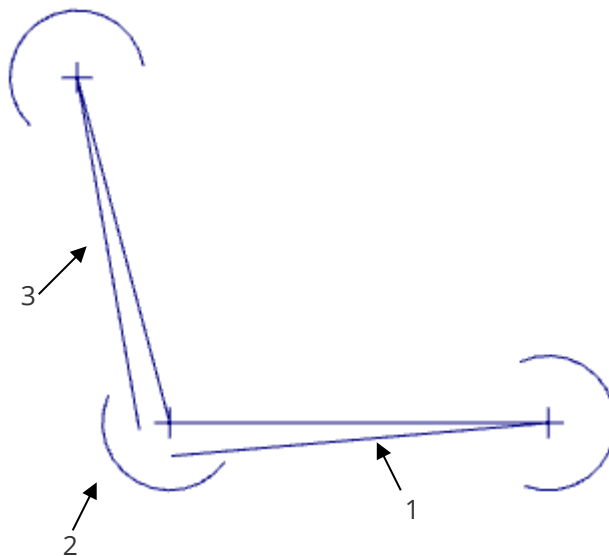


Taišņu pārvietošana uz pareizo novietojumu

Ir izveidotas taisnes pareizā leņķī un novietojumā. Tagad tās jāpārvieto uz vajadzīgo novietojumu pa pieskari pret lokiem.

Darbības

1. Izvēlieties **Lines, Line Parallel**. Iezīmējiet **Tangent**.



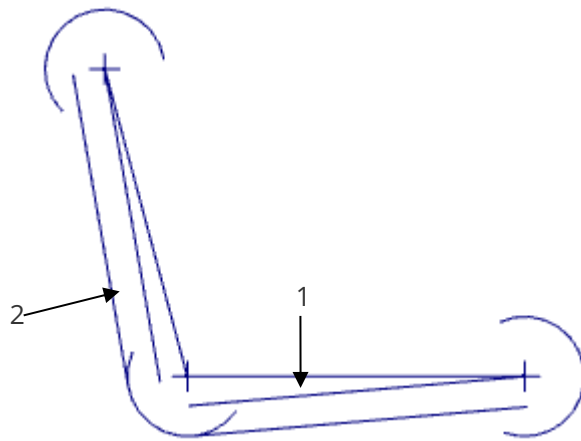
2. Izvēlieties taisni novietojumā 1.

3. Lai novietotu taisni pa pieskari lokam, izvēlieties loku novietojumā 2.

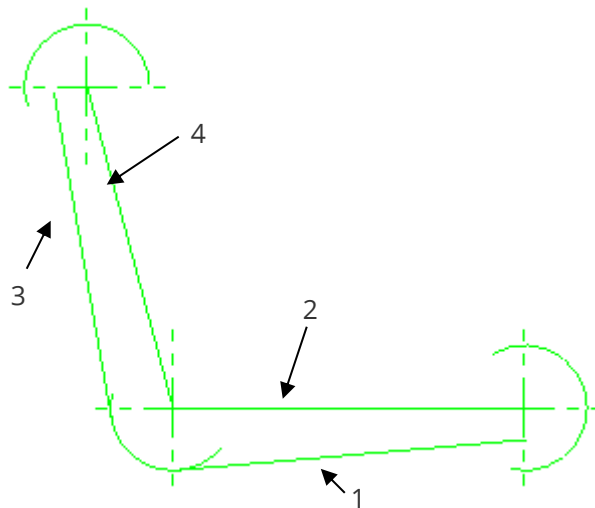
4. Lai veidotu otro taisni, izvēlieties taisni novietojumā 3.

5. Izvēlieties loku novietojumā 2 atkārtoti.

6. Uzklīkšķiniet uz taisnēm 1 un 2, kā parādīts nākamajā attēlā, lai iezīmētu, un spiediet **Delete** pogu uz klaviatūras, lai nodzēstu tās.

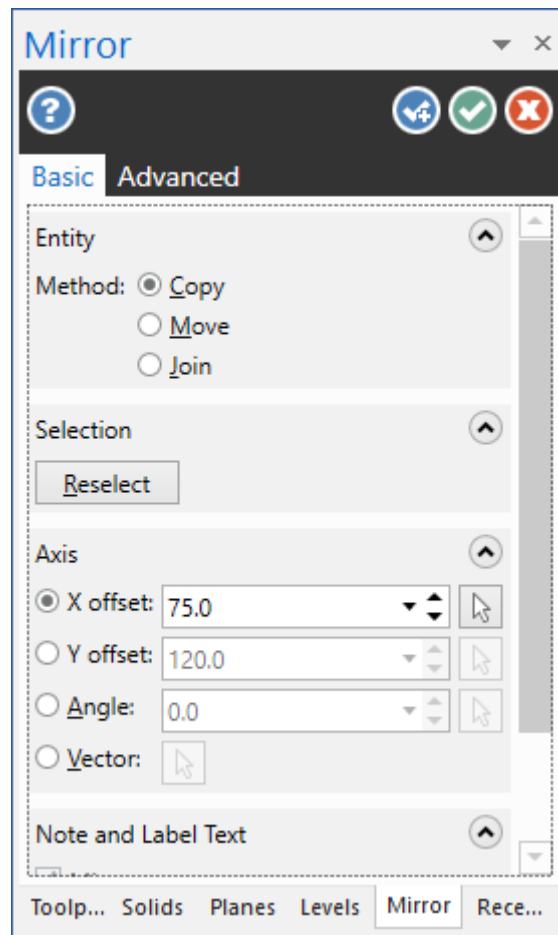



7. Beigās sagatavojiet otru sviras daļas pusi, veidojot taisnes spoguļattēlu attiecībā pret konstruēšanas virzošajām taisnēm. Izvēlieties **Transform Mirror**.

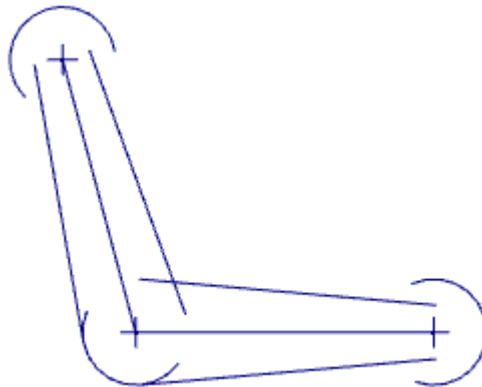


8. Izvēlieties taisni novietojumā 1.

9. Klikšķiniet uz **End Selection**. Izvēlieties **Copy** uz **Mirror** dialoga lauka.



10. Izvēlieties taisni novietojumā 2, apstipriniet ar  uz **Mirror** dialoga lauka.
11. Atkārtojiet 8. līdz 10. darbību taisnei 3 un 4.
12. Attīriet ekrāna krāsas. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Noapaļojumu veidošana

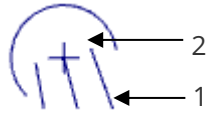
Veidojiet noapaļojumus, lai savienotu taisnes un lokus. Tā ir iespēja redzēt, kā *Mastercam* var automātiski apgriezt taisnes līdz noapaļojuma sākumam. Pabeidziet detaļu, nodzēšot atlikušās konstruēšanas vadošās taisnes.

Darbības

1. Izvēlieties **Wireframe, Fillet Entities**.

2. Ievadiet **10** kā noapaļojuma rādītājus.

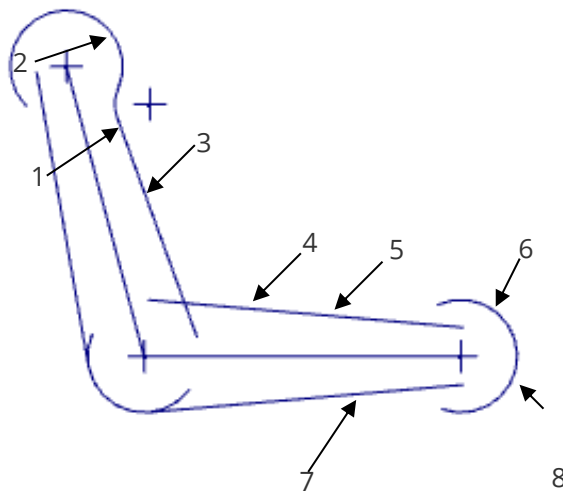
3. Izvēlieties taisni
novietojumā 1 un loku
novietojumā 2.



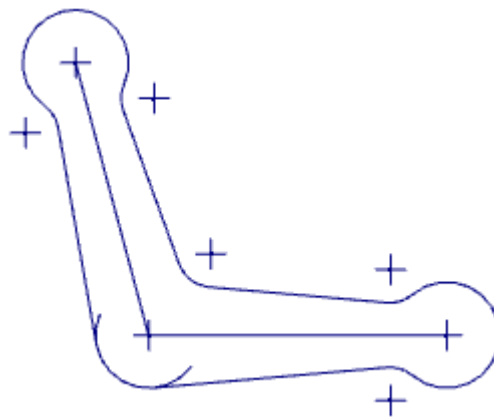
Noapaļojumam jāizskatās kā
nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties taisnes un lokus
tādā secībā, kā parādīts
nākamajā attēlā, lai veidotos
atlikušie noapaļojumi.

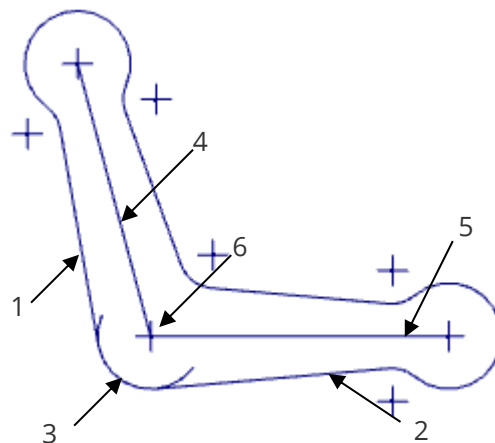


Kad viss ir izdarīts, detaļai
jāizskatās kā nākamajā attēlā.



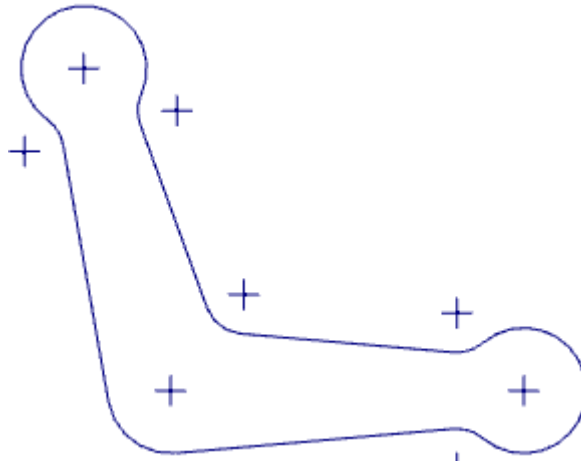
PADOMS

Lai atslēgtu automātiskās
apgriešanas īpašību, atslēdziet
Trim pogu no **Fillet Entities**
izvēlnes.



5. Apdzēsiet pēdējo loku līdz pievienotajām taisnēm. Izvēlieties **Modify, Trim to Entities**.
6. Izvēlieties loku novietojumā 3, tad taisni novietojumā 1; izvēlieties loku novietojumā 3, tad taisni novietojumā 2.
7. Nodzēsiet taisni novietojumos 4 un 5.
8. Nodzēsiet punktu novietojumā 6.

Pabeigtajai detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Faila saglabāšana

Darbības

1. Izvēlieties **File, Save**.
2. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *svira1.emcam*.

KONTŪRAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Šajā praktiskajā darbā parādīti galvenie soļi, kā veidot instrumenta trajektorijas un ievietot to aprakstu NC failā, lai to darbgalds varētu nolasīt. Šajā vingrinājumā tiks veidotas kontūras veida instrumenta trajektorijas. Kontūras veida instrumenta trajektorijās griezējinstrumenti seko līknes vai līkņu virknes formai. Tiks izmantota iepriekšējā vingrinājumā "Detaļas konstruēšana" izveidotā detaļa.


Instrumenta trajektorijas izvēle un ģeometrijas virknēšana

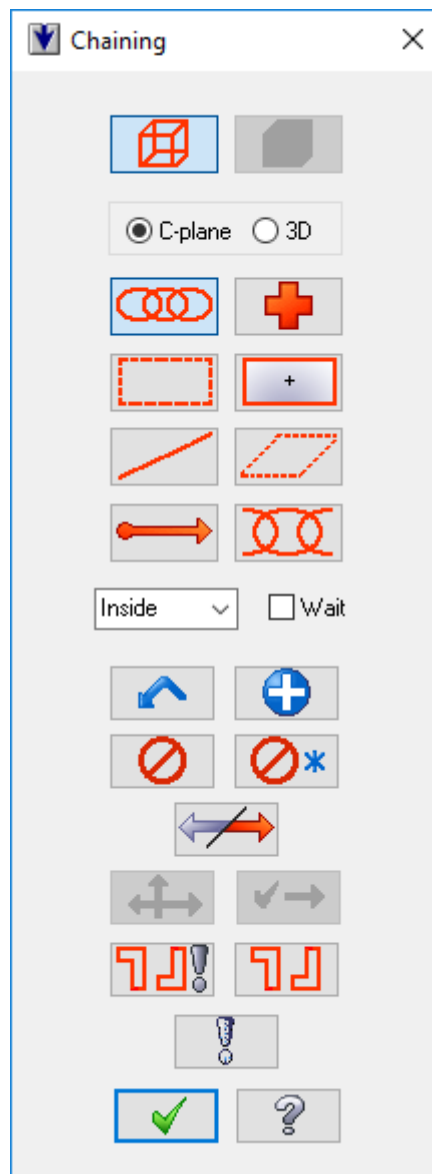
Virknēšana ir ģeometrijas izvēlēšanās process instrumenta trajektorijai vai citai *Mastercam* funkcijai. Virkne ir līkņu kopa (taisnes, loki un/vai splaini), kuriem sakrīt galapunkti (arī punktus var virknēt). Instrumenta trajektorijas var saturēt vairāk nekā vienu virkni.

Darbības

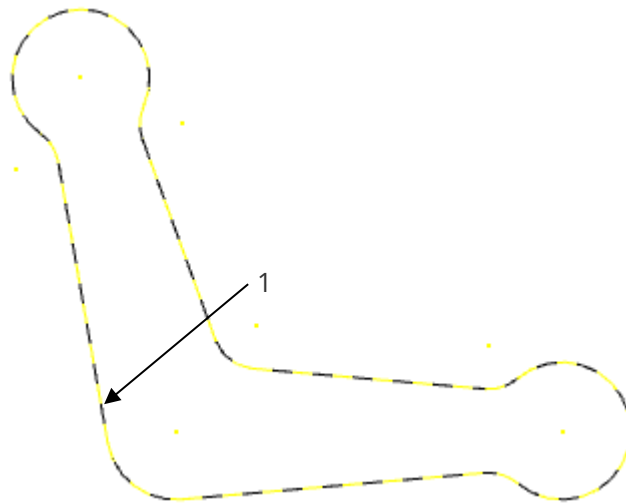
1. Ja nepieciešams, atveriet iepriekšējā vingrinājuma failu *svira1.emcam*.

2. Izvēlieties **Machine, Mill, Default**.

3. Izvēlieties **2D, Contour**. Atveras ģeometrijas virknēšanas dialoga logs; tajā iezīmējiet **C-plane** un **Chain**, izvēlieties .



4. Izvēlieties taisni novietojumā 1, lai sāktu virkni. Visai detaļai vajadzētu izgaismoties ar pārtrauktu dzeltenu līniju.

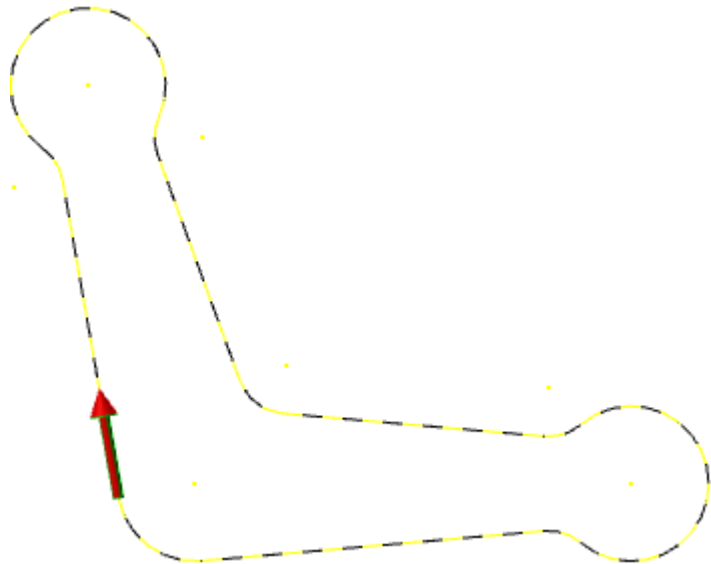


Lai palīdzētu izvēlēties pareizo ģeometriju, *Mastercam* izgaismo taisni, kad kursor ir virs tās. Precīzi izvēloties taisni, var redzēt bultiņas attēlu, kā parādīts nākamajā attēlā.



PIEZĪME

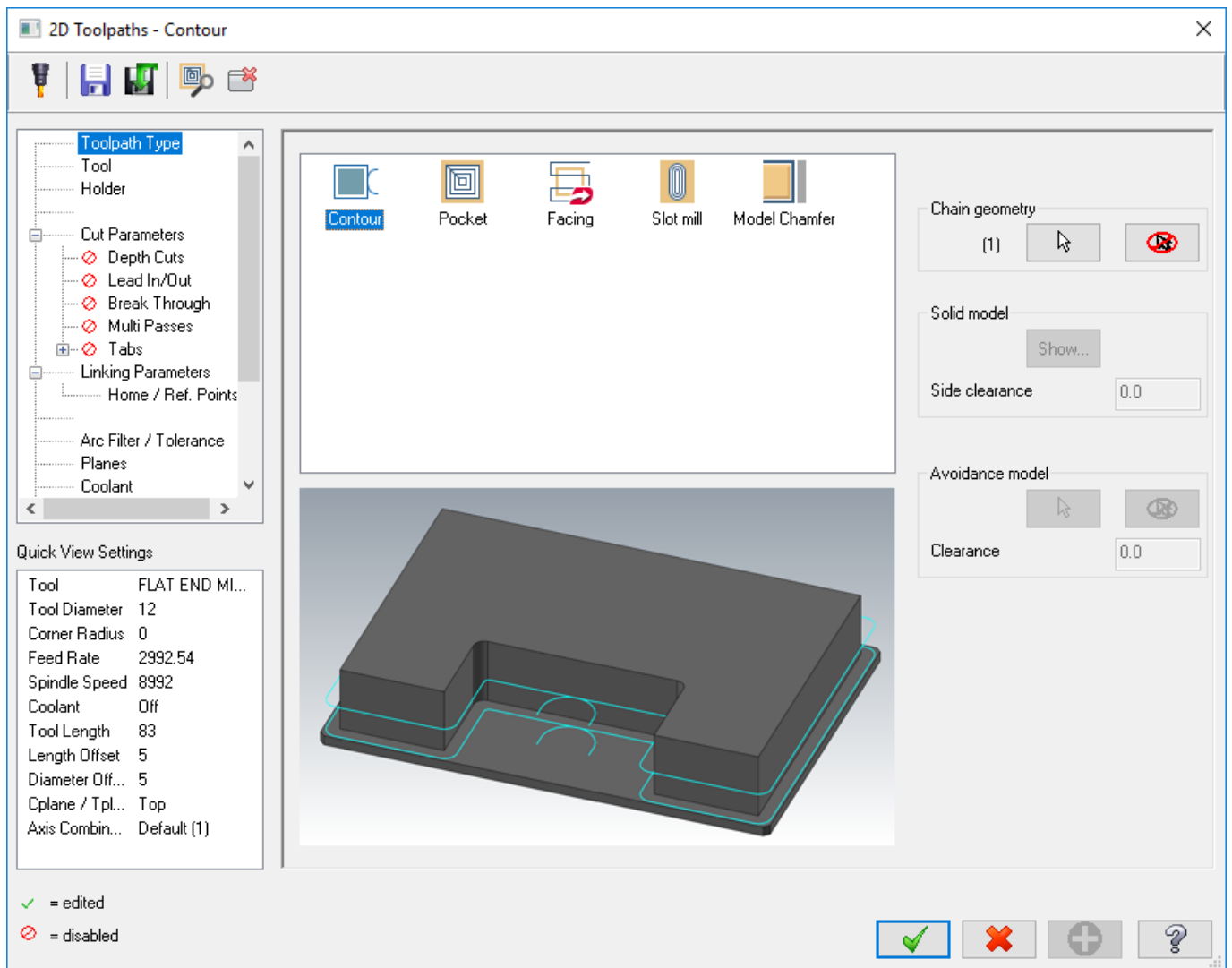
Sarkanā bultiņa norāda virknēšanas virzienu. Šajā virzienā griezējinstrumenti kustēsies, kad tiks veidotas instrumenta trajektorijas.



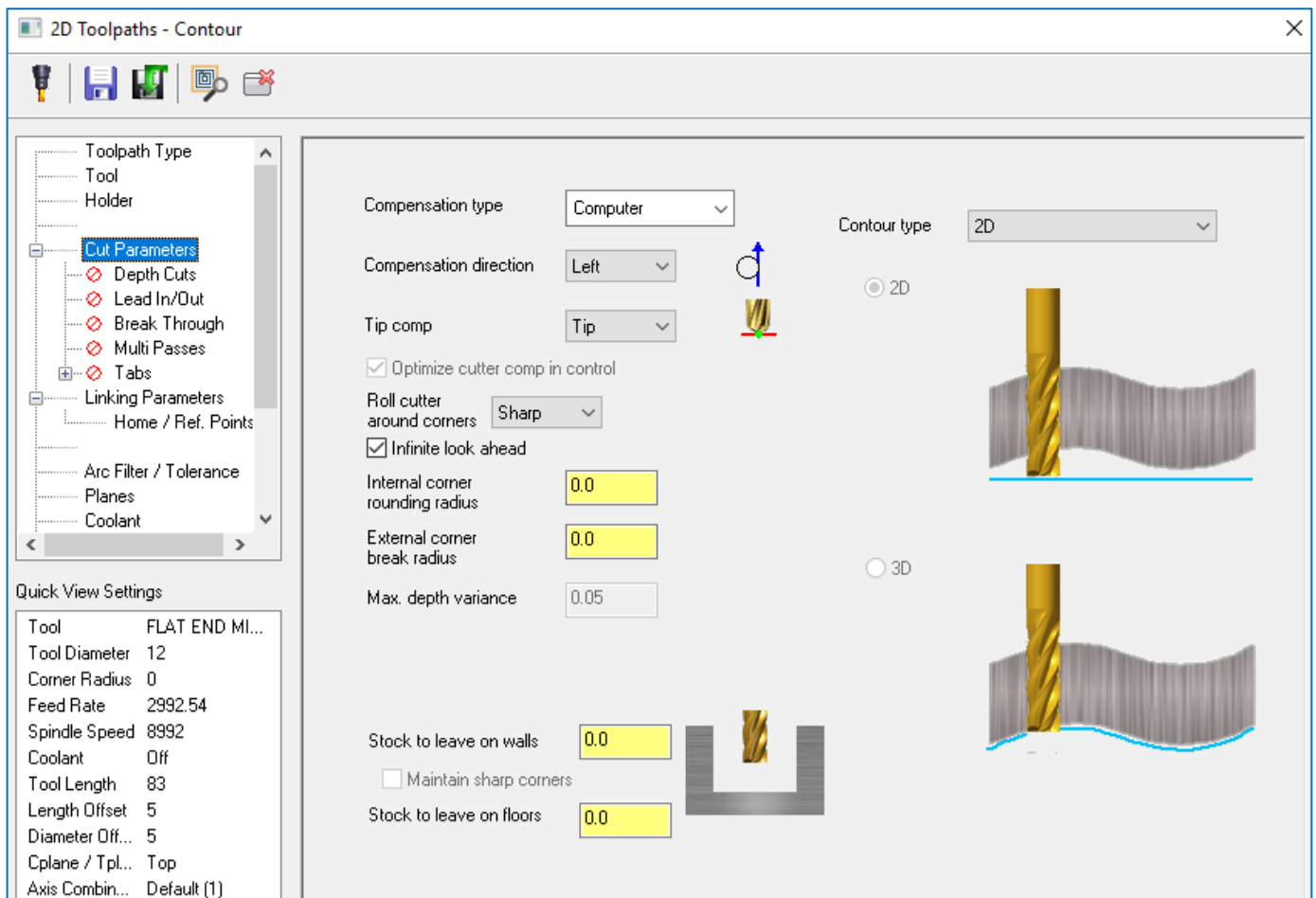
5. Izvēlieties .

Griezējinstrumenta izvēle

Tiklīdz kā izvēlēta instrumenta trajektorijas ģeometrija, *Mastercam* automātiski atver **2D Toolpath - Contour** dialoga logu ar iezīmētu **Toolpath Type** dialoga lappusi.

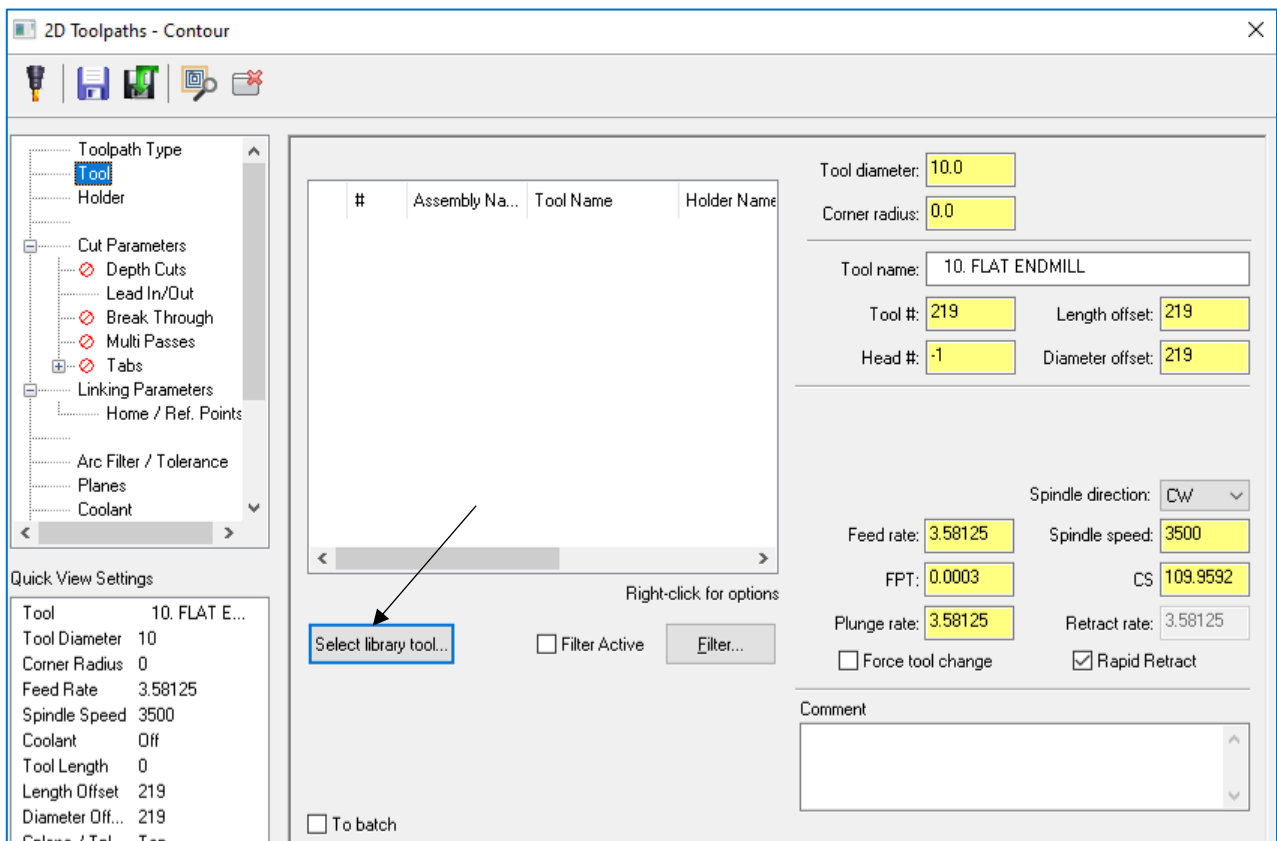


Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi; izvēlei jāsakrīt ar nākamo attēlu.

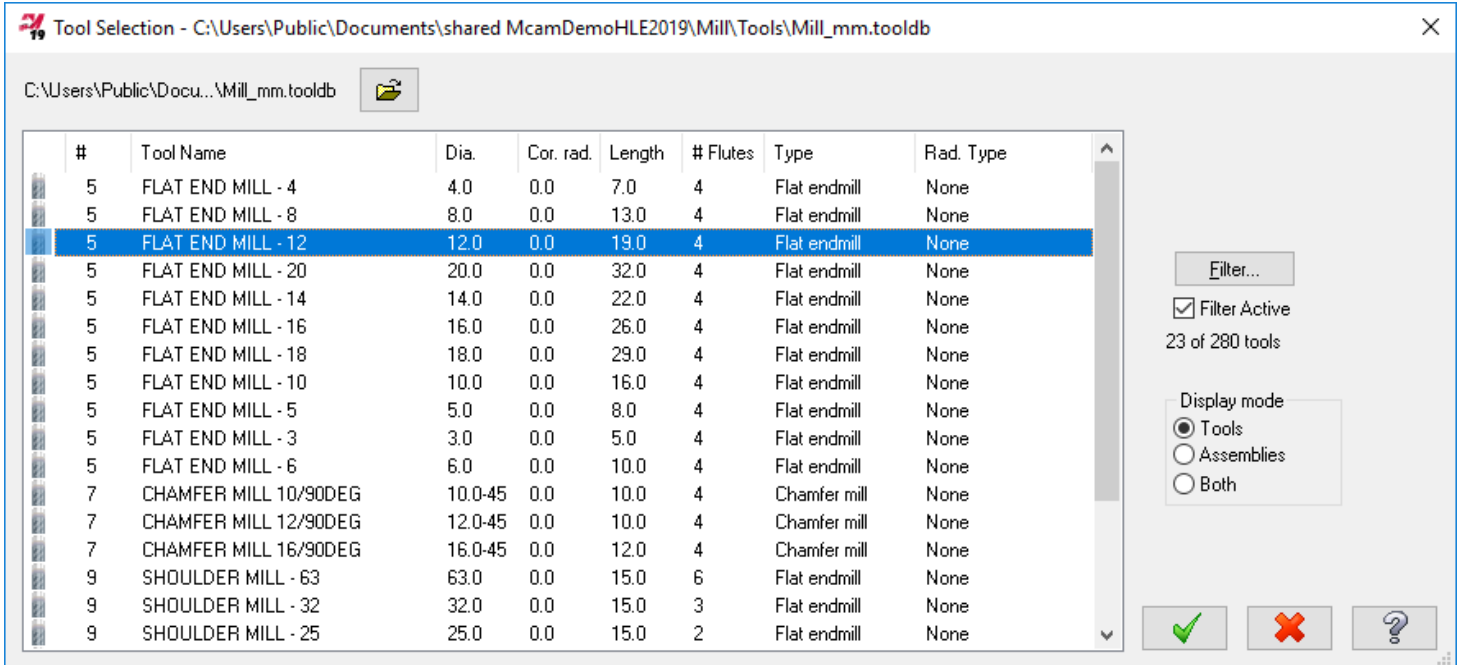



Darbības

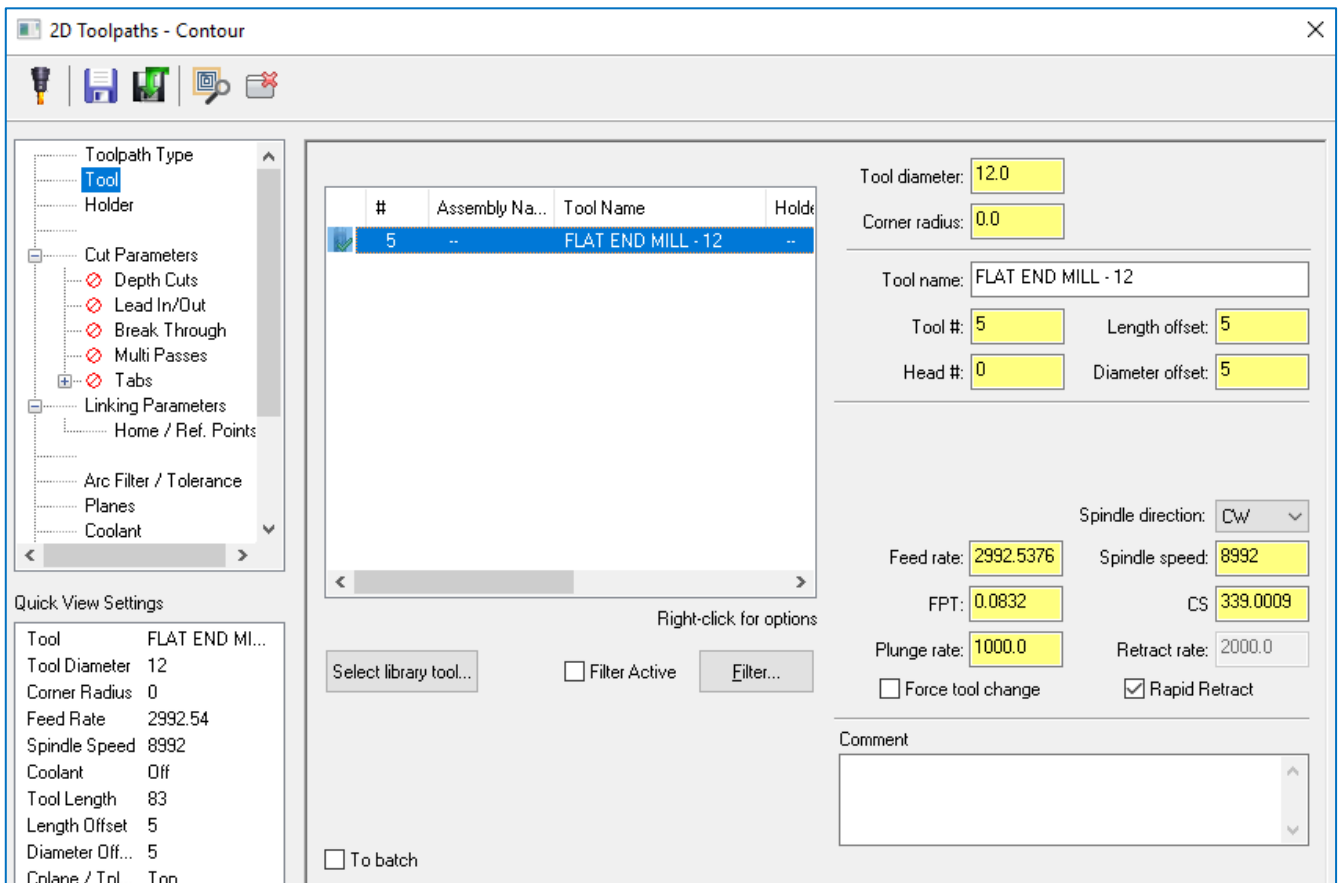
1. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool**, kā parādīts nākamajā attēlā.



2. Uzklīkšķiniet uz griezējinstrumenta bibliotēkas saraksta izkrītošās izvēlnes kreisajā augšējā stūrī.
3. Izvēlieties failu **Mill_mm.tooldb** un **Save**.
4. Ritinot instrumentu sarakstu, izvēlieties **12 flat end mill HSS** (ātrgriezējtērauds) gala frēzi ar plakānu galu, kā parādīts nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties . Griezējinstrumentu parādās griezējinstrumentu attēlojuma laukumā (skatīt nākamo attēlu).

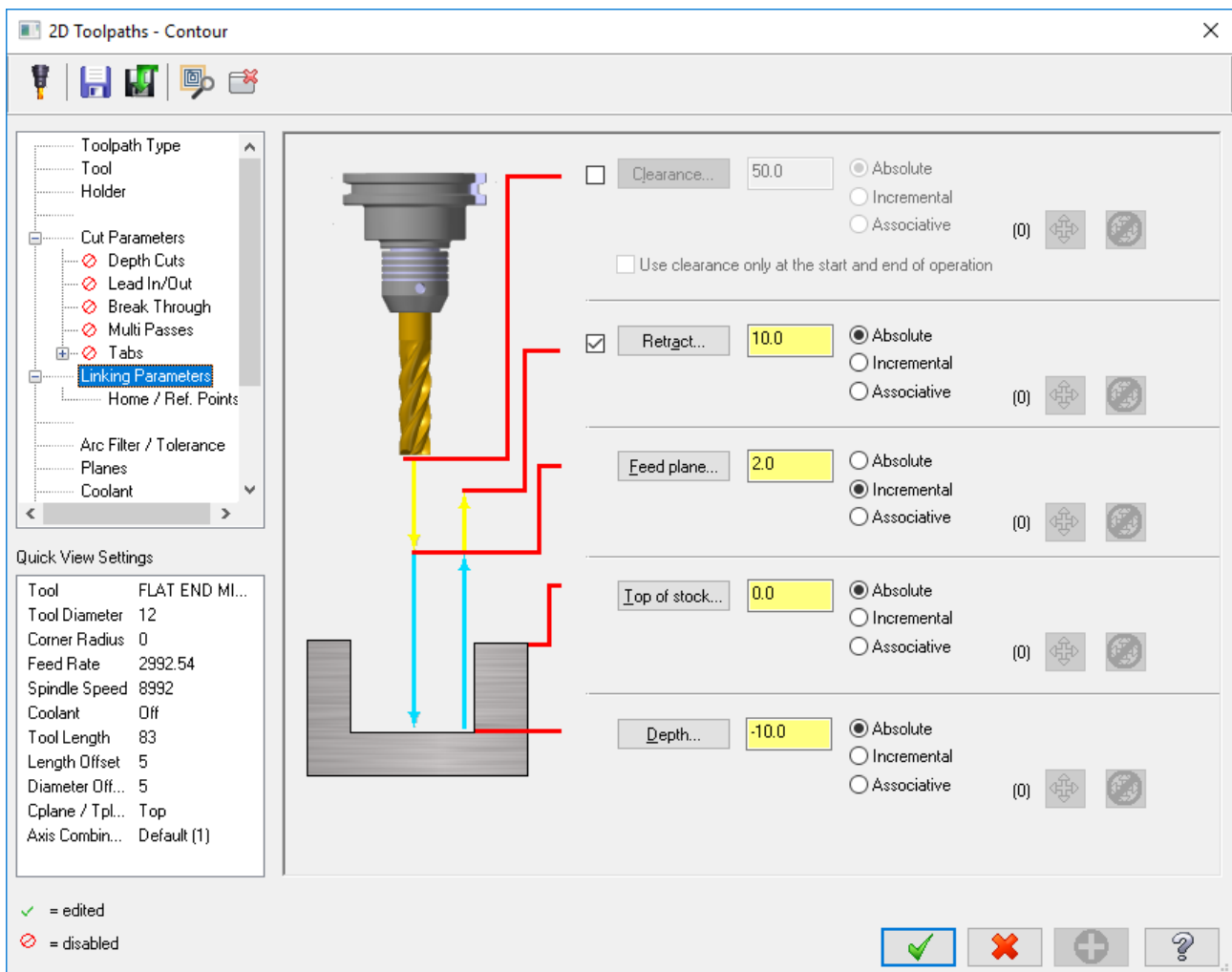


Instrumenta trajektorijas parametru ievadišana

Mastercam daudzos laukos automātiski ievieto noklusējuma vērtības. Šai instrumenta trajektorijai noklusējuma vērtības tiks lietotas visiem **Toolpath** parametriem, bet tiks rediģēti **Linking Parameters**.

Darbības

1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet **10** kā **Retract** augstumu.
3. Ievadiet **2** kā **Feed plane**.
4. Ievadiet **-10** kā **Depth**. Pārliecinieties, ka pārējie parametri sakrīt ar nākamo attēlu.




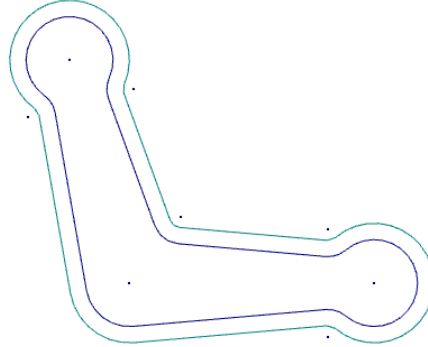
Iepriekšējā attēlā atspoguļotie parametri instruē griezējinstrumentu veikt vairākas kustības:

- ātri pārvietoties no izejas (mājas) novietojuma uz 10 mm virs instrumenta trajektorijas sākuma punkta (**Retract** augstums),
- ātri pārvietoties tieši uz leju līdz 2 mm virs sagataves (**Feed plane**),
- iegriezties sagatavē līdz dziļumam -10 mm. Tā kā **Feed plane** ir iestatīts uz 2 mm virs detaļas, kopējais iegriešanās garums ir 12 mm.

Uz **Cut parameters** lauka kompensācija (**Compensation**) ir iestatīta uz **Left**, griezējinstrumentu tiks novirzīts pa kreisi no detaļas ģeometrijas par tā rādiusa vērtību, tas ir, par 6 mm.

Kad griezējinstrumentu atgriežas sākuma punktā, tas ātri atvirzīsies uz **Retract** augstumu.

5. Izvēlieties , lai ģenerētu instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Piezīme. Atcerieties, ka tiešā režīma palīdzība satur aprakstu par katru lauku, pogu vai variantu uz katra dialoga lauka.

Instrumenta trajektorijas apskate ar zīmēšanu

Mastercam ir divas funkcijas, ko var lietot instrumenta trajektorijas un operāciju apskatei, un tādā veidā var pamanīt kļūdas, pirms veido NC programmu.

Šīs funkcijas ir:

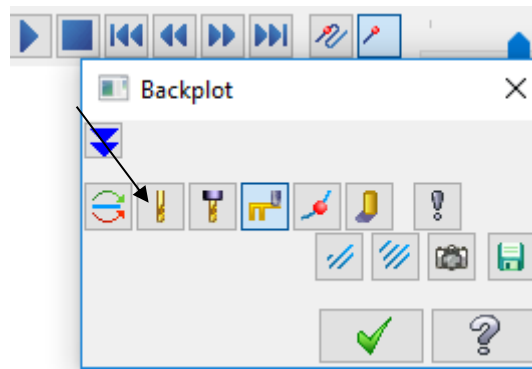
- **Backplot selected operations** – dod precīzu katras noteiktas griezējinstrumenta kustības izskatu,
- **Verify** – dod labāku skatu, kā tiek noņemts sagataves materiāls. Tā rādīs, kā zīmēt instrumenta trajektorijas.



Darbības

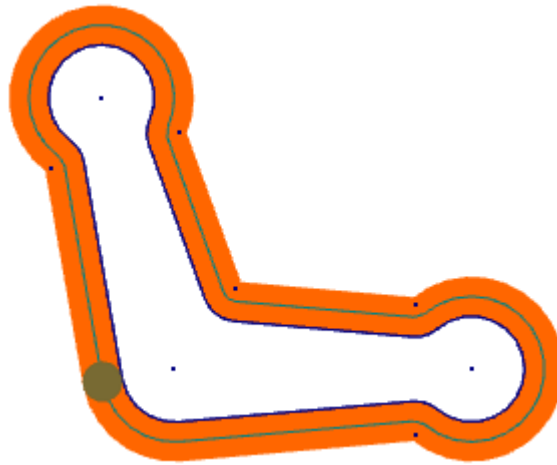
1. Izvēlieties **Backplot selected operations** (skatīt nākamo attēlu).



2. Iezīmējiet **Show tool** uz **Backplot** izvēlnes.




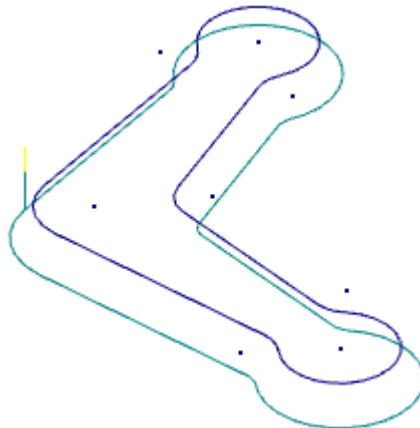
3. Izvēlieties  no **Backplot selected operations** izvēlnes vai nospiediet **Step forward**  atkārtoti. *Mastercam* soli pa solim ies pa instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.




4. Griezējinstrumenta kustību var aplūkot arī 3D. Izvēlieties **Isometric (WCS)** pogu no rīkjostas, lai redzētu detaļu izometriskā skatā.

5. Lai pielāgotu detaļu uz ekrāna, izvēlieties **Fit** pogu.

6. Nospiediet **Step forward**  atkārtoti, lai zīmētu visu instrumenta trajektoriju. Tagad iegriešanās un atvirzīšanās gājienus var redzēt skaidrāk. Ievērojiet, ka ātrie gājieni ir dzelteni un padeves gājieni ir gaiši zili.



7. Kad zīmēšana ir pabeigta, izvēlieties .

INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS IZMAINĪŠANA

Šajā vingrinājumā tiks rādīts, kā veikt izmaiņas detaļai vai instrumenta trajektorijai un automātiski reģenerēt operācijas. Šajā vingrinājumā tiks veiktas vairākas izmaiņas: instrumenta trajektorijas parametru maiņa, lai pievienotu ieejas un izejas gājienu, detaļas ģeometrijas izmaiņas, pārslēgšanas uz citu griezējinstrumentu. Pēc izmaiņu veikšanas instrumenta trajektorijas tiks nosūtītas uz NC failu.

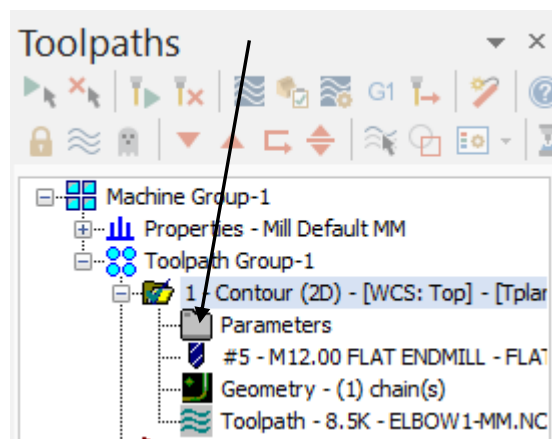
Ieejas un izejas gājienu pievienošana

Detaļai nepieciešams izmainīt veidu, kā griezējinstrumenti ievirzās materiālā. Iegriešanās tieši detaļā nav vēlama, jo paliks iezīmes aiz griezējinstrumenta pieskares punkta.

Šajā vingrinājumā tiks pievienoti instrumenta trajektorijas ieejas un izejas gājienu, lai izslēgtu pieskares iezīmes.

1. darbība

Izvēlies **Parameters** ikonu.




2. darbība

Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi.

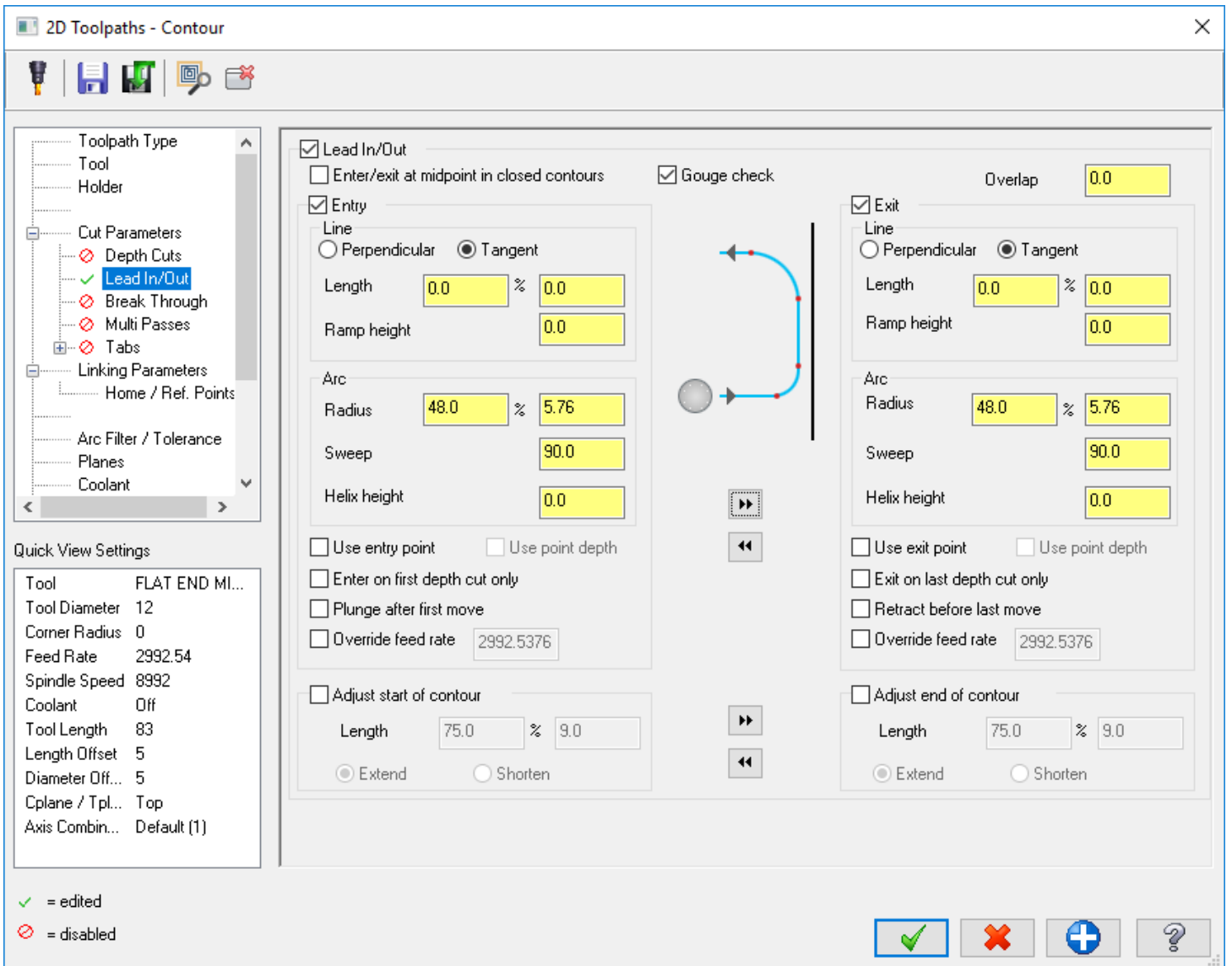
3. darbība

Lead In/Out dialoga lauks ļauj norādīt ieejas un izejas gājienu: vai nu taisnes, vai lokus, vai abu kombinācijas. Šai detaļai jālieto tikai loki, tādēļ ievadiet **0 Line-Length** laukā **Entry** sekcijā, lai atceltu taisnos gājienu. (Tiks izmantoti *Mastercam* noklusējuma loku izmēri.)

4. darbība

Izvēlieties  pogu, lai nokopētu **Entry** loku izmērus uz **Exit** sekciju. Pārliedzieties, ka iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu.


Taisnes garumu var ievadīt divējādi: var ierakstīt procentus no griezējinstrumenta diametra vai absolūto garumu. Kad ieraksta skaitļus vienā laukā, otrs automātiski atjauninās (lokiem **Radius** darbojas tāpat).

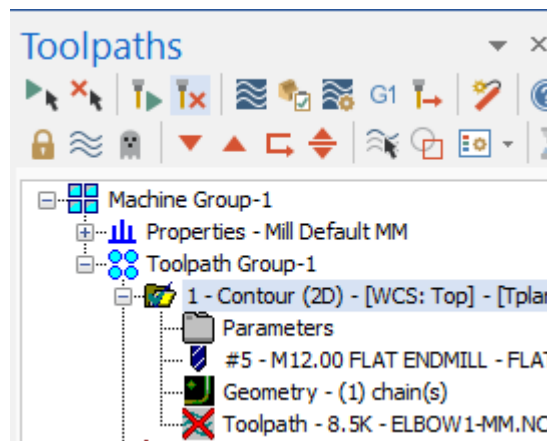


5. darbība

Izvēlieties .

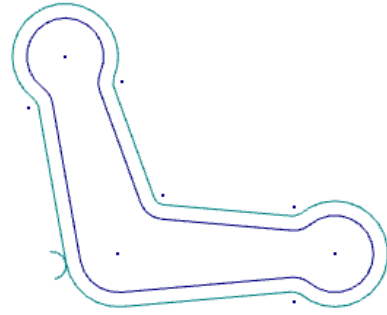
6. darbība

Parādās sarkans pārvilkts krusts X, kā parādīts nākamajā attēlā. Tas nozīmē, ka dažas detaļas instrumenta trajektorijā ir mainītas (šajā gadījumā tika pievienoti ieejas un izejas gājieni), un operācijas vajag ģenerēt atkārtoti. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations** pogu .



7. darbība

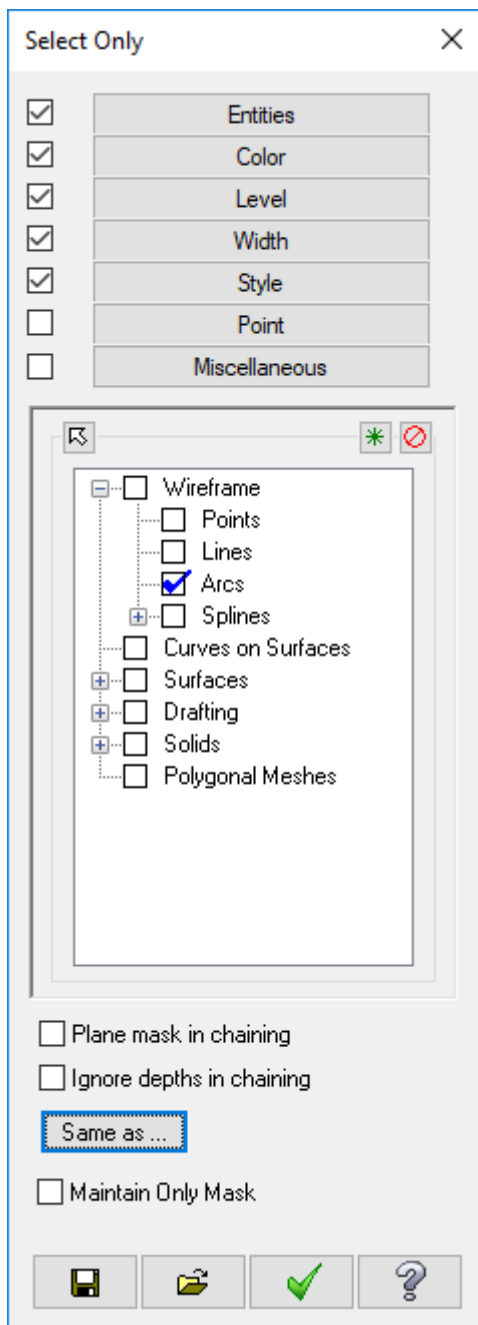
Izvēlieties **Top (WCS)** pogu no rīkjoslas. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Detaļas ģeometrijas maiņa


Šajā operācijā tiks veiktas konstrukcijas izmaiņas detaļā, mainot 10 mm rādiusa noapaļojumus uz 6 mm noapaļojumiem.

Darbības



1. Izvēlieties **Delete Entities**.

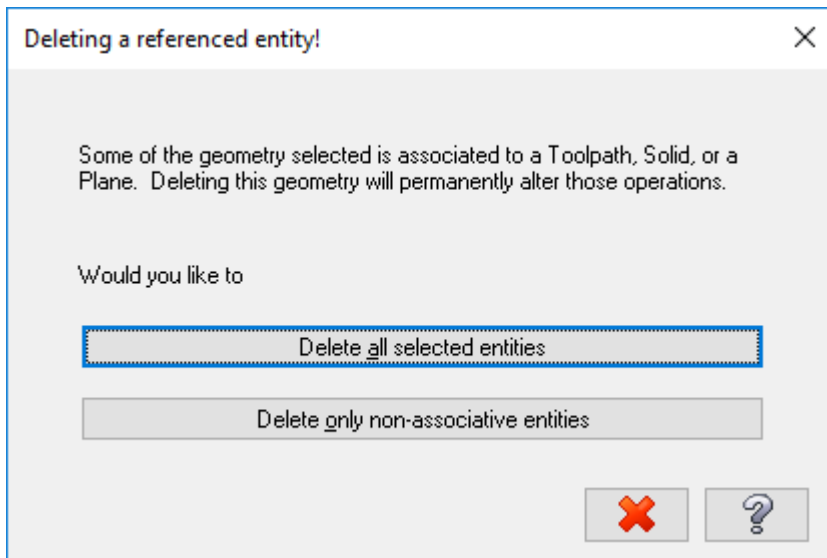
2. Izvēlieties **Select Only Advanced** pogu grafiskā lauka labajā malā augšpusē.

3. **Select Only** dialoga lauks ļauj noteikt, kura tipa elementus nodzēst. **Entities** sarakstā izvēlieties **Arcs** .

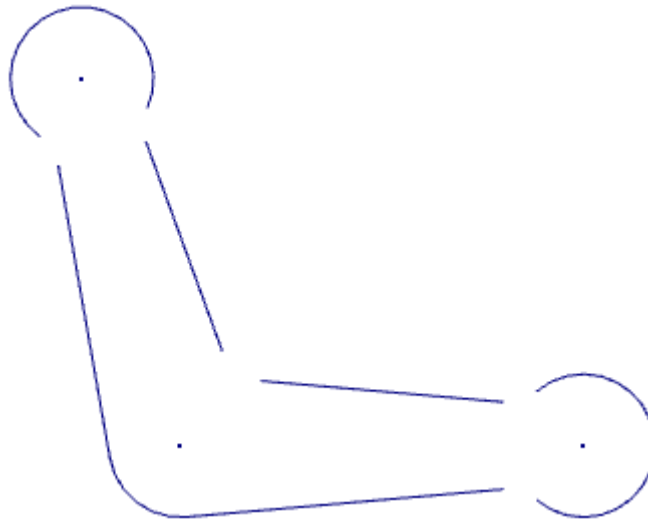
4. Izvēlieties **Same as**.

5. Izvēlieties jebkuru no 10 mm noapaļojumiem. *Mastercam* lieto šo masku, lai izvēlētos visus noapaļojumus un nodzēstu tos.

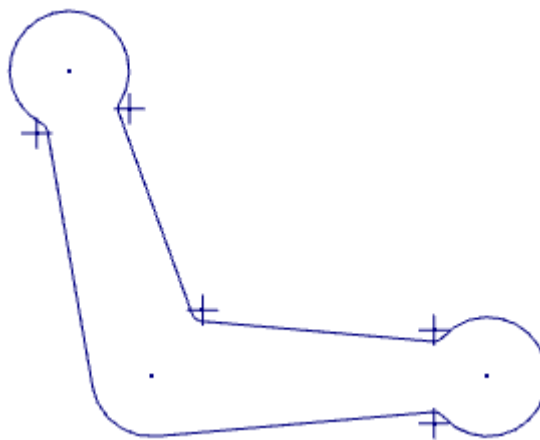
6. Izvēlieties .



7. Izvēlieties **Delete all selected entities** pie apstiprināšanas uzaicinājuma (skatīt attēlu blakus). Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.






8. Veidojiet 6 mm noapaļojumus visās spraugās. Ja neatceraties, kā veidot noapaļojumus, skatieties iepriekš. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

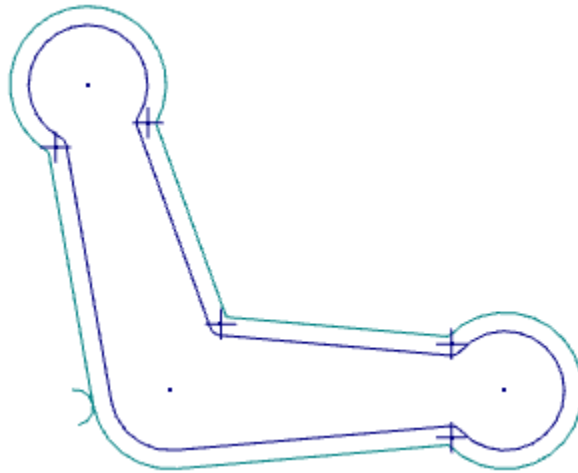


Griezējinstrumenta maiņa

Veidojot šīs detaļas instrumenta trajektoriju, tika izmantota 12 mm gala frēze. Tā kā noapaļojumi tagad ir mazāki, bet tiem jābūt ar tādu pašu rādiusu kā griezējinstrumentam, tāpēc pārslēdzieties uz mazāku griezējinstrumentu, lai var iegūt gludāku griezējinstrumenta kustību ap noapaļojumiem.

Darbības

1. Operāciju pārvaldnieka logā pa kreisi zem **Contour(2D)** operācijas nosaukuma izvēlieties **Parameters** ikonu.
2. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi.
3. Izvēlieties **Select library tool**.
4. Izvēlieties **10. flat endmill**, tad .
5. Izvēlieties  atkārtoti, lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.
6. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**  atkārtotai instrumenta trajektorijas ģenerēšanai ar jauno griezējinstrumentu un jauno ģeometriju. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



NC programmas veidošana

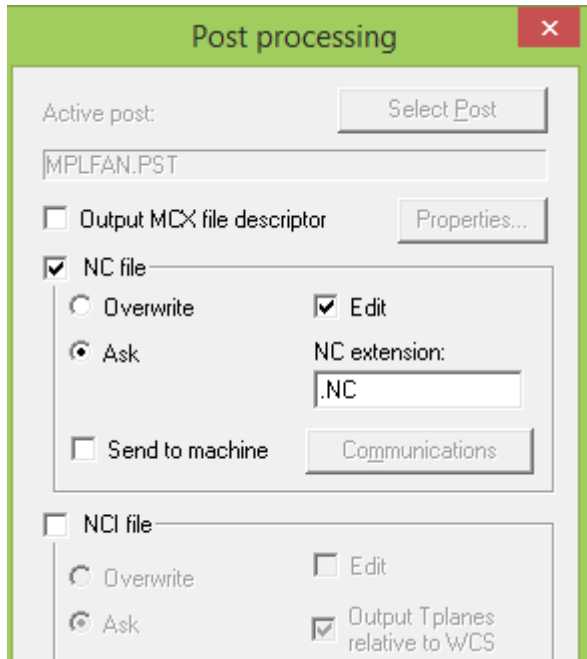
Lai apstrādātu detaļu uz programmvadības darbgalda, tam jādod programma tādā formātā, ko vadības sistēma var nolasīt. Darbību, kura veido šādu failu (NC programmu), sauc par apstrādi ar pēcprocesoru jeb postēšanu.

Kad fails tiek postēts, *Mastercam* palaiž speciālu programmu, ko sauc par pēcprocesoru, kurš nolasa šo *Mastercam* failu un veido NC programmu no tā. Oriģinālais *Mastercam* fails nemainās.

Darbības

1. Izvēlieties **Post selected operations** pogu .

2. Izvēlieties **NC file** iezīmju lauku, tad **Edit** variantu.



3. Izvēlieties **Ask** variantu (tas nozīmē, ka sistēma aicinās dot faila vārdu). Dialoga laukam jāsakrīt ar attēlu.



BRĪDINĀJUMS

Pirms palaižat NC programmu uz sava darbgalda, PĀRLIECINIETIES, ka tā tika veidota ar pareizu pēcprocesoru. Ja nav izmantots pareizais pēcprocesors, darbgalds var tikt salauzts un radīti nopietni bojājumi. NEPIEŅEMIET, ka pēcprocesors, kas parādīts šajos piemēros, ir savietojams ar Jūsu darbgald.

4. Izvēlieties .

5. Pēc aicinājuma ierakstiet faila vārdu. Ja vēlaties, varat pāriet uz citu mapi, pēc noklusējuma tas ir *emcam\Mill\Nci*. Izvēlieties **Save**, kad tam ir dots nosaukums.

Padoms. Pārbaudiet sava darbgalda vai vadības sistēmas dokumentāciju, lai redzētu, kādi failu nosaukumi ir pieļaujami. Piemēram, var būt ierobežojums izvēlēties to ar 8 vai mazāk simboliem.

6. Pēc faila saglabāšanas tā nosaukums parādīsies teksta rediģēšanas logā, tādējādi to var caurskatīt vai veikt izmaiņas, kā parādīts nākamajā attēlā.

Pēcprocesori ir saistoši darbgaldam un tā vadības sistēmai. Kad tika instalēts *Mastercam*, izvēlējāties noklusējuma pēcprocesoru. Pašreizējais pēcprocesors ir norādīts zem **Active Post**. Ja nepieciešams, varat izvēlēties citu, klikšķinot uz **Select Post**.

Mastercam X Editor - [D:\MILL\NC

File Edit View NC Functions Bookmarks Project Compare Communications Tools Window Help

New [Icons]

Mark All Tool Changes Next Tool Goto Previous Tool

Project Explorer

```

O0000
  (PROGRAM NAME - ELBOW-MM )
  (DATE=DD-MM-YY - 03-02-15 TIME=HH:MM - 11:48 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
  ( 12. FLAT ENDMILL TOOL - 221 DIA. OFF. - 221 LEN. - 221 DIA. - 12. )
N104 T221 M6
N106 G0 G90 G54 X26.009 Y87.94 A0. S0 M5
N108 G43 H221 Z50.
N110 Z10.
N112 G1 Z-5. F3.
N114 X37.826 Y90.024
N116 G3 X47.56 Y103.925 R11.999
N118 G1 X41.786 Y136.671
N120 G3 X40.178 Y139.226 R4.
N122 G2 X65.822 Y174.982 R22.001


```

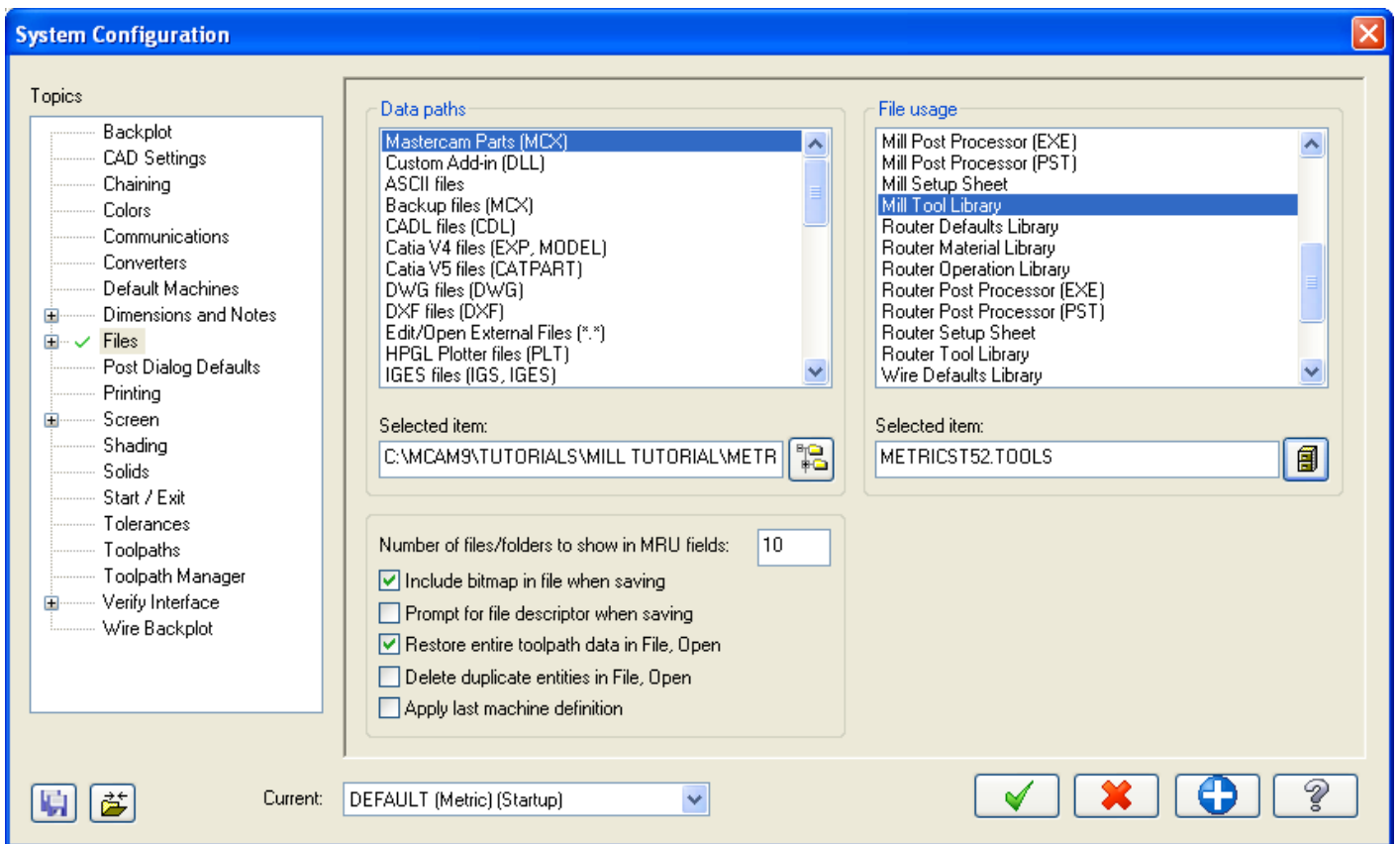
7. Aizveriet **Mastercam Editor** logu, lai atgrieztos uz *Mastercam*. Saglabāriet failu.

Noklusējuma griezējinstrumentu bibliotēkas iestatīšana

Atlikušajiem vingrinājumiem šajā mācību līdzeklī tiks izmantoti griezējinstrumenti no **METRICST52.TOOLS** griezējinstrumentu bibliotēkas, ko izvēlējāties agrāk. Šajā operācijā veidosiet šo noklusējuma griezējinstrumentu bibliotēku, tādēļ to nevajadzēs pastāvīgi izvēlēties no jauna.

Darbības

1. Izvēlieties **File, Configuration**.
2. Izvēlieties **Files** dialoga lappusi.
3. Izvēlieties **Mill Tool library** no **File usage** saraksta.
4. Pārliecinieties, ka **METRICST52.TOOLS** parādās uz **Selected item** lauka, kā parādīts nākamajā attēlā. Ja tas tā nav, izvēlieties **File** pogu  un tad vajadzīgo bibliotēkas failu.



5. Izvēlieties ikonu **Save As** (pa kreisi apakšā), lai saglabātu iestatījumus konfigurācijas failā.

6. Fails, kurā tie tiks saglabāti, ir parādīts uz **Current** lauka, **DEFAULT (Metric) (Startup)**. Izvēlieties **Save**.

7. Izvēlieties **Yes**, kad jautā, vai vēlaties rakstīt virsū pašreizējam failam (**overwrite**).

8. Izvēlieties .

Tagad ir aplūkoti visi galvenie detaļas veidošanas etapi un operācija tās apstrādei. Nākamajā praktiskajā darbā tiks izmantota šajā praktiskajā darbā izveidotā vienkāršā operācija kā pamatbloks sarežģītākām operācijām.

20. PRAKTISKAIS DARBS – OPERĀCIJU KOPĒŠANA UN PĀRVEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt atklātas kontūras frēzēšanas operāciju projektēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gala apstrādes un daudzu gājienu rupjās apstrādes operāciju veidošana. ▪ Stūra nošķelšanas operācijas veidošana. ▪ Spoguļattēla veida operācijas kopijas veidošana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot atklātas kontūras frēzēšanas operācijas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā tests9.emcam urbumu galos veidot iegremdējumu 45° leņķī. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kā veido vairāku detaļu apstrādi ar vienu instrumenta trajektoriju?

DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā varēs apgūt, kā lietot vienkāršu instrumenta trajektoriju, kas tika izveidota iepriekšējā praktiskajā darbā, kā pamatbloku sarežģītākām operācijām.

Darbā tiks izmantota 19. praktiskā darba beigās saglabātā detaļa. Ja tā netika pabeigta, izmantojiet failu *jauna_svira.emcam* no savas darba mapes.

RUPJĀS UN GLUDĀS APSTRĀDES GĀJIENU VEIDOŠANA

19. praktiskajā darbā izveidotajai 2D kontūrveida instrumenta trajektorijai ir tikai viens griešanas gājiens. Ar to tiek noņemts pārāk daudz materiāla, tāpēc detaļu nepieciešams rupji apstrādāt vairākos gājienos ar lielāku griezējinstrumentu. Detaļa tiks pabeigta ar atsevišķu gala apstrādes operāciju.

Operāciju kopēšana

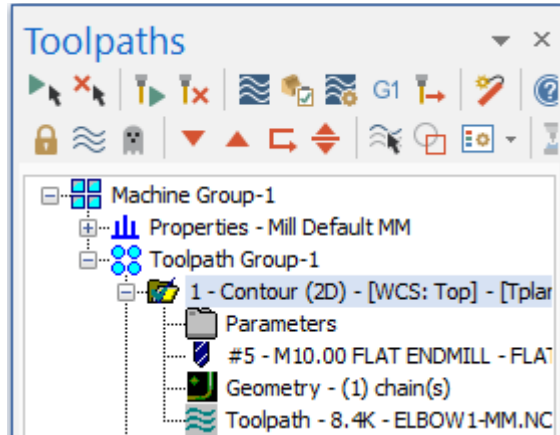
Lai veidotu atsevišķas operācijas rupjajai apstrādei un gala apstrādei ar minimālo soļu skaitu, kopēsiet pašreizējo 2D kontūrveida operāciju, pēc tam rediģēsiet parametrus katrai kopijai.

1. darbība

Ja nepieciešams, atveriet 19. praktiskā darba beigās saglabāto detaļas failu. Ja darbs netika pabeigts, izvēlieties **File, Open** no izvēlnes un savā darba mapē atveriet failu *jauna_svira.emcam*.

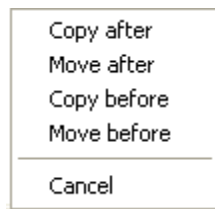
2. darbība

Operāciju pārvaldnieka logā ar labo peles pogu uzklikšķiniet uz **Contour(2D)** ikonas un novelciet to zemāk par NC ikonu.

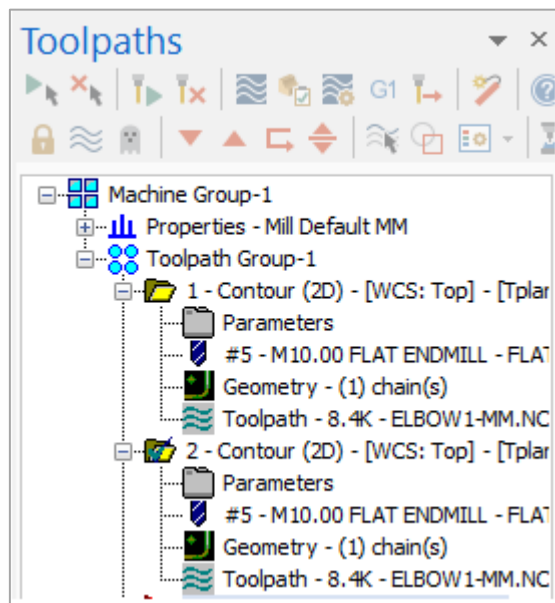


3. darbība

Atlaidiet peles pogu un izvēlieties **Copy after**.



Parādās operācijas kopija (skatīt nākamo attēlu).

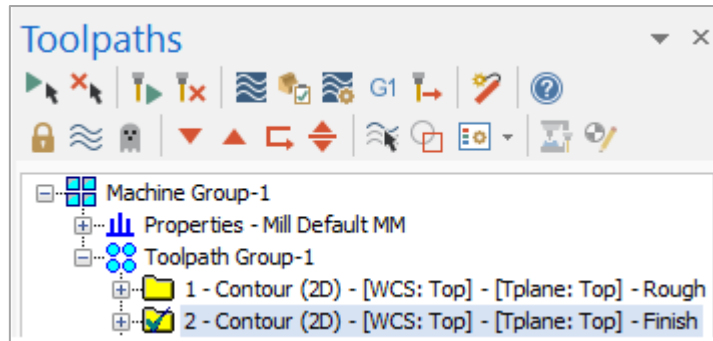


4. darbība

Uzklīkšķiniet uz pirmās operācijas nosaukuma, kamēr tā izgaismojas redīgēšanai, un ierakstiet jaunu nosaukumu: **Rough**.

5. darbība

Atkārtojiet šo darbību arī otrajai operācijai un ierakstiet jaunu nosaukumu: **Finish**. Operācijām jāizskatās kā nākamajā attēlā.

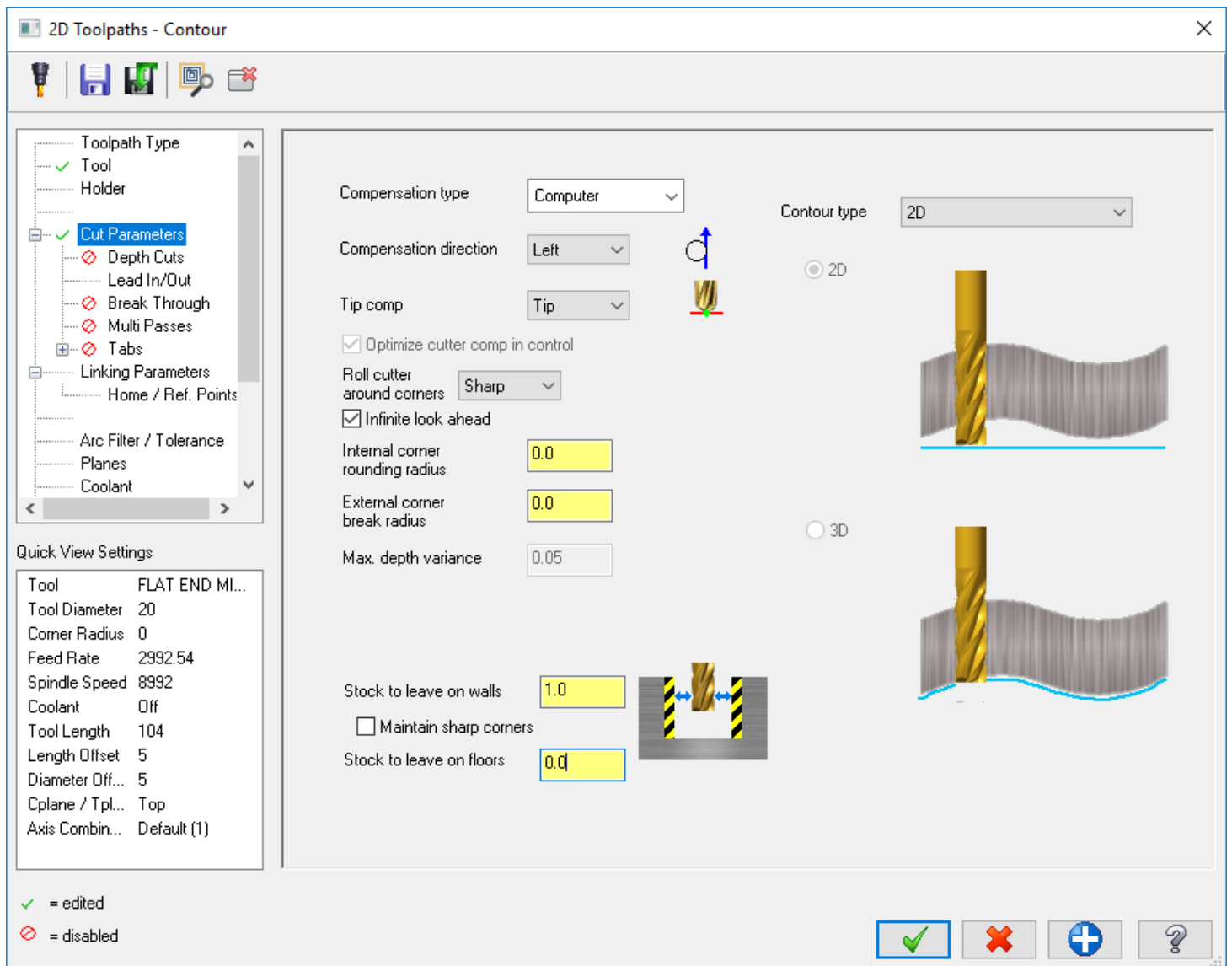


Rupjās apstrādes parametru iestatīšana

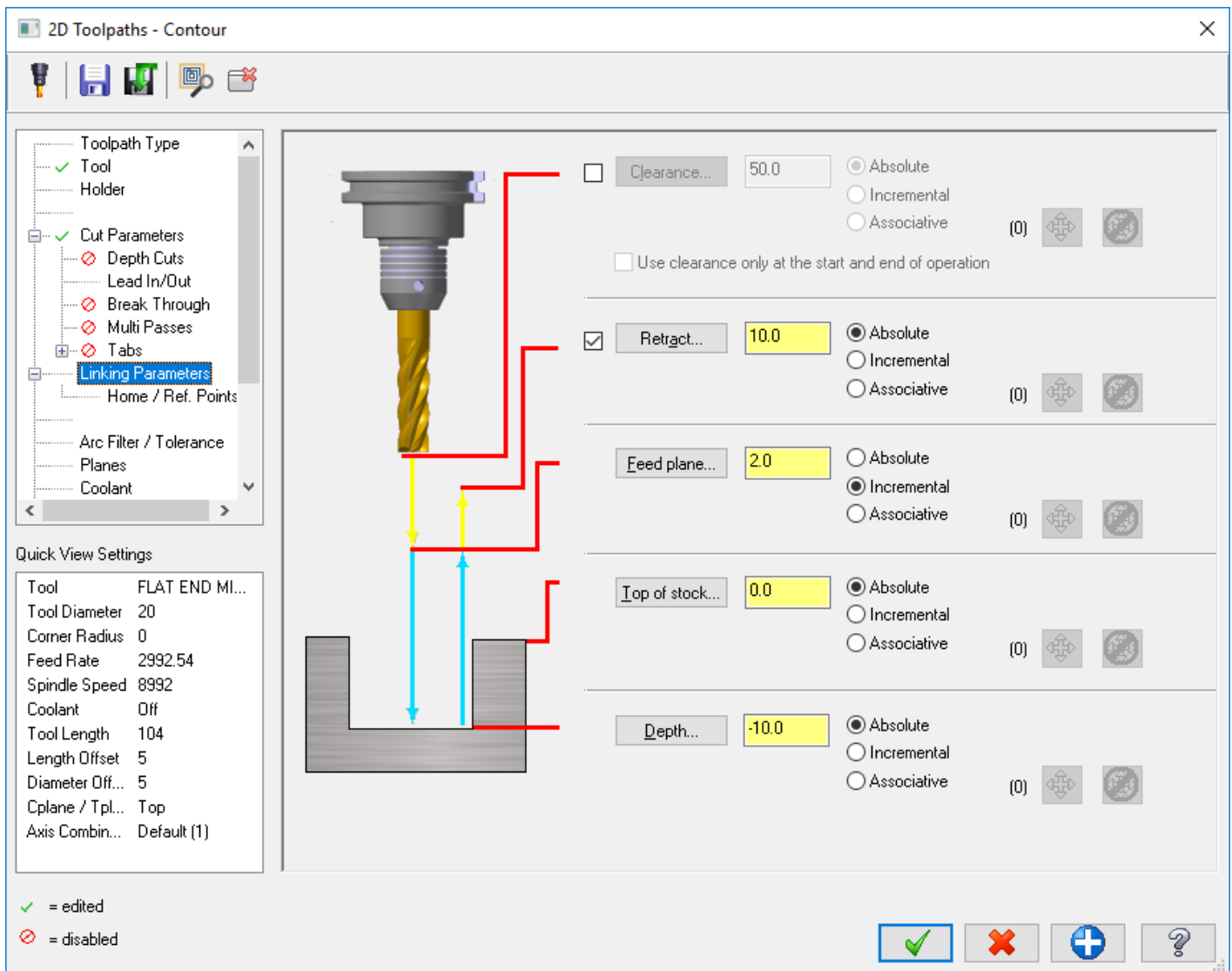
Lai padarītu pirmo operāciju par patiesi rupjās apstrādes operāciju, izvēlieties tai lielāku griezējinstrumentu un nosakiet vairākus gājienu.

Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem **Rough** operācijas.
2. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi.
3. Uzklīkšķiniet uz **Select library tool**.
4. Izvēlieties **20 flat endmill**, tad .
5. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.
6. Tā kā šis ir rupjās apstrādes gājiens, daļa no sagataves jāatstāj beigu apstrādes operācijai. **Stock to leave on walls** laukā ievadiet **1**. Griešanas parametriem (**Cut Parameters**) jāsakrīt ar nākamo attēlu.

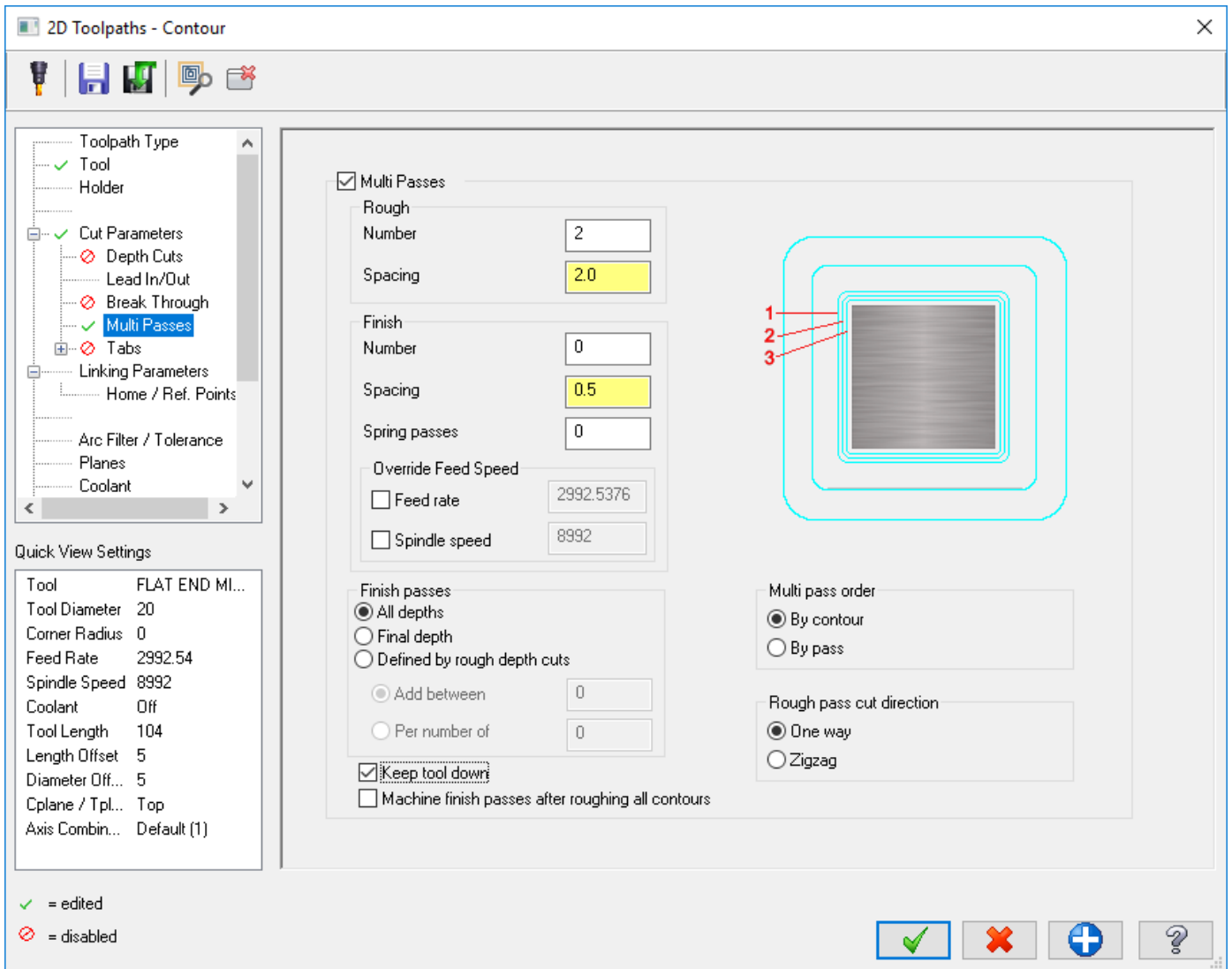


Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi. Ievadiet parametrus, kā parādīts nākamajā attēlā.



7. Izvēlieties **Multi passes** dialoga lappusi un iezīmju lauku.


8. Ievadiet **2** kā **Number of Roughing passes** un izvēlieties **Keep tool down**. Pārējām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

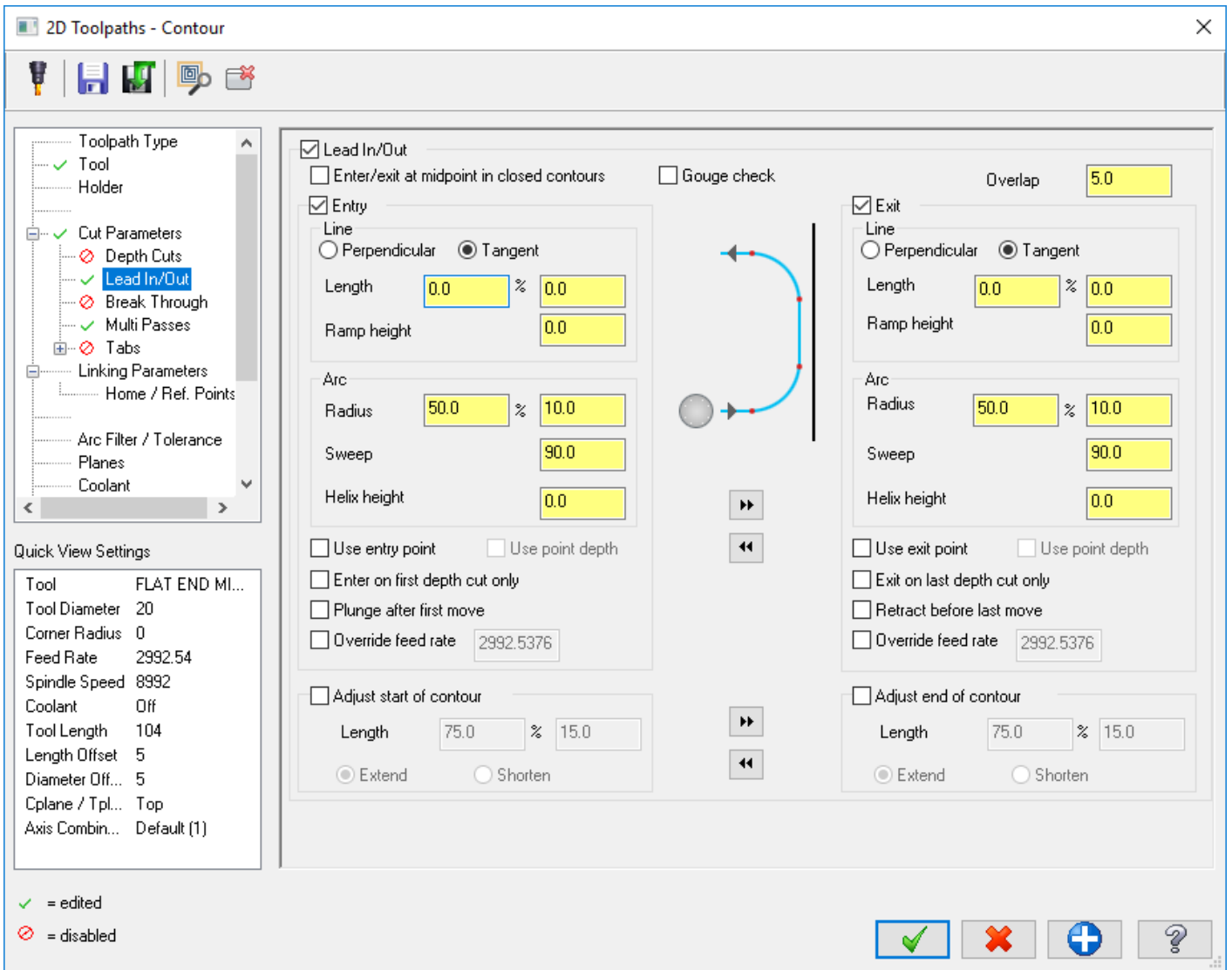



9. Izvēlieties **Lead In/Out**.

10. Ievadiet **5** kā **Overlap** vērtību. Tas nozīmē, ka ieejas un izejas loki pārklāsies pār šo atstatumu.

11. Izmainiet **Entry Arc-Radius %** uz **50**.

12. Izvēlieties  pogu, lai nokopētu iestatījumus arī **Exit** sekcijai. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



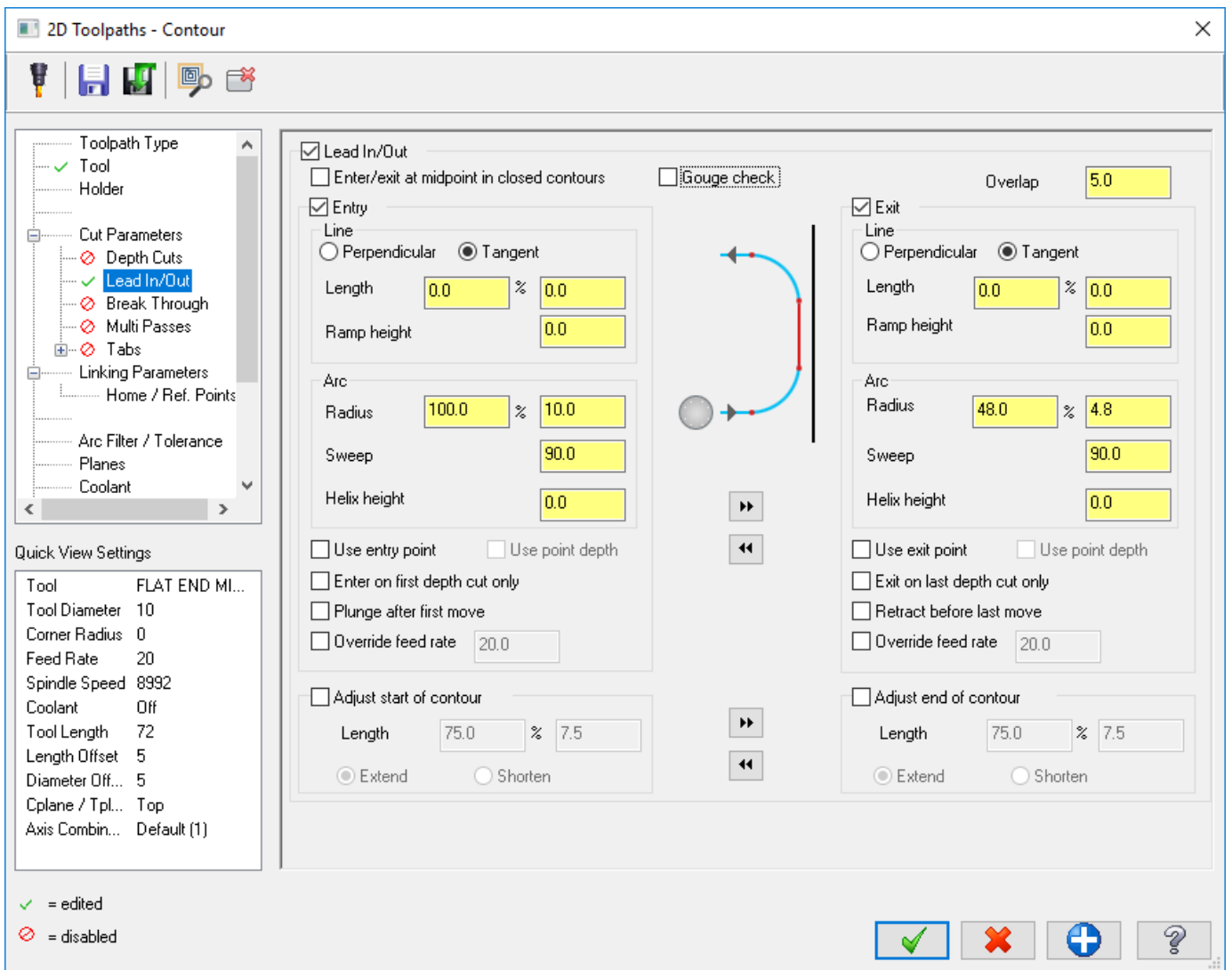
13. Izvēlieties .

Beigu apstrādes parametru iestatīšana

Tā kā otrā operācija būs beigu apstrādes operācija, paturiet oriģinālo griezējinstrumentu, bet lietojiet mazāku padevi. Tiks mainīti arī ieejas/izejas gājieni, tiem būs tā pati pārsegšanās kā rupjās apstrādes griezumjiem.


Darbības

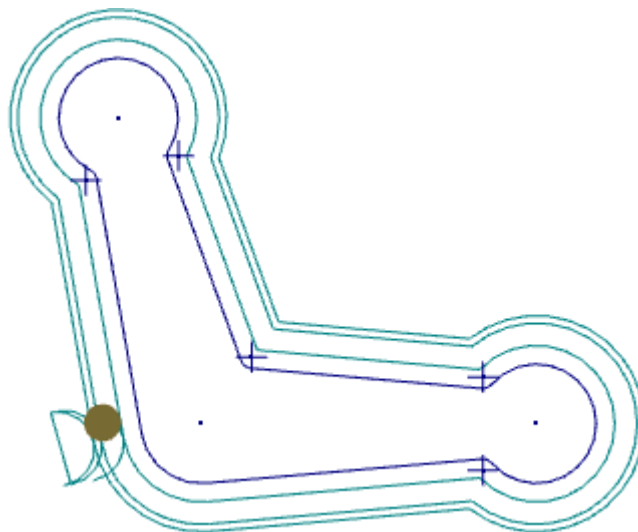
1. Operāciju pārvaldnieka logā zem **Finish** operācijas izvēlieties **Parameters** ikonu.
2. Izvēlieties **To ol** dialoga lappusi.
3. Ievadiet **20** kā **Feed rate**.
4. Izvēlieties **Lead In/Out**.
5. Ievadiet **5** kā **Overlap** vērtību. Pārliedzinieties, ka citas vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.



6. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

7. Izvēlieties **Select all operations** .

8. Izvēlieties **Regenerate all selected operations** , lai no jauna ģenerētu abas operācijas ar jaunajiem parametriem. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Jauno instrumenta trajektoriju zīmēšana

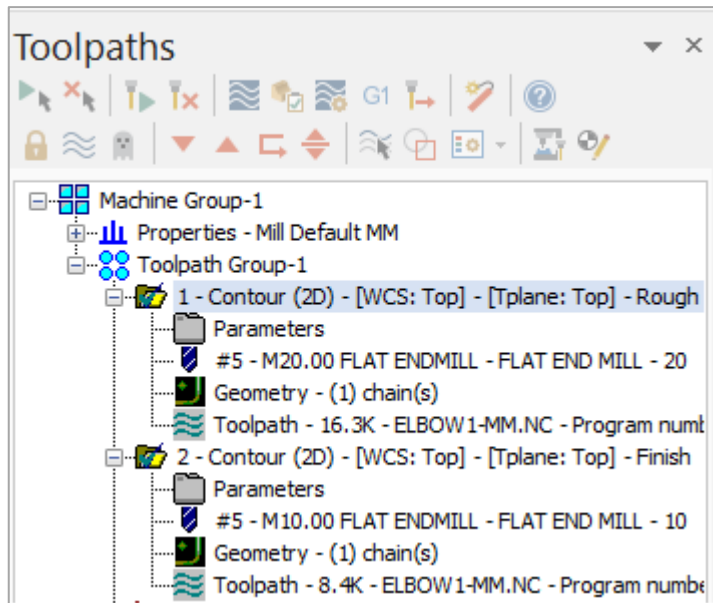
Darbības


1. Izvēlieties **Backplot selected operations**. Pārliecinieties, ka abas operācijas ir joprojām izvēlētas, kā parādīts nākamajā attēlā.



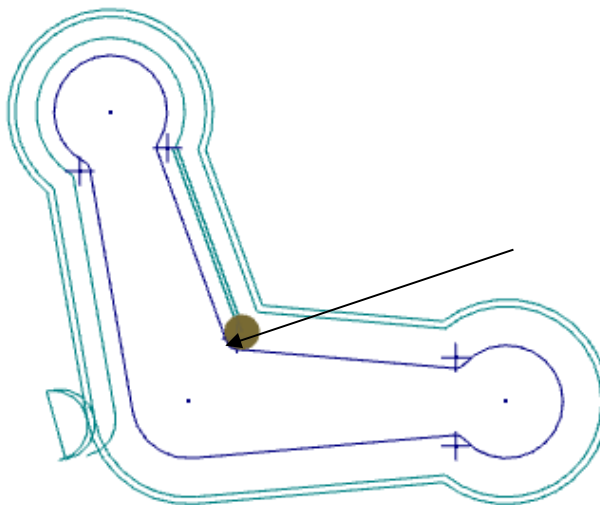
PIEZĪME


Zilās iezīmes norāda, kuras operācijas ir izvēlētas.



2. Spiediet **Step forward** , lai soli pa solim ietu pa instrumenta trajektoriju. Pievērsiet uzmanību, kā sagataves materiāls pēc katra gājiena tiek aizvākts un kā beigu apstrādes griezējinstrumenti iztīra laukumus, kurus rupjās apstrādes griezējinstrumenti nevar sasniegt.

Nākamais attēls rāda momentattēlu pa vidu noslēdzošai beigu apstrādes operācijai. Var redzēt sagataves daļu, ko ir atstājusi rupjās apstrādes operācija un ka beigu apstrādes operācija griež tieši līdz projektā paredzētajam izmēram.



3. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta.

4. Izvēlieties **File, Save As** un saglabājiet failu savā darba mapē kā *svira2.emcam*.

KONTŪRAS STŪRU NOŠĶELŠANA

Tālāk kontūrai nepieciešams pievienot nošķeltu stūri. *Mastercam* dod kontūrveida instrumenta trajektorijas variantus, kas ļauj viegli veidot nošķeltu stūri, norādot dažus vienkāršus izmērus. Šajā vingrinājumā tiks veidota atsevišķa operācija stūra nošķelšanai, izmantojot nošķeltu stūru apstrādes griezējinstrumentus.

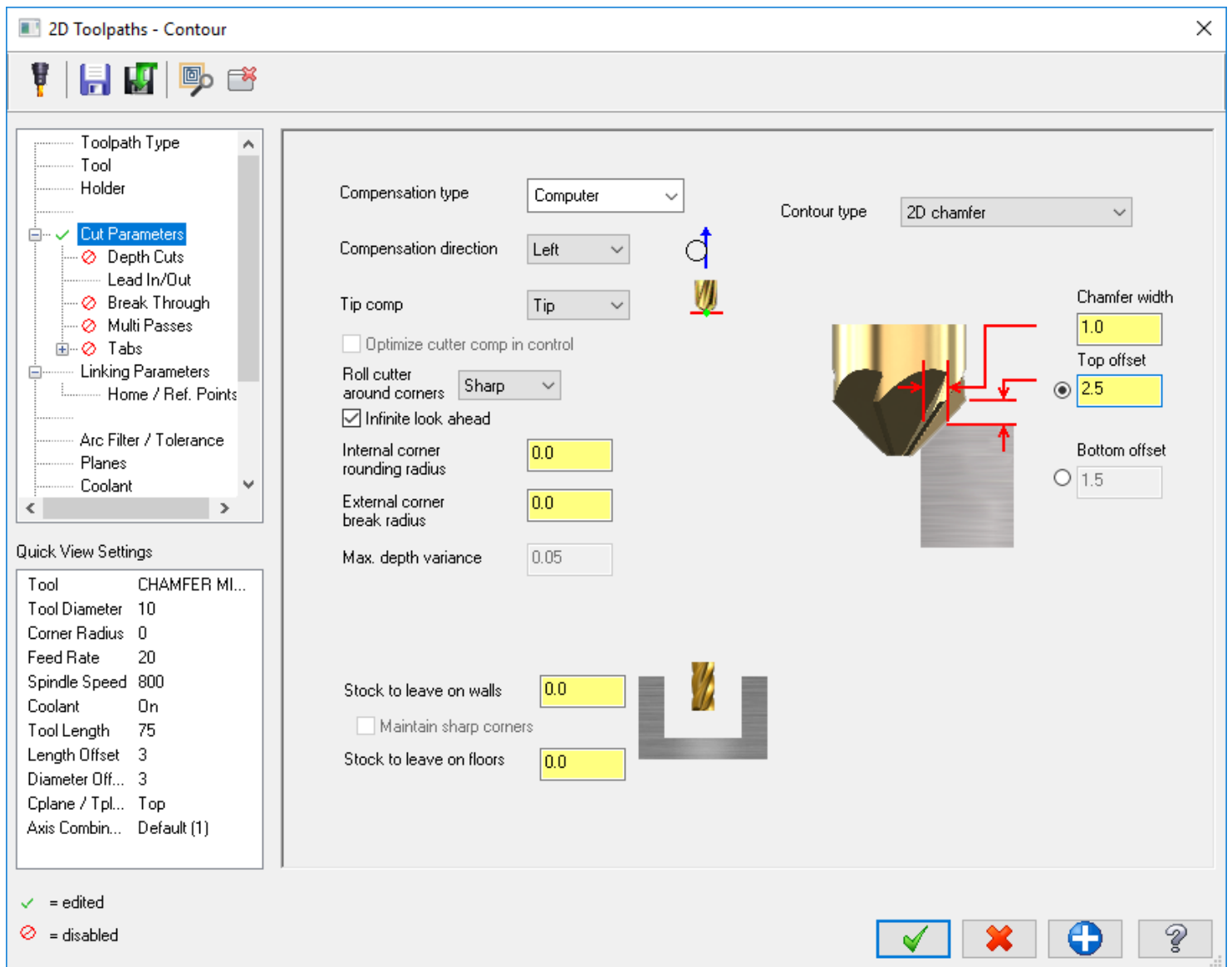
Nošķeltu stūru operācijas veidošana

Tāpat kā iepriekšējā vingrinājumā gala apstrādes operācija tika veidota, kopējot esošu operāciju un mainot tās parametrus, tagad tāpat tiks veidota arī nošķeltu stūru operācija.

Sagataves materiālu, kas palicis pēc rupjās apstrādes operācijas, beigu apstrādes griezējinstrumentis nogriezīs tieši līdz detaļas izmēriem.

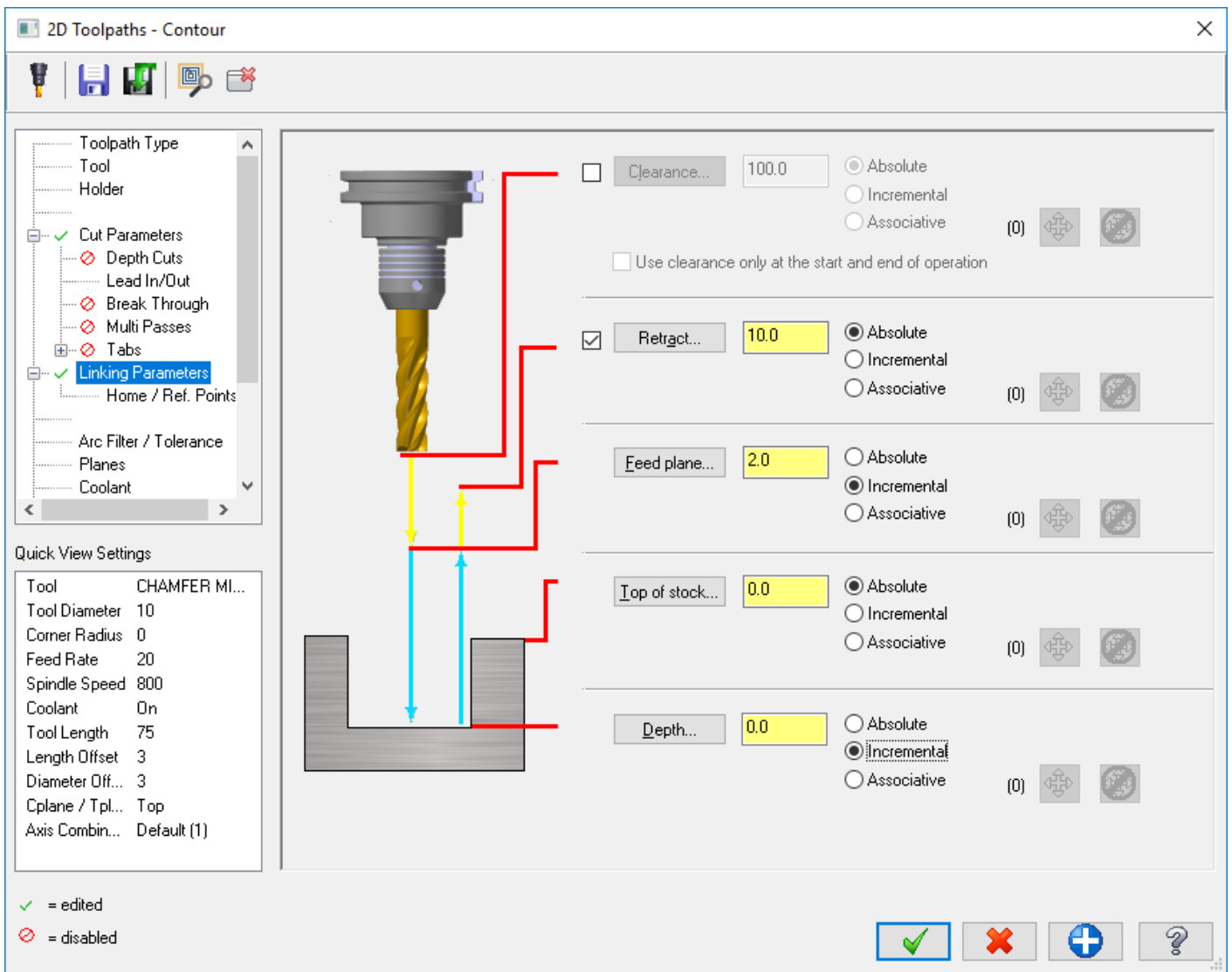
Darbības

1. Operāciju pārvaldnieka logā pa kreisi nokopējiet **Finish** operāciju un dodiet kopijai nosaukumu **Chamfer**. (Ja neatceraties, kā to darīt, skatieties vingrinājumā "Rupjās un gludās apstrādes gājienu veidošana".)
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem jaunās **Chamfer** operācijas.
3. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi.
4. Griezējinstrumentu bibliotēkā izvēlieties **10. Chamfer mill**.
5. Izvēlieties **Cut parameters** lappusi.
6. **Contour type** sarakstā izvēlieties **2D chamfer**.
7. Ievadiet **1** kā **Width** un **2.5** kā **Tip offset**. Izvēlētajam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



8. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

9. Ievadiet **0.0** kā **Depth** un izvēlieties **Incremental**. Faktisko griešanas dziļumu, ko panāk ar nošķeltu stūru frēzi, nosaka platums un instrumenta virsotnes nobīde (**tip offset**), kas tika ievadīta 8. darbības solī. Kontūras iestatījumiem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



10. Izvēlieties .

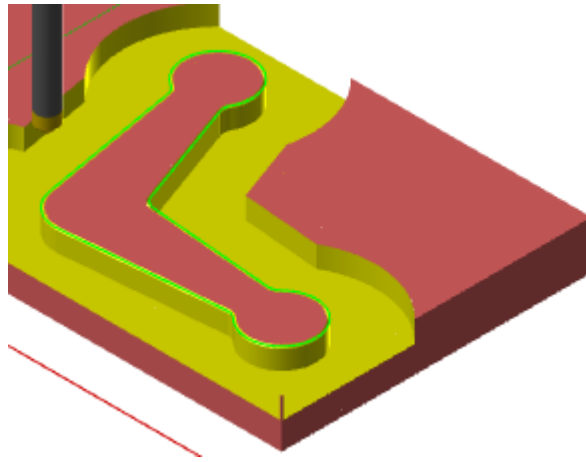
11. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai izveidotu instrumenta trajektoriju.

Verify īpašības lietošana sagataves noņemšanas apskatei

Iepriekšējos vingrinājumos, lai apskatītu instrumenta trajektorijas kustību, tika izmantota **Backplot selected operations** funkcija. Šajā vingrinājumā **Backplot selected operations** vietā no operāciju pārvaldnieka tiks izmantota **Verify** funkcija. Šī funkcija dos labāku 3D detaļas attēlu.

Darbības

1. Izvēlieties **Select all operations**, lai var pārbaudīt visas operācijas.
2. Izvēlieties **Verify selected operations**.
3. Izvēlieties **Play(R)** pogu. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties  pogu uz **Verify** loga, lai pabeigtu **Verify** sesiju.

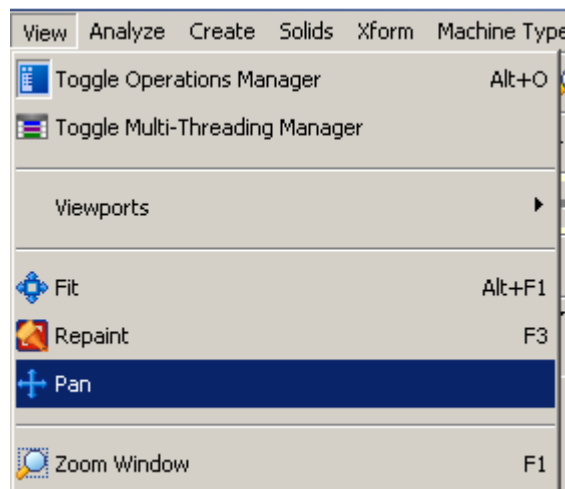
DETAĻAS UN INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS SPOGUĻATTĒLA VEIDOŠANA

Uzkonstruētai detaļai nepieciešams izgatavot divas versijas – vērstas pa kreisi un pa labi. Darbu var paveikt, veidojot detaļas un instrumenta trajektorijas spoguļattēlu. Tas ļauj paturēt oriģinālās instrumenta trajektorijas parametrus un apstrādes virzienu visām operācijām, nodrošinot, ka detaļas dublikātam būs identiska gala apstrāde un tādi paši izmēri kā oriģinālam.

Detaļas spoguļattēla veidošana

Darbības

1. Nospiediet [**Page Down**] taustiņu vairākas reizes, lai samazinātu skatu uz detaļu.
2. Izvēlieties **View, Pan** no izvēlnes.



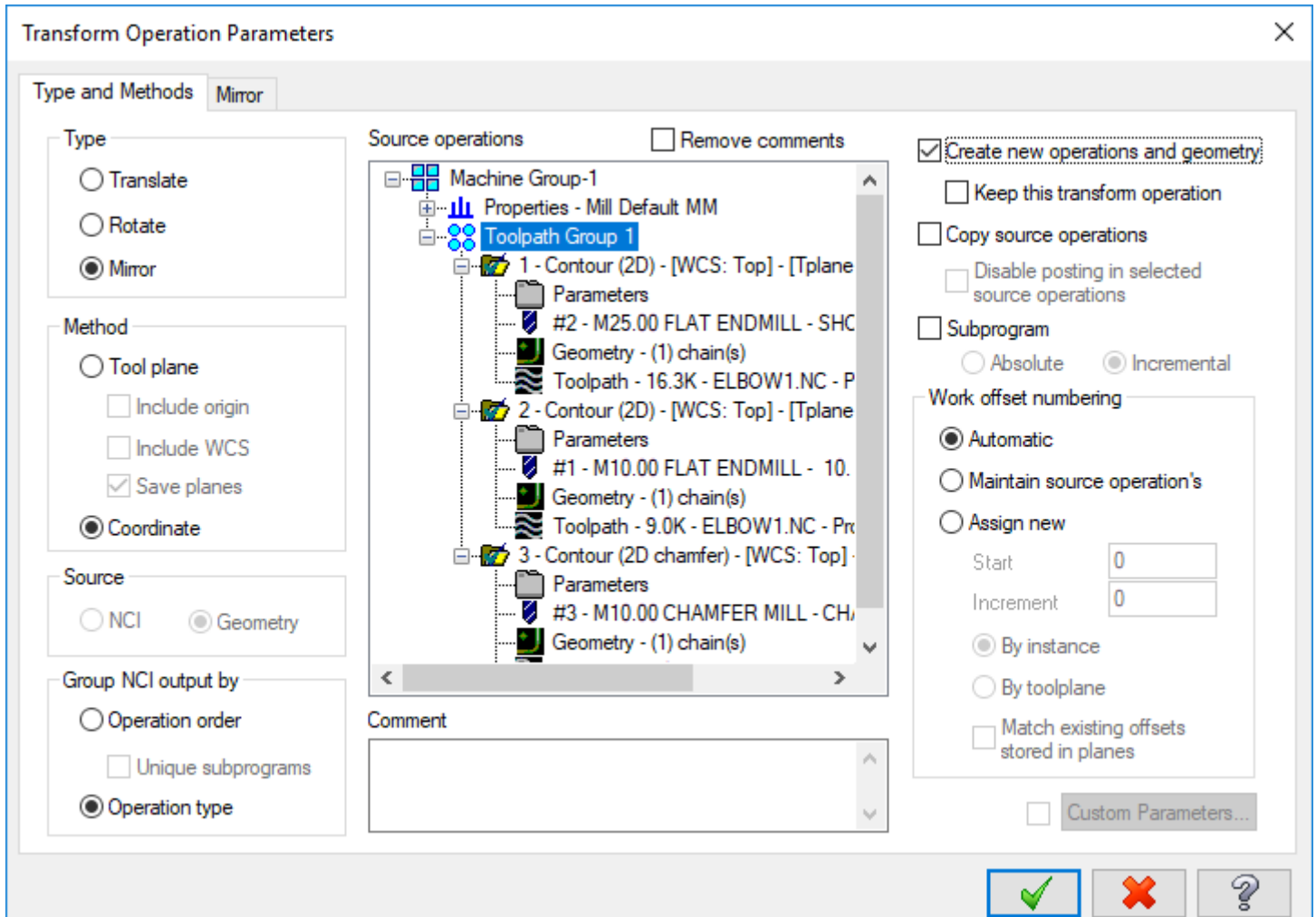
3. Uzklīkšķiniet un velciet peli pa labi, līdz detaļa ir ekrāna labajā malā.
4. Uzklīkšķiniet atkārtoti, lai izietu no dinamiskās pārbīdes.
5. Nospiediet [**F9**], lai attēlotu koordinātu asis.

6. Izvēlieties **Toolpath Transform**.

7. Izvēlieties **Toolpaths Group 1**. Tiek izvēlētas visas operācijas.

8. Pie **Type** izvēlieties **Mirror**.

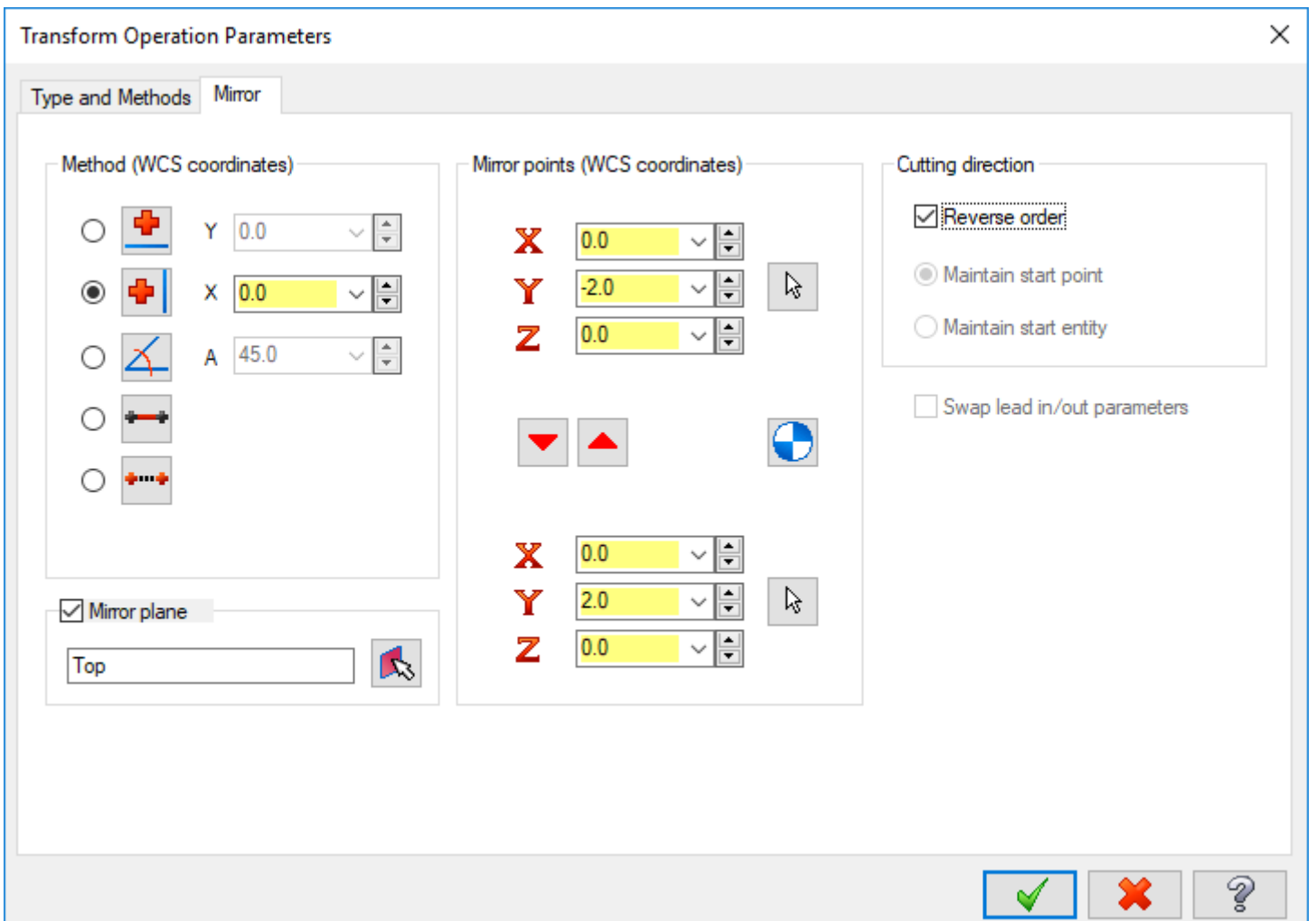
9. Lauka labajā malā izvēlieties **Create new operations and geometry**. Pārliecinieties, ka izvēlētais sakrīt ar nākamo attēlu.




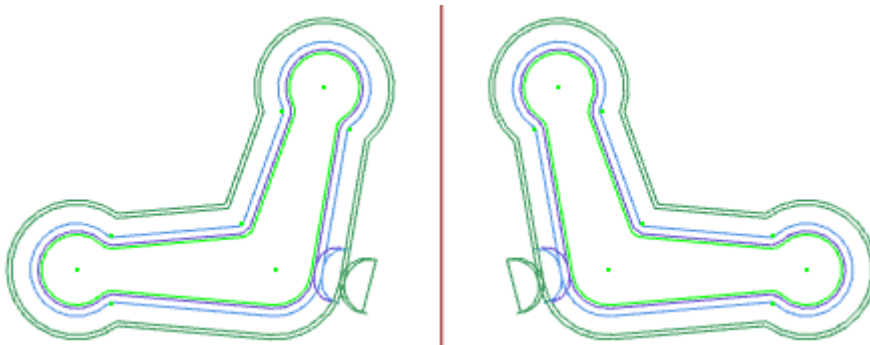
10. Izvēlieties **Mirror** dialoga lappusi.

11. Izvēlieties **Reverse toolpaths**. Oriģinālajā instrumenta trajektorijā tika lietota frēzēšana pret padevi. Izvēloties **Reverse toolpaths**, spoguļattēlā iegūtajai detaļai arī tiks lietota frēzēšana pret padevi, tādējādi beigu apstrāde uz abām detaļām sakrītīs.

Mirror laukam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



12. Izvēlieties . Detaļai un instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

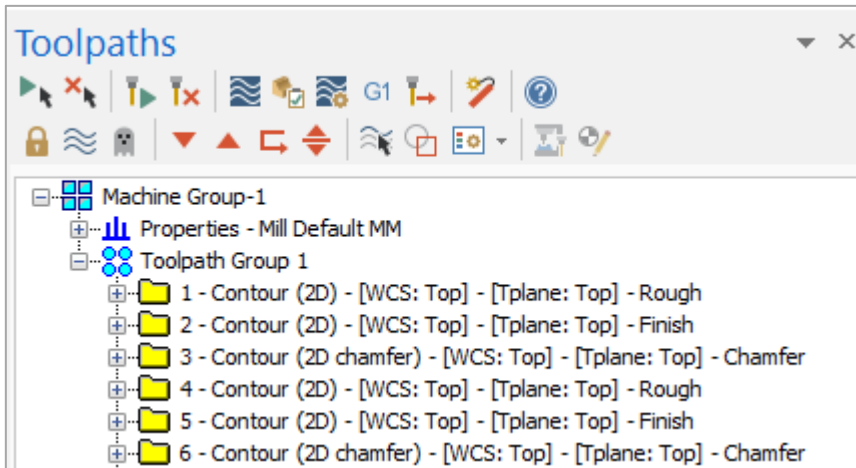


Operāciju secības maiņa griezējinstrumentu maiņas mazināšanai

Tā kā, veidojot spoguļattēlu, detaļai tika izvēlēta opcija **Create new operations and geometry**, *Mastercam* operāciju sarakstam pievienoja trīs jaunas operācijas: atsevišķas rupjās apstrādes, gala apstrādes un stūra nošķelšanas operāciju detaļas spoguļattēlam. Pēc tā, kādā secībā tagad operācijas ir sakārtotas, *Mastercam* vispirms rupji apstrādās pirmo detaļu, tad tai veiks beigu apstrādes un nošķeltu stūru operāciju pirms otrās detaļas rupjās apstrādes, kas nosaka nevajadzīgo griezējinstrumentu maiņu. Šajā procedūrā operācijas jāpārkārto tā, ka rupjās apstrādes, gala apstrādes un stūra nošķelšanas operācijas ir sagrupētas, lai minimizētu griezējinstrumentu maiņu.

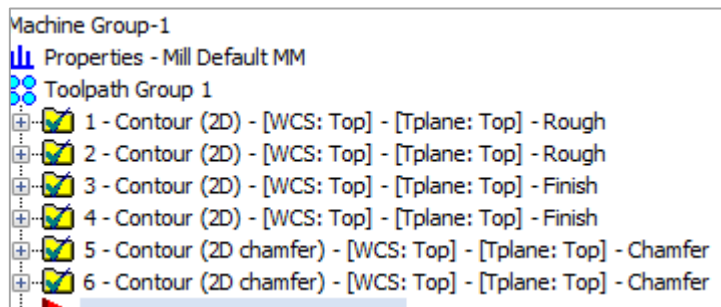
Darbības

1. Jūs varat redzēt jaunās operācijas ar numuriem 4, 5, un 6.



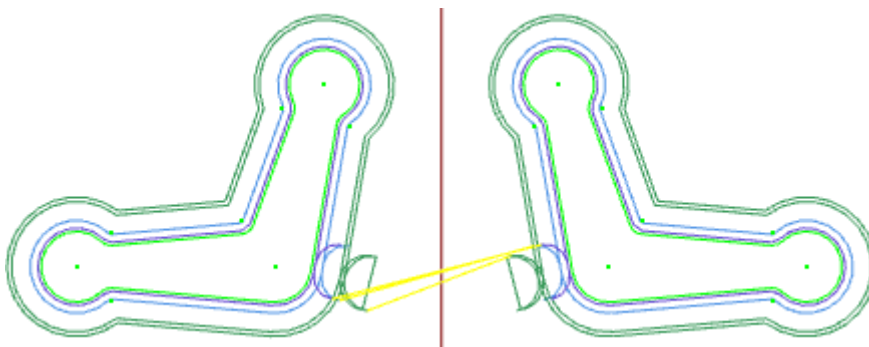
2. Uzklīķiniet uz otrās rupjās apstrādes operācijas (4. operācija) un aizvelciet to virs pirmās rupjās apstrādes operācijas.

3. Uzklīķiniet uz otrās beigu apstrādes operācijas un aizvelciet to virs pirmās beigu apstrādes operācijas. Tagad operācijām jābūt šādā secībā (skatīt nākamo attēlu):



4. Izvēlieties **Select all operations, Backplot selected operations.**

5. Atkārtoti spiediet pogu **S**, tad vajadzētu redzēt operāciju izpildi, veicot apstrādi vajadzīgajā secībā.



6. Kad zīmēšana ir pabeigta, saglabājiet failu.

Šajā praktiskajā darbā varēja iepazīties, kā veidot detaļas un instrumenta trajektorijas spoguļattēlus. Nākamajā praktiskajā darbā apgūsiet metodes, kā pagriezt ģeometriju un operācijas ap centra punktu tā, lai varētu viegli zīmēt un apstrādāt rotācijas tipa detaļas.

21. PRAKTISKAIS DARBS – ĢEOMETRIJAS UN INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PAGRIEŠANA

Darba mērķis	Apgūt metodes, kā orientēt un pagriezt ģeometriju ap centra punktu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ■ Konstruēt sarežģītu plakānu detaļas kontūru. ■ Pavairot izveidoto kontūru. ■ Izveidot pavairotās kontūras frēzēšanas operāciju.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais vienkāršu operāciju spēj izmantot sarežģītas detaļas apstrādei.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests11.emcam</i> iegriezties pa kontūru 100 mm dziļumā. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

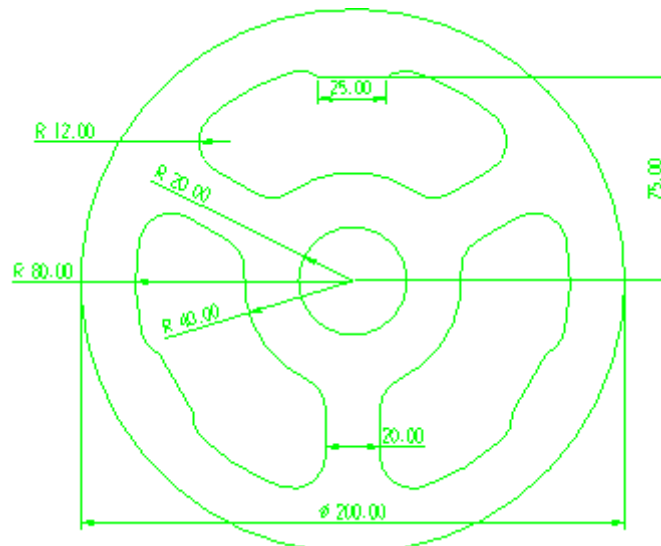
Kādi ir ģeometrisku elementu kopas veidošanas paņēmieni?

DARBA GAITA

Pēc tam, kad būs izveidota detaļa, apgūsiet, kā pagriezt instrumenta trajektoriju.



ĢEOMETRIJAS VEIDOŠANA

Šajā vingrinājumā tiks konstruēts rats ar trim simetriskām rievām, kā tas parādīts nākamajā projekta zīmējumā.



Ārējo un iekšējo loku veidošana

Darbības

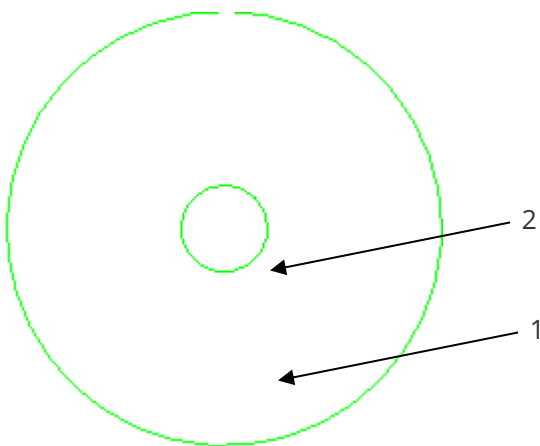
1. Ja nepieciešams, izveidojiet jaunu failu. Izvēlieties **File, New**.
2. Izvēlieties **Arcs, Circle center point**.
3. Ievadiet **200** kā diametru.
4. Nospiediet [**F9**], virziet kursoru pār koordinātu sākumu un klikšķiniet, kad kursorš pārveidojas pār kvadrātu.
5. Spiediet  un atkārtoti izvēlieties **Arcs, Circle center point**.
6. Ievadiet **40** kā iekšējās aploces diametru.
7. Atkārtojiet 4. darbības soli.
8. Izvēlieties , lai izietu no **Arcs** funkcijas.
9. Uzklīkšķiniet labo peles pogu kaut kur grafiskajā logā un izvēlieties **Fit** no izvēlnes.

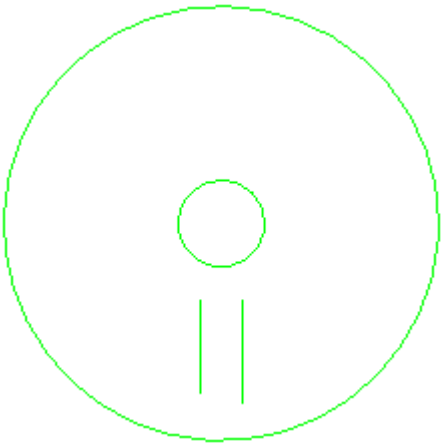
Konstruēšanas taisņu veidošana rievās zīmējumam

Lai noteiktu rievas kontūras, sāciet ar vertikālu malu, tad pagrieziet to pareizā novietojumā.

Darbības

1. Izvēlieties **Lines, Line Endpoint**.
2. Ievadiet **10** kā taisnes **X** koordinātu.
3. Izvēlieties **Vertical**.
4. Klikšķiniet novietojumā 1, tad novietojumā 2 (šie ir tikai aptuveni novietojumi), lai uzzīmētu vertikālo konstruēšanas virzošo līniju.
5. Ievadiet **-10** kā taisnes **X** koordinātu (**Axis Offset**).





6. Izveidojiet otru vertikālo taisni, atkārtoti izvēloties tuvu novietojumiem 1 un 2. Detaļai jāizskatās kā attēlā.

Izvēlieties .

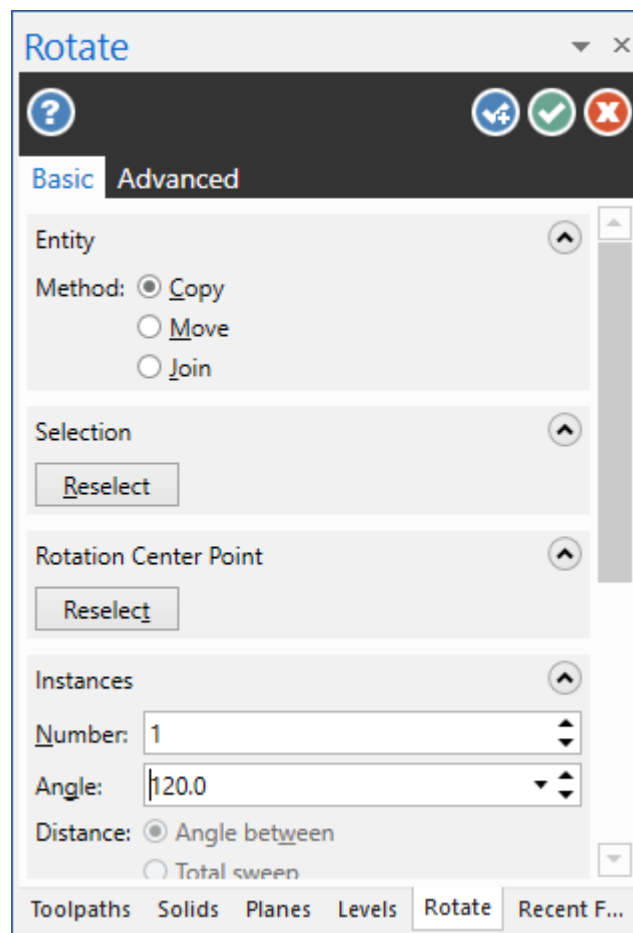
7. Tālāk pagriezīsiet vienu no taisnēm, lai veidotu otru šīs rievas malu. Izvēlieties **Transform, Rotate**.

8. Izvēlieties kreiso taisni.

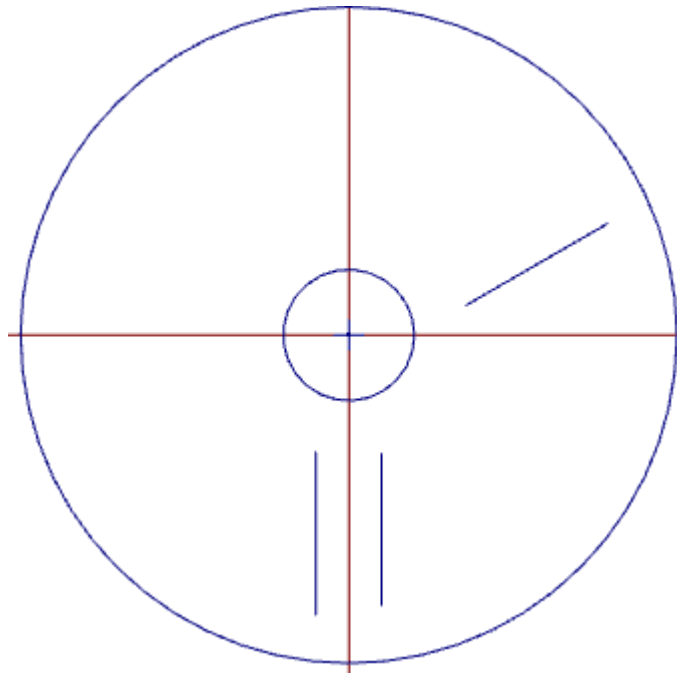
9. Klikšķiniet uz **End Selection**.

10. Izvēlieties **Copy**.

11. Ievadiet leņķi kā **120**. Ievadītajām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



12. Izvēlieties . Taisnei jāpagriežas, kā parādīts nākamajā attēlā.

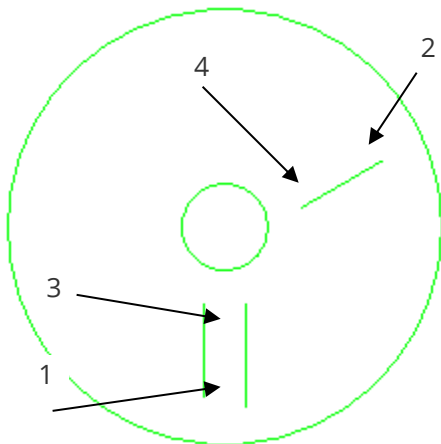


Loku veidošana rievas iezīmēšanai

Veidojiet iekšējās un ārējās līknes kopā ar noapaļojuma lokiem uz vienas rievas.

Darbības

1. Izvēlieties **Arcs, Arc Polar**.
2. Izvēlieties sākuma punktu kā centra punktu.
3. Ierakstiet **80** kā rādiusa vērtību ārējam lokam.



4. Uzklikšķiniet tuvu novietojumam 1 un 2 (skatīt nākamo attēlu), lai norādītu aptuvenus ārējo loku sākuma un beigu leņķus.



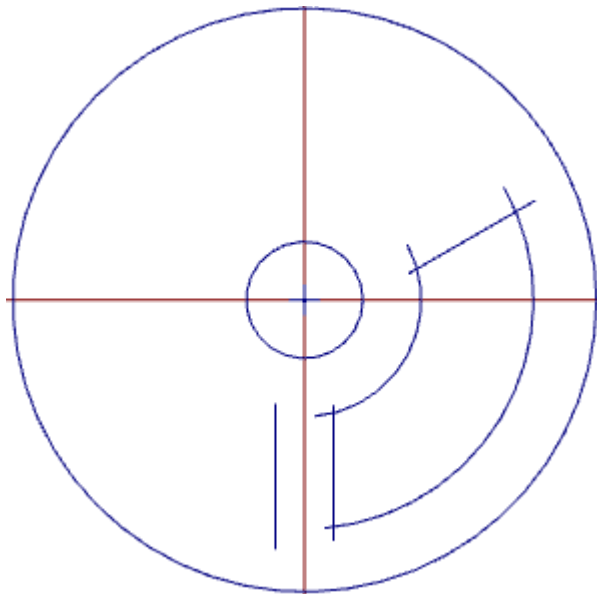
PIEZĪME

*Mastercam mēra visus lokus pret pulksteņrādītāja kustības virzienu.
Novietojums uz pulksten 3 nozīmē 0°.*

5. Lai izveidotu iekšējo loku, izvēlieties tā centra punktu sākuma punktā.

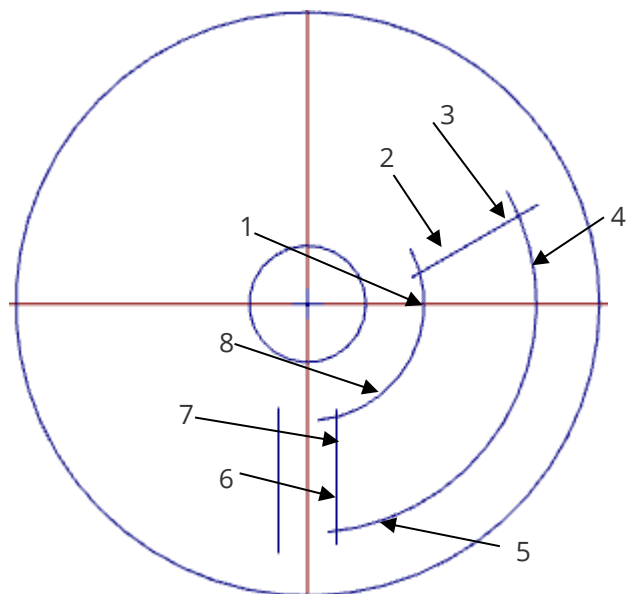
6. Ievadiet **40** kā loka rādiusu.

7. Uzklīkšķiniet tuvu novietojumam 3 un 4 (skatīt iepriekšējo attēlu), lai novietotu loku gala punktus. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



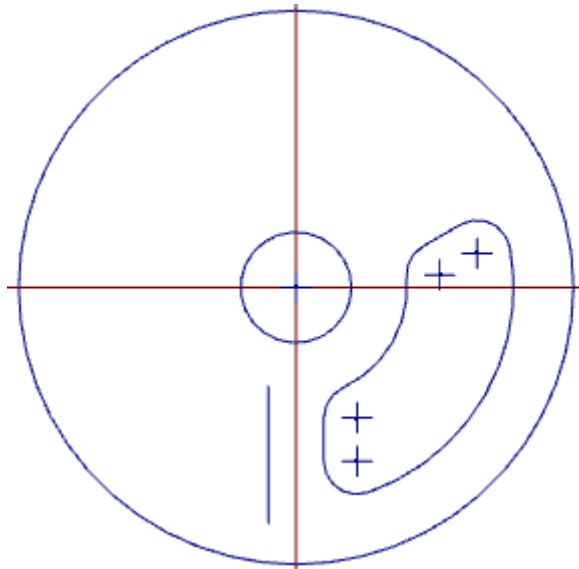
8. Tagad izveidojiet 12 mm noapaļojumu četros rievas stūros. Izvēlieties **Fillet Entities**.

9. Ievadiet **12** kā rādiusu.



10. Uzklīkšķiniet uz novietojumiem tādā secībā, kā parādīts nākamajā attēlā.

Detaļai ar noapaļojumiem jāizskatās kā nākamajā attēlā.



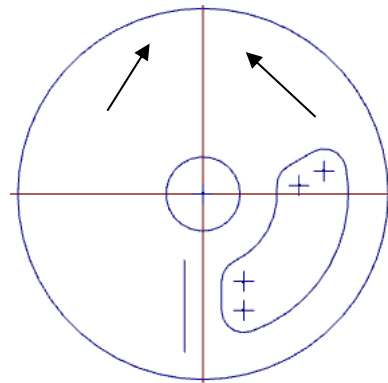
Pirmās rievas pabeigšana

Lai pabeigtu pirmo rievu, uz ārējā rādiusa nepieciešams izveidot plakānu malu. Vispirms tiks izveidota horizontāla taisne. Tad tā jāpagriež vajadzīgajā stāvoklī un jāizveido loki, kuri taisni pievienos rievai.

Darbības

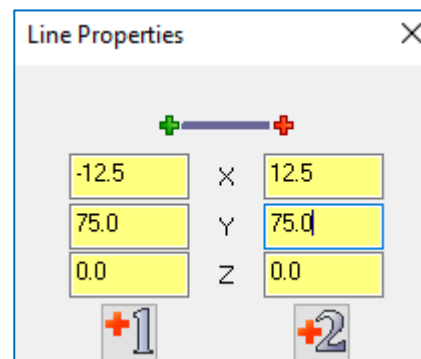
1. Izvēlieties **Lines, Line Endpoints**.
2. Izvēlieties **Horizontal**.

Uzklīkšķiniet, kā norādīts attēlā.

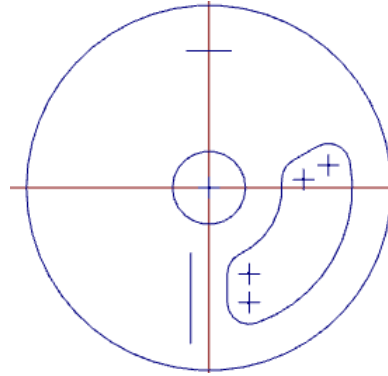



Izvēlieties **Analyze entity**.

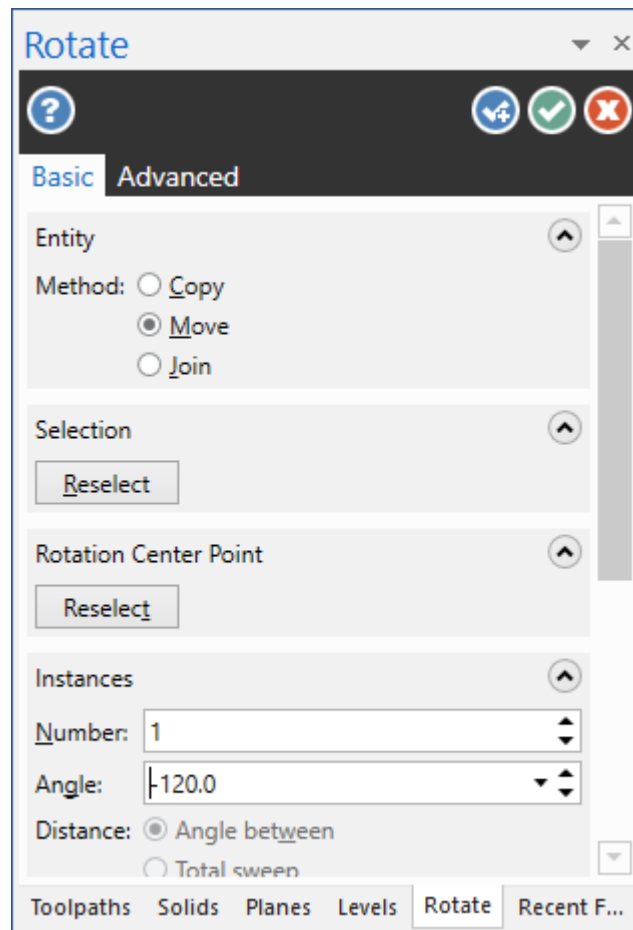
3. Ievadiet **-12.5** un **75** kā pirmā galapunkta koordinātas.
4. Ievadiet **12.5** un **75** kā otrā galapunkta koordinātas.




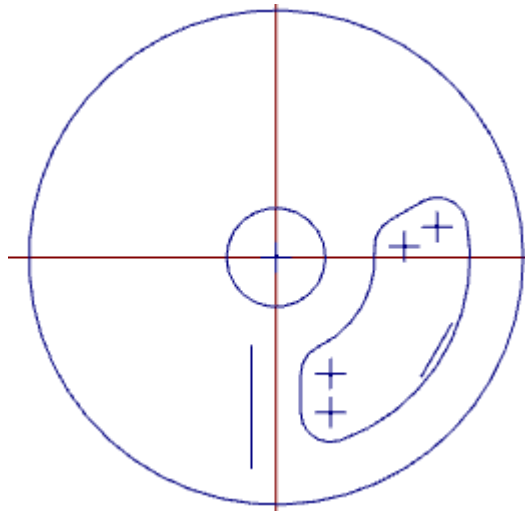
Taisnei jāizskatās kā attēlā.



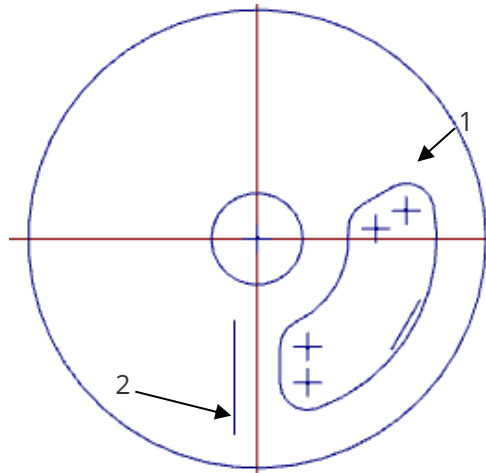
5. Izvēlieties **Transform, Rotate**.
6. Izvēlieties nupat izveidoto horizontālo taisni.
7. Izvēlieties , tad sākuma punktu.
8. Izvēlieties **Method Move**.
9. Ievadiet **-120** kā **Rotation angle**. Ievadītajām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



10. Izvēlieties . Taisnei jāpagriežas novietojumā, kā parādīts nākamajā attēlā.



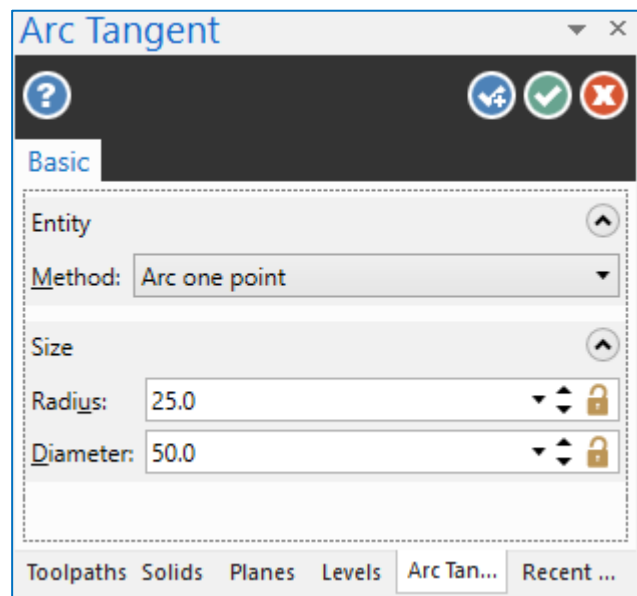
11. Palieliniet skatu uz jauno taisni. Uzklīkšķiniet labo peles pogu kaut kur grafiskajā logā un izvēlieties **Zoom window**. Uzklīkšķiniet vienreiz tuvu novietojumam 1, pēc tam tuvu novietojumam 2.



12. Izvēlieties **Arcs, Arc Tangent**.

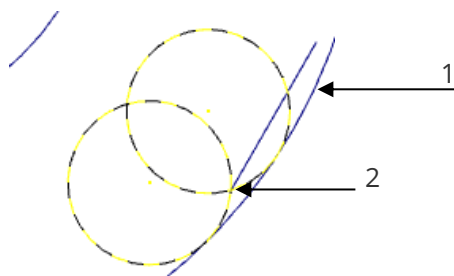
Izvēlieties **Arc one point**.

13. Ievadiet **12** kā loka rādiusu.

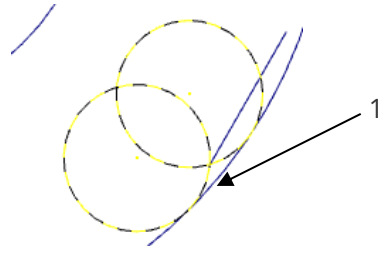


14. Izvēlieties loku novietojumā 1.

15. Izvēlieties taisnes galapunktu novietojumā 2.



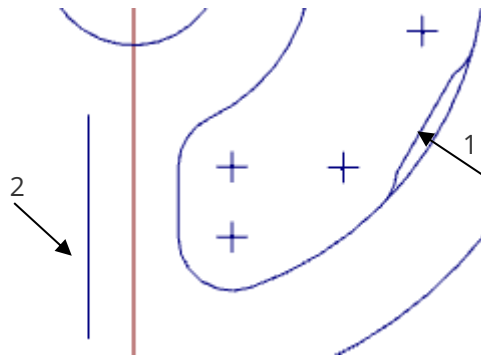
16. Tā kā ir vairāki iespējamie loki – caur šiem taisnes galapunktiem un pa pieskari lokam –, *Mastercam* norāda, ka jāizvēlas viens, kuru grib paturēt. Izvēlieties loku novietojumā 1.



17. Atkārtojiet 13–16. darbības soļus, lai otrā taisnes galapunktā izveidotu loku. Izvēlieties .

18. Izmantojiet *Mastercam* **Trim** funkciju, lai no ārējā rādiusa nodzēstu segmentu starp diviem lokiem. Izvēlieties **Divide**.

19. Izvēlieties loku novietojumā 1, kā parādīts nākamajā attēlā.



20. Nodzēsiet konstruēšanas taisni, kas parādīta novietojumā 2. Ja nepieciešams samazināt skatu, spiediet [**Page Down**].

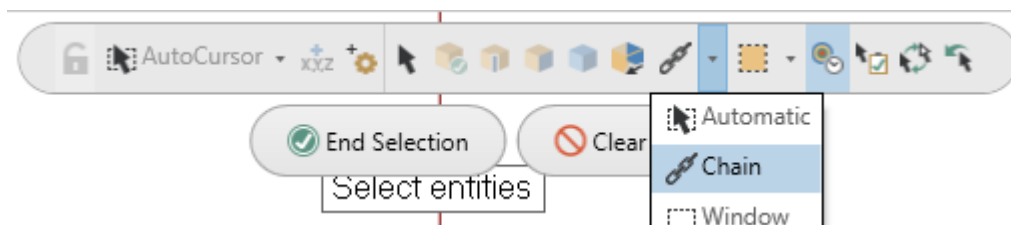
Pārējo rievu veidošana, pagriežot pirmo rievu

Kad ir izveidota pirmā rievā, kopējiet un pagrieziet to ap centra punktu, lai veidotu pārējās divas rievas.

Darbības

1. Pielāgojiet detaļu ekrānam.

2. Izvēlieties **Transform, Rotate**. No **Selection method** izvēlieties **Chain** (skatīt nākamo attēlu).



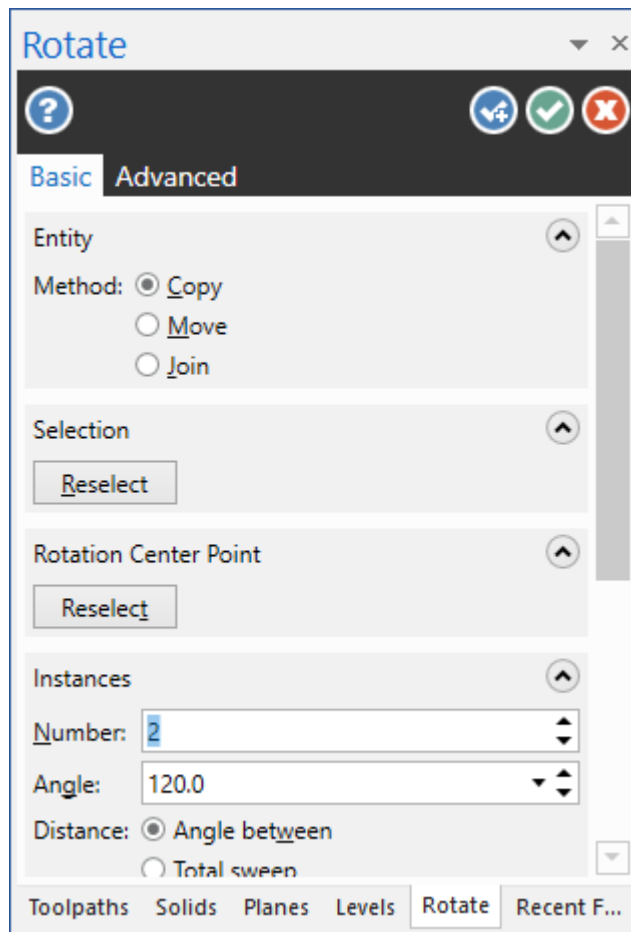
3. Ieklikšķiniet kaut kur uz rievas.

4. Izvēlieties **End Selection**, , tad **Origin**.

5. **Rotate** dialoga laukā izvēlieties **Method**, tad **Copy**.

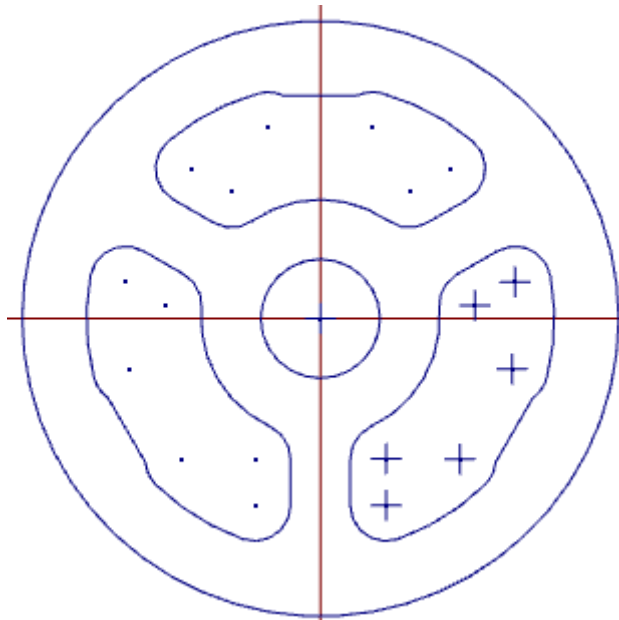
6. Ievadiet **2** kā **Number**.

7. Ievadiet **120** kā leņķi. Ievadītajām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



8. Izvēlieties .

Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



9. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *disks_rievas.emcam*.

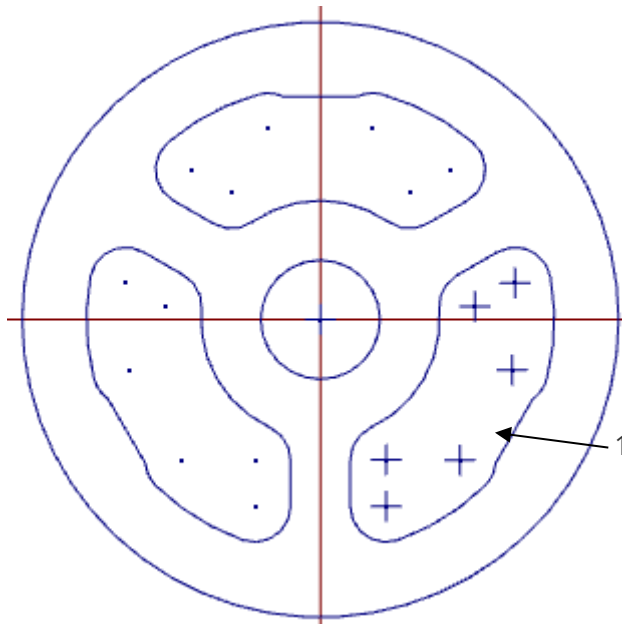
RIEVU GRIEŠANA

Šajā vingrinājumā tiks veidotas instrumenta trajektorijas rievu iegriešanai. Darbība notiks gar rievas iekšējo kontūru, lai izgrieztu rievu pilnīgi, nevis grieztu to kā padziļinājumu. Vispirms tiks veidotas instrumenta trajektorijas pirmajai rievai, un tad tai pievienos pārējās rievas.

Instrumenta trajektorijas veidošana

Darbības

1. Izvēlieties **Toolpaths, Contour**.
2. Izvēlieties sākuma punktu virknei novietojumā 1.



Virknēšanas virziena bultiņai jābūt vērstai pret pulksteņrādītāju virzienu. Ja tas tā nav, izvēlieties **Reverse** no izvēlnes.

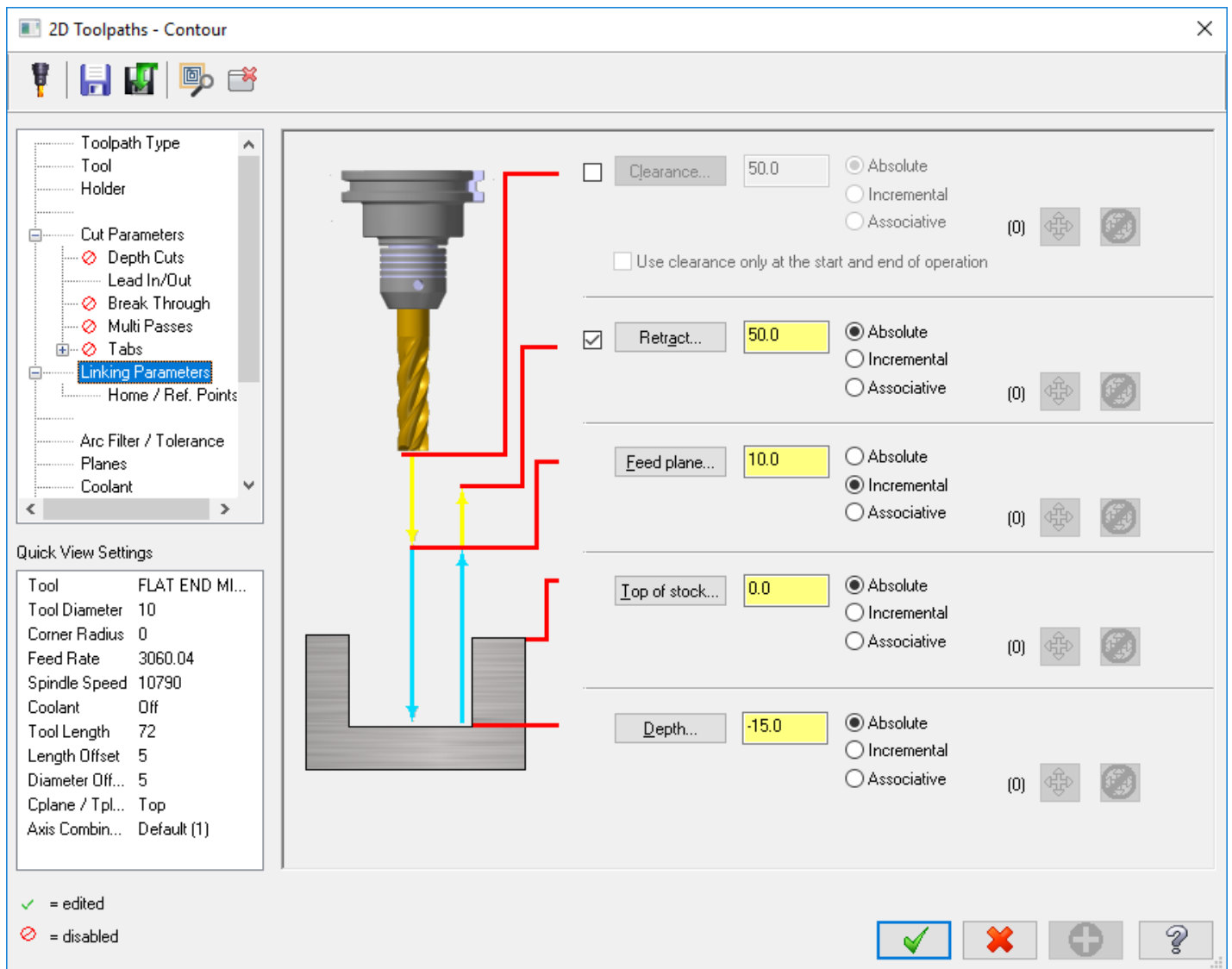
3. Izvēlieties .

4. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi un **Select library tool**.

5. Izvēlieties **10 flat endmill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.

6. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

7. Ievadiet **-15** kā **Depth**. (Detaļa ir 12 mm bieza, un tā tiks griezta cauri papildu 3 mm.) Pārējiem izvēlētajiem parametriem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



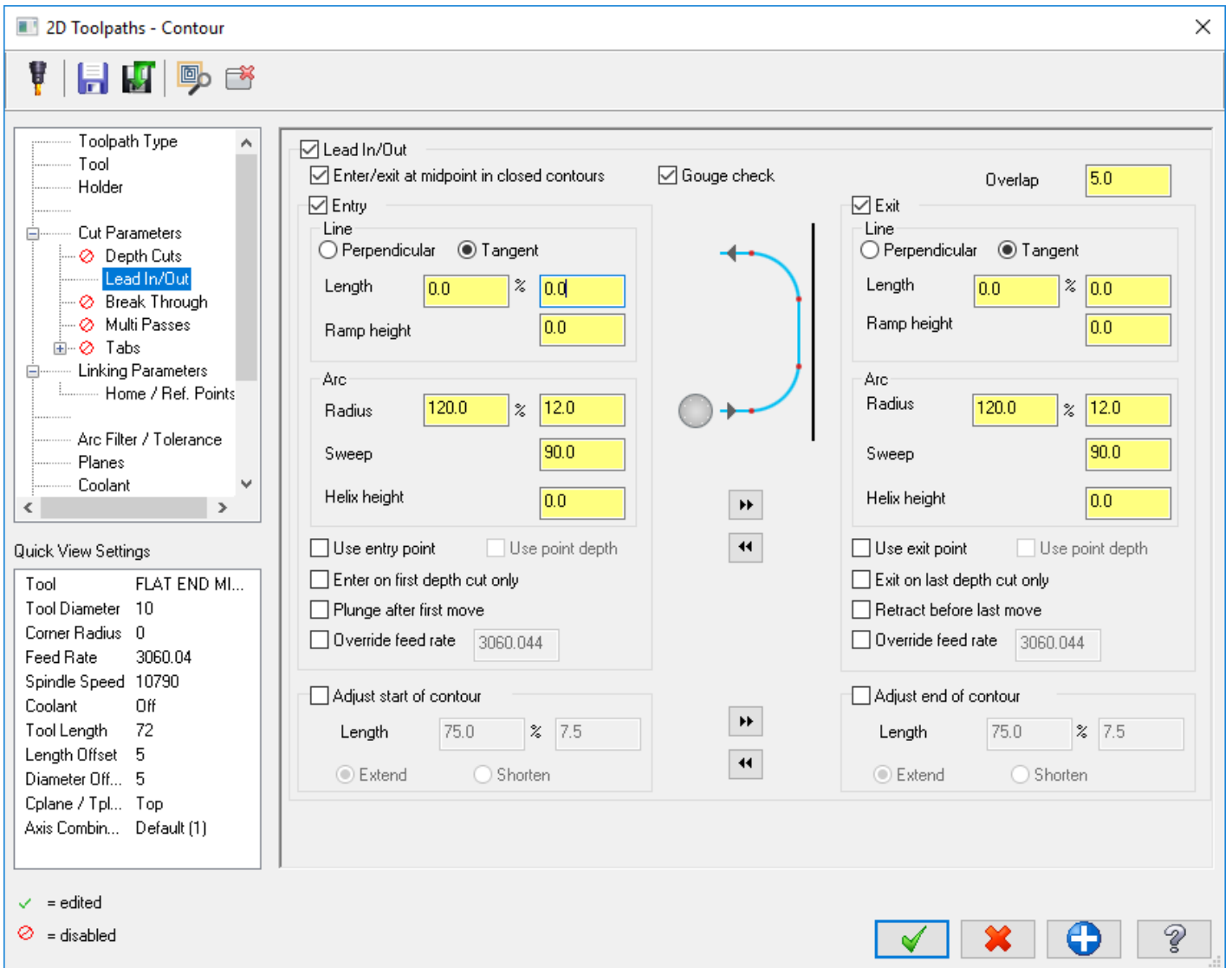
8. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi.


9. Izvēlieties **Entry**, pie **Line** ievadiet **0** kā **Length**.

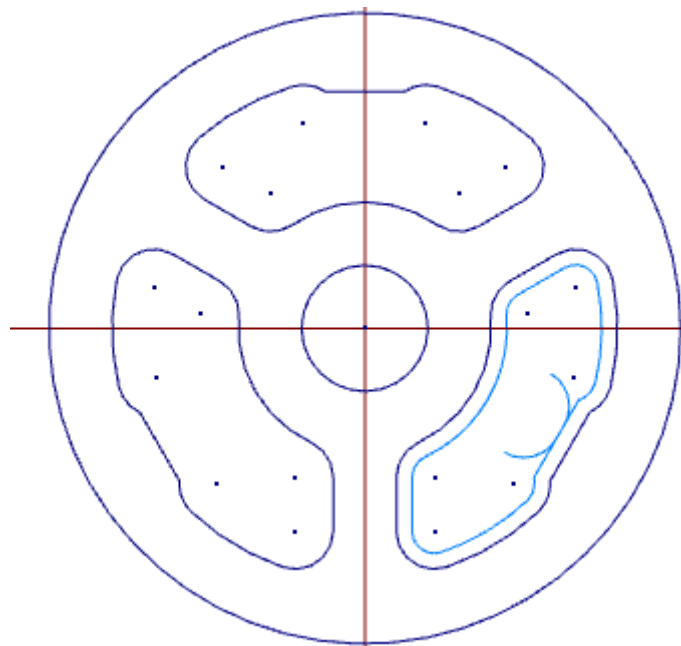
10. Izvēlieties **Exit**, pie **Arc** ievadiet **12** kā **Radius**.

11. Izvēlieties "→" pogu, lai kopētu ieejas loku izmērus uz **Exit** sekciju.

12. Ievadiet **5** kā **Overlap** vērtību. Izvēlētajām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



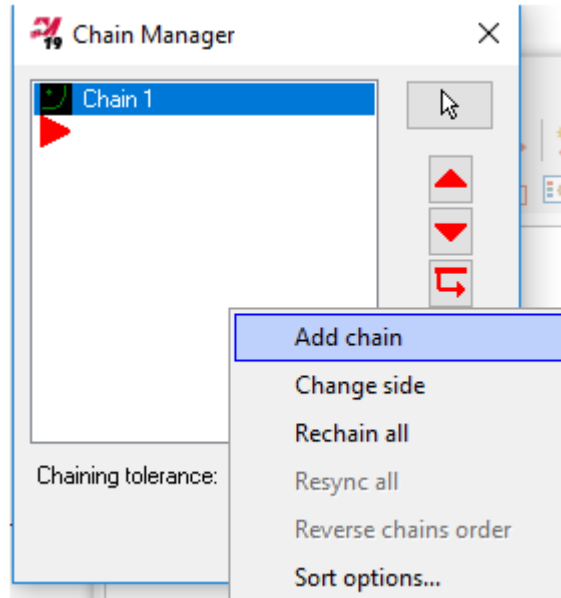
13. Izvēlieties . Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



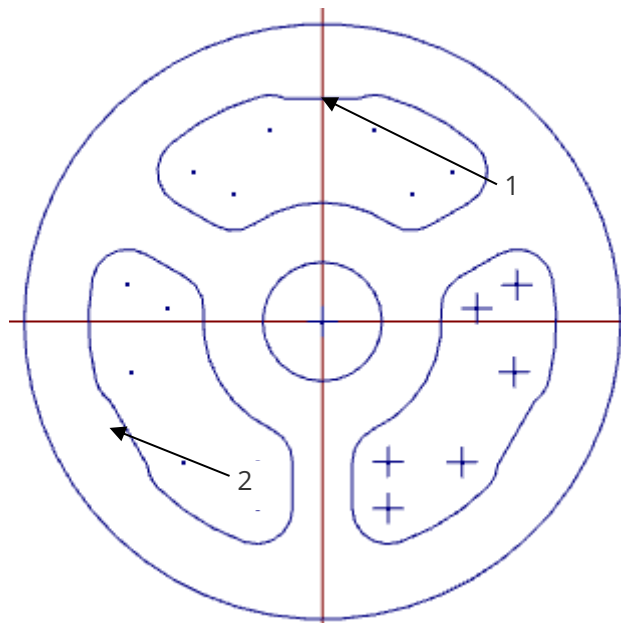
Pārējo rievu pievienošana instrumenta trajektorijai

Darbības

1. Izvēlieties **Geometry** ikonu zem instrumenta trajektorijas, uzklikšķinot kreiso peles pogu uz **Geometry**, un izvēlieties **Add chain** no izvēlnes.

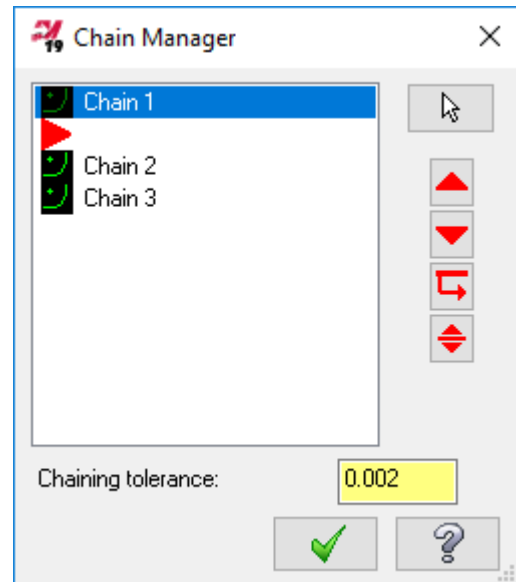


2. Uzklikšķiniet novietojumos 1 un 2, kā parādīts nākamajā attēlā, lai instrumenta trajektorijai pievienotu pārējās divas rievas. Pēc katras rievas izvēlēšanas virknēšanas bultiņai jāvēršas pulksteņrādītāja kustības virzienā. Ja tas tā nav, izvēlieties **Reverse** no izvēlnes.



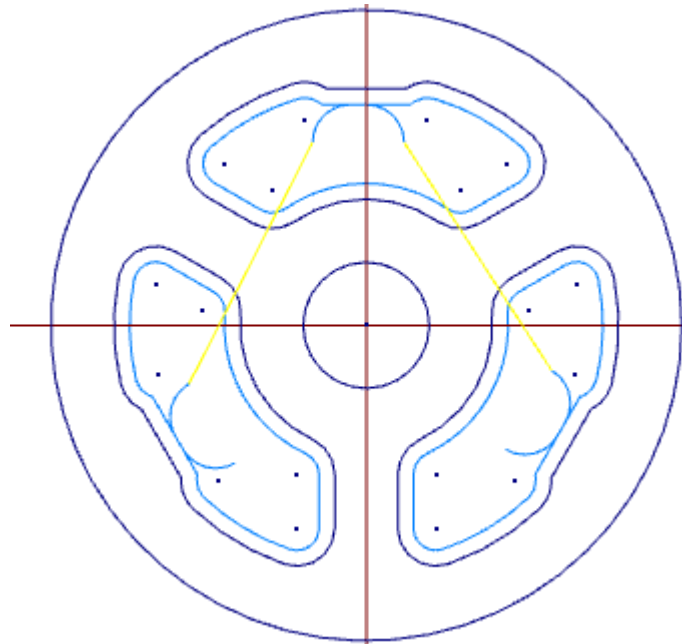
3. Izvēlieties **Chain Manager** attēlo virknes visām trim rievām.

4. Izvēlieties .



5. Izvēlieties **Regenerate all selected operations.**

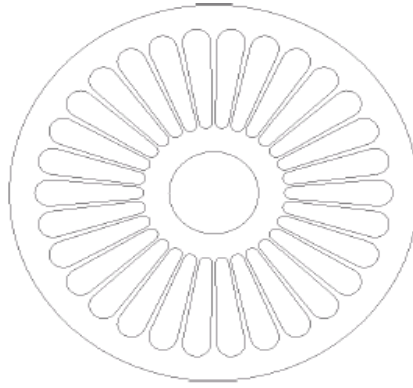
6. Izvēlieties pēc tam, kad instrumenta trajektorija ir atkārtoti reģenerēta. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā. Var redzēt, ka *Mastercam* ir automātiski atkārtojis ieejas/izejas gājienu katrai no pārējām rievām.



INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS PAGRIEŠANA

Detalī, kas parādīta nākamajā attēlā, ir 30 identiskas rievas. Šajā vingrinājumā tiks veidota instrumenta trajektorija vienai rievai, un tā vietā, lai pagrieztu un kopētu rievu, pagriezta tiks instrumenta trajektorija.

Šādas pieejas izmantošana pārējo rievu apstrādei nozīmē, ka nebūs jāveido ģeometrija katrai no tām.

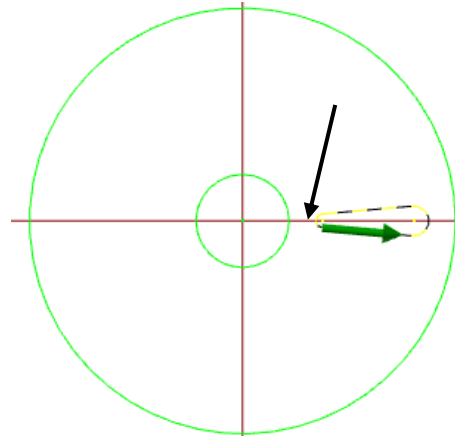



Instrumenta trajektorijas veidošana

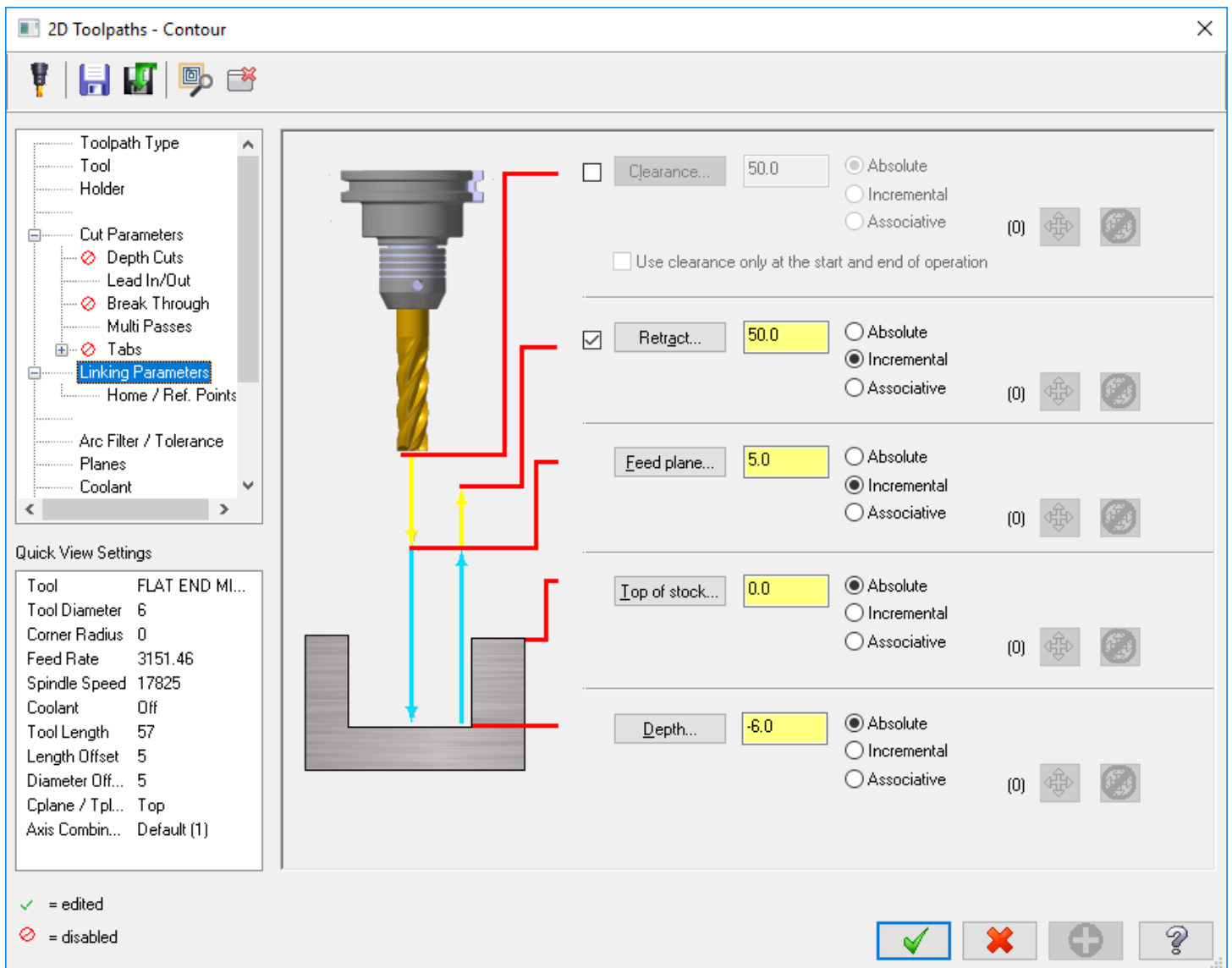
Savā darba mapē atveriet failu *pagriezts.emcam*.

Darbības

1. Izvēlieties **Machine, Mill** no **Machine type** izvēlnes, norādiet **Default**.
2. Izvēlieties **Toolpath, Contour** no **2D** izvēlnes.
3. Izvēlieties sākuma punktu virknei novietojumā, kā rāda melnā bultiņa. Virknes virzienam jābūt pret pulksteņrādītāja kustības virzienu.



4. Izvēlieties .
5. Izvēlieties **6. flat endmill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.
6. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
7. Ievadiet **-6** kā **Depth**. Pārējiem parametriem jāsakrīt ar nākamo attēlu.

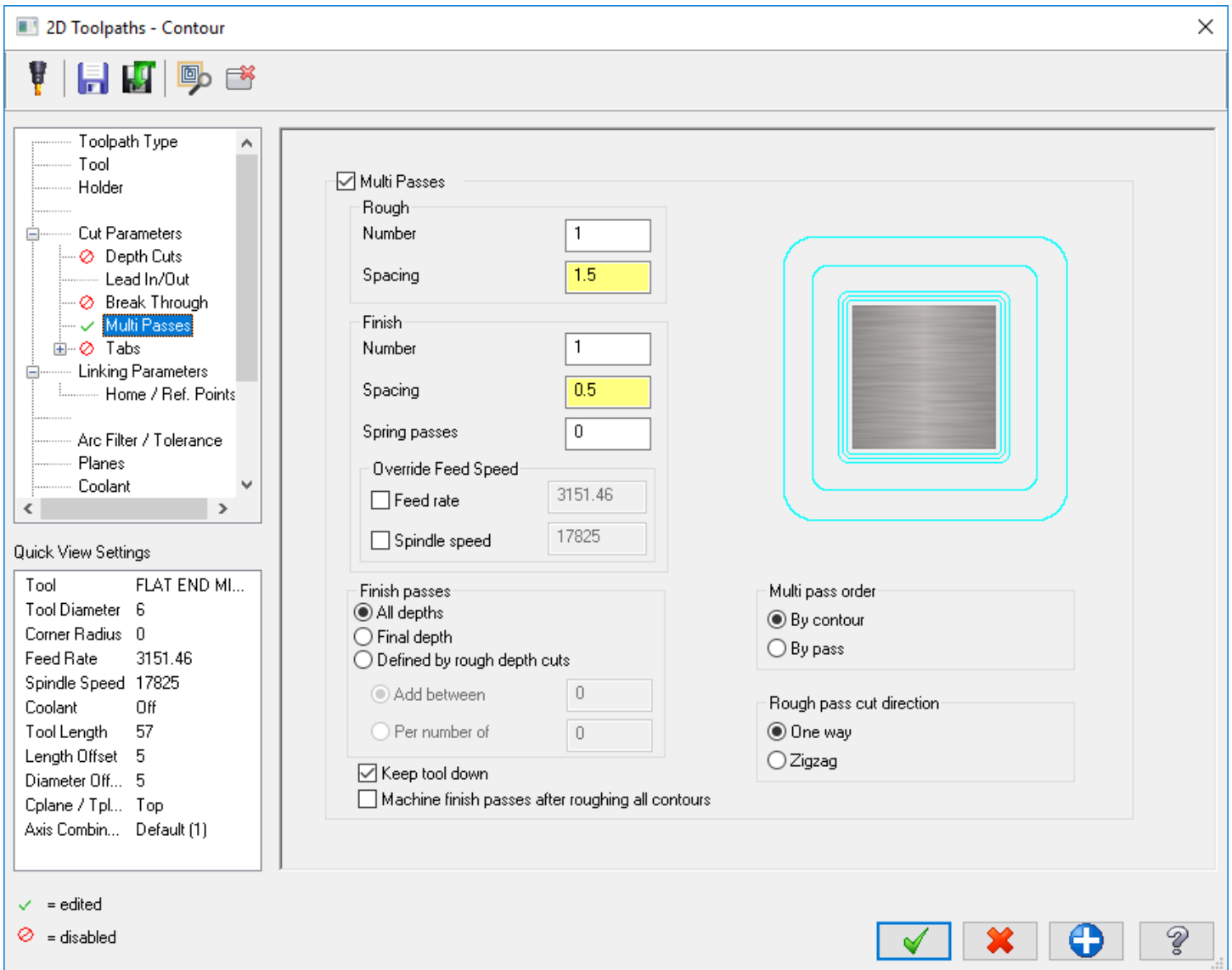


8. Izvēlieties **Multi passes** dialoga lappusi un iezīmes lauku.

9. Tiks izveidots vienīgais rupjās apstrādes gājiens un vienīgais gludās apstrādes gājiens. Ievadiet **1** kā **Rough/Number** un **1.5** kā **Spacing**.

10. Ievadiet **1** kā **Finish/Number** un **1** kā **Spacing**.

11. Izvēlieties **Keep tool down**. Ierakstītajām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



12. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi.

13. Izvēlieties **Enter/exit at midpoint in closed contours** iezīmju lauku.

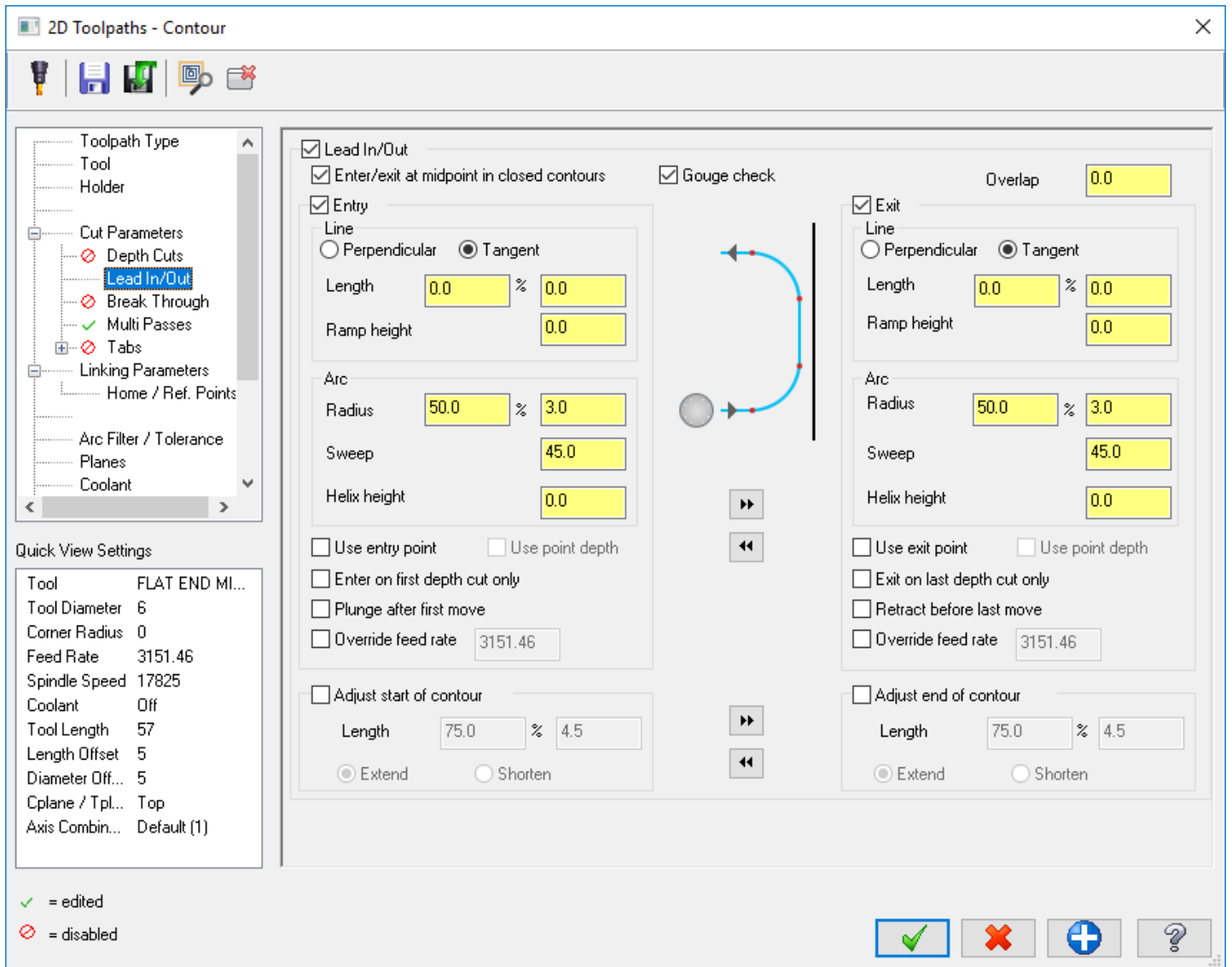
Tas nodrošina, ka ieejas un izejas gājieni novietosies rievās vidū, nevis šaurajā galā, kur nav pietiekami daudz vietas iegriešanai.


14. Ievadiet **0 Entry** sekcijas **Line** apakšsekcijas **Length** lodziņā.

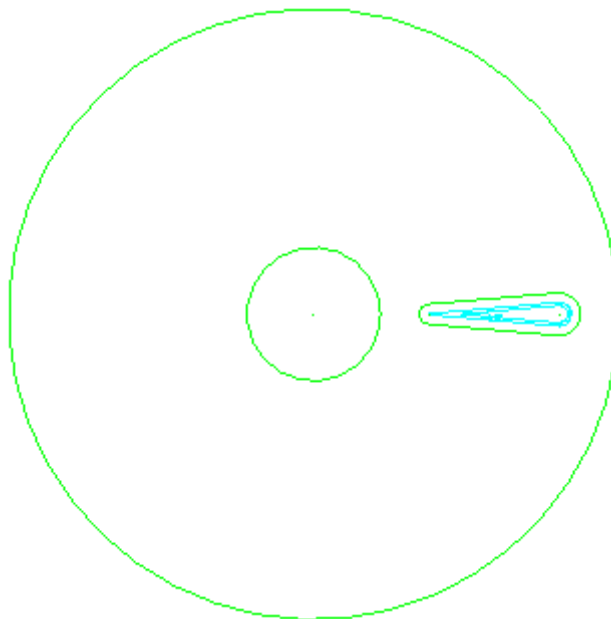
15. Ievadiet **3 Entry** sekcijas **Arc** apakšsekcijas **Radius** lodziņā.

16. Viss, kas nepieciešams ieejas lokam, ir daļējs loks, tāpēc ievadiet **45 Entry** sekcijas **Arc** apakšsekcijas **Sweep** lodziņā.

17. Izvēlieties "→" pogu, lai kopētu ieejas loka izmērus uz **Exit** sekciju, kā parādīts nākamajā attēlā.



18. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



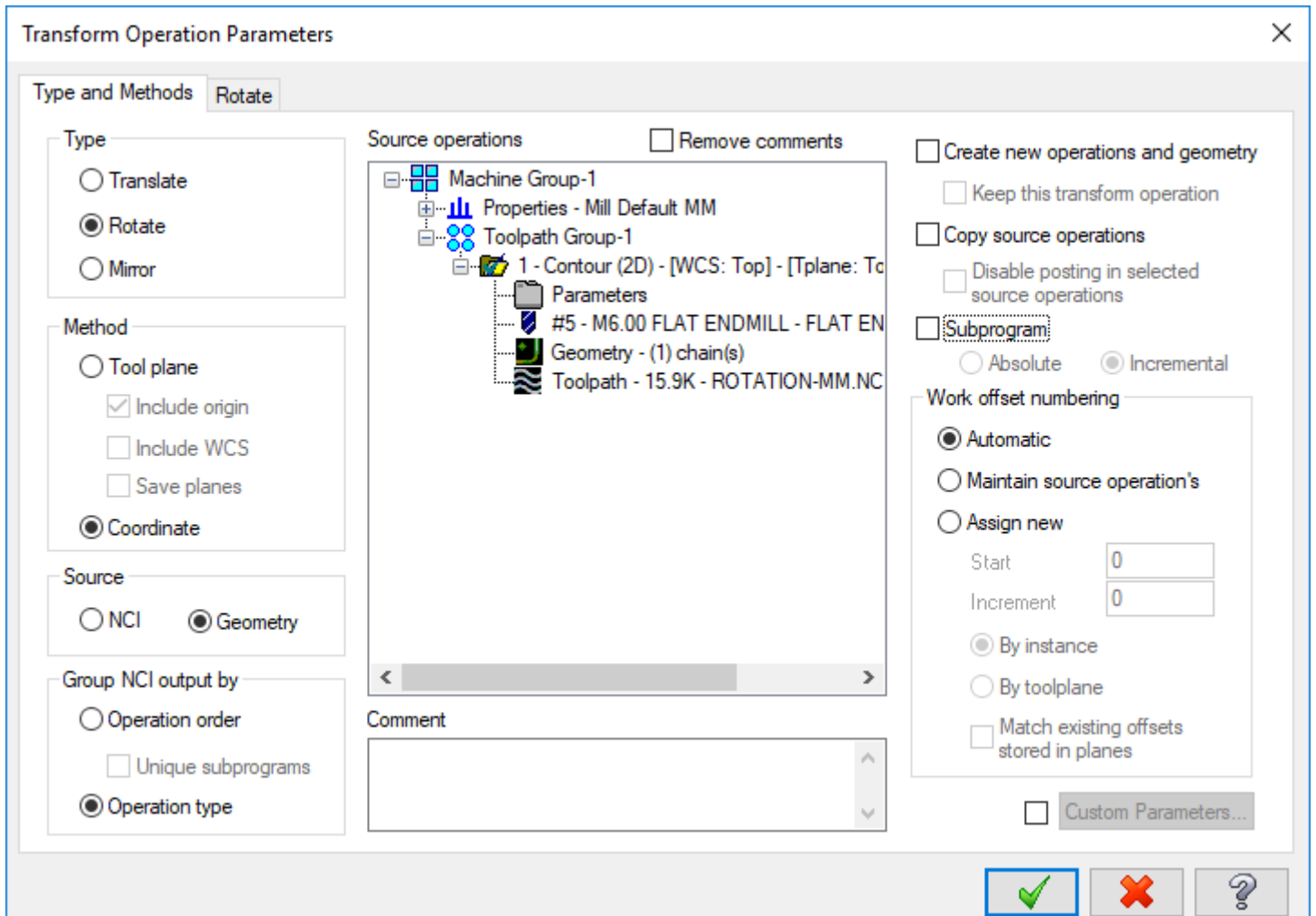
Instrumenta trajektorijas pagriešana

Darbības

1. Izvēlieties **Toolpath, Transform**.

2. Pie **Type** iezīmējiet **Rotate** un pie **Method** – **Coordinate**. Tas nozīmē, ka katra pagrieztā instrumenta trajektorija tiks ģenerēta, aprēķinot koordinātas katrai rievai vienā un tajā pašā plaknē, nevis mainot katrai sekojošai rievai instrumenta un detaļas orientāciju.

Aizpildītajam jāsakrīt ar nākamo attēlu.

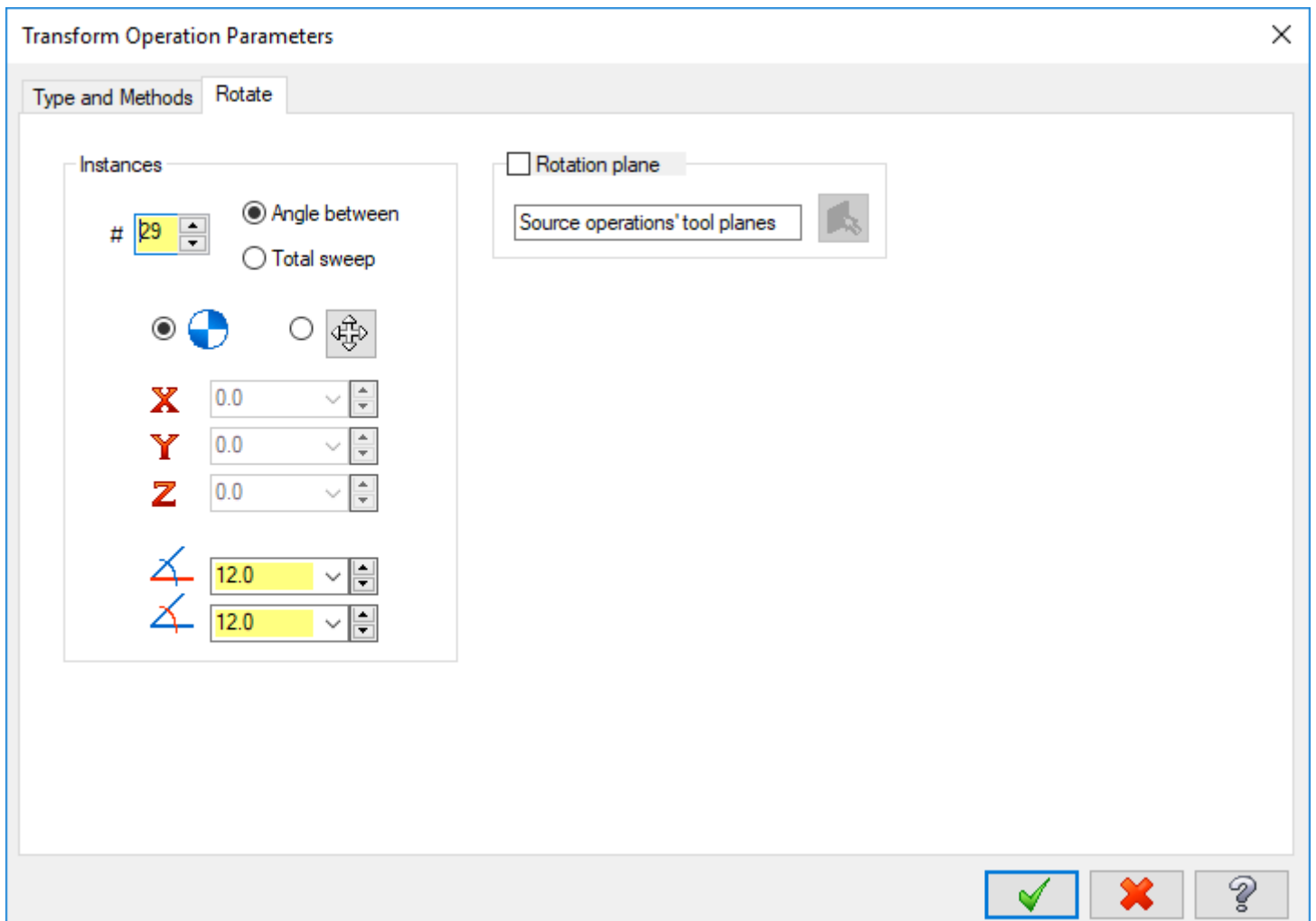



3. Izvēlieties **Rotate** dialoga lappusi.

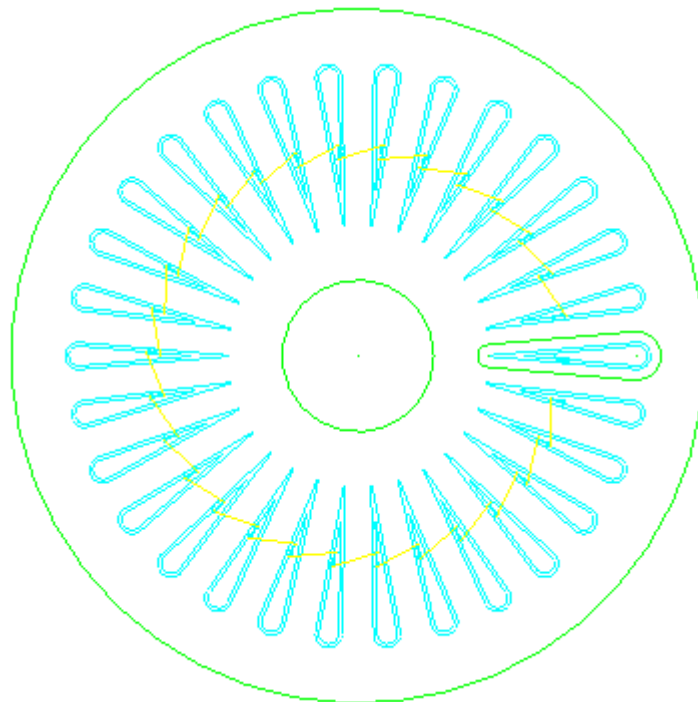
4. Ievadiet **29** kā **Instances**.

5. Ievadiet **12** kā **Start angle** un **12** kā **Rotation angle** (jo $360^\circ : 30 = 12$).

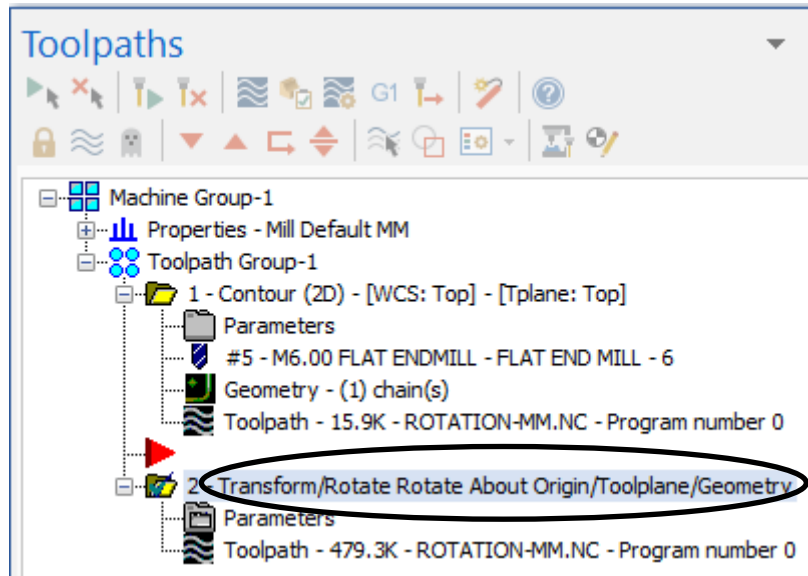
Izvēlētajam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



6. Izvēlieties , tad **Backplot selected operations**. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Iepriekšējā attēlā var novērot, ka jaunajām rievām nav izveidota jauna ģeometrija; ģeometrija ir tikai sākotnējai rievai. Visas instrumenta kustības 29 pārējām rievām ir ietvertas vienā vienīgā **Transform** operācijā (skatīt nākamo attēlu).



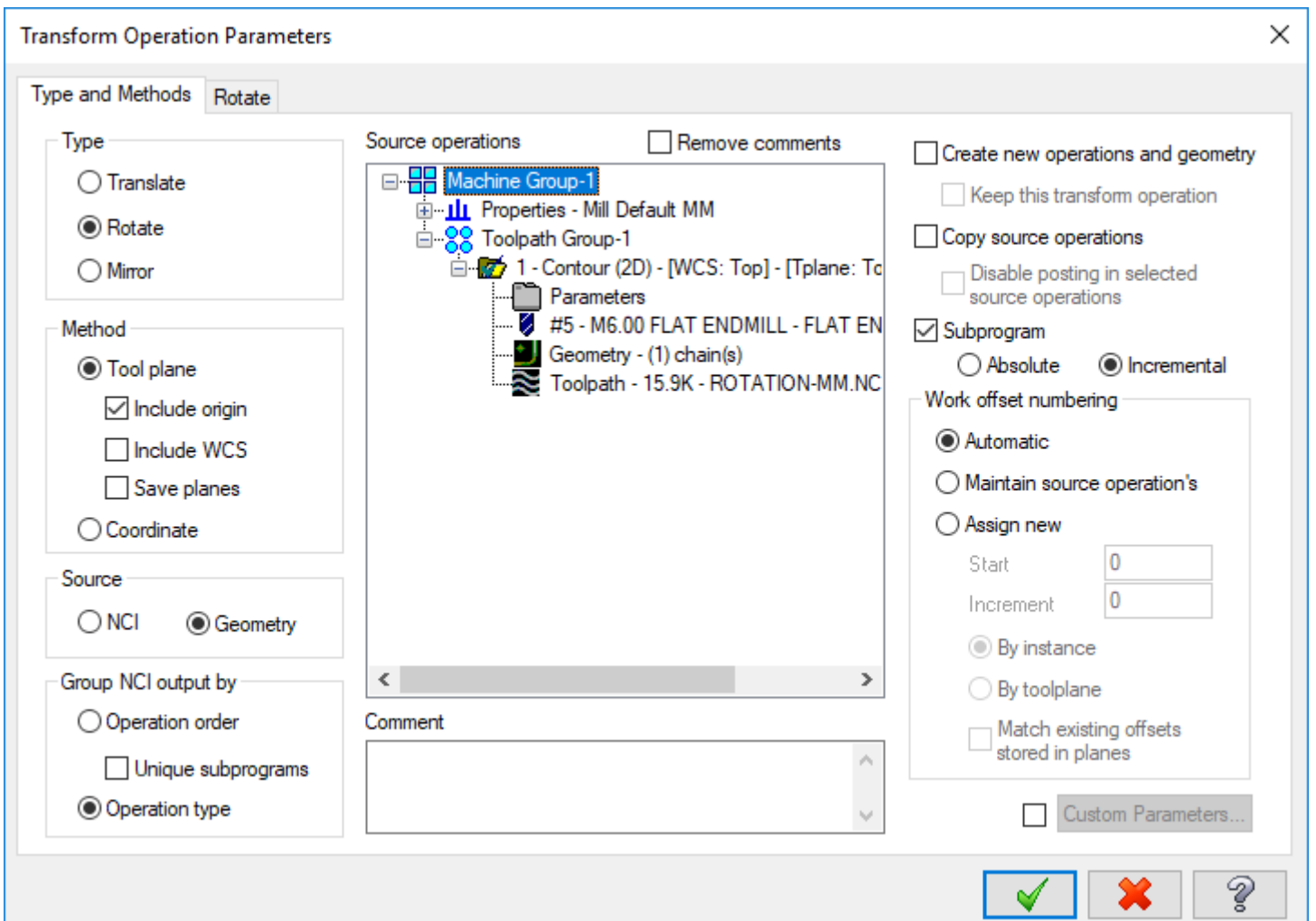
7. Saglabājiet failu kā *pagriezts1.emcam*.

Detaļas pagriešana ar pagriešanas ierīci

Iepriekšējā procedūra paredz, ka detaļa paliek nekustīga uz galda un instruments kustas ap to. Šī procedūra rāda, kā griezt vairākas rievas, kad tiek izmantota pagriešanas ierīce detaļas pagriešanai.

Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā zem **Transform** operācijas izvēlieties **Parameters** ikonu.
2. Nomainiet pārveides metodi (**Method**) uz **Tool plane**.
3. Izvēlieties **Subprogram** variantu. Pārliecinieties, ka **Incremental** ir izvēlēts. Izvēlētajam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



PIEZĪME


Dažiem pēcprocesoriem var nebūt apakšprogrammu iespēju (**subprograms**). Ja Jūsu pēcprocesoram arī tādu nav, **Subprogram** variantu atstājiet neiezīmētu.


4. Izvēlieties .

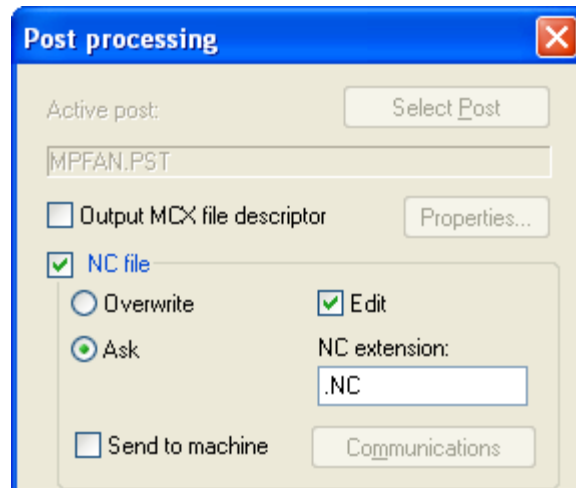
5. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**.

6. Izvēlieties **Select all operations, Post selected operations**. Iezīmējiet **Save NC file** un **Edit**.

7. Ja nepieciešams, izvēlieties **Select Post** un savam darbgaldam atbilstošu pēcprocesoru.

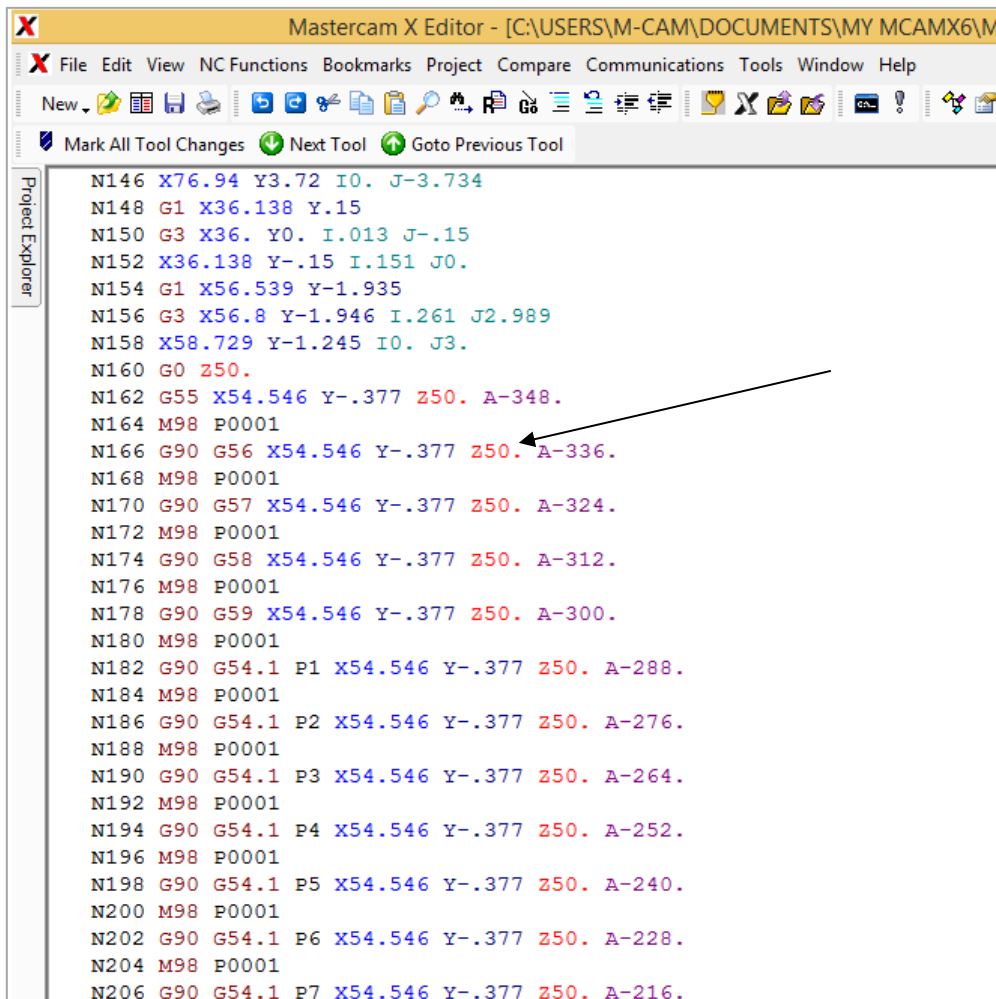
8. Pārliecinieties, ka pārējās vērtības sakrīt ar nākamo dialoga lauku, tad izvēlieties .

9. Pārliecinieties, ka pārējās vērtības sakrīt ar nākamo dialoga lauku, tad izvēlieties .



10. Kad sistēma uzaicina, saglabājiēt NC failu kā **indexer.nc** noklusējuma katalogā.

11. Kad NC programma parādās rediģēšanas logā, ritiniet uz leju, kamēr parādās rinda, kā parādīts nākamajā attēlā. Parādās **A** kodi, kuri liek pagriešanas ierīcei pagriezties par 12 grādiem.



12. Aizveriet rediģēšanas logu.

13. Nospiediet [**Alt + A**], lai saglabātu failu.

Tagad ir aplūkotas vairākas metodes, kā veidot 2D ģeometriju un instrumenta trajektorijas. Nākamajā praktiskajā darbā varēs iepazīties ar 3D ģeometrijas veidošanu un instrumenta trajektorijām.

22. PRAKTISKAIS DARBS – URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt urbšanas operāciju izveidi plakanai detaļai.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Iekļaut apstrādājamus urbumus operācijas ģeometrijā. ▪ Noteikt urbšanas secību. ▪ Mainīt apstrādes diametrus. ▪ Apstrādāt urbumus dažādā augstumā.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot urbšanas operācijas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā tests13.emcam izurbt 15 urbumus no augšas. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kā paātrināt un atvieglot instrumenta izvēli no bibliotēkas?

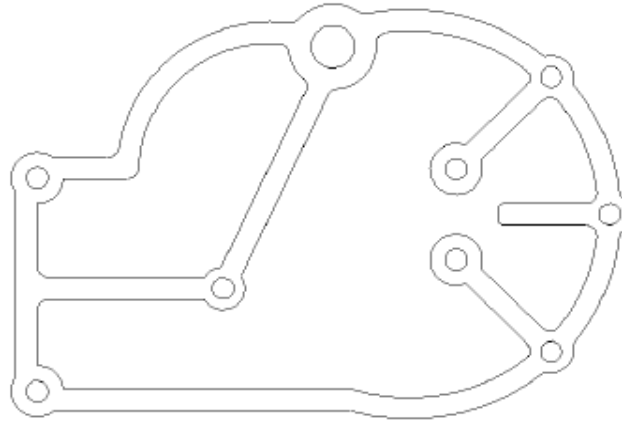
DARBA GAITA

Mastercam ietver daudzus urbšanas instrumentu trajektoriju tipus un piedāvā dažādus paņēmienus, lai izveidotu trajektorijas. Šajā praktiskajā darbā tiks apgūtas dažas pamatmetodes. Pirmajā vingrinājumā rādīts, kā izveidot vienkāršu urbšanas instrumenta trajektoriju, izvēloties lokus. Otrajā vingrinājumā tiks nomainīts viens loks un reģenerēta urbšanas operācija. Trešajā tiks rādīts, kā urbt dažādos dziļumos un apvienot vairākas urbšanas operācijas vienam un tam pašam urbumam.

GALVENĀS URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Šajā vingrinājumā varēs iepazīties ar urbšanas instrumenta trajektorijas veidošanas pamatmetodēm.

Tiks veidota starplika, kā tas parādīts nākamajā attēlā.

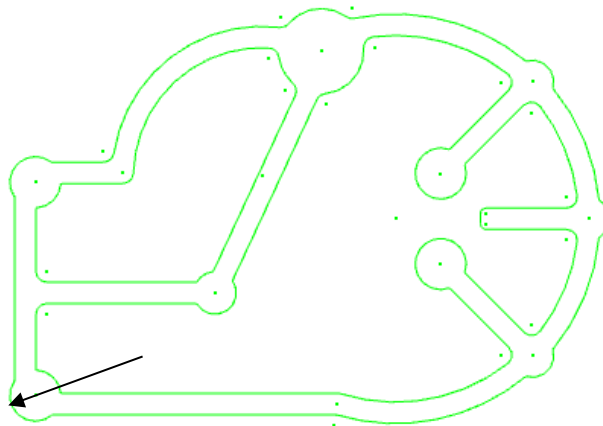


Caurumu veidošana

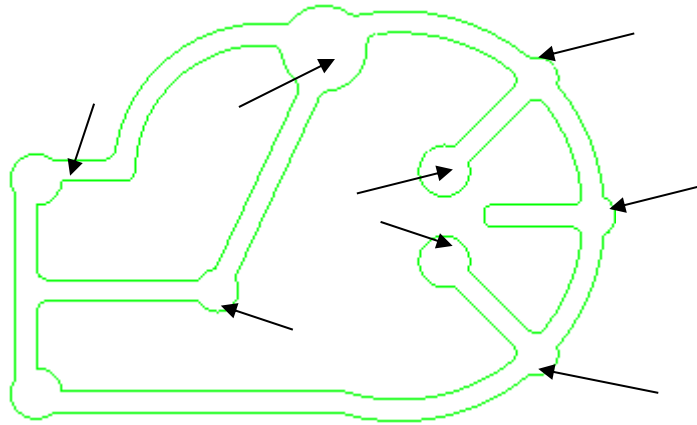
Darbības

1. Izvēlieties **File, Open**.
2. Savā darba mapē atveriet failu *starplika.emcam*.
3. Izvēlieties **Arcs, Circle Center Point**.
4. Diametru uzaicinājuma laukā ievadiet **6**.
5. *Mastercam* aicina norādīt centra punktu pirmajam 6 mm lokam. Tā kā jauni loki tiks novietoti uz esošo loku centriem, tad spiediet peles kreiso pogu, izvēloties loka centru, kā parādīts nākamajā attēlā.

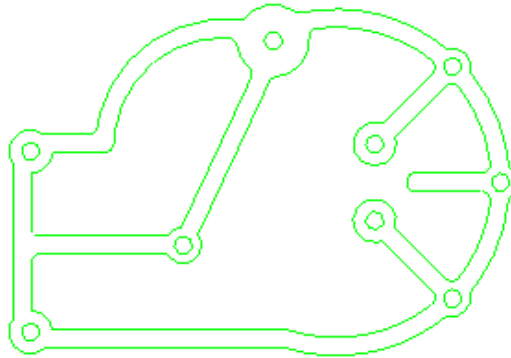
Mastercam automātiski novieto jaunu apluci uz esošā loka centra. Izvēlieties .



6. Atkārtojiet 4. un 5. darbības soļus katram atlikušajam lokam (skatīt nākamo attēlu).



Detalai tagad jāizskatās kā nākamajā attēlā.



7. Izvēlieties , lai izietu no **Arcs, Circle Center Point** funkcijas.

Caurumu izvēle urbšanas instrumenta trajektorijai

Lai instrumenta trajektorijai norādītu lokus, kur tiks urbti caurumi, tiks izmantota **Mask on Arc** īpašība. Tas ļaus izvēlēties loku Jūsu rasējumā un tiks *Mastercam* automātiski izvēlēties visus lokus, kuri sakrīt ar Jūsu izvēlēto.

1. darbība

Izvēlieties **2D, Drill**.

Atveras urbšanas punktu izvēles maskas veidošanas logs.

Padoms. Lai katram lokam nevajadzētu iezīmēt centru, atveriet **AutoCursor Configuration**, izvēlieties **Disable All**. Obligāti ieslēdziet to vēlreiz, kad šo darbību esat pabeidzis.

2. darbība

Izvēlieties **Mask on Arc**.



3. darbība

Izvēlieties jebkuru no 6 mm caurumiem.


4. darbība

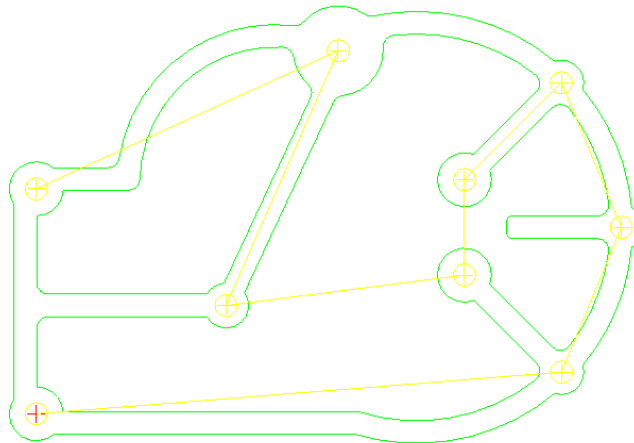
Nospiediet [**Enter**], lai apstiprinātu noklusējuma pielaišanas vērtību.

5. darbība

Uzklīkšķiniet virs un pa kreisi no detaļas un apvelciet taisnstūri, kurš ietver visu detaļu. Uzklīkšķiniet uz apakšējā labā stūra.

6. darbība

Izvēlieties . *Mastercam* izvēlas visus 6 mm caurumus.

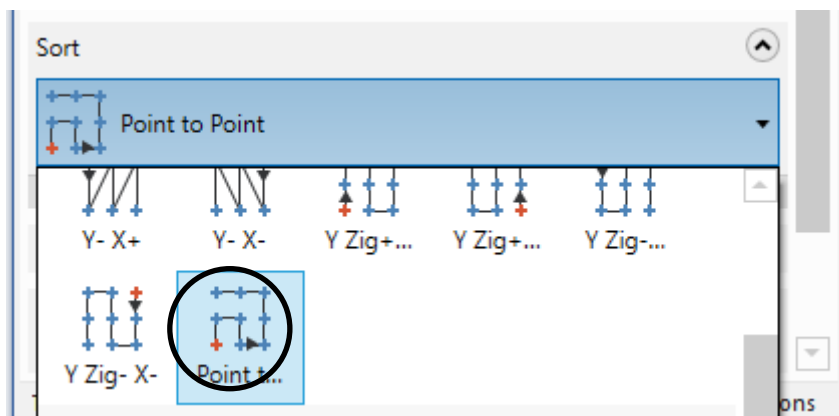


7. darbība

Taisnes, kuras savieno caurumus, rāda secību, kādā tie tiks izurbti. Lai izvēlētos efektīvāku veidu, izvēlieties **Sort, 2D Sort**.

8. darbība

Izvēlieties **Point to Point** sakārtošanas pogu, kā parādīts nākamajā attēlā.

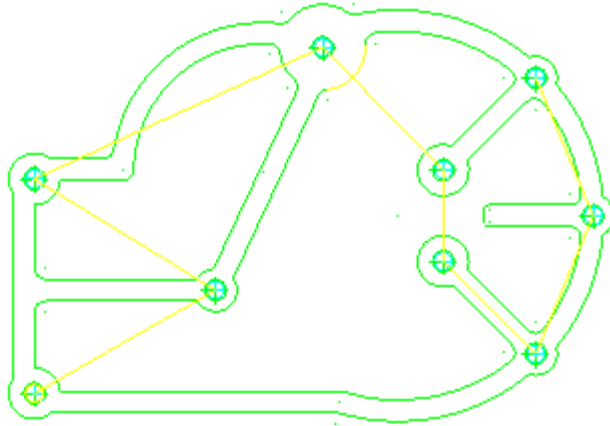


9. darbība

Izvēlieties .

10. darbība

Kad *Mastercam* aicina izvēlēties sākuma punktu, izvēlieties loku apakšējā kreisajā stūrī. Caurumiem jāsakārtojas, kā parādīts nākamajā attēlā.



11. darbība

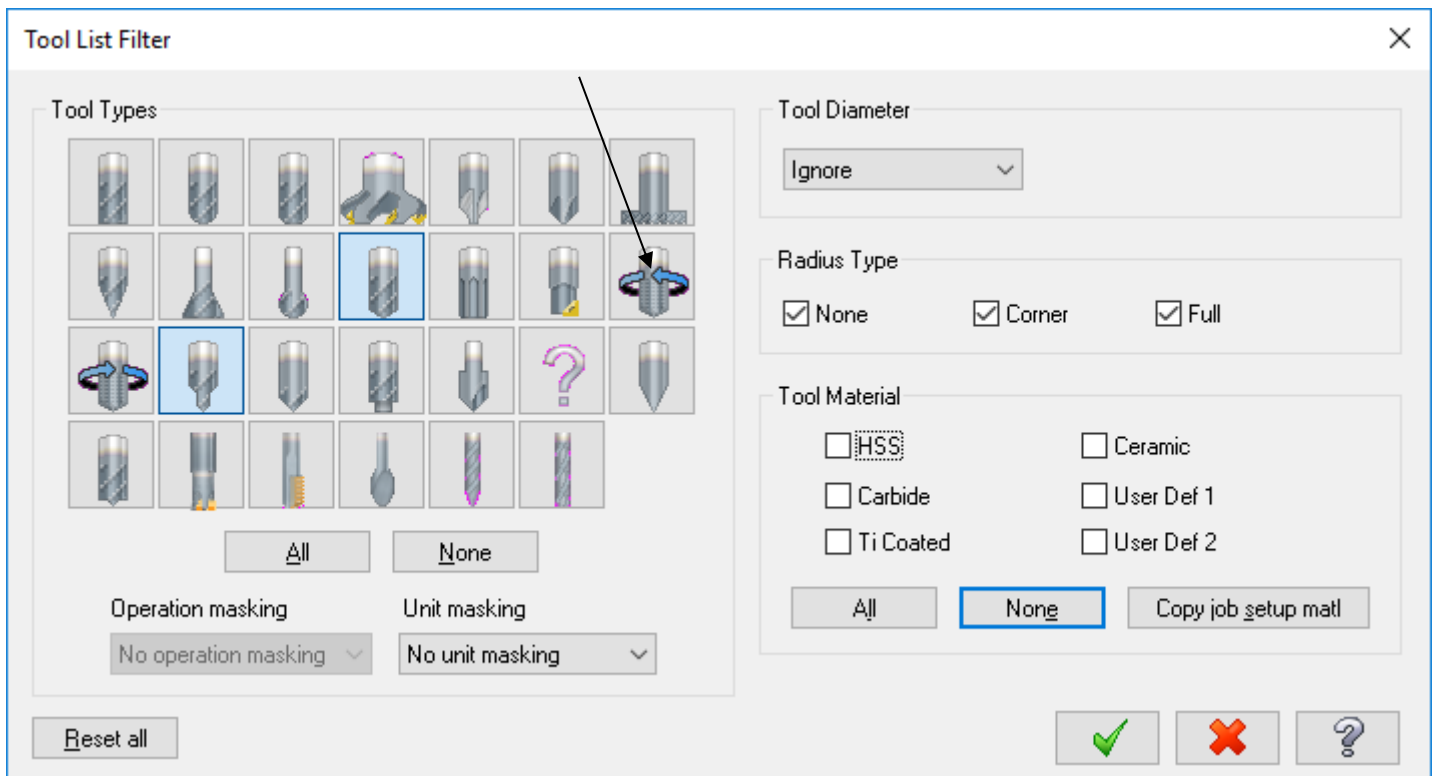
Izvēlieties .

Instrumentu bibliotēkas filtra lietošana, lai izvēlētos instrumentu

Pēc tam, kad iepriekšējā procedūrā izvēlēts , *Mastercam* automātiski attēlo **2D Toolpaths - Drill/Circles Simple drill - no peck** dialoga lauku, kur iespējams izvēlēties urbi un iestatīt pārējos urbja parametrus.

Darbības

1. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool**.
2. Izvēlieties **Filter** pogu.
3. Izvēlieties **None** pogu, lai atceltu pašreizējo filtrēšanas iestatījumu.
4. Izvēlieties **Drill** pogu, kā parādīts nākamajā attēlā. Tas nozīmē, ka tad, kad atgriezīsieties uz **Tool Selection** logu, redzami būs tikai urbji, tas atvieglos izvēlēties atbilstošu instrumentu.



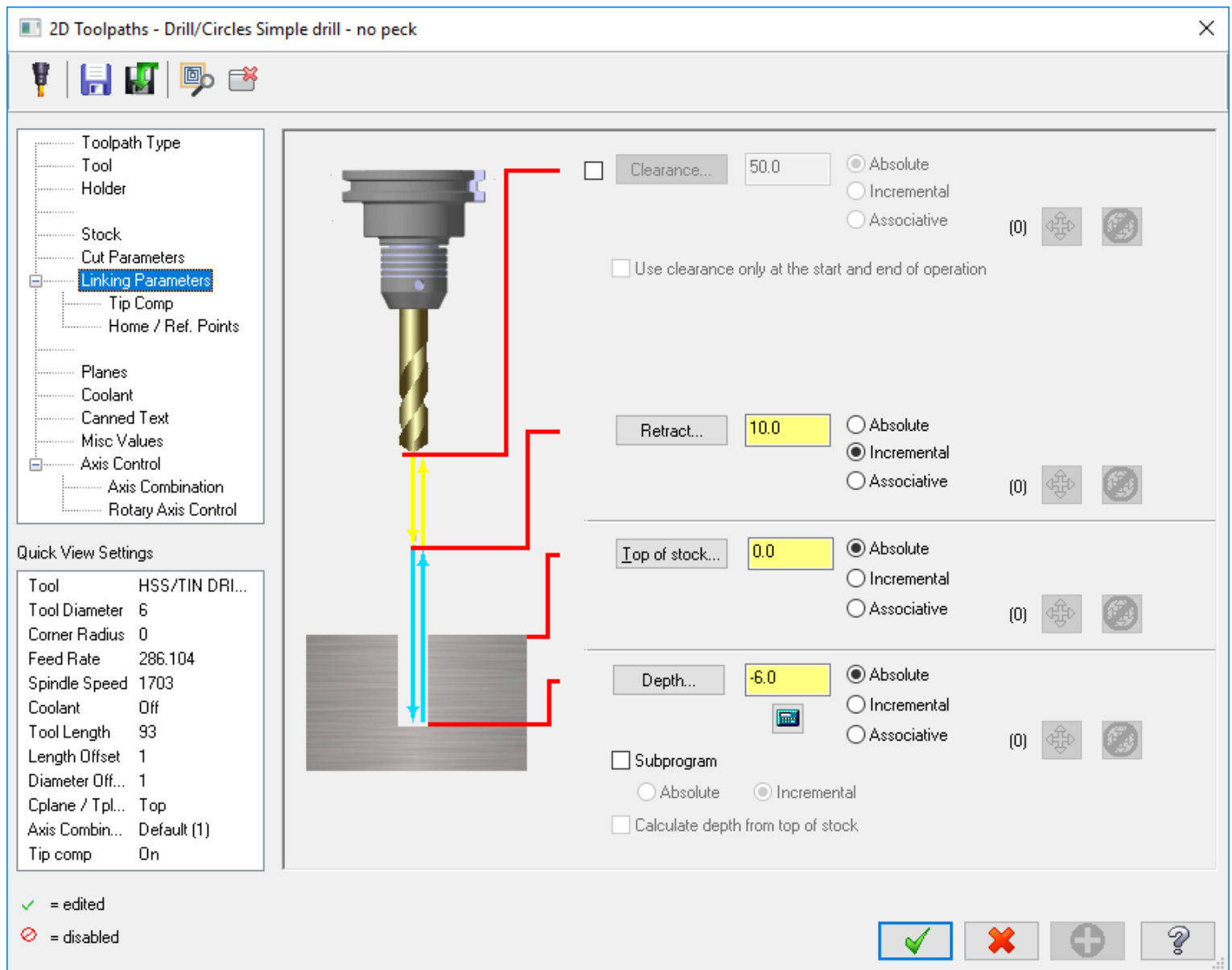
5. Izvēlieties .

6. Izvēlieties **6. drill**, tad .

Urbšanas parametru iestatīšana

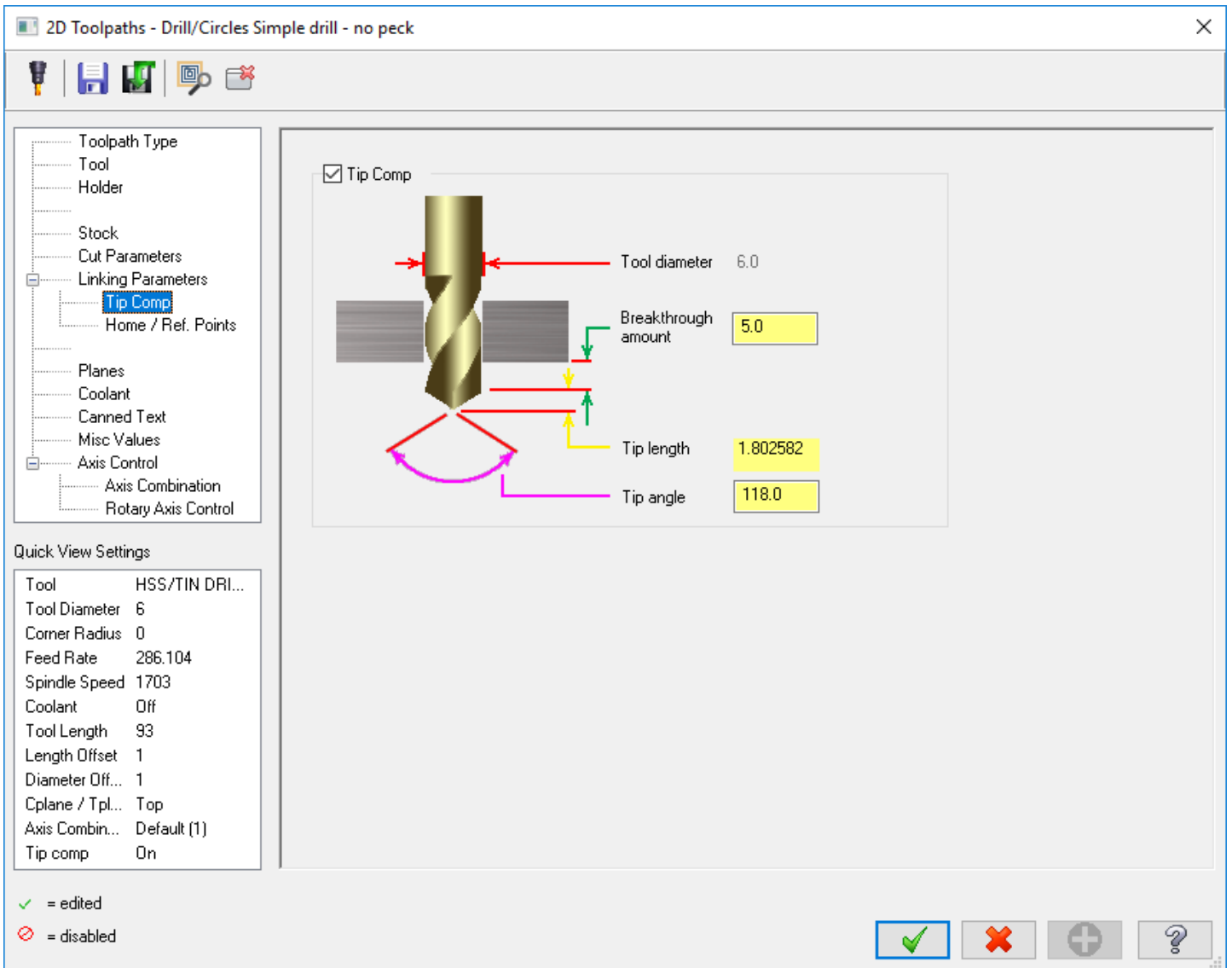
Darbības

1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. **Depth** laukā ievadiet **-6**. Pārējām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



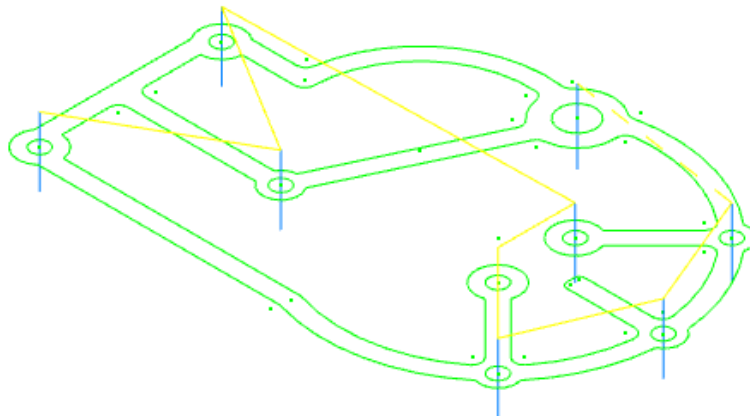
3. Izvēlieties **Tip comp** dialoga lappusi un iezīmju pogu, ievadiet **5.0** kā **Breakthrough amount**.

4. Pārliecinieties, ka vērtības sakrīt ar nākamo attēlu, un izvēlieties .



5. Izvēlieties  vēreiz. *Mastercam* ģenerēs urbšanas instrumenta trajektoriju.

6. Izvēlieties **Isometric** pogu no izvēlnes, kas atveras, klikšķinot labo peles pogu grafiskajā laukā, lai redzētu instrumenta trajektoriju skaidrāk. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



7. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiat detaļu savā darba mapē kā *jauna_starplika.emcam*.

IZURBTĀ CAURUMA IZMĒRA MAIŅA

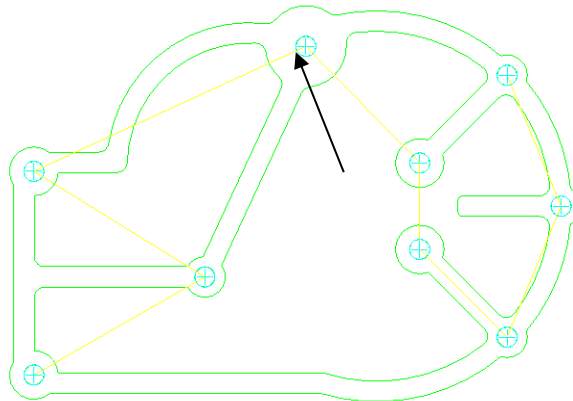
Ja vienam izurbtajam caurumam 6 mm diametra vietā ir nepieciešams 12 mm diametrs, viens no veidiem, kā to darīt, ir nodzēst caurumu un izveidot jaunu caurumu tā vietā. Tad jaunajam caurumam jāizveido jauna urbšanas instrumenta trajektorija ar lielāku urbi, jo katrai operācijai, ko veido *Mastercam*, var būt tikai viens vienīgs instruments, atšķirīgs urbja izmērs prasa jaunu operāciju.

Jauna cauruma zīmēšana

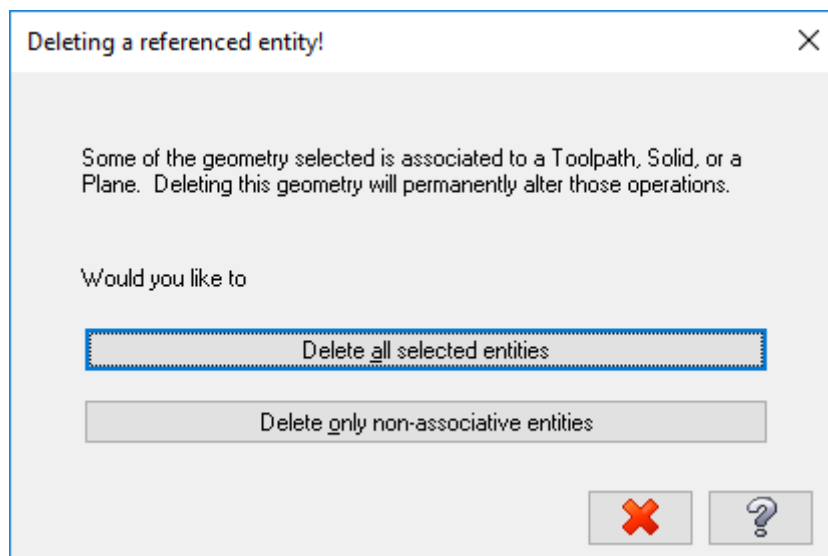
Nodzēsiet esošo caurumu un tā vietā zīmējiet jaunu.

Darbības

1. Izvēlieties **Top** pogu, lai izietu no izometriskā skata.
2. Izvēlieties **Delete** pogu no rīku joslas.
3. Izvēlieties loku, kā parādīts nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties **Delete all selected entities**, kad parādās brīdinājuma paziņojums, kā redzams nākamajā attēlā.




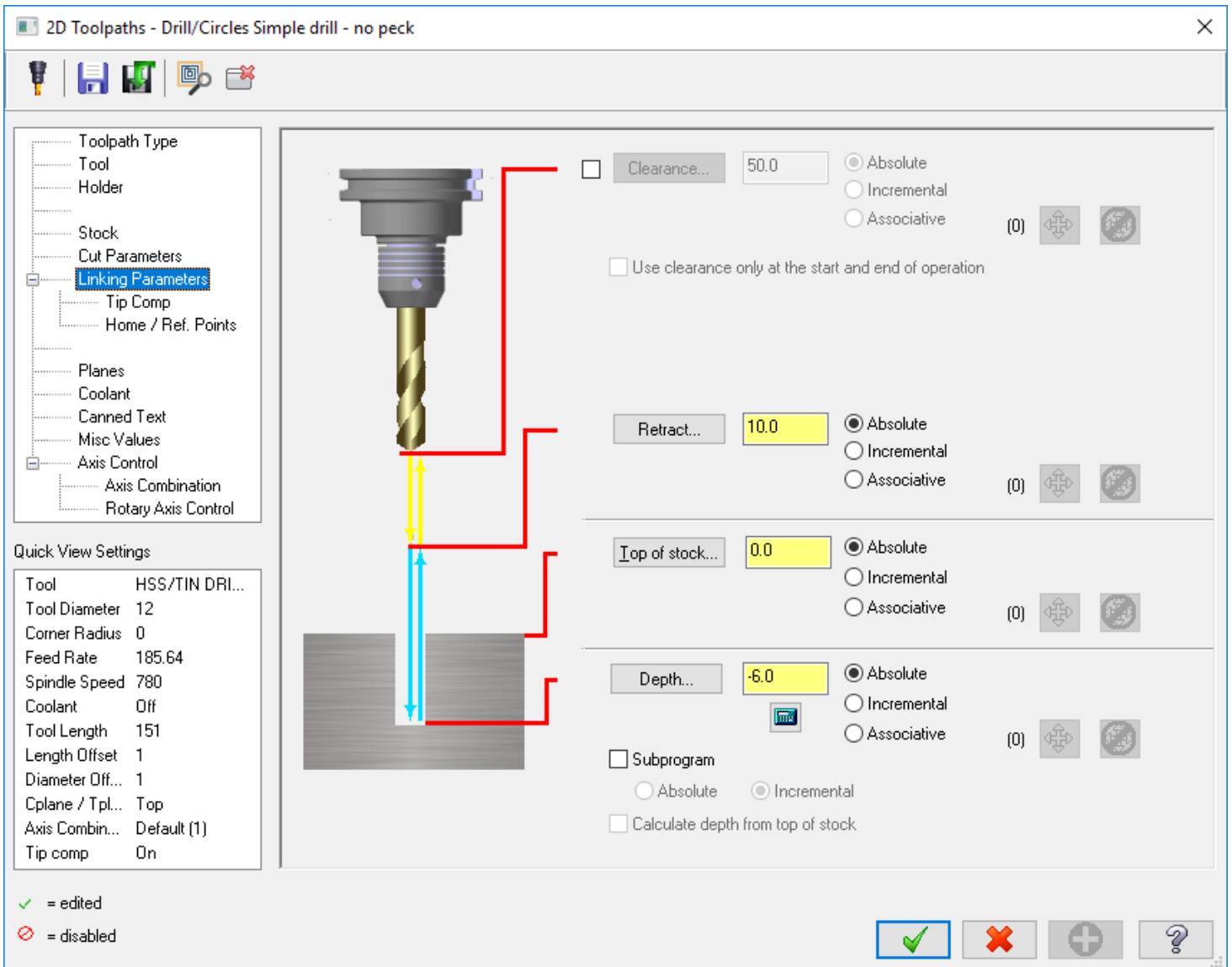
5. Izvēlieties **Arcs, Circle Center Point**.

6. Ievadiet **12** kā diametru.
7. Izvēlieties nodzēstā loka centru līniju krustpunktu.

Urbšanas instrumenta trajektorijas veidošana jaunajam caurumam

Darbības

1. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Drill**.
2. Izvēlieties jauno 12 mm caurumu.
3. Izvēlieties .
4. Izvēlieties **12. drill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.
5. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
6. Pārliecinieties, ka urbšanas parametri sakrīt ar nākamo attēlu.



2D Toolpaths - Drill/Circles Simple drill - no peck

Toolpath Type
Tool
Holder
Stock
Cut Parameters
 Linking Parameters
 Tip Comp
 Home / Ref. Points
Planes
Coolant
Canned Text
Misc Values
Axis Control
 Axis Combination
 Rotary Axis Control

Quick View Settings

Tool	HSS/TIN DRI...
Tool Diameter	12
Corner Radius	0
Feed Rate	185.64
Spindle Speed	780
Coolant	Off
Tool Length	151
Length Offset	1
Diameter Off...	1
Cplane / Tpl...	Top
Axis Combin...	Default (1)
Tip comp	On

Clearance... 50.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Use clearance only at the start and end of operation

Retract... 10.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Top of stock... 0.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)


Depth... -6.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

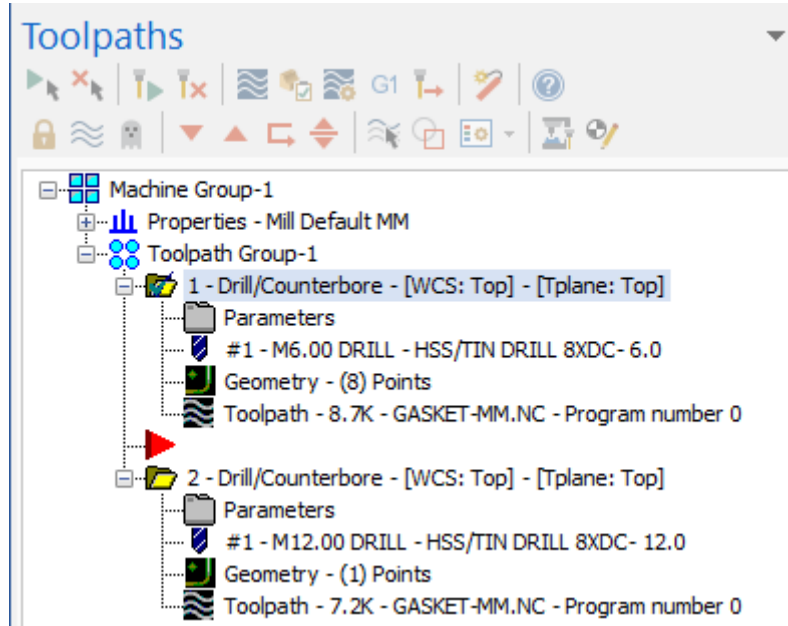
Subprogram
 Absolute Incremental

Calculate depth from top of stock

✓ = edited
 ✗ = disabled

Piezīme. *Mastercam* automātiski aprēķina jauno virsotnes novietojuma kompensāciju (**Tip comp**) jaunajam 12 mm urbim, tāpēc nav nepieciešams izvēlēties **Tip comp** vēlreiz.


7. Izvēlieties . *Mastercam* aprēķina urbšanas instrumenta trajektoriju jaunajam caurumam.
8. Sarakstā vajadzētu būt redzamām divām instrumenta trajektorijām. Pirmā instrumenta trajektorija ir apzīmēta ar sarkanu X. Tas nozīmē, ka to vajag reģenerēt. Tā kā caurums tika nodzēsts, instrumenta trajektorijas nepieciešams atjaunināt (**regenerate**).

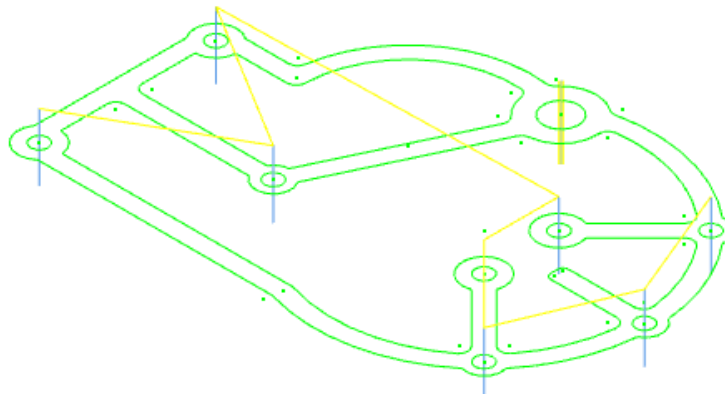




9. Uzklīkšķiniet uz pirmās operācijas, lai to izvēlētos. Zilā iezīme katalogā paziņo, ka operācija ir izvēlēta.
10. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu instrumenta trajektoriju.

Instrumenta trajektorijas zīmēšana

Darbības

1. Izvēlieties **Select all operations**.
2. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
3. Izvēlieties **Isometric** pogu no rīku joslas.
4. Nospiediet **Step forward** , lai soli pa solim ietu cauri instrumenta trajektorijai. Pabeigtai instrumentu trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta.
6. Nospiediet [Alt + A] un izvēlieties , lai saglabātu failu.

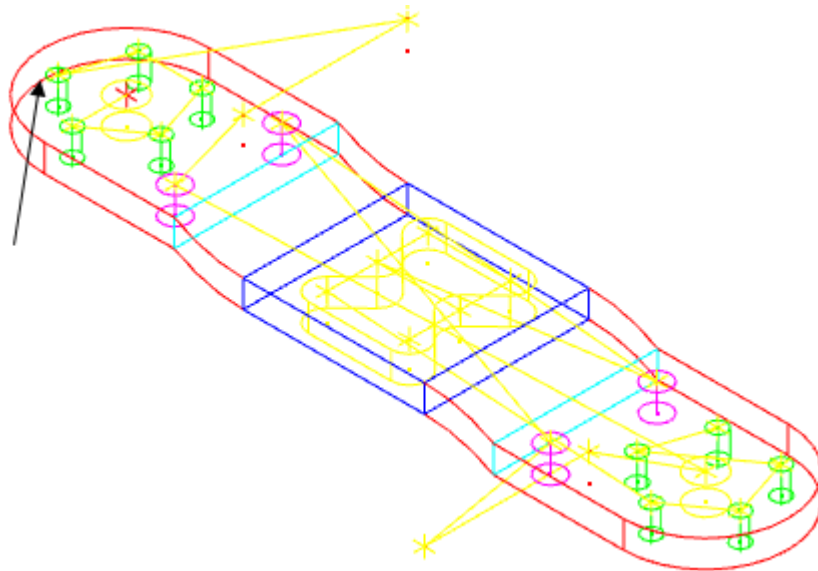
URBŠANA DAŽĀDOS Z DZIĻUMOS

Dažām detaļām vajag urbt caurumus dažādos Z dziļumos. Ar *Mastercam* visus punktus var izvēlēties vienlaicīgi, pat ja tie atrodas dažādos Z dziļumos, un tos var ietvert tajā pašā urbšanas operācijā. Šajā vingrinājumā varēs apgūt, kā lietot pieauguma (**Incremental**) vērtības, lai iestatītu urbšanas parametrus tā, ka vajadzēs izveidot vienu urbšanas parametru iestatījumu visiem caurumiem. Papildus tam šajā vingrinājumā realizēsiet vairākkārtīgas urbšanas operācijas katram caurumam. Vispirms vajadzēs iecentrēt caurumus ar centru urbi, tad urbsiet caurumus atbilstošajos izmēros.

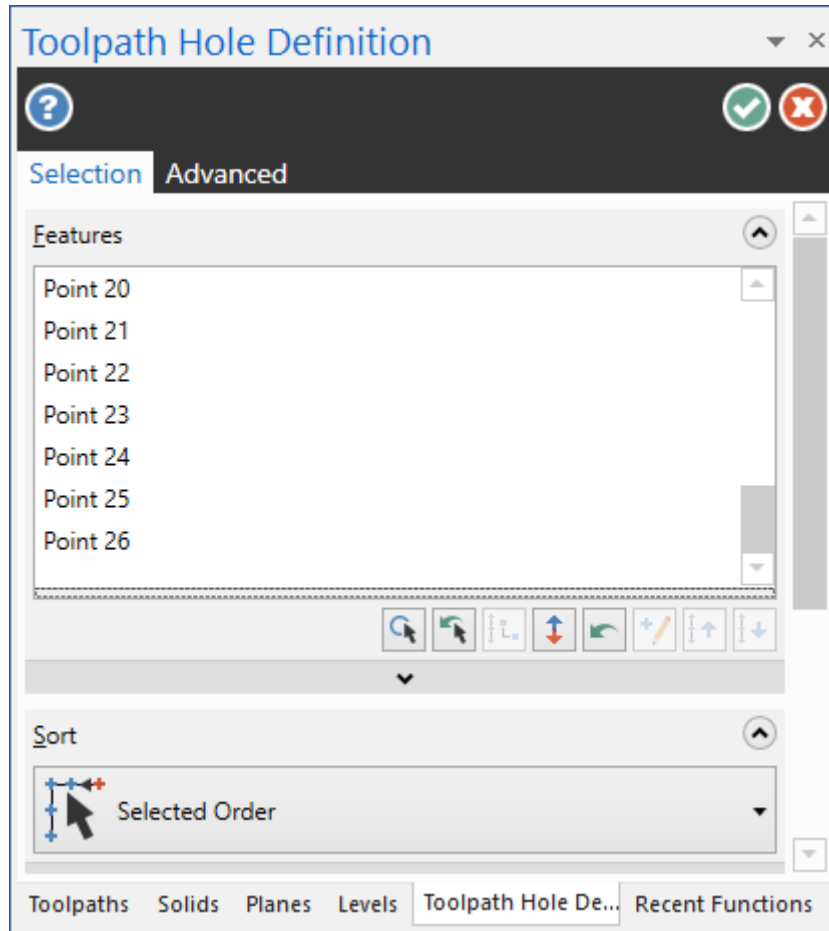
Iecentrēšana ar centra urbi

Darbības

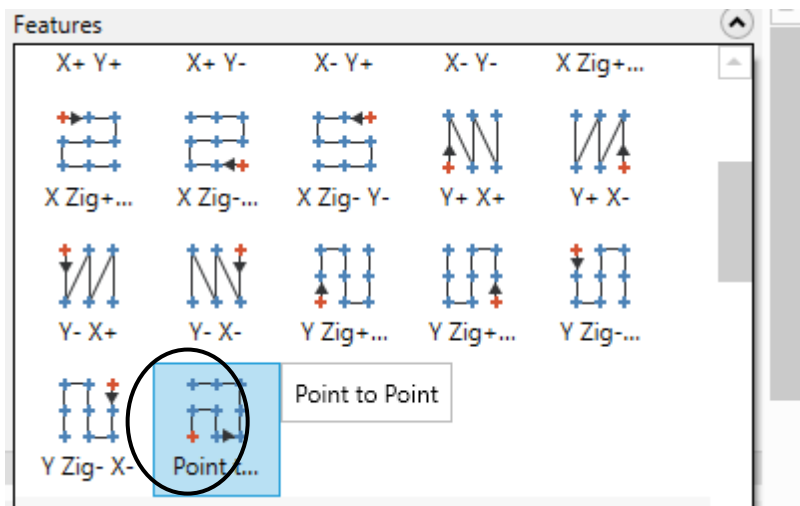
1. Atveriet savā darba mapē failu *cilpa.emcam*. Izvēlieties izometrisko skatu.
2. Izvēlieties **Machine, Mill, Default, Toolpaths, 2D, Drill**. Parādās logs **Toolpath Hole Definition**.
3. Uzklīkšķiniet virs un pa kreisi no detaļas un apvelciet logu, kā parādīts nākamajā attēlā. Pabeidziet loga apvilksanu, uzklīkšķinot peli pa labi un zem detaļas.



Uz dialoga lauka parādās izvēlēto caurumu saraksts.

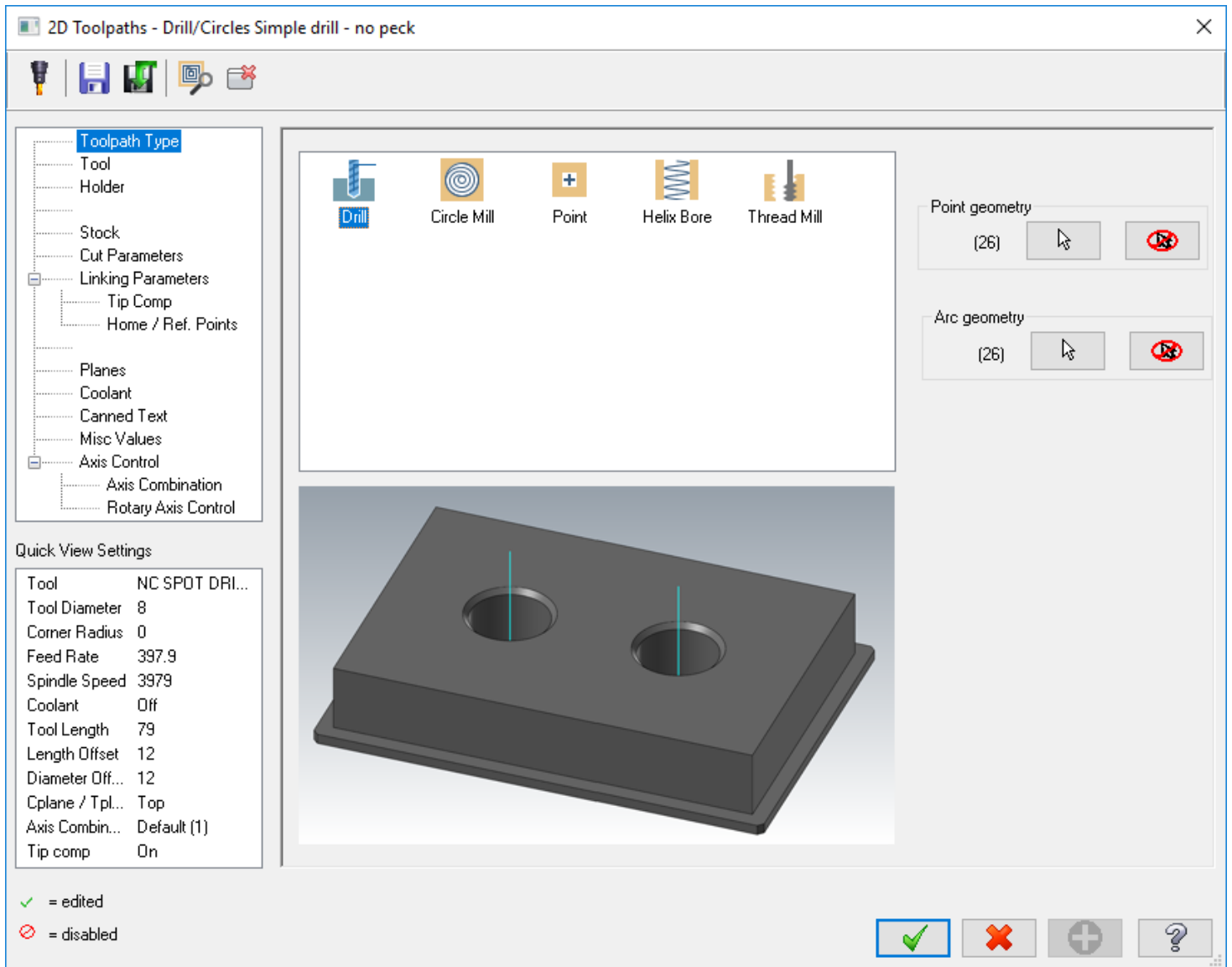


Izvēlieties **Selected Order** zem **Sort** no **Toolpath Hole Definition** loga un **Point-to-point** sakārtošanas metodi, kā parādīts nākamajā attēlā.

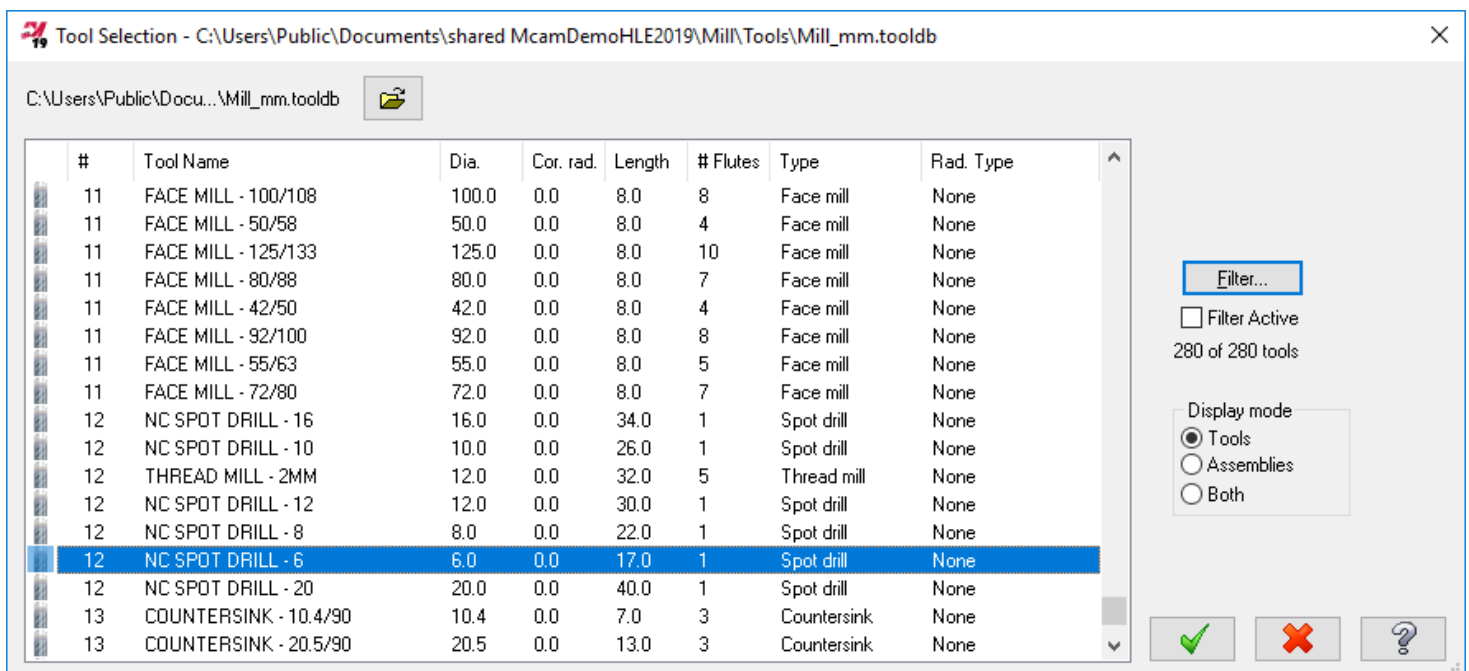


Tad izvēlieties sākuma punktu, kā parādīts iepriekš.

4. Izvēlieties . Atveras **2D Toolpath - Drill/Circles Simple drill - no peck** logs.



Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, klikšķiniet uz **Select Library Tool**.



5. Izvēlieties **NC SPOT DRILL-6** no griezējinstrumentu bibliotēkas. Ja nepieciešams, attīriet **Filter active** iezīmju lauku, lai redzētu centru urbjus.
6. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
7. Izvēlieties **Clearance** iezīmju lauku un ievadiet **6**. Pārlicinieties, ka **Absolute** ir izvēlēts. Tā kā caurumi ir dažādos Z dziļumos, svarīgi ir noteikt absolūto atvirzes plakni, kas atšķiras no atvirzes augstuma, lai nodrošinātu, ka urbim būs noteikts attālums no visām detaļas virsmām, kad tas kustēsies no cauruma uz caurumu.
8. Nomainiet **Retract** uz **Incremental** un ievadiet vērtību **2**.
9. Nomainiet **Top of stock** uz **Incremental**. Tas nozīmē, ka sagataves virspuses novietojuma vērtība katram caurumam nomainīsies saskaņā ar tā Z dziļumu. Tā kā dziļums un atvirze arī tiek noteikti ar pieaugumu, šīs vērtības tiks mērītas no sagataves virspuses un tādējādi arī tiks nomainītas ar katra cauruma Z dziļumu.
10. Ievadiet **-2** kā **Depth** un izvēlieties **Incremental**.
11. Pārbaudiet, ka ievadītās vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.

2D Toolpaths - Drill/Circles Simple drill - no peck

Toolpath Type
 Tool
 Holder
 Stock
 Cut Parameters
 Linking Parameters
 Tip Comp
 Home / Ref. Points
 Planes
 Coolant
 Canned Text
 Misc Values
 Axis Control
 Axis Combination
 Rotary Axis Control

Quick View Settings

Tool	NC SPOT DRI...
Tool Diameter	6
Corner Radius	0
Feed Rate	397.9
Spindle Speed	3979
Coolant	Off
Tool Length	66
Length Offset	12
Diameter Off...	12
Cplane / Tpl...	Top
Axis Combin...	Default (1)
Tip comp	On

✓ = edited
 ⓧ = disabled

Clearance... 6.0 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Use clearance only at the start and end of operation

Retract... 2.0 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Top of stock... 0.0 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Depth... -2.0 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

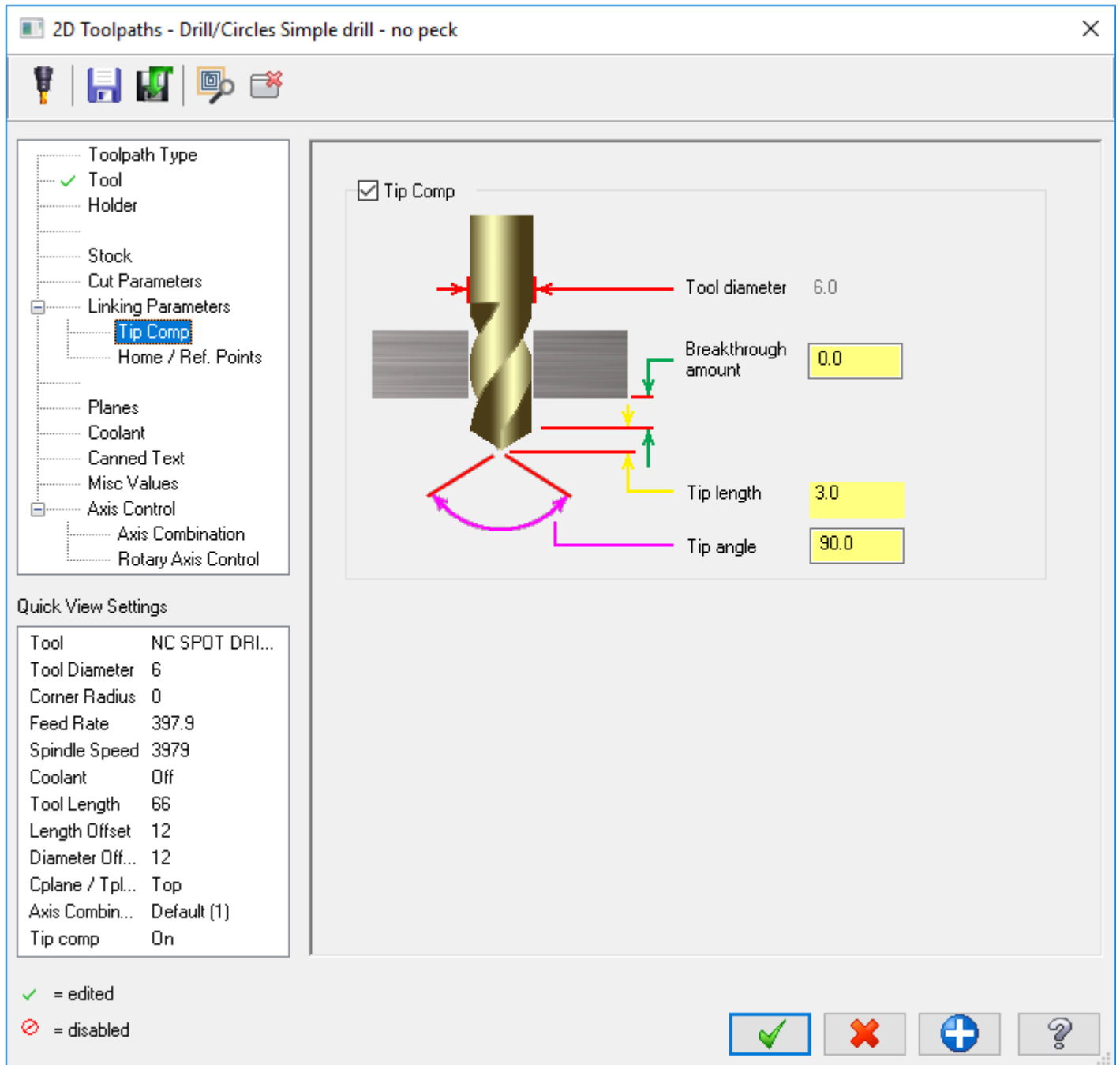
Subprogram
 Absolute Incremental


Calculate depth from top of stock

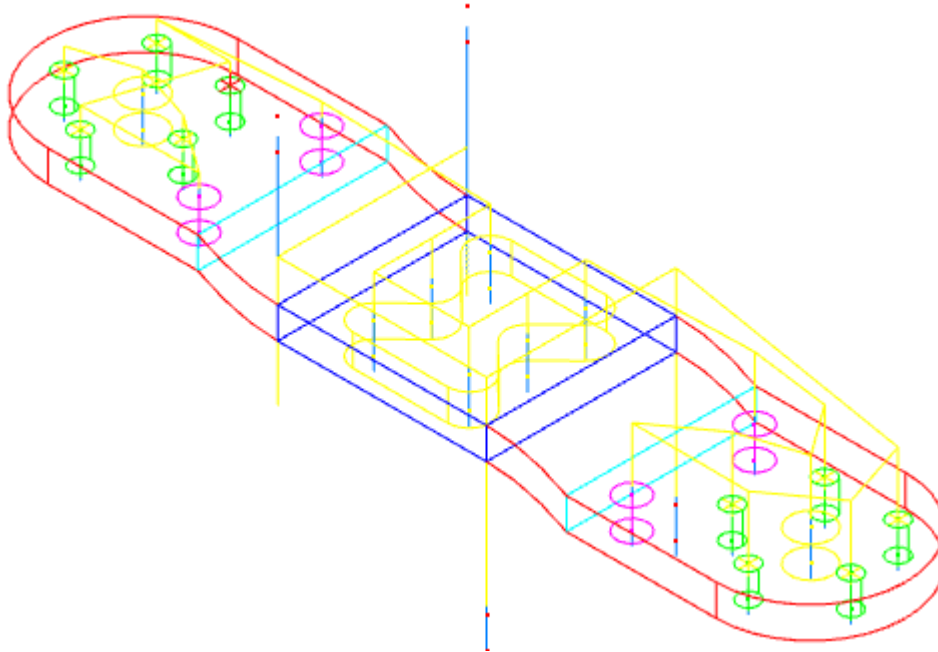
✓ ✗ + ?

12. Izvēlieties **Tip Comp** dialoga lappusi un iezīmes logu.

13. Ievadiet **0** kā **Breakthrough amount**. Ievadītajām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



14. Izvēlieties , lai ģenerētu urbšanas instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

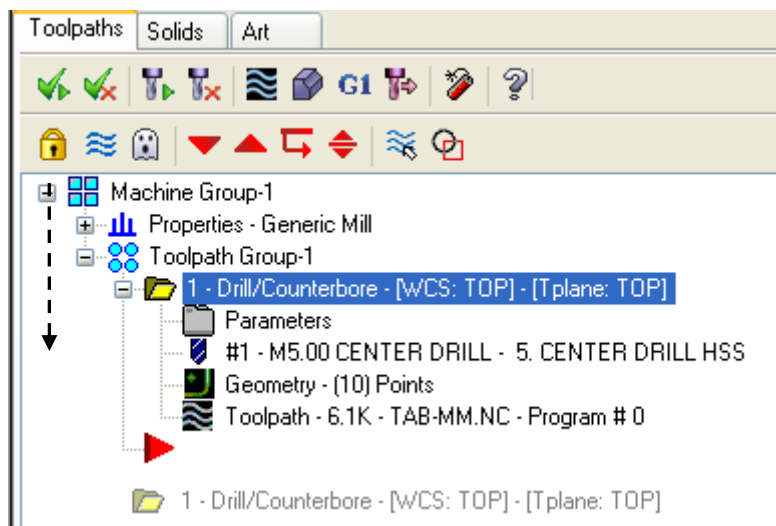


Caurumu urbšana

Lai izveidotu otru urbšanas instrumenta trajektoriju, jākopē pirmā urbšanas operācija un jāredīgē parametri.

Darbības

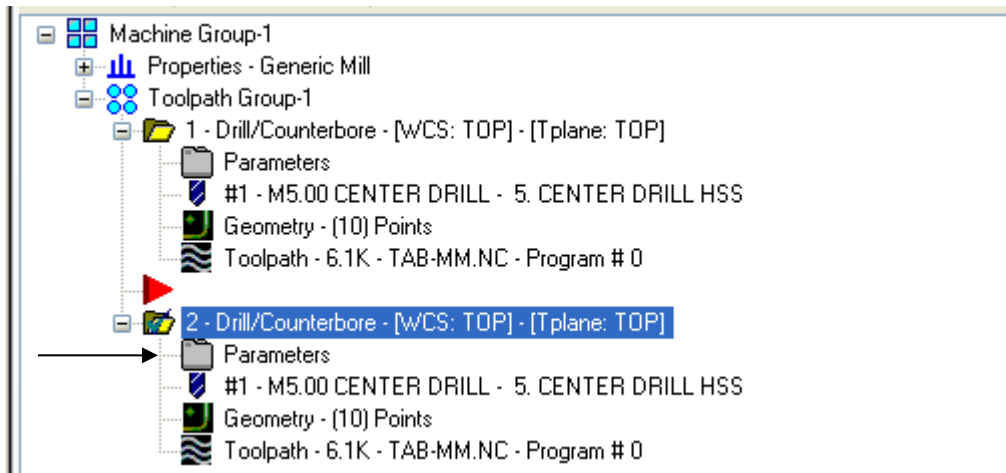
1. Uzklīkšķiniet labo peles pogu uz urbšanas operācijas, velciet to uz leju, kā parādīts nākamajā attēlā, tad atlaidiet peli.



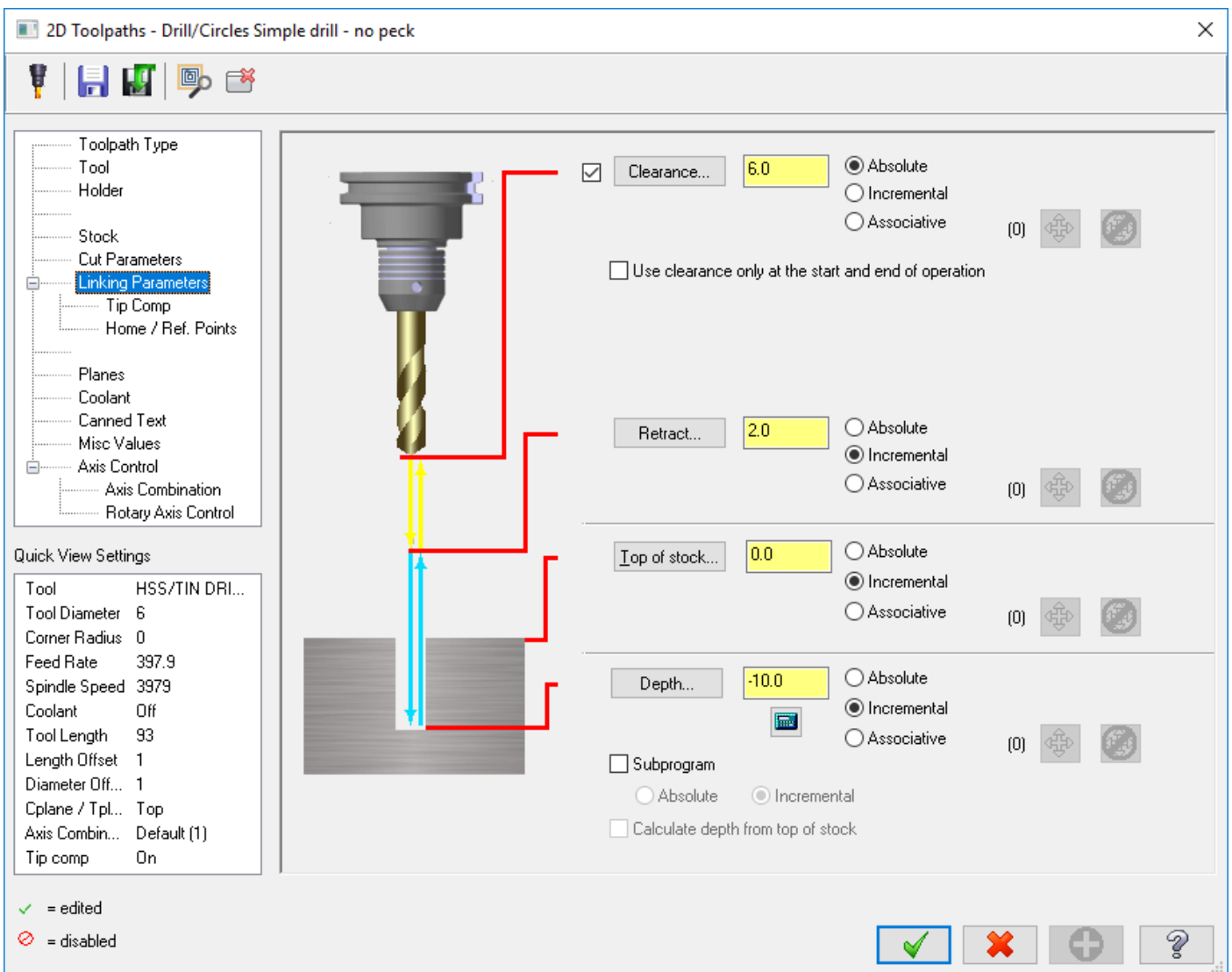
Move before
Move after
Copy before
Copy after
Cancel

2. Izvēlieties **Copy after** no izvēlnes.

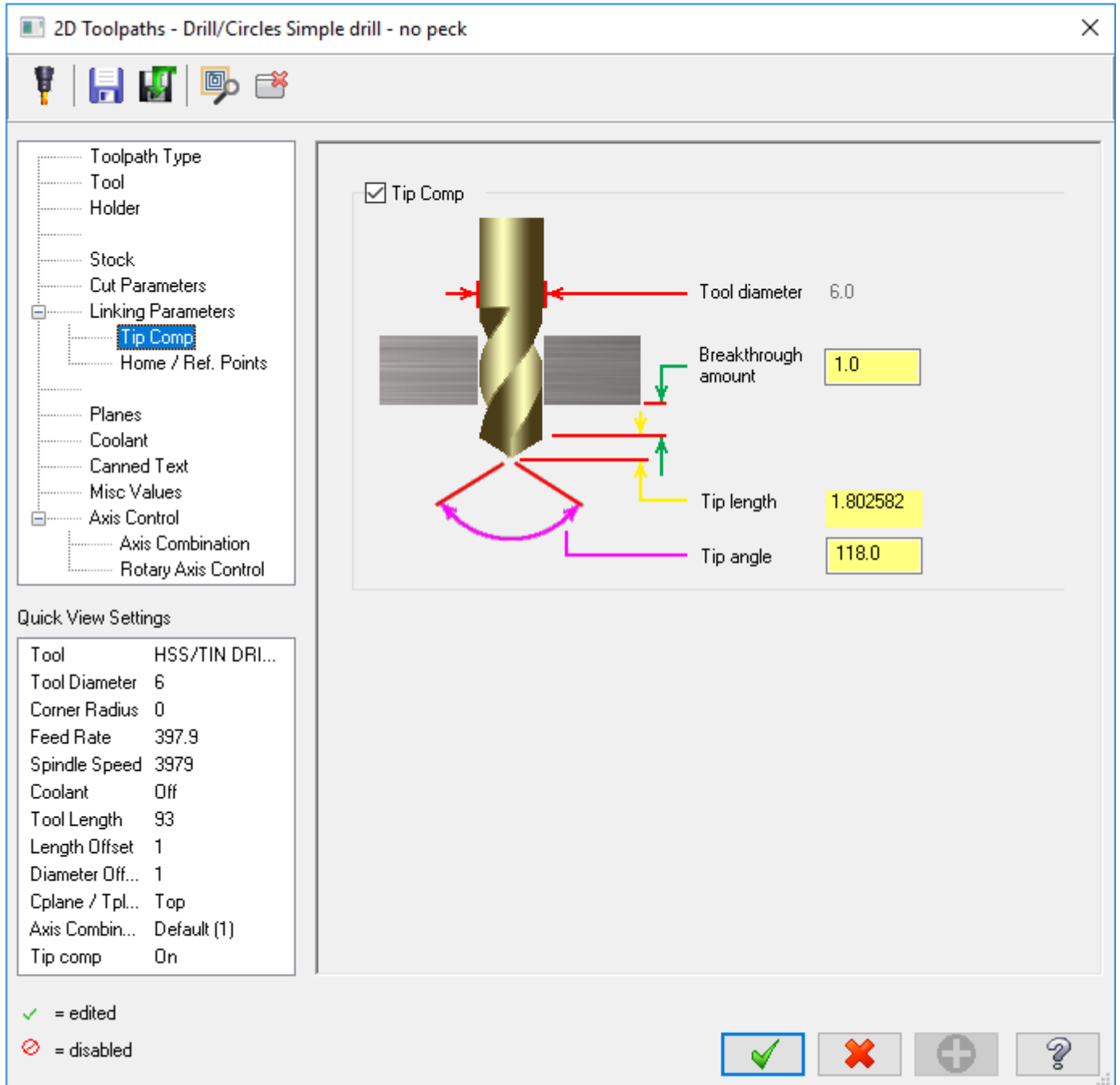
3. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem otrās instrumenta trajektorijas.



4. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, klikšķiniet **Select Library Tool**.
5. Izvēlieties **6. Drill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.
6. Izvēlieties **Linking Parameters** lappusi.
7. Nomainiet **Depth** uz **-10**. Izvēlētajiem urbšanas parametriem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



8. Izvēlieties **Tip Comp** dialoga lappusi un iezīmju lauku.

9. Ievadiet **1** kā **Breakthrough amount**.

10. Izvēlieties .

11. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. *Mastercam* reģenerēs otro instrumenta trajektoriju.

12. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *urbta_cilpa.emcam*.

Tagad ir aplūkotas vairākas metodes, kā veidot 2D ģeometriju un instrumenta trajektorijas. Nākamajā praktiskajā darbā varēsiet iepazīties ar 3D ģeometrijas un instrumenta trajektorijas veidošanu.

23. PRAKTISKAIS DARBS – DARBS 3D TELPĀ

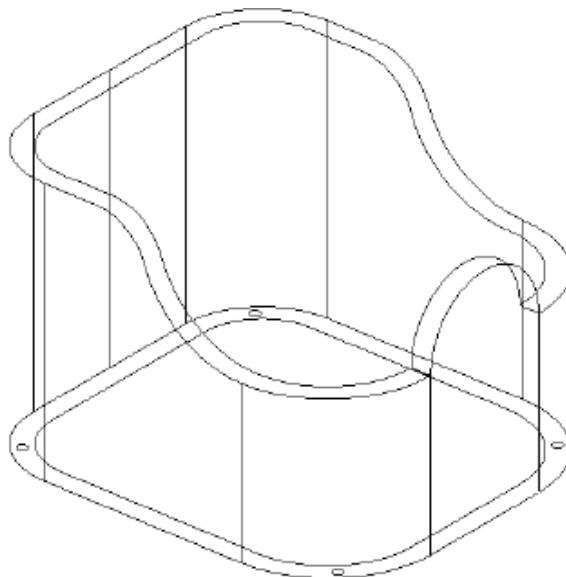
Darba mērķis	Apgūt telpiska rāmja konstruēšanas paņēmienus.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Noteikt konstruēšanas plakni. ▪ Zīmēt telpā novietotas taisnes, aploces un lokus. ▪ Pārbīdīt telpā izveidotās kontūras.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojams spēj izveidot telpiskas detaļas konstrukciju stieplu rāmja veidā.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests13.emcam</i> izurbt četrus caurumus no priekšas. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Ar kādām komandām maina ģeometrijas elementu novietojumu telpā?

DARBA GAITA

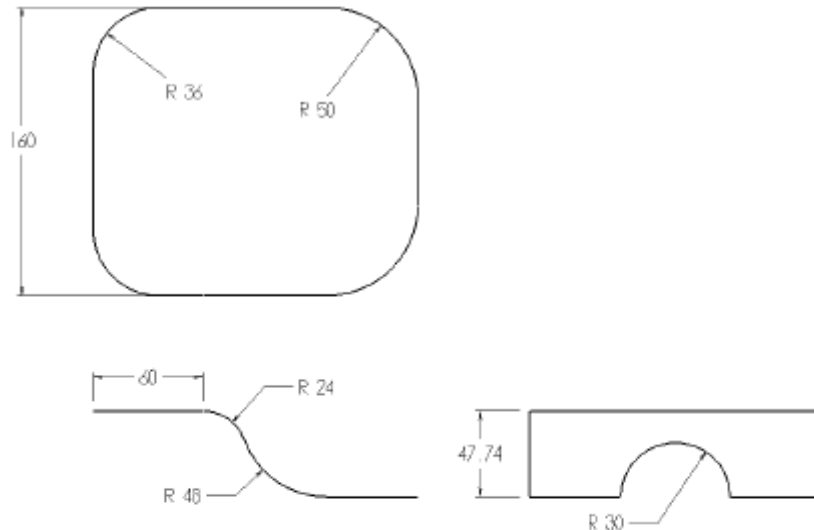
Šajā praktiskajā darbā tiks konstruēta telpiska 3D stieplu režģa veida detaļa. Lai strādātu pie detaļas dažādās 3D orientācijās, tiks izmantotas konstruēšanas plaknes (**Cplane**) un skatu pārvaldnieks (**View Manager**). Pēdējā vingrinājumā tiks veidota urbšanas instrumenta trajektorija, lai no detaļas apakšas urbtu uz augšu. Veidojamā detaļa ir korpuss (skatīt nākamo attēlu). Augšmala ir noteikta ar 3D kontūru, un apakšmalā ir četri mazi piestiprināšanas caurumi.



3D ĢEOMETRIJAS VEIDOŠANA

Šajā vingrinājumā tiks izmantoti daudzi jau iepriekšējos praktiskajos darbos lietotie zīmēšanas paņēmieni, bet šoreiz 3D telpā.

Nākamajā attēlā redzami 3D stieplu rāmja izmēri. Lai būtu vieglāk uztvert, šeit ir parādītas tikai detaļas augšējās malas ārējās robežas.



Ģeometrijas orientēšana 3D telpā

Mastercam izmanto konstruēšanas plakni (**Cplane**), lai 3D telpā orientētu divu dimensiju elementus: taisni un loku. **Cplane** no 1 līdz 6 izvietojas uz kuba virsmām. Visi iepriekšējie darbi līdz šim tika veikti **Top Cplane**, it kā uz detaļas virspusi skatītos no augšas. Ja notiek pārslēgšanās uz citu **Cplane**, tam seko XY koordinātu plaknes pagriešanās, lai savietotos ar izvēlēto virsmu. Z ass vienmēr saistās ar virzienu uz vai prom no detaļas.

Kad ir izvēlēta **Cplane**, iestatiet Z dziļumu, lai pateiktu *Mastercam*, cik dziļi (kādā attālumā no koordinātu sākuma punkta Z ass virzienā) vajadzētu veidot ģeometriju. Visi iepriekšējie darbi līdz šim ir bijuši Z dziļumā 0. Izvēlieties citu Z dziļumu, lai veidotu jaunu ģeometriju virs vai zem citas ģeometrijas.

Izpildiet šo procedūru, lai redzētu efektu, ko dod **Cplane** un Z dziļuma izvēle, pirms sākat zīmēt praktisko detaļu.

Izvēlieties **File, New**, lai veidotu tukšu *Mastercam* rasējumu.

Statusa joslas pogas rāda, kā jaunā ģeometrija būs orientēta (skatīt nākamo attēlu).

X: 9.15081 Y: -32.66837 Z: 0.00000 3D CPLANE: TOP TPLANE: TOP WCS: TOP

Z zona ziņo par pašreizējo konstruēšanas dziļumu (nobīdi) Z ass virzienā (0.0). Izvēlieties šo pogu, lai iestatītu citu vērtību. Tiklīdz ir izvēlēta šī poga, var vai nu ierakstīt jaunu vērtību, vai izvēlēties ģeometriju uz ekrāna, lai iestatītu Z dziļumu, kas sakrīt ar izvēlēto elementu.

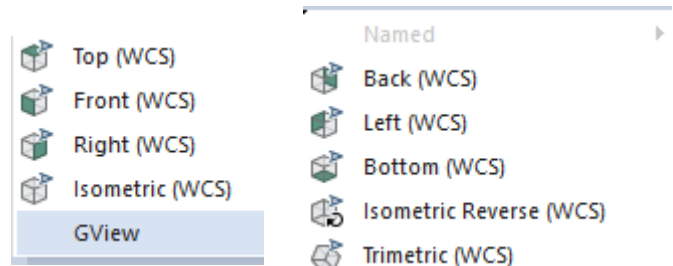
3D zona ziņo par pašreizējo konstruēšanas veidu – tas ir telpisks. Izvēlieties šo pogu, lai pārietu uz darbu plaknē (**2D**).

Cplane zona ziņo par pašreizējo konstruēšanas plakni **Cplane (Top** vai virsskatu). Izvēlieties šo pogu, lai paņemtu citu plakni no izvēlnes.

Tplane zona ziņo par pašreizējo instrumenta (**Tool**) plakni. Izvēlieties šo pogu, lai paņemtu citu plakni no izvēlnes.


WCS zona ziņo par pašreizējo detaļas (**Work**) koordinātu sistēmu – XY plakne sakrīt ar norādīto. Izvēlieties šo pogu, lai paņemtu citu plakni no izvēlnes.

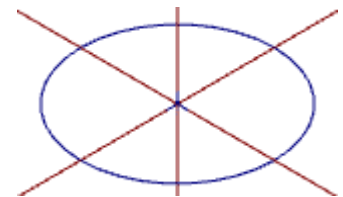
Veidojot ģeometriju, gribētos, lai tā sakrīt ar **Cplane**. Var nomainīt **Gview**, lai apskatītu ģeometriju no dažādām pusēm. Klikšķiniet peles labo pogu grafiskajā laukā, un parādās izvēlne (skatīt attēlu pa labi); klikšķiniet uz vēlamo, lai pārslēgtu skatu uz detaļu.



Darbības

1. Nospiediet [**F9**], lai attēlotu koordinātu asis.
2. Izvēlieties **Isometric** pogu no izvēlnes, lai attēlotu koordinātas 3D telpā.
3. Izvēlieties **Arcs, Circle Center point**.
4. Ievadiet **25** kā diametru.

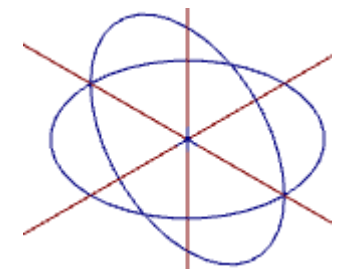
5. Virziet cursoru pār koordinātu sākuma punktu. Kad tajā parādās maza aploce, klikšķiniet, lai novietotu aploces centra punktu sākuma punktā. Apstipriniet aploces izveidi ar .



Ekrānā redzamajam jāizskatās kā attēlā.

6. Izvēlieties **Cplane** pogu no statusa joslas, lai **Cplane** nomainītu uz **Front**.

7. Atkārtojiet 3. līdz 5. darbības soli vēlreiz, lai izveidotu jaunu aploci ar tās centra punktu koordinātu sākuma punktā. Centra punkts ir tas pats, bet otrā aploce ir savietota ar detaļas priekšpusi.

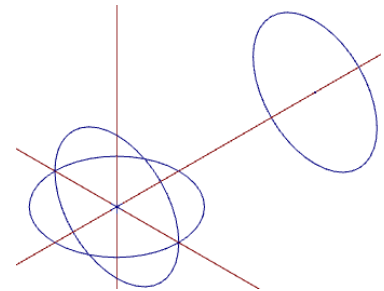


8. Izvēlieties **Z** zonu.

9. Ierakstiet **-40** un spiediet [**Enter**]. Jaunais Z dziļums parādās uz pogas. Uzklīkšķiniet **2D**, lai pārietu atkal uz darbu telpā.

Z: -40.00000 3D

10. Atkārtojiet 3. līdz 5. darbības soli vēlreiz. Cita aploce parādās ar tās centra punktu uz ass. Tā ir vienā virzienā ar iepriekšējo aploci, bet nobīdīta par 40 mm detaļas iekšienē jaunā Z dziļuma dēļ (skatīt attēlu).

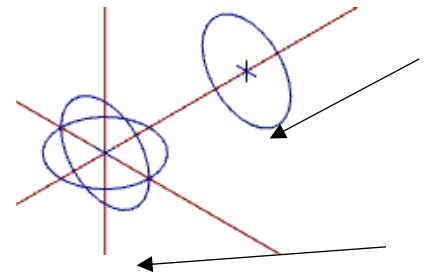


11. Izvēlieties **Cplane, Right** no izvēlnes, lai jauno ģeometriju izvietotu vienā virzienā ar detaļas kreiso malu.

12. Izvēlieties **Z** un ievadiet **75**. Spiediet [**Enter**].

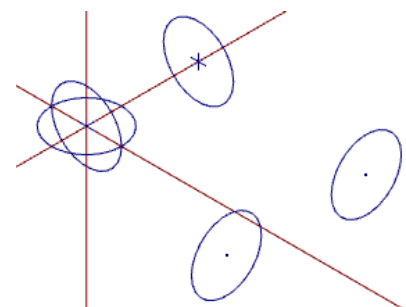
13. Izvēlieties **Arcs, Circle Center point**.

14. Ievadiet **25** kā diametru. Klikšķiniet kreiso peles pogu aptuveni tajos novietojumos, kā rāda bultiņas nākamajā attēlā.



15. Izvēlieties **Home, Analyze entities**. Klikšķiniet uz tikko izveidotās aploces. Ievadiet koordinātas **X25, Y10**, lai novietotu pirmo aploci pareizi. Apstipriniet un atkārtojiet **Analyze entities**.

16. Klikšķiniet uz otras aploces. Ievadiet koordinātas **X25, Y10**, lai novietotu otro aploci. Jaunās aploces ir vienā virzienā ar detaļas kreiso sānu, 75 mm priekšā sistēmas sākuma punktam (skatīt nākamo attēlu).



17. Izvēlieties **File, New**, lai no ekrāna notīrītu ģeometriju. Izvēlieties **No**, kad aicina saglabāt failu.

Piezīme. Izvēloties **File, New, Cplane** un **Gview** tiek iestatītas atpakaļ uz **Top** un Z dziļums uz **0**.

Pirmās konstruēšanas taisnes veidošana

Tagad, kad mazliet ir apjausts, ko nozīmē veidot ģeometriju 3D telpā, var sākt zīmēt detaļu. Jāsāk ar augšējā priekšējā stūra zīmēšanu.

Darbības

1. Nospiediet [**F9**], lai attēlotu koordinātu asis.

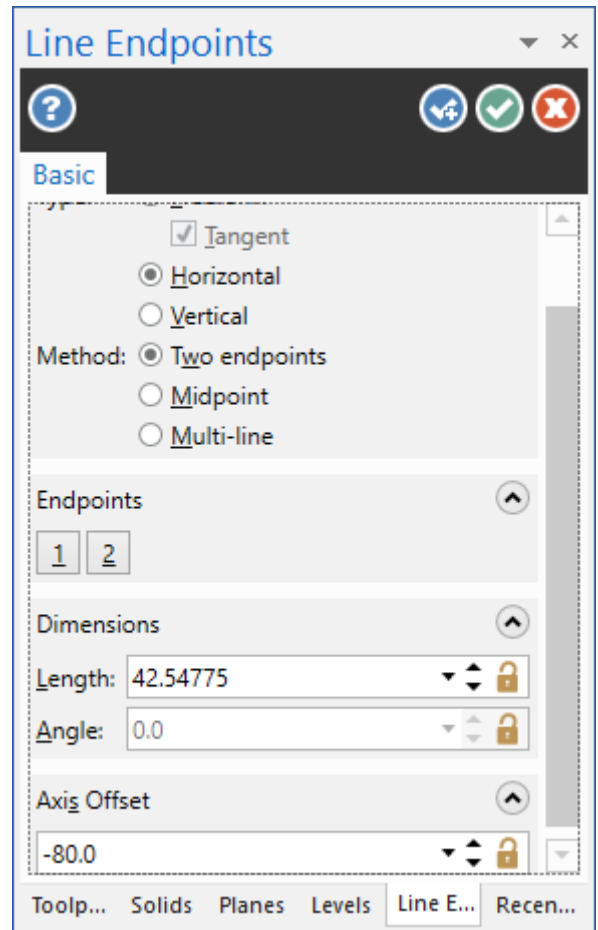
2. Izvēlieties **Wireframe, Lines, Line Endpoint**. Atveras nākamajā attēlā redzamais dialoga lauks.

3. Zīmējiet taisni novietojumā 1. Uz dialoga lauka iezīmējiet **Horizontal**.

4. Klikšķiniet peli kaut kur pa kreisi no Y ass, tad pa labi no Y ass. Uz dialoga lauka ievadiet **-80** kā **Axis Offset** (Y koordinātu).

5. Zīmējiet taisni novietojumā 2.

6. Klikšķiniet peli kaut kur pa kreisi no Y ass, tad pa labi no Y ass. Uz dialoga lauka ievadiet **0** kā **Axis Offset** (Y koordinātu).




7. Zīmējiet taisni novietojumā 3. Uz dialoga lauka iezīmējiet **Vertical**.

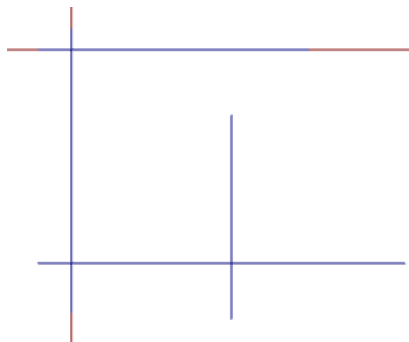
8. Klikšķiniet peli kaut kur virs X ass, tad zem X ass. Ievadiet **0** kā **Axis Offset** (X koordinātu).

9. Zīmējiet taisni novietojumā 4.

Padoms. Ja, zīmējot taisni, vajag vairāk vietas, nospiediet [**Down arrow**] taustiņu dažas reizes.

11. Klikšķiniet peli kaut kur virs X ass, tad zem X ass. Ievadiet **60** kā **Axis Offset** (X koordinātu).

Apstipriniet zīmēšanu ar . Detaļas aptuvens izskats aplūkojams nākamajā attēlā.

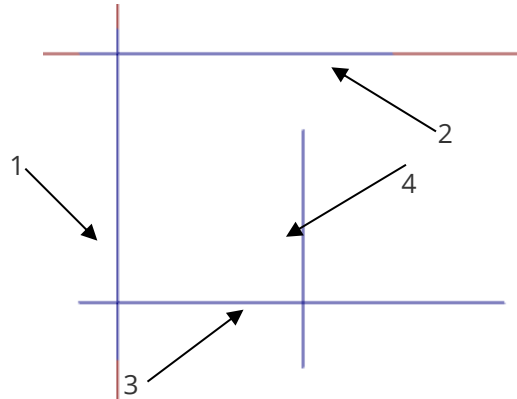


Taišņu apgriešana

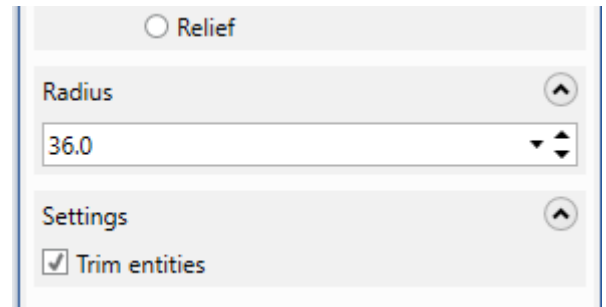
Pabeidziet detaļas augšējo stūri, apgriežot taisnes un pievienojot noapaļojumu.


Darbības

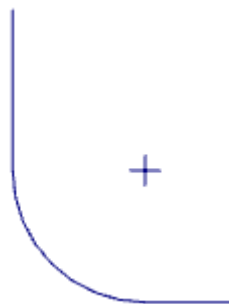
1. Izvēlieties **Trim/Break/Extend**.
2. Izvēlieties taisnes novietojumos 1, 2, 3, un 4 nākamajā attēlā parādītajā secībā.



3. Izvēlieties **Delete** pogu.
4. Uzklīkšķiniet uz 2. un 4. taisnes, kā rādīts iepriekšējā attēlā, lai nodzēstu tās.
5. Izvēlieties **Fillet Entities**.
6. Ievadiet lodziņā **36** kā noapaļojuma rādiusu.



7. Uzklīkšķiniet uz katras no atlikušajām taisnēm. Apstipriniet ar . Pēc norāžu izpildes detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



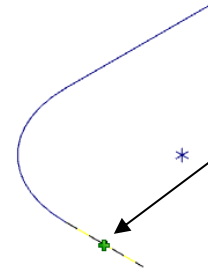
Priekšējās virsmas zīmēšana

Šajā procedūrā tiks zīmēta līkne uz detaļas priekšējās virsmas.

Darbības

1. Iestatiet skatu uz **Isometric**.
2. Iestatiet **Cplane** uz **Front**.
3. Izvēlieties **Z** pogu.

4. Izvēlieties taisni, kā parādīts nākamajā attēlā, lai iestatītu Z dziļumu uz **80**.

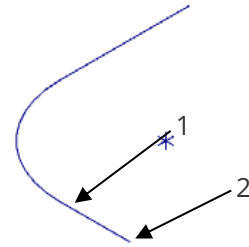


5. Izvēlieties **Arcs, Arc Tangent**.

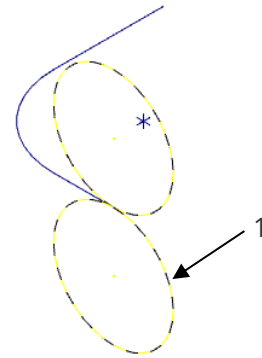
6. Ievadiet **24** kā rādiusu.

7. Vēlreiz izvēlieties taisni novietojumā 1.

8. Izvēlieties pieskares punktu, izvēloties gala punktu novietojumā 2.

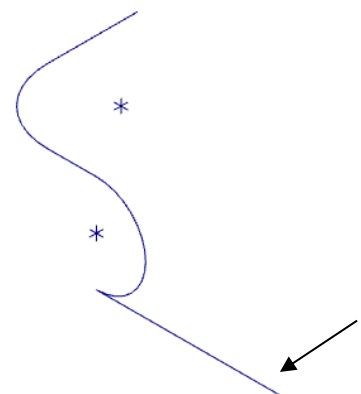


9. Izvēlieties loku, kā parādīts nākamajā attēlā.



10. Izvēlieties **Lines, Line Endpoint**.

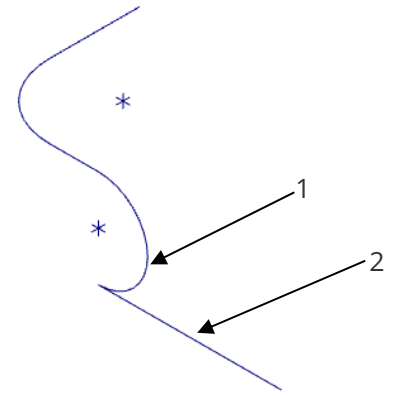
11. Zīmējiet taisni (skatīt nākamo attēlu), vispirms klikšķinot peli. Kad kursora piesaistās tikko izveidotā loka apakšējam galapunktam, velciet kursoru pa labi un uz leju, kamēr pie kursora parādās kvadrātiņš (taisne būs horizontāli). Ievadiet **-48** kā **Axis Offset**. Apstipriniet ar




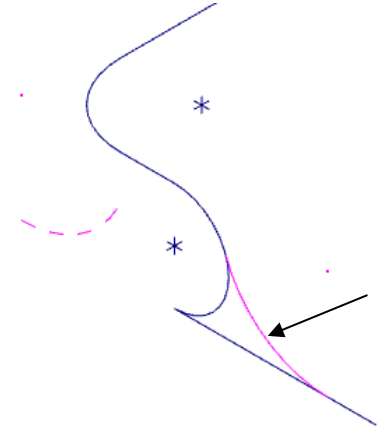
12. Izvēlieties **Fillet Entities**.

13. Ievadiet **48** kā noapaļojuma rādiusu.

14. Izvēlieties loku un taisni novietojumā 1 un 2.



15. Izvēlieties vienu no diviem piedāvātajiem noapaļojumiem (sarkani), kā parādīts nākamajā attēlā. Apstipriniet ar .



Detalai jāizskatās kā attēlā.

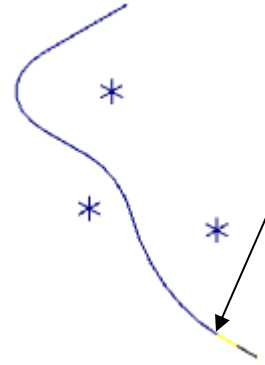


Apakšējās malas zīmēšana

Lai uzzīmētu apakšējo malu, jāizmanto divas koordinātu plaknes (**Cplane**). **Side Cplane** ir nepieciešama, lai centrā zīmētu mazu loku, un **Top Cplane** – lai zīmētu loku, kurš savieno iepriekš minēto loku ar priekšējo virsmu.

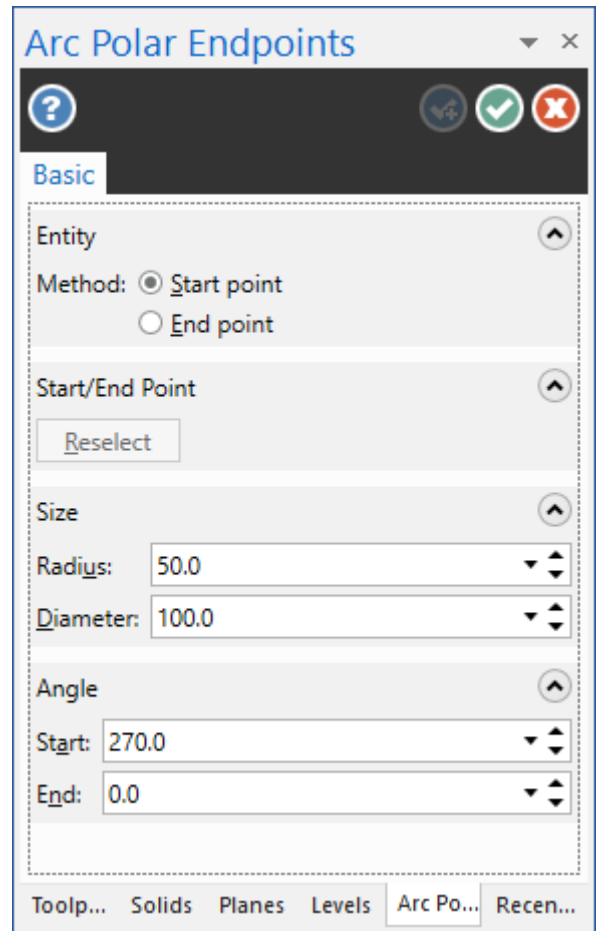
Darbības

1. Iestatiet **Cplane** uz **Top (WCS)**. Izvēlieties **Z** zonu un klikšķiniet uz zemākās taisnes, lai iestatītu Z dziļumu kā **48**.



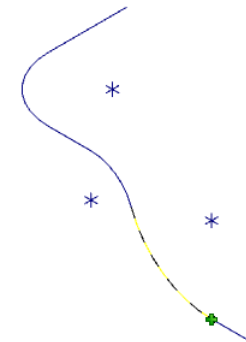
Atkarībā no tā, kā iepriekšējā 11. darbības solī tika zīmēta taisne, var būt vai arī var nebūt palicis mazs segments no iepriekš zīmētā loka (skatīt nākamo attēlu). Tas ir pareizi un neietekmē šo vingrinājumu.

2. Izvēlieties **Arcs, Arc Polar Endpoints**. Atveras dialoga logs.



3. Izvēloties ģeometriju, **AutoCursor** izgaismo tikai galapunktus.

4. Izvēlieties galapunktu noapaļojumam, kā parādīts nākamajā attēlā.

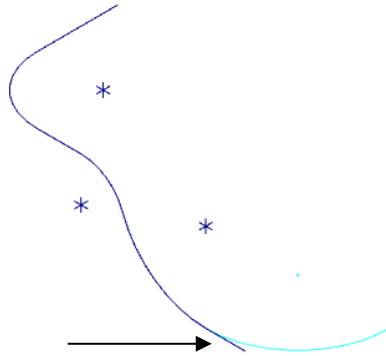


5. Ievadiet **50** kā rādiusu.

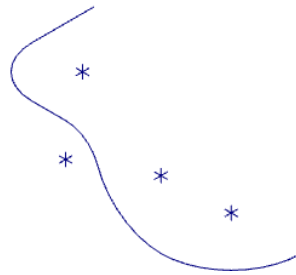
6. Ievadiet **270** kā sākuma leņķi.

7. Lodziņā **End:** zem **Angle** ievadiet **0** kā beigu leņķi. Izvēlieties .

Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



8. Nodzēsiet taisni, kā parādīts iepriekšējā attēlā. Detaļai tagad jāizskatās kā nākamajā attēlā.



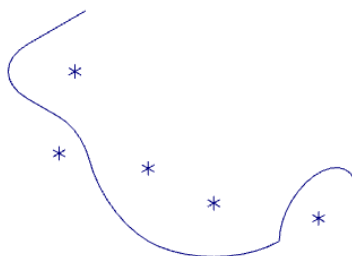
Loka zīmēšana uz detaļas sāna

Darbības

1. Iestatiet **Cplane** uz **Left (WCS)**. Izvēlieties **Z** zonu un galapunktu tikko zīmētajam lokam, lai nomainītu Z dziļumu uz **177.88225**.
2. Izvēlieties **Arcs, Arc Polar Endpoints**.
3. Izvēlieties galapunktu lokam, kā parādīts nākamajā attēlā.



4. Ievadiet **30** kā rādiusu jaunajam lokam, kurš pašlaik tiek veidots.
5. Ievadiet **0** kā sākuma leņķi.
6. Ievadiet **180** kā beigu leņķi. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

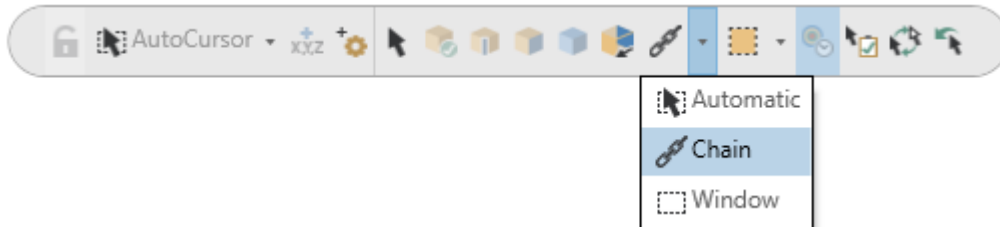


Kontūras pabeigšana, veidojot spoguļattēlu ģeometrijai

Tagad, kad ir pabeigta viena kontūras puse, var gatavot otru pusi, veidojot spoguļattēlu visam tam, kas nupat tika izveidots.

Darbības

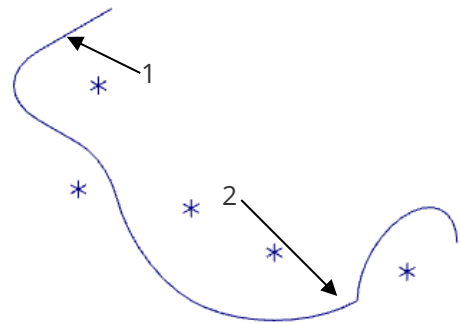
1. Iestatiet **Cplane** uz **Top (WCS)**. Izvēlieties **Selection Method, Chain**.



2. Izvēlieties **Transform, Mirror**.

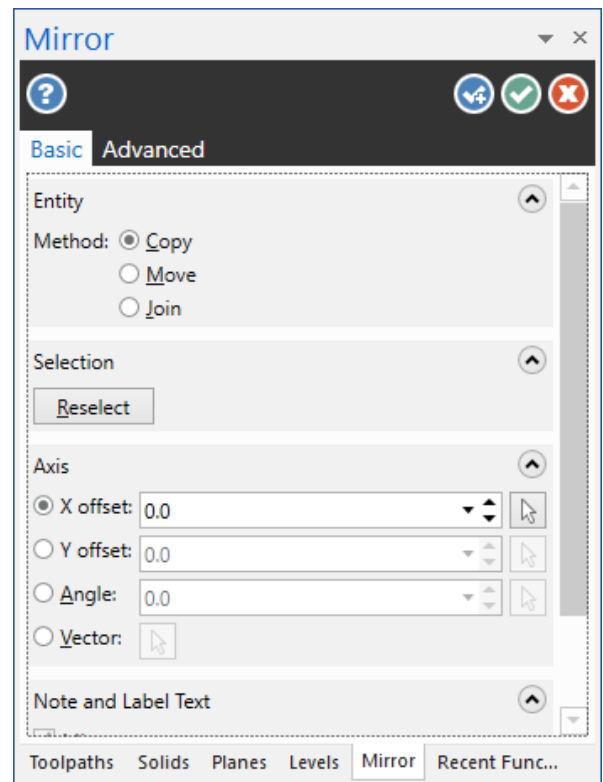
3. Izvēlieties sākumu virknei novietojumā 1.


4. Izvēlieties beigas virknei novietojumā 2. Atcerieties, ka beigu loks netika izvēlēts. Izvēlēta ģeometrija salāgosies ar to, kad spoguļattēls tiks pabeigts.

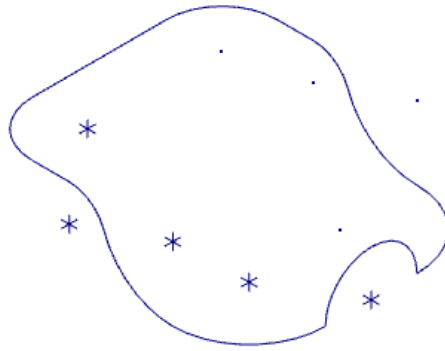


5. Klikšķiniet uz **End Selection**.

6. Izvēlieties spoguļattēla režīmu atbilstoši nākamajam attēlam.



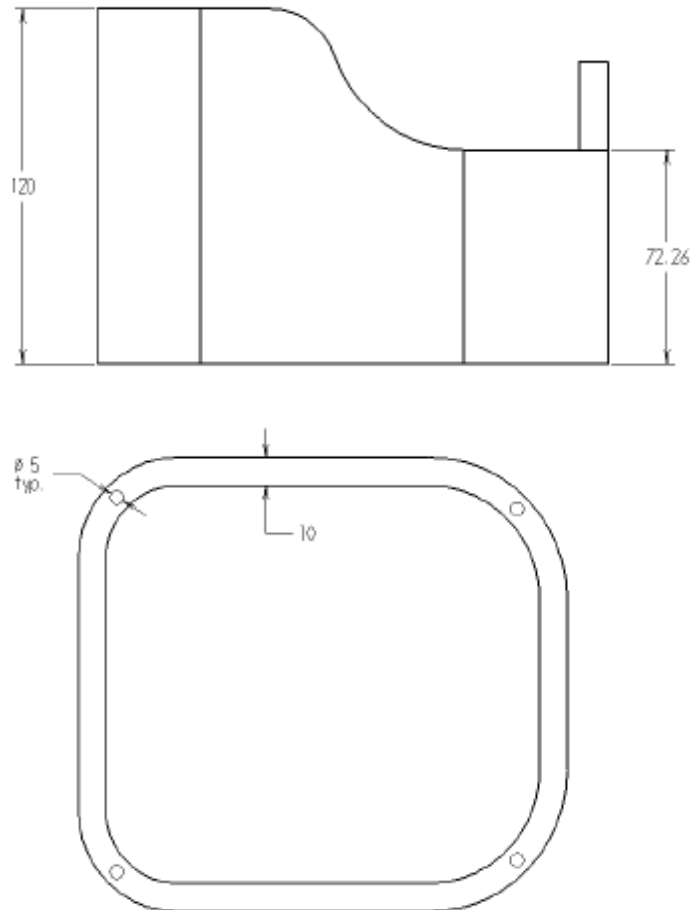
7. Izvēlieties . Pabeigtajām kontūrām jāizskatās kā nākamajā attēlā.



8. Izvēlieties **File, Save** un savā darba mapē saglabājat detaļu kā *3D_vaks.emcam*.

DETAĻAS PAMATNES ZĪMĒŠANA

Šajā vingrinājumā tiks zīmēta detaļas apakšējā mala un pievienoti četri stiprināšanas caurumi. Nākamajā attēlā redzami vajadzīgie izmēri.



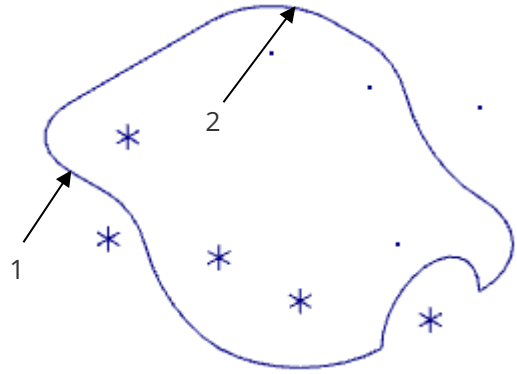
Apakšējās kontūras zīmēšana

Vispirms jāprojicē četri stūri Z dziļumā, kur atrodas detaļas apakša. Tad tie jāsavieno ar jaunām taisnēm.

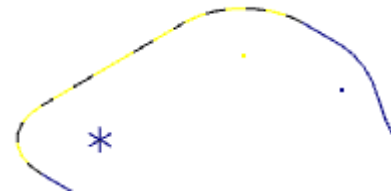
Darbības

1. Izvēlieties **Transform, Translate**.

2. Izvēlieties stūra loka galapunktu novietojumā 1. Loka stūrim ir jāizgaismojas. Iezīmējiet pārējos elementus līdz novietojumam 2.

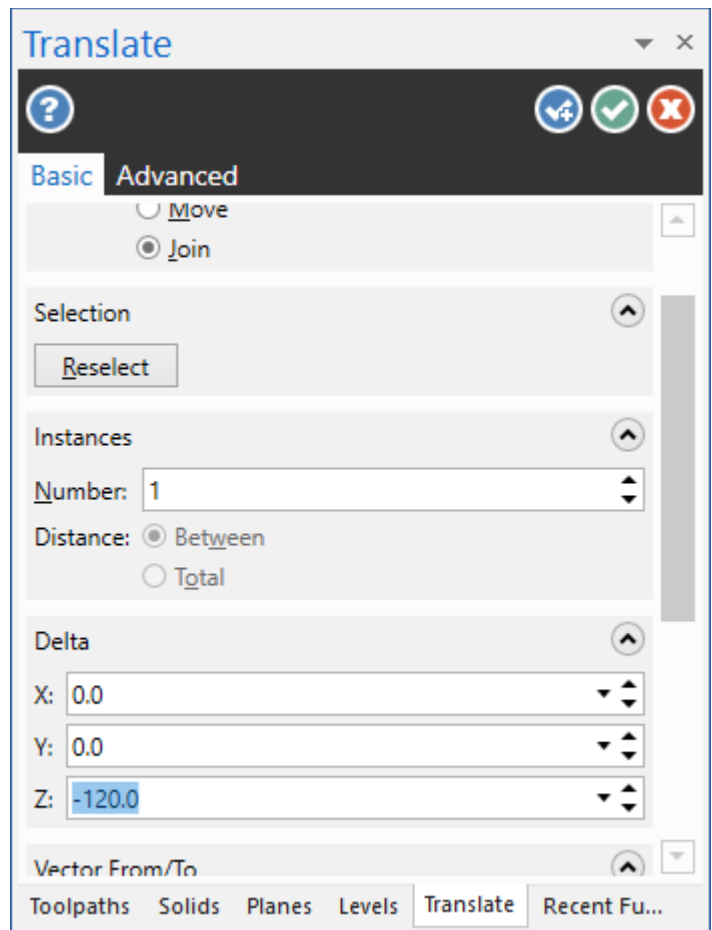


Izvēlētai ģeometrijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



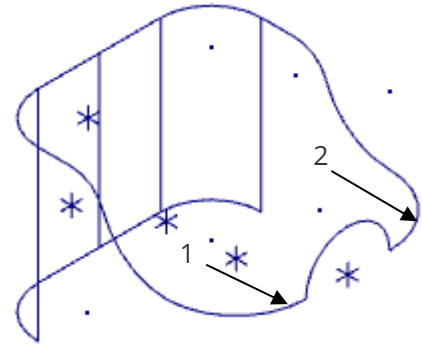
3. Klikšķiniet uz **End Selection**.

4. Atvērtajā logā ievadiet **Z 120** kā pārneses vektoru, operāciju **Join**. Tas liek *Mastercam* izveidot virzošās taisnes, kuras savieno kopijas ar sākuma ģeometrijas punktiem.




5. Izvēlieties . Detaļai jāizskatās kā attēlā.

6. Lai pārceltu pārējos stūrus, izvēlieties lokus novietojumā 1 un 2.

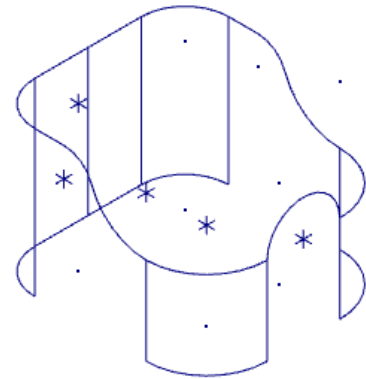


7. Klikšķiniet uz **End Selection**.

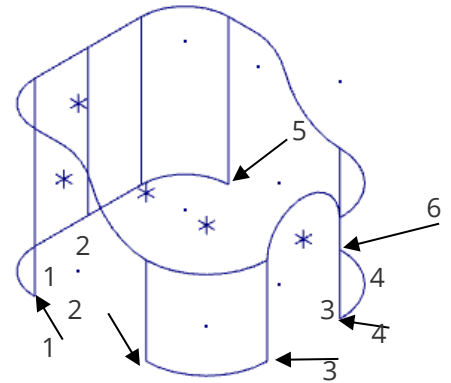
8. Ievadiet **Z 72.26**.

9. **Translate** dialoga laukā izvēlieties .

10. Uz ekrāna pielāgojiet detaļu. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

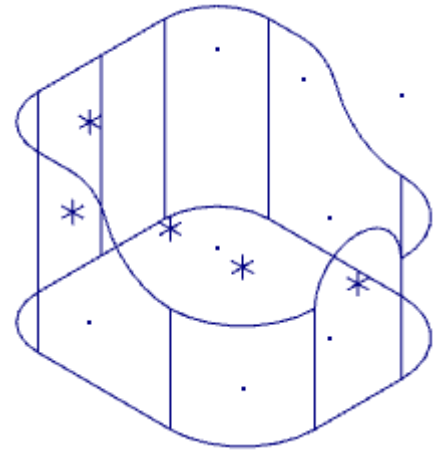


11. Izvēlieties **Lines**, **Line Endpoint**. Izvēlieties **Freeform**. Izvēlieties punktus novietojumā 1 un 2, kā parādīts nākamajā attēlā, lai izveidotu taisni, kura savieno tos.



12. Izvēlieties punktus 3, 4, 5, un 6, lai pabeigtu pārējās taisnes.

13. Spiediet [**Esc**], kad esat izdarījis 12. darbības soli norādīto. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Iekšējās robežas zīmēšana

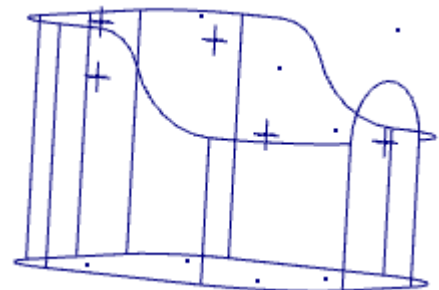
Lai uzzīmētu augšējo un apakšējo malu iekšējās robežas, tikko uzzīmētajām ārējām robežām tiks veidota paralēli nobīdīta kopija. Starpība starp pārceļšanu un paralēlo nobīdi ir tāda, ka pārbīdes funkcijas tikai kopē ģeometriju uz jaunu novietojumu, kamēr paralēlās nobīdes funkcijas pielāgo kopijas izmēru un mērogu, lai saglabātu paralēlās nobīdes distanci.

Darbības

1. Izvēlieties **Transform, Offset, Offset Chains**.
2. Mazliet pagrieziet skata leņķi, lai var viegli izvēlēties tikai tos elementus, kas veido augšējo malu.

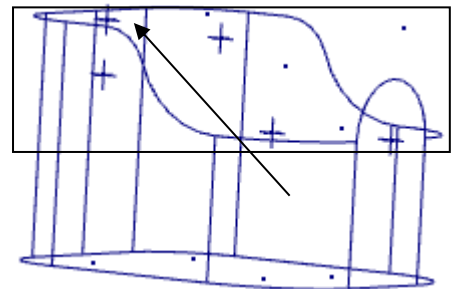
3. Uzklīkšķiniet peles rullīti kaut kur grafiskā loga apakšējā daļā un velciet peli augšup, līdz detaļa izskatās kā nākamajā attēlā. Pievērsiet uzmanību, kā skata leņķis mainās, kad tiek virzīta pele.

Atlaidiet peles rullīti, lai fiksētu skatu šajā novietojumā.



4. No **Selection Method** izvēlieties **Window**.

5. Uzklīkšķiniet virs un pa kreisi no detaļas un uzvelciet rāmi, kā parādīts nākamajā attēlā. Ietveriet pilnībā augšējo malu, bet neko no apakšējās. Uzklīkšķiniet peli, kad rāmis ir uzvilckts.



6. Kad sistēma aicina ievadīt meklēšanas punktu (**search point**), klikšķiniet tuvu novietojumam, kas norādīts iepriekšējā attēlā. Visai augšējai malai ir jāizgaismojas.

7. Klikšķiniet uz **End Selection**.
8. Izvēlieties **Copy** pie **Method** lauka.
9. Kā **Offset** virzienu izvēlieties **Right**.

10. Ievadiet **10** kā **Distance**. Aizpildītajām jāsakrīt ar attēlu.

11. Izvēlieties . Iekšējām robežām jāparādās, kā redzams nākamajā attēlā.

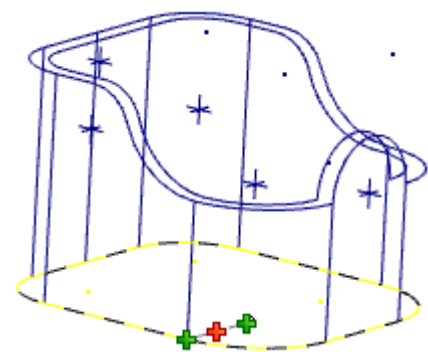
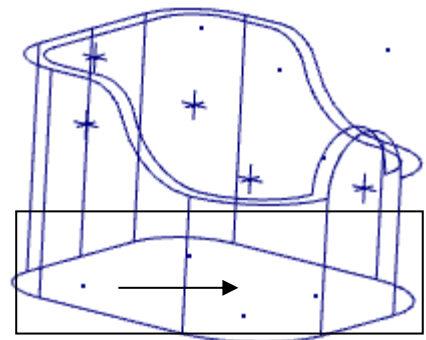
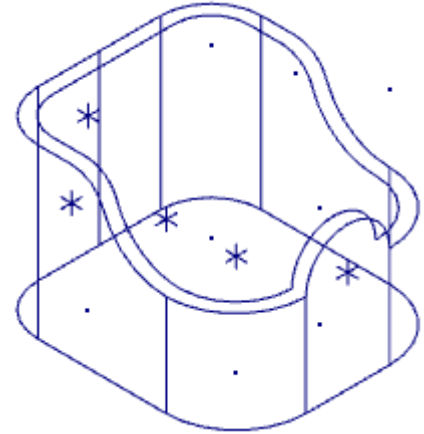
12. Izvēlieties **Window**, lai sāktu apakšējās malai paralēlo pārbīdi.

13. Zīmējiet logu ap apakšējo malu. Ja logs ietver arī citas līnijas, pagrieziet skatu tā, lai logā ietilptu tikai apakšējais laukums.

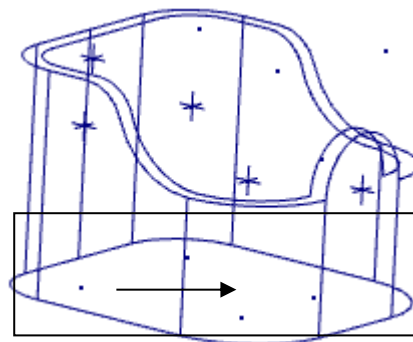
14. Kad sistēma aicina ievadīt meklēšanas punktu , klikšķiniet tuvu novietojumam, kas norādīts iepriekšējā attēlā. Kad sistēma aicina norādīt nobīdes virzienu (**Indicate offset direction**), parādot paziņojumu


Indicate the offset direction.
Select an AutoCursor position to set the side and distance.

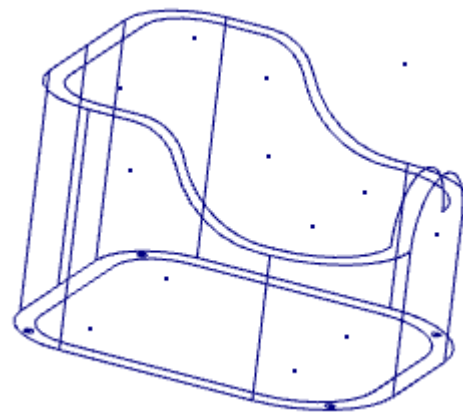
, virziet kursoru, kā norādīts, un uzklikšķiniet uz zaļā punkta kontūras iekšpusē.



13. Zīmējiet logu ap apakšējo malu. Ja logs ietver arī citas līnijas, pagrieziet skatu tā, lai logā ietilptu tikai apakšējais laukums.



15. **Offset Contour** dialoga laukā izvēlieties , jo tiks izmantotas visas tās pašas vērtības kā pirms tam. Detaļai jāizskatās kā attēlā.



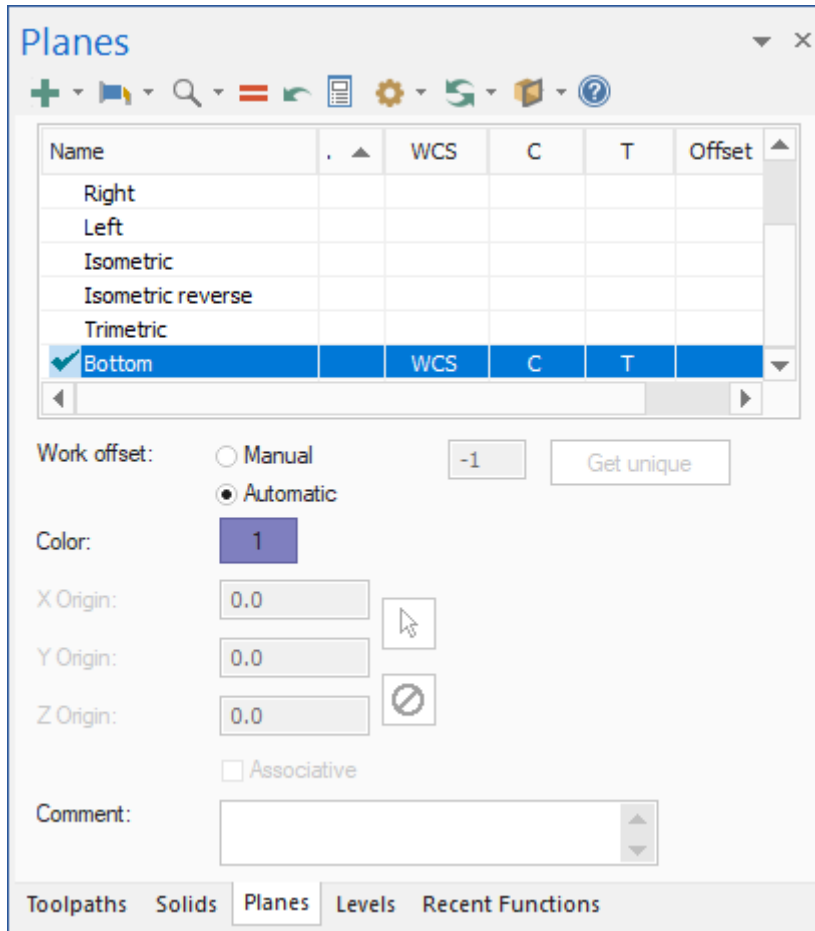
Sistēmas skatu pārslēgšana

Tagad detaļas apakšā jāizveido caurumi. Šajā procedūrā sistēmas skats jāpārslēdz no **Top** uz **Bottom**, lai vieglāk varētu strādāt ar detaļas apakšu. Sistēmas skatu pārslēgšana nozīmē to, ka visa koordinātu sistēma mainās; pat **Cplane** un **Gview** orientācija mainās, tagad tās ir attiecībā pret jauno sistēmas skatu.

Darbības

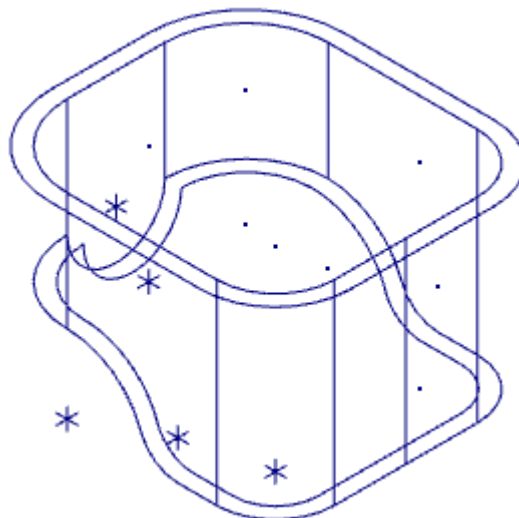
1. Izvēlieties **Planes** pogu no operāciju pārvaldnieka. Parādās **Planes** dialoga lauks.
2. Aktivizējiet skatu **Bottom**.
3. Izvēlieties skatu un koordinātu sākumu, kā parādīts nākamajā attēlā, **Bottom** rindā iezīmējot **WCS**, **C** un **T** kolonnas.

4. Izvēlētajam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



5. Izvēlieties **Isometric**, klikšķinot uz peles labās pogas izvēlnes.

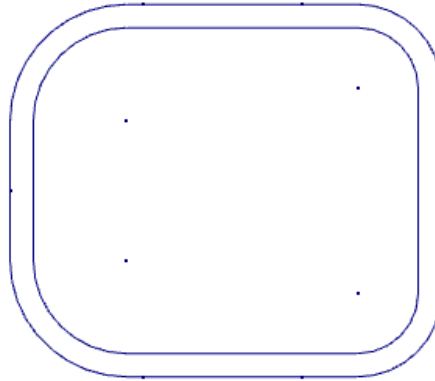
6. Rīku joslā izvēlieties **Fit**. Tagad detaļu var redzēt izometriskā skatā no apakšas.



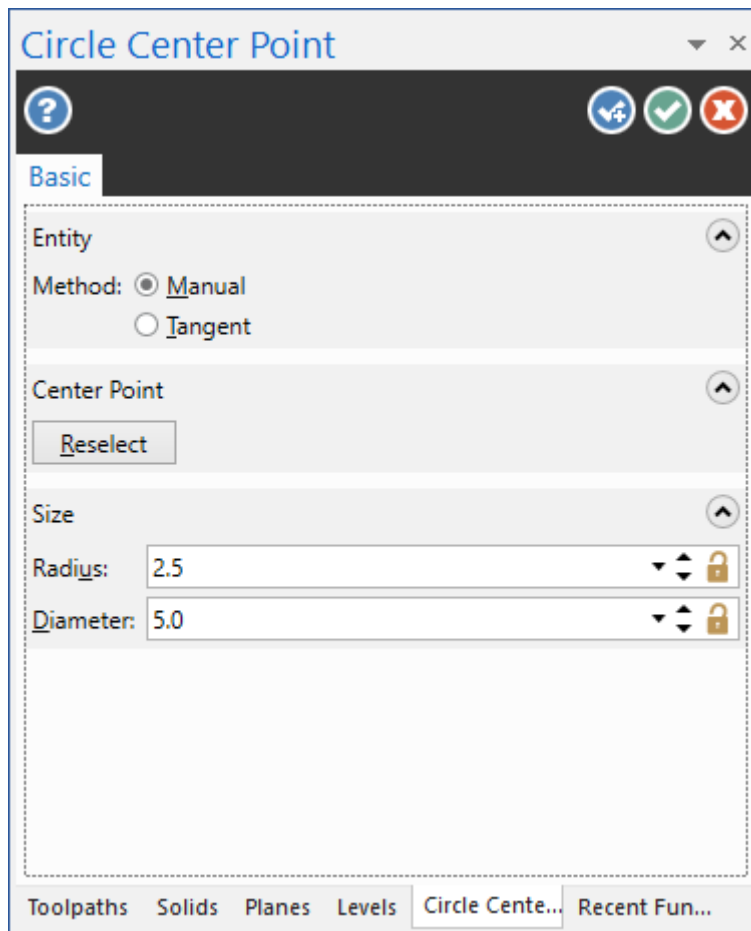
Caurumu zīmēšana uz apakšas

Darbības

1. **Gview** mainiet uz **Top** un detaļu pielāgojiet ekrānam. Tā kā tagad atrodaties **System View-Bottom**, visi **Gview** arī ir pārmainījušies, tāpat kā izometriskais skats iepriekšējā attēlā. Tādējādi tagad, kad izvēlaties **Gview-Top**, faktiski skatāties uz detaļas apakšu. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

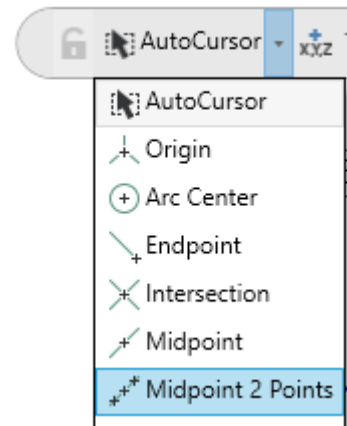


2. Izveidojiet caurumus. Izvēlieties **Arcs**, **Circle Center Point**.

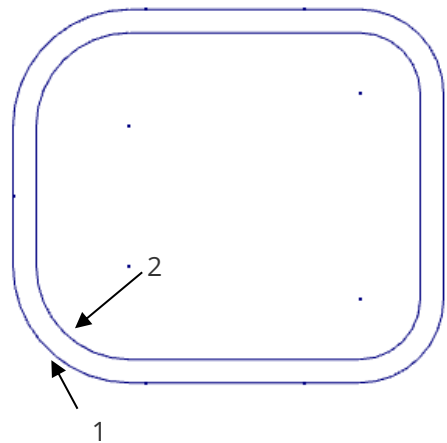


3. Ievadiet **5** kā diametru.

4. Izvēlieties **AutoCursor, Midpoint 2 Points** no izvēlnes, kā parādīts attēlā.

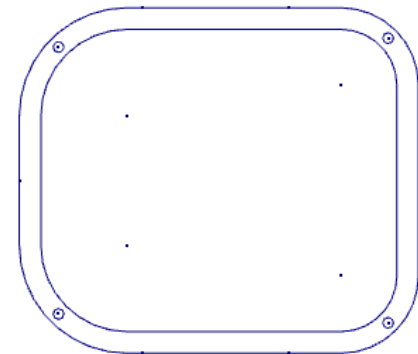


5. Virziet kursoru pār 1. loka viduspunktu, kā parādīts attēlā. Kad pie kursora parādās kvadrātiņš, klikšķiniet. Atkārtojiet šo darbību 2. lokam. Vienādā attālumā no šiem punktiem parādās aploce.



6. Atkārtojiet 3. līdz 5. darbības soli pārējos trīs detaļas stūros.

Detaļai jāizskatās kā attēlā.



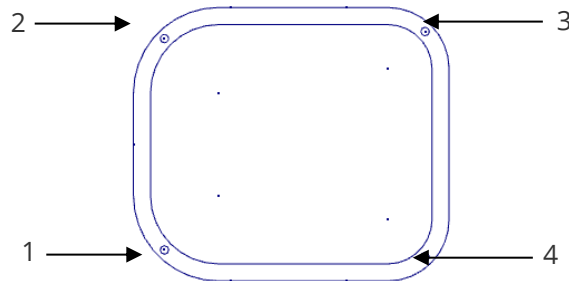
URBŠANAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA JAUNĀ SISTĒMAS SKATĀ

Šajā vingrinājumā tiks veidotas urbšanas instrumenta trajektorijas, lai izurbtu caurumus no apakšas. Izmantojot sistēmas skatu **Bottom**, urbšanas parametriem var lietot standarta vērtības; *Mastercam* izmanto sistēmas skatu izvēli, lai automātiski orientētu urbšanas kustību ģeometriju. Piemēram, kad urbšana ir veicama detaļas iekšienē, joprojām tiek lietotas mīnusa (-Z) vērtības dziļumam, kaut gan urbšanas virziens ir no apakšas uz augšu.

Urbja trajektorijas veidošana


Darbības

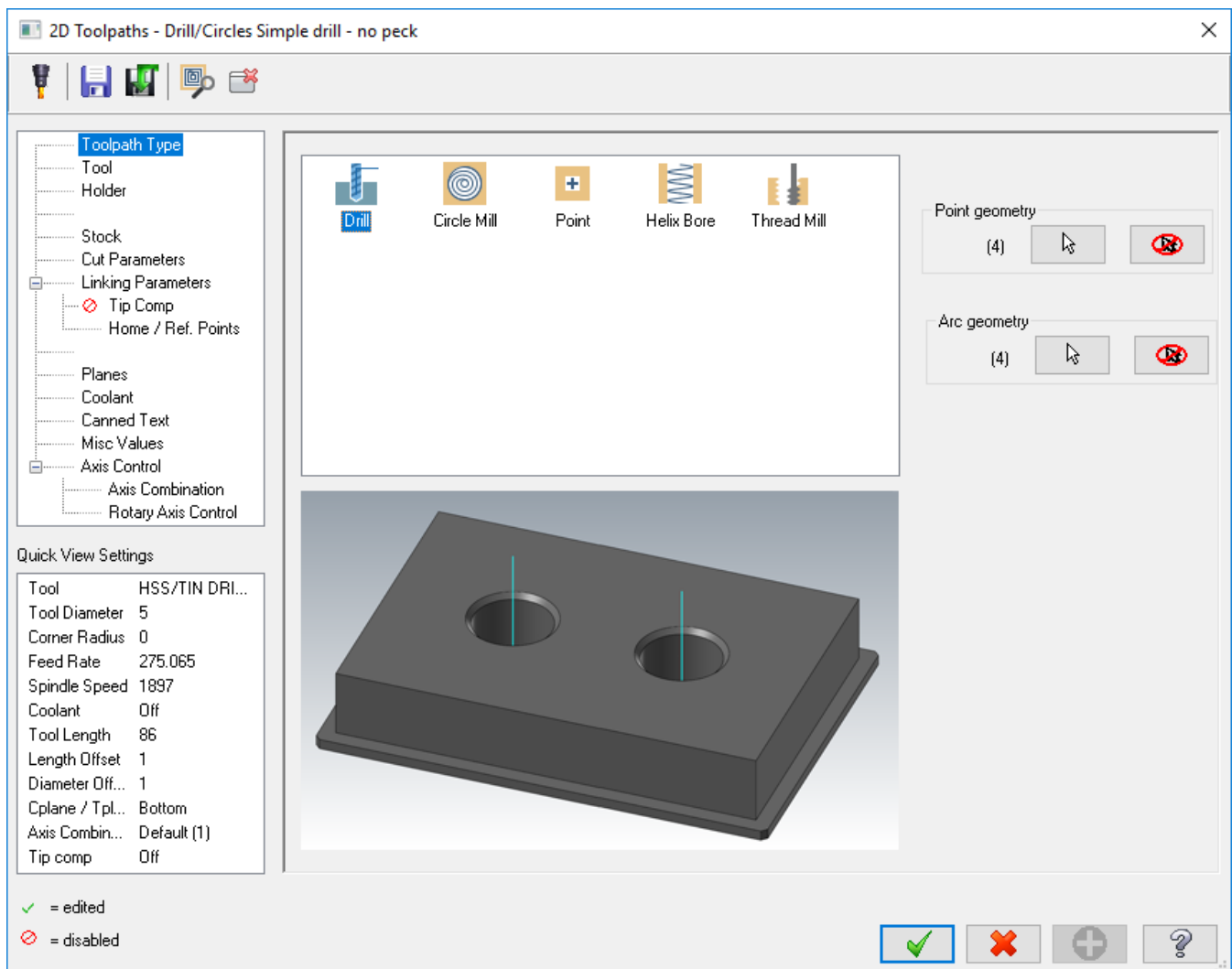
1. Izvēlieties **Machine, Mill, Default**. Izvēlieties **Drill**.
2. Izvēlieties caurumus, kā parādīts nākamajā attēlā.



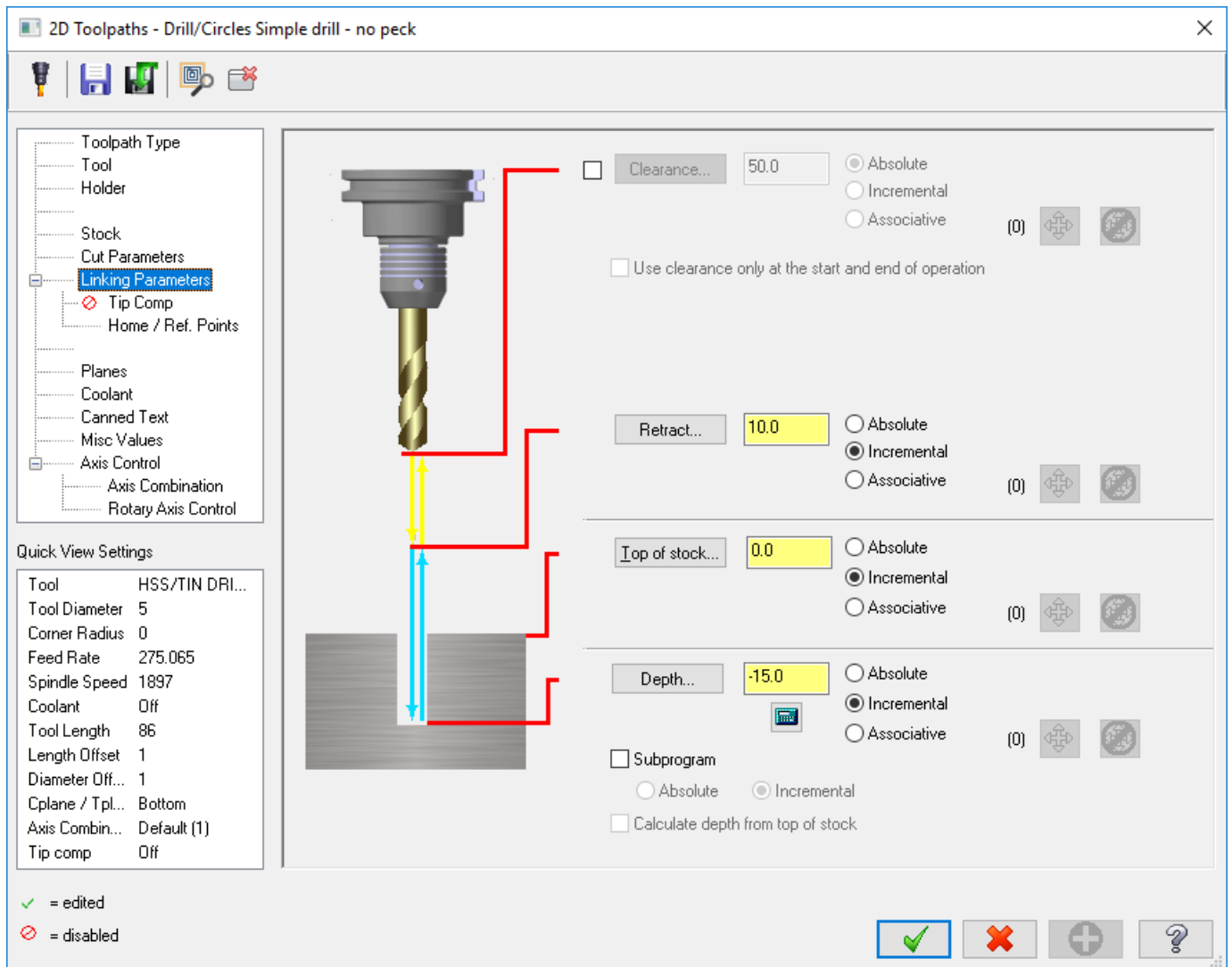
3. Klikšķiniet uz **End Selection**.

Padoms. Kad sistēma aicina norādīt sākšanas punktu (**Select sorting start point**), izvēlieties pirmo caurumu.

4. Izvēlieties , lai pieņemtu noklusējuma urbšanas secību. Parādās **2D Toolpaths -Drill/Circles Simple drill - no peck** dialoga lauks.



5. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, klikšķiniet uz **Select library tool**.
6. Izvēlieties **5. drill**.
7. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
8. Izvēlieties **Incremental** kā **Retract**.
9. Izvēlieties **Incremental** kā **Top of Stock** un ievadiet vērtību **0**.
10. Izvēlieties **Incremental** kā **Depth** un ievadiet vērtību **-15**. Pārliecinieties, ka pārējās vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.




11. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē urbšanas instrumenta trajektoriju.

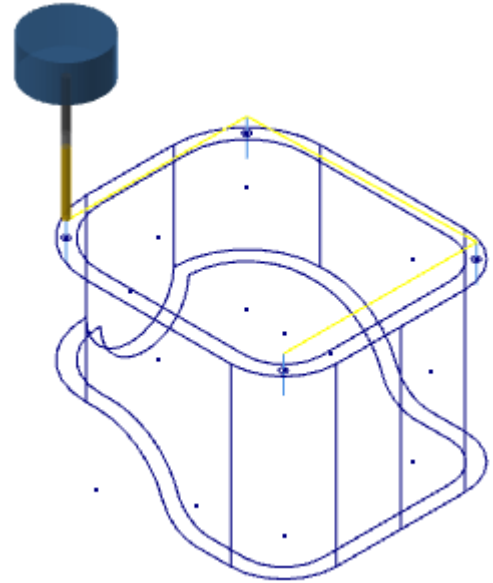
Instrumenta trajektorijas zīmēšana



Zīmējiet instrumenta trajektoriju pašreizējā koordinātu sistēmā jeb **WCS (World Coordinate System)** un pēc tam oriģinālajā **WCS**, lai redzētu starpību.


Darbības

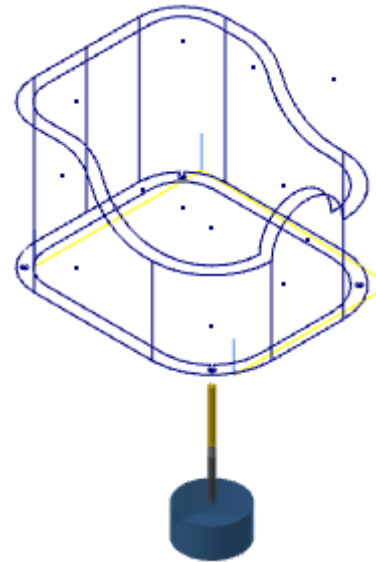
1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Iestatiet skatu uz **Isometric**, lai skaidrāk varētu redzēt urbšanas darbību.


3. Spiediet **Step forward**  atkārtoti, lai zīmētu visu urbšanas ceļu. Tam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta.
5. Nomainiet sistēmas skatu **Top**, kā darījāt iepriekš, zīmējot detaļu (no operāciju pārvaldnieka **Planes; Top**, ailēs iezīmējiet **WCS, C** un **T**).
6. Izvēlieties .
7. Ja nepieciešams, pielāgojiet detaļu ekrānam.

8. Spiediet **Step forward**  atkārtoti, lai zīmētu visu urbšanas ceļu. Aplūkojiet detaļu tās normālā orientācijā ar instrumentu, kas detaļā urbj no apakšas uz augšu. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



9. Izvēlieties , kad zīmēšana pabeigta.

10. Nospiediet [**Alt + A**] un izvēlieties , lai saglabātu failu.

Kad ir aplūkotas dažādas urbšanas metodes, pārejiet pie *Mastercam* aploču frēzēšanas funkcijām, ieskaitot vītnes frēzēšanu un rievu frēzēšanu.

24. PRAKTISKAIS DARBS – APLOCES VEIDA INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS LIETOŠANA

Darba mērķis	Apgūt frēzēšanas operācijas izveidi ar instrumenta kustību pa aploci.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Izveidot specifisku skatu uz apstrādājamo detaļu. ▪ Veikt ārējās kontūras apstrādes trajektorijas izveidi. ▪ Izveidot rievās un urbuma frēzēšanas operācijas. ▪ Izveidot urbumu grupas urbšanas operācijas.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot frēzes kustības pa aploces trajektoriju.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests9.emcam</i> frēzēt urbumu cilindrisko daļu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Ar ko atšķiras rievās un urbuma frēzēšana?

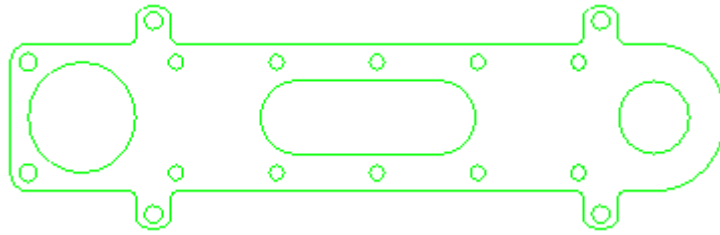
DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā tiks aplūkots, kā lietot *Mastercam* aploces instrumenta trajektorijas, lai veiktu daudzveidīgas frēzēšanas operācijas: aploces frēzēšanu, spirāles izvirpošanu, rievās frēzēšanu.

Papildus tam iepazīsieties ar vairākām citām *Mastercam* funkcijām:

- **Auto drilling** – ļauj automātiski izveidot daudz atšķirīgu urbšanas operāciju vienlaicīgi tā vietā, lai katru operāciju veidotu individuāli;
- atkārtota apstrāde – ļauj efektīvi noņemt sagataves materiālu, kas atlicis no iepriekšējās operācijas, negriežot visu kontūru vēlreiz.

Veidojamā detaļa ir montāžas plate (skatīt nākamo attēlu). Šim vingrinājumam tiks pieņemts, ka tā būs kāda lielāka mezgla sastāvdaļa. Šī iemesla dēļ detaļa nav novietota plakaniski, bet ir orientēta leņķī 3D telpā. Tiks izmantots **View Manager**, lai veidotu specifisku skatu, kas savietojas ar detaļas ģeometriju. Tas ļaus aplūkot detaļu un izveidot instrumenta trajektoriju tā, it kā detaļa būtu novietota plakani. *Mastercam* tad automātiski pārveidos visas instrumenta trajektorijas ģeometriju Jūsu vajadzībām.



SPECIFISKA SKATA VEIDOŠANA

Šajā vingrinājumā tiks aplūkota detaļa un, izmantojot **View Manager**, izveidots specifisks skats. Tas ļaus nomainīt standarta sistēmas skatus tā, ka tie savietojas ar detaļas ģeometriju, un pārcelt konstruēšanas sākuma punktu uz novietojumu, kurš saskaņojas ar detaļas ģeometriju.

Tad varēs izmantot jauno skatu, lai veidotu instrumenta trajektoriju, kamēr detaļa izskatās novietota plakaniski. Ja vēlaties, varat lietot **View Manager**, lai sasaistītu specifisku detaļas paralēlu pārbīdi ar skatu.

Detaļas apskate

Pirms veidot jaunu skatu, apskatiet detaļu un tās orientāciju.

1. darbība

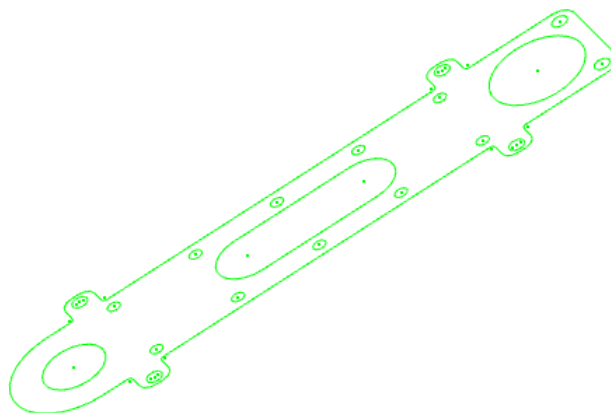
Savā darba mapē atveriet failu *mont_plaksne.emcam*.

2. darbība

Spiediet [**F9**], lai attēlotu koordinātu asis.

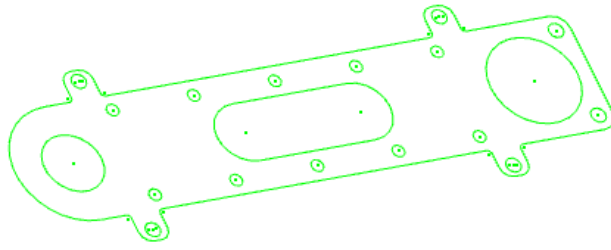
3. darbība

Spiediet [**Page Down**] vairākas reizes, lai samazinātu skatu, līdz vienlaicīgi var redzēt detaļu un asis. Pat ja **WCS** ir iestatīts uz **Top**, t. i., skats uz detaļu no augšas, var redzēt, ka tā ir sašķiepta.



4. darbība

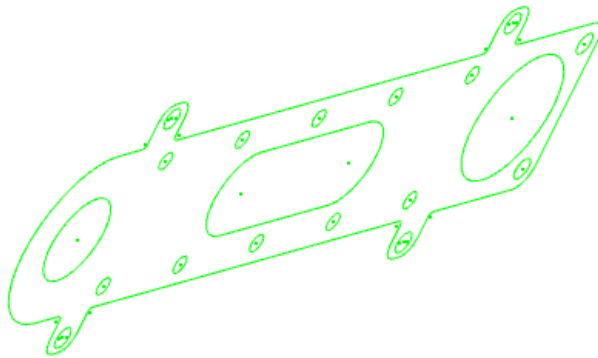
Izvēlieties **Front** pogu. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Ja nepieciešams redzēt pilnīgi visu detaļu, izvēlieties **Fit** pogu.

5. darbība

Izvēlieties **Right** pogu. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



6. darbība

Var redzēt, ka detaļa nav savietota ar kādu no standarta skatiem. Izvēlieties **Top** pogu, lai atgrieztos uz virsskatu.

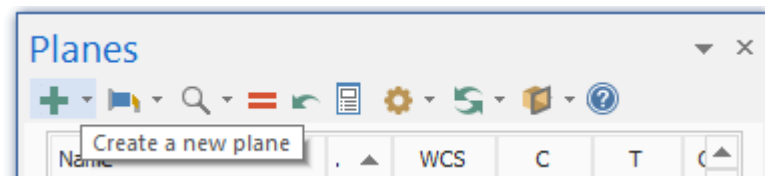
7. darbība

Spiediet [**F9**], lai atslēgtu asu attēlojumu.

Specifiska skata veidošana

1. darbība

Izvēlieties **Planes** pogu no operāciju pārvaldnieka, lai attēlotu **Planes** izvēlni.



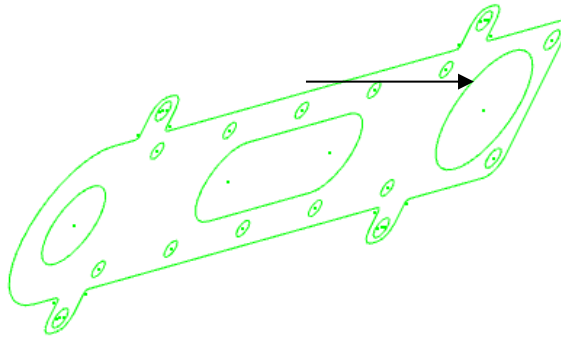
2. darbība

Izvēlieties **Create a new plane, From Geometry** no izvēlnes kreisajā malā. Tas ļauj izveidot jaunu skatu, kurš tiek rādīts pēc Jūsu detaļas ģeometrijas, tagad iespējams izvēlēties ģeometriju no grafiskā loga. Parādās šāds uzaicinājums:

Set construction plane by geometry
Select an entity

3. darbība

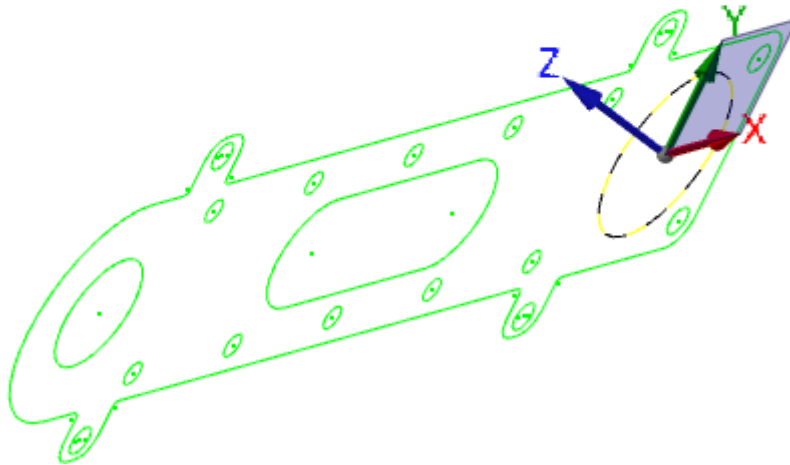
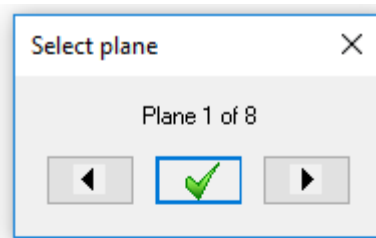
Izvēlieties loku, kā parādīts nākamajā attēlā.



Parādās jaunā koordinātu asu sistēma.

4. darbība

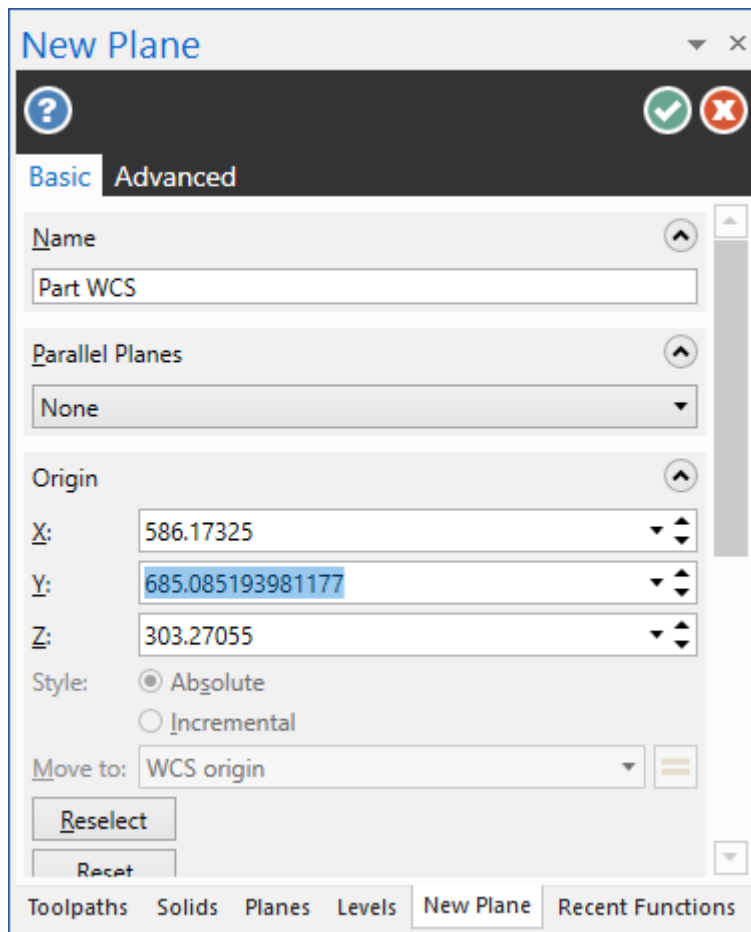
Jāsavieno loks ar XY plakni. Uzklikšķiniet , lai jaunās asis pagrieztu vēlamajā orientācijā (skatīt nākamo attēlu).

**5. darbība**

Atveras **New Plane** logs.

6. darbība

Name laukā ieraksta šī skata vārdu: **Part WCS**.



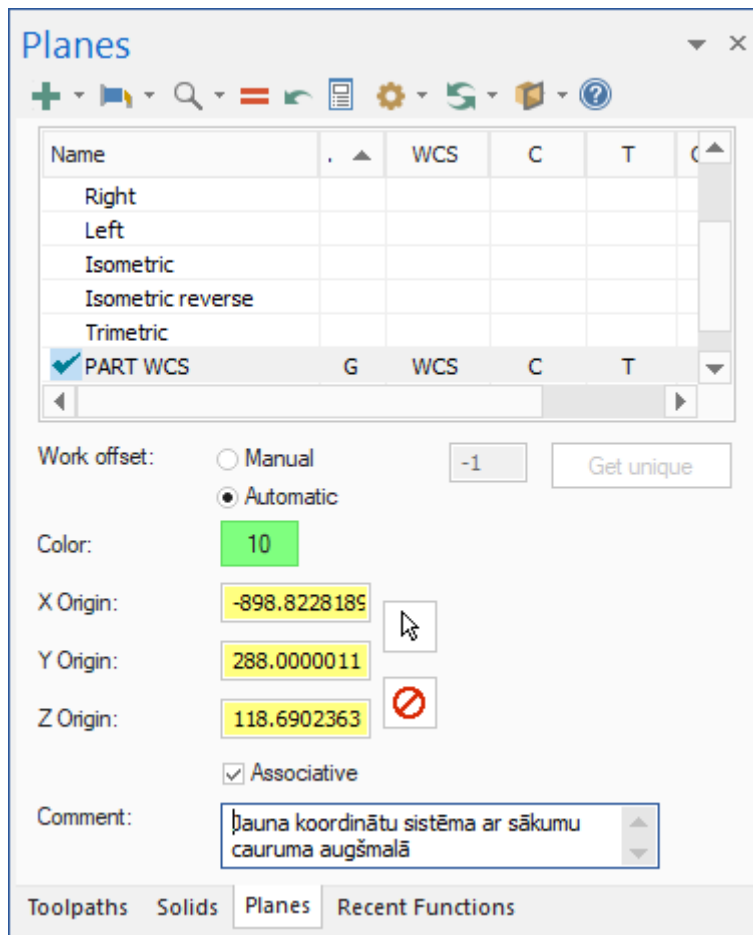
Uzklikšķiniet .

7. darbība

Comment laukā ierakstiet šādu komentāru: **jauna koordinātu sistēma ar sākumu cauruma augšmalā**. Kad fails tiks apstrādāts ar pēcprocesoru, šis komentārs parādīsies NC kodā, kuru izveidos pēcprocesors.

8. darbība

Izvēlieties **WCS, C** un **T** kolonnas jaunajā **Part WCS** rindā. **Planes** atzīmēm jāsakrīt ar nākamo attēlu.

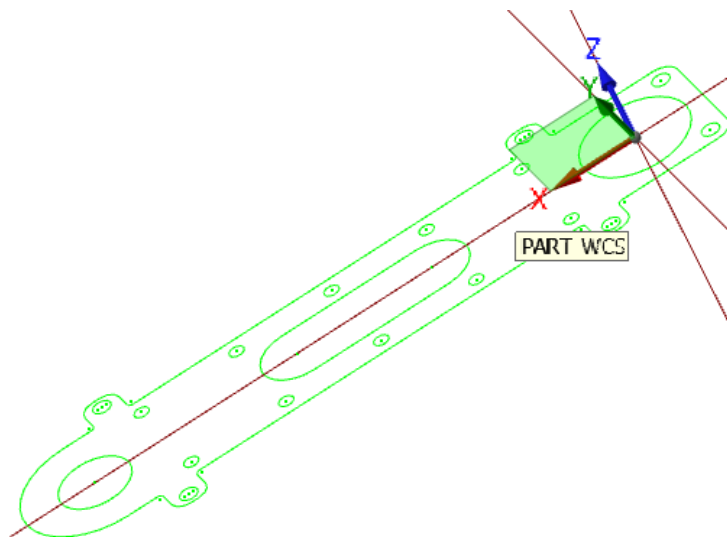


9. darbība

Izvēlieties , lai atgrieztos uz grafiskā loga.

10. darbība

Spiediet [F9], lai redzētu jaunās koordinātu asis un sākotnējās sistēmas koordinātu asis (brūnā krāsā). Jaunajām asīm jāizskatās kā nākamajā attēlā.



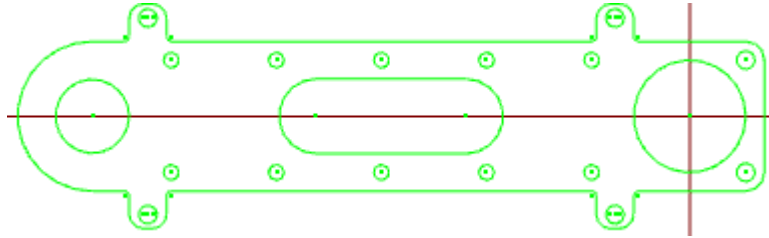
Pievērsiet uzmanību, ka sākuma punkts automātiski novietots loka centrā.

11. darbība

Spiediet [**F9**] vēlreiz, lai novāktu asis no ekrāna.

12. darbība

Izvēlieties **Top** pogu. Ja nepieciešams, izvēlieties **Fit** pogu. Detaļa parādās tā, it kā uz to skatītos no augšas uz leju.

**13. darbība**

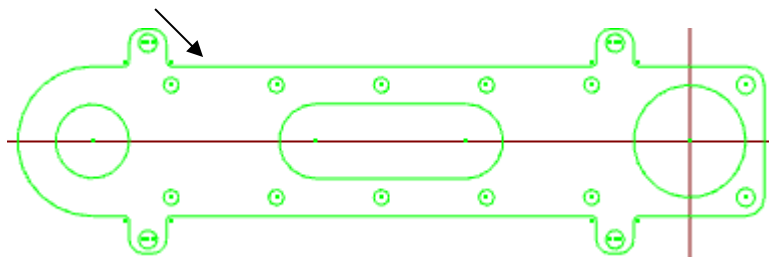
Izvēlieties **File, Save** un saglabājat failu savā darba mapē ar nosaukumu *jauna_plaksne.emcam*.

ĀRĒJĀS KONTŪRAS APSTRĀDE


Šajā vingrinājumā tiks apstrādāta detaļas ārējā kontūra. Tiks izmantotas divas atšķirīgas operācijas. Pirmā būs 2D kontūras instrumenta trajektorija, lai rupji apstrādātu kontūru. Tad tiks izmantota atkārtotās apstrādes instrumenta trajektorija, lai novāktu sagataves materiālu no stūriem, kurus lielākais rupjās apstrādes instruments nevarēja sasniegt. Varēs aplūkot, kā *Mastercam* automātiski parāda, cik daudz sagataves materiālu atstāj lielākais instruments, lai izveidotu efektīvu griešanas ceļu atkārtotas apstrādes operācijai.


Kontūras instrumenta trajektorijas veidošana**Darbības**

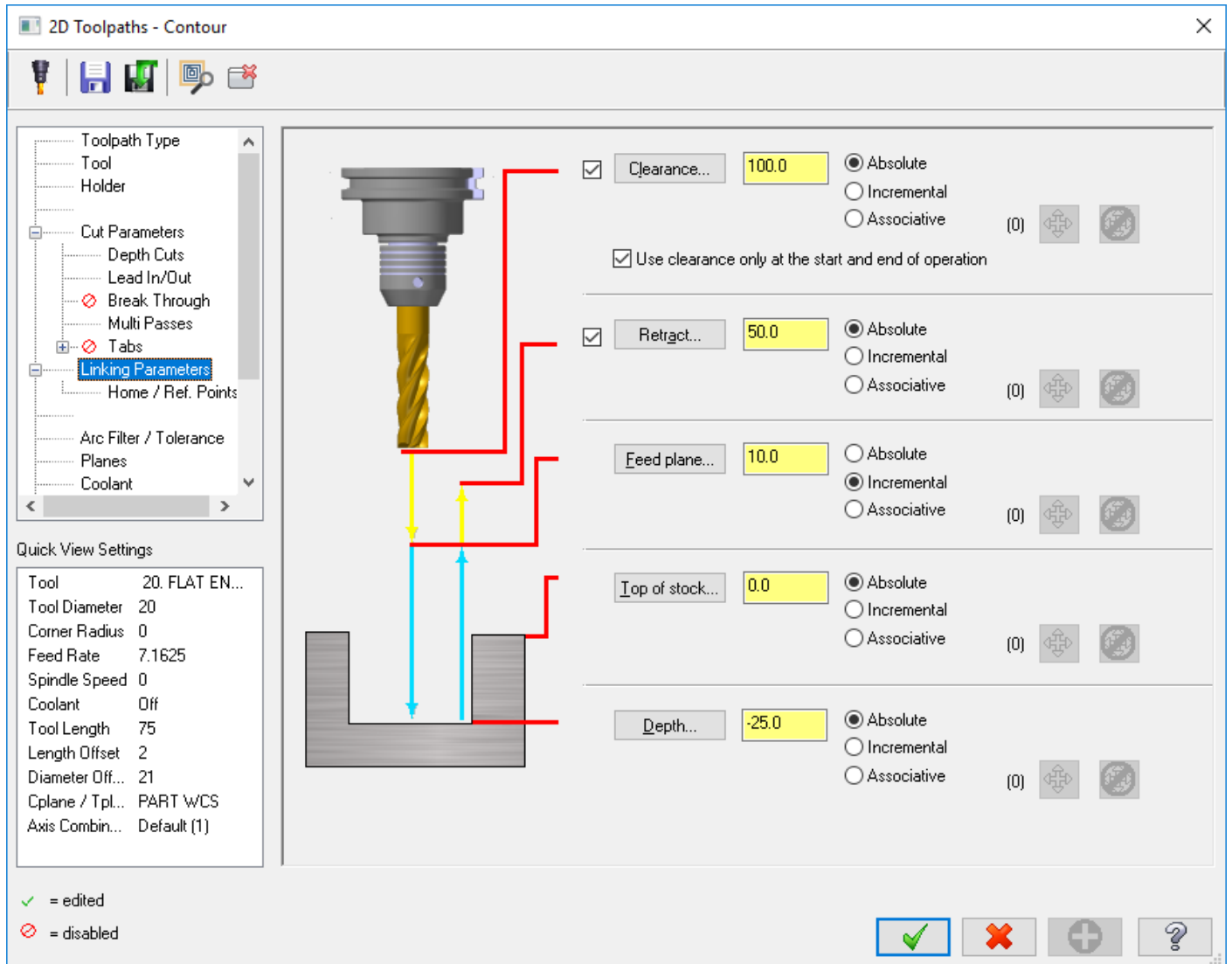
1. Izvēlieties **2D, Contour**.
2. Izvēlieties novietojumu plakanās malas kreisajā pusē, kā parādīts nākamajā attēlā.



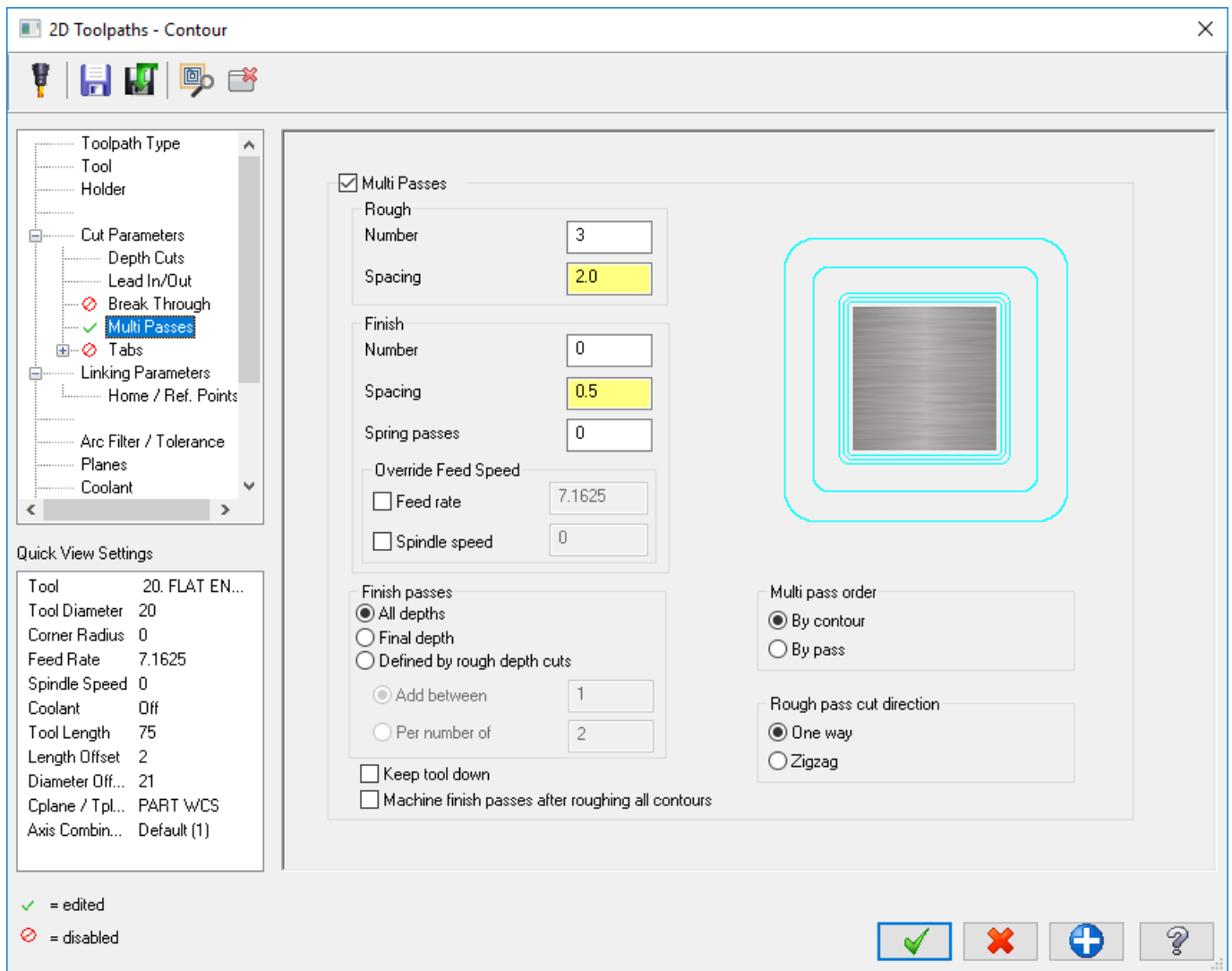
Kad iezīmēšana ir pabeigta, virknēšanas bultiņai jāvēršas pulksteņrādītāja kustības virzienā.

3. Izvēlieties  uz **Chaining** loga.
4. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, klikšķiniet **Select library tool**.

5. Izvēlieties **20. flat endmill**, tad .
6. Izvēlieties **Linking parameters** dialoga lappusi.
7. Izvēlieties **Clearance** iezīmju lauku.
8. Izvēlieties **Use clearance only at start and end of operation**.
9. Ievadiet **-25** kā **Depth**. Pārliecinieties, ka ir izvēlēts **Absolute** variants.

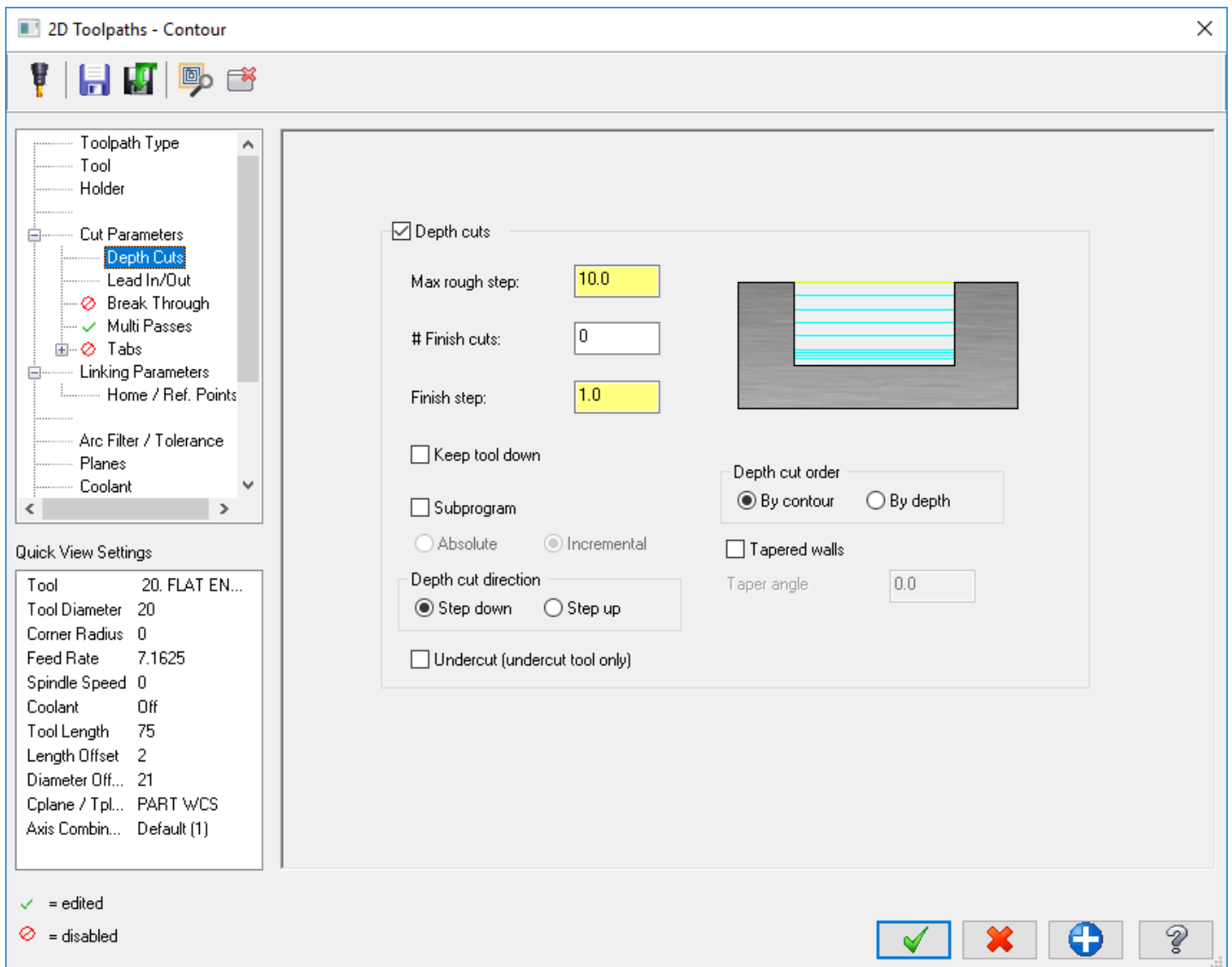


10. Izvēlieties **Multi passes** lappusi un iezīmju logu.
11. **Roughing passes** ievadiet **3** kā **Number** un **2** kā **Spacing**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



12. Izvēlieties **Depth cuts** lappusi un iezīmju logu.

13. Ievadiet **10** kā **Max rough step**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.




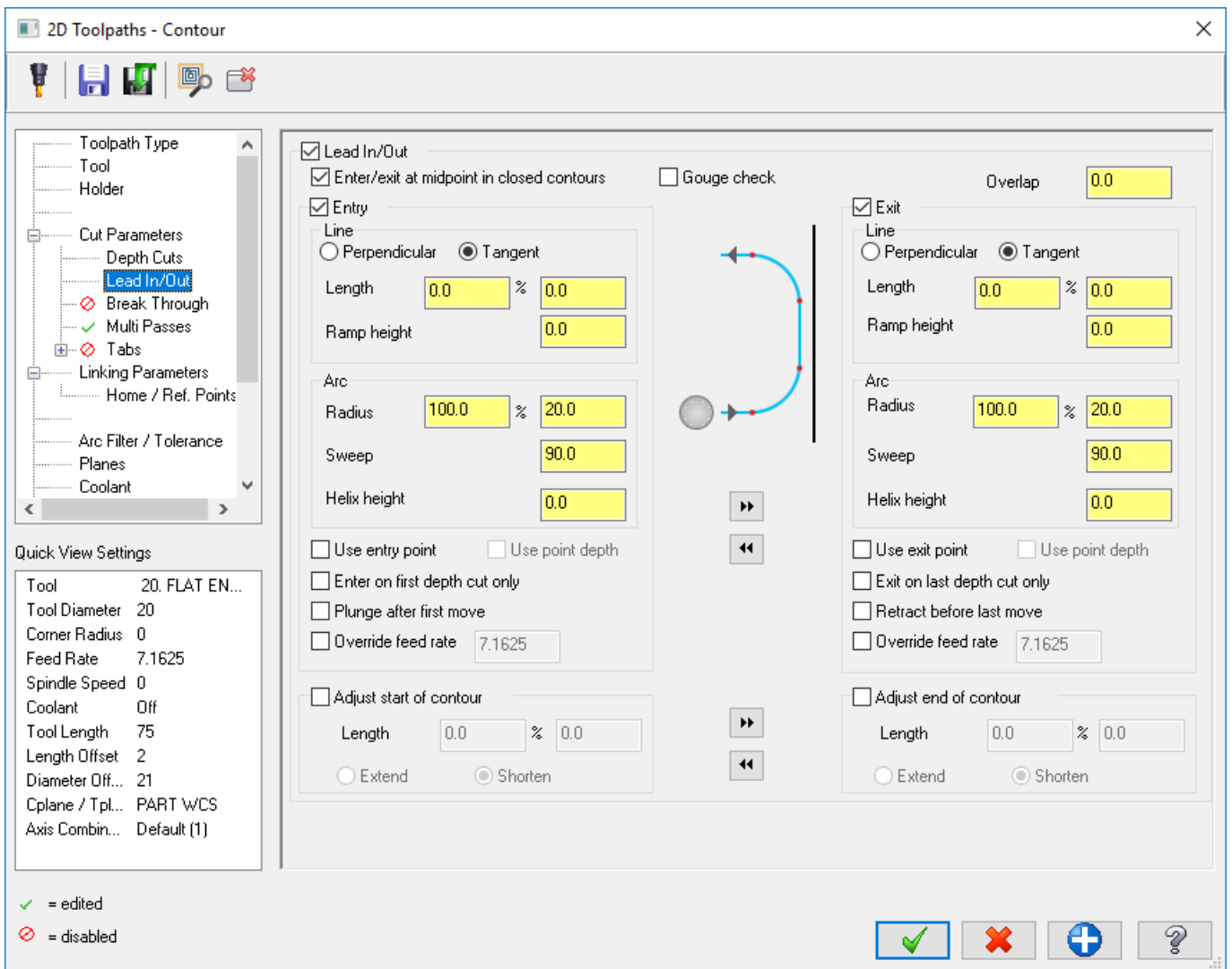
14. Izvēlieties **Lead In/Out** lappusi un iezīmju logu.

15. Izvēlieties **Enter/exit at midpoint in closed contours**.


16. Ievadiet **5** kā **Overlap** vērtību.

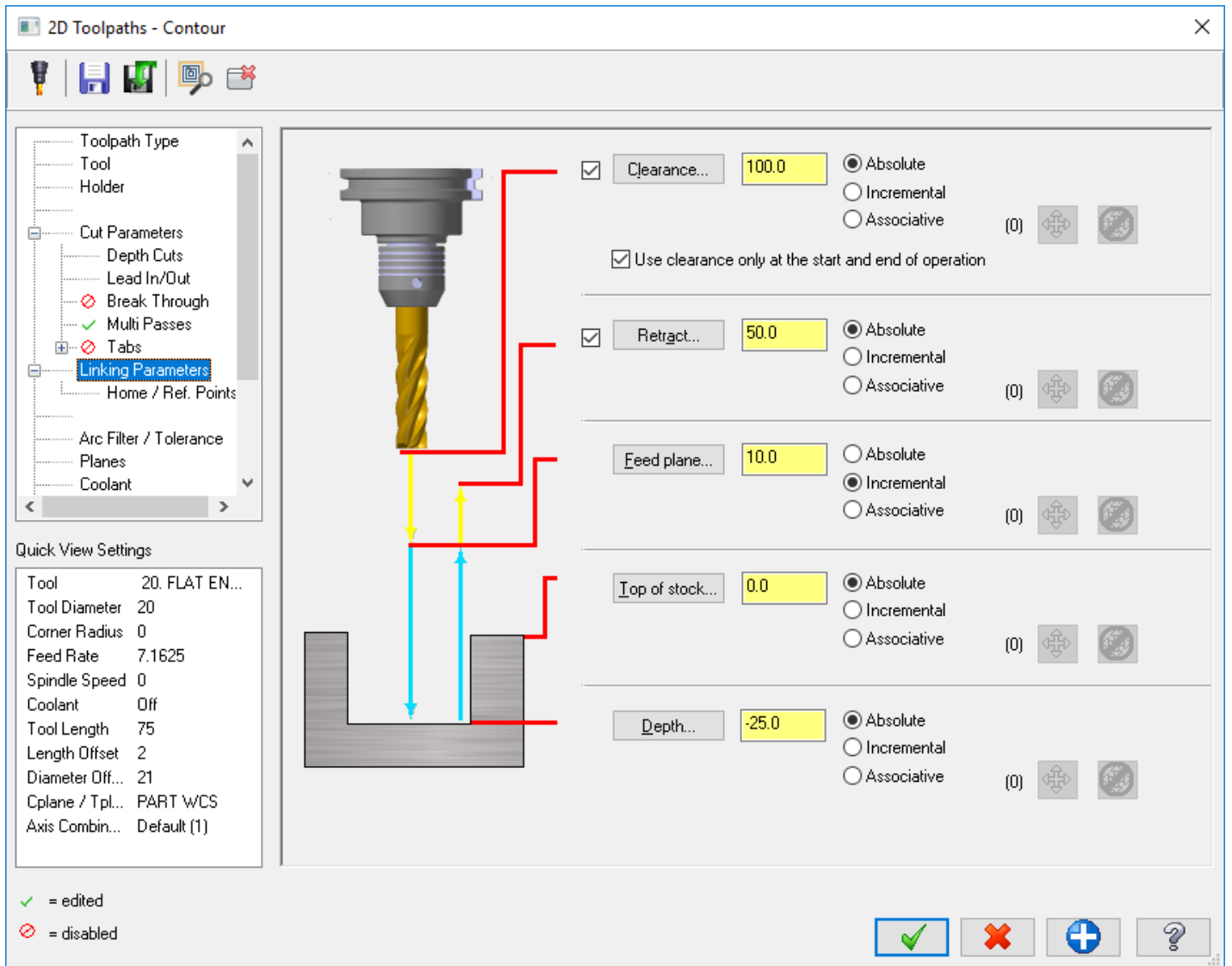
17. Ievadiet **0 Entry** lauka **Line** sadaļas **Length** lodziņā.

18. Izvēlieties  pogu, lai kopētu ieejas loka izmērus uz **Exit** sekciju. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

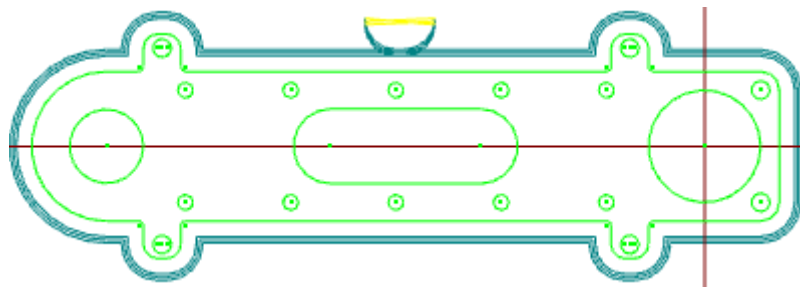


19. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi vēlreiz.

20. Pārbaudiet, vai kontūras parametri atbilst nākamajam attēlam, un izvēlieties .




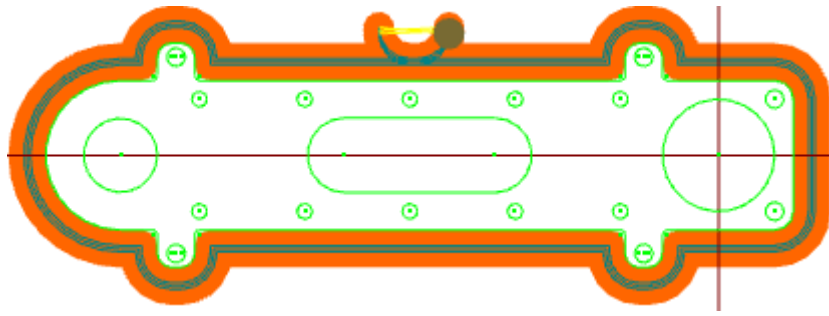
Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).




Instrumenta trajektorijas zīmēšana

Darbības

1. Operāciju pārvaldnieka logā pa kreisi izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Uzklīkšiniet uz **Quick Verify**.
3. Spiediet **Step forward**  atkārtoti, lai ietu pa instrumenta trajektoriju. Var redzēt, kā vairāki gājieni pienāk pie detaļas robežas. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Padoms. Lai ātri ietu pa instrumenta trajektoriju, spiediet **Step forward**  un abas peles pogas. Jebkurā laikā var nospriest **Play(R)**, lai pabeigtu zīmēšanu vienā solī.


Stūru iztīrīšana ar atkārtotu apstrādi

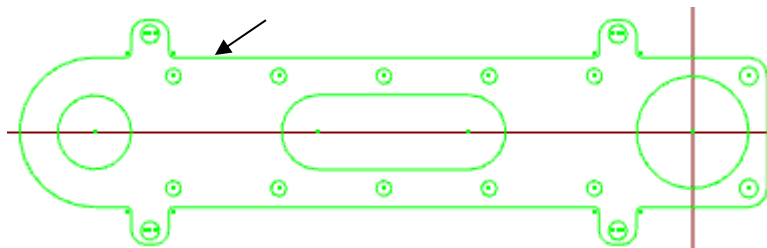
Kad ir uzzīmēta kontūras instrumenta trajektorija, var ievērot, ka **20 mm endmill** ir par lielu, lai iztīrītu stūrus.




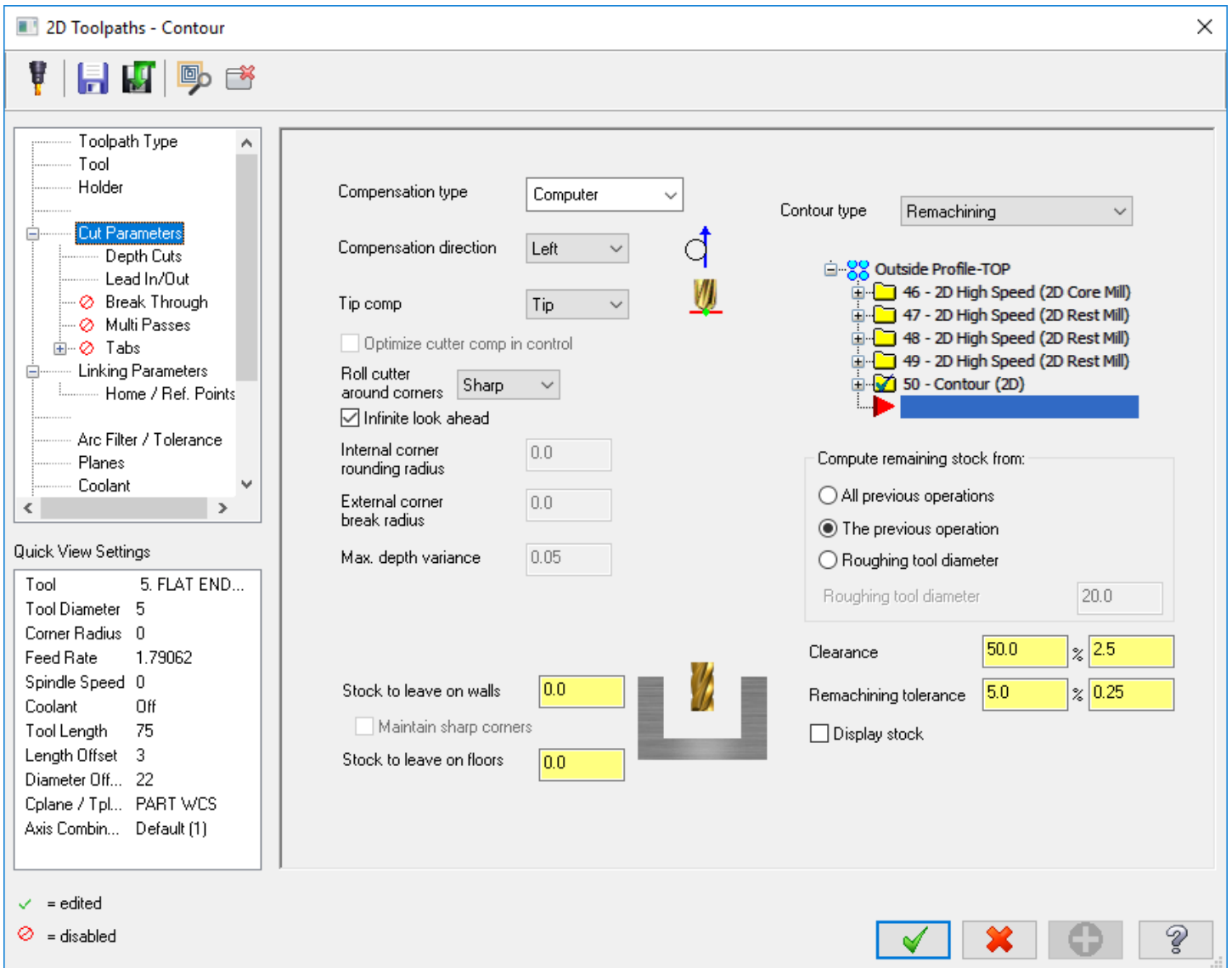
Lai novāktu atlikušo sagataves materiālu, jāizmanto atkārtotas apstrādes instrumenta trajektorija ar mazāku instrumentu. Atkārtotās apstrādes instrumenta trajektorija automātiski aprēķina sagataves materiālu, kas atlicis pēc iepriekšējās operācijas, un nogriež to.

Darbības

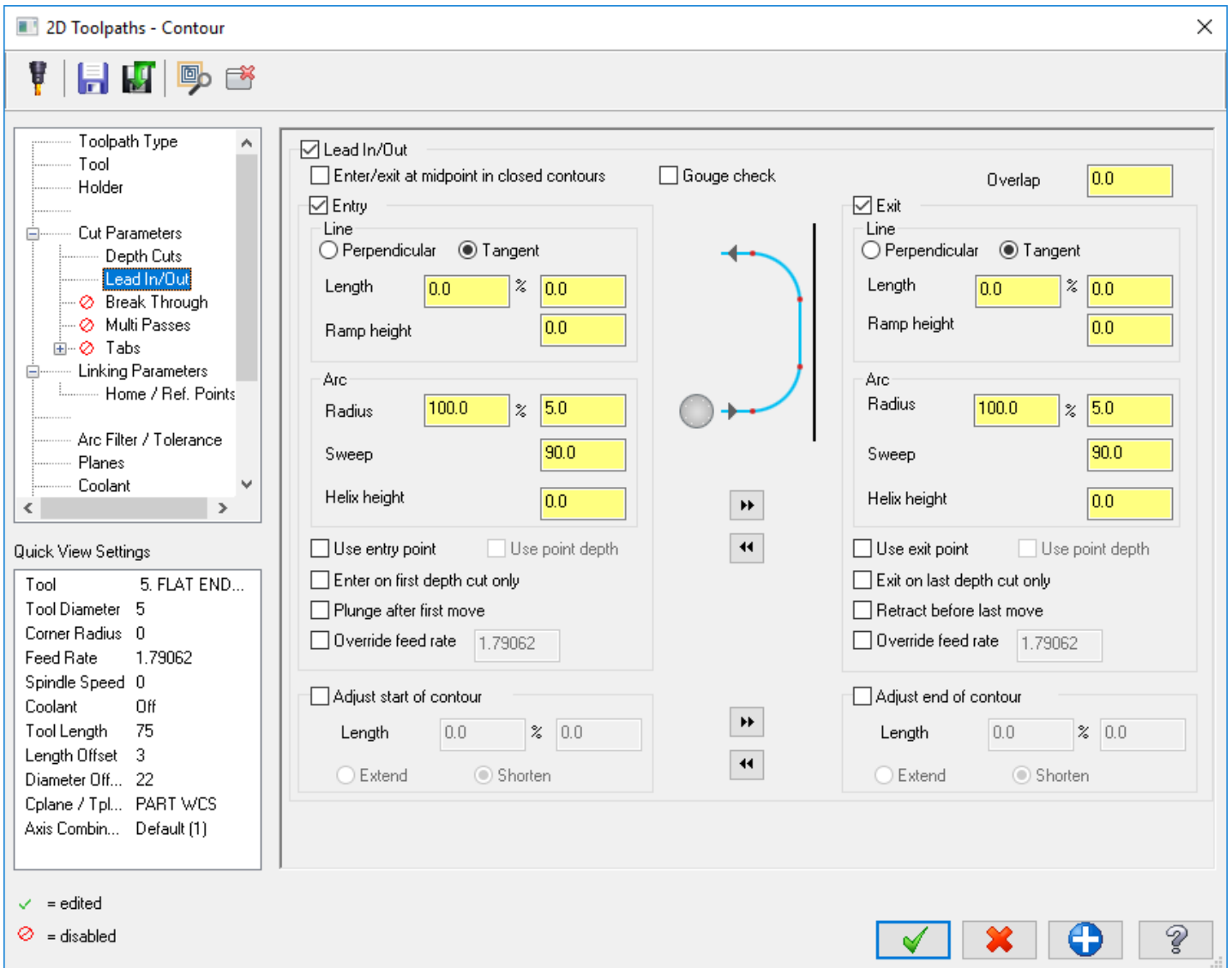
1. Kad zīmēšana ir pabeigta, izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.
2. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju saraksta logā un izvēlieties **2D, Contour** no izvēlnes.
3. Nospiediet [**Alt + T**], lai novāktu agrāko instrumenta trajektoriju no ekrāna.
4. Izvēlieties novietojumu augšējās malas kreisajā pusē, tieši tāpat kā iepriekšējai instrumenta trajektorijai. Virknēšanas bultiņai jāvēršas pulksteņrādītāja kustības virzienā.




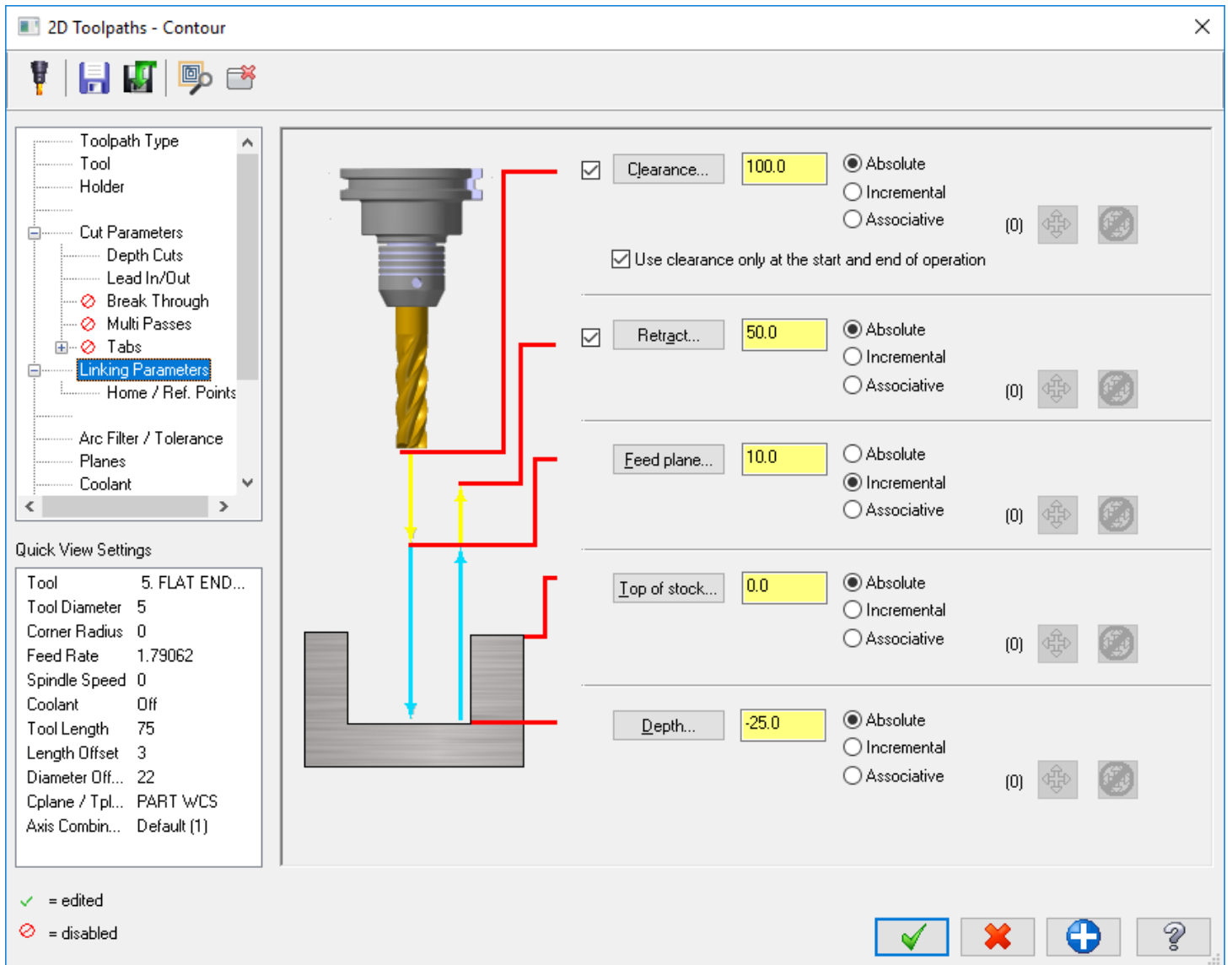
5. Izvēlieties  uz **Chaining** loga.
6. Izvēlieties **5. flat endmill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.
7. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.



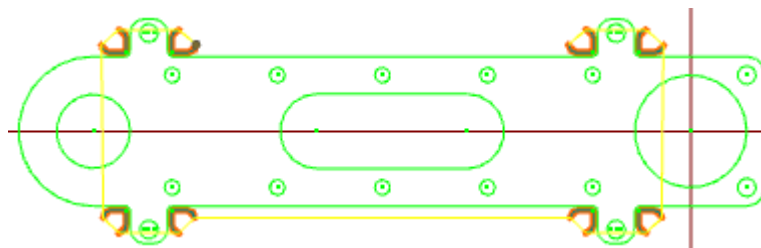
8. Izvēlieties **Remachining** no **Contour type** iznirstošās izvēlnes.
9. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
10. Ievadiet **-25** kā **Depth** un pārlicinieties, ka ir izvēlēts **Absolute** variants.
11. Izvēlieties **Multi Passes** dialoga lappusi.
12. Attīriet **Multi Passes** iezīmju lauku, jo atlikušo materiālu var noņemt ar vienu vienīgu gājienu.
13. Izvēlieties **Lead in/out** pogu.
14. Attīriet **Enter/exit at midpoint of closed contour** iezīmju lauku.
15. Ievadiet **0** kā **Overlap** vērtību. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



16. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi, pārlicinieties, ka kontūras parametri sakrīt ar nākamo attēlu, un izvēlieties .

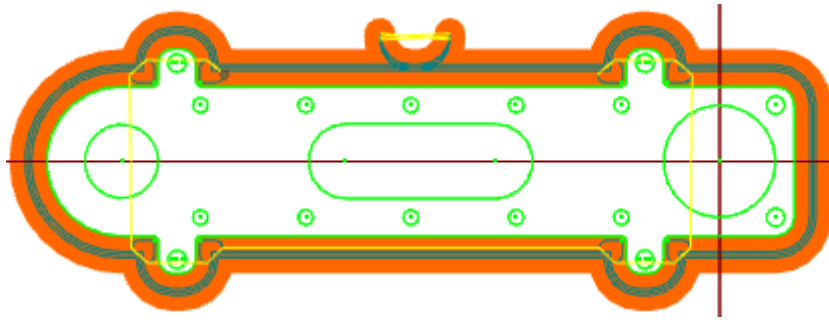


Mastercam ģenerē nākamajā attēlā redzamo instrumenta trajektoriju. Iespējams aplūkot, ka instrumenta trajektorijas uz sagataves materiāla ir izveidotas tikai mazām teritorijām, kas bija atlikušas no iepriekšējās operācijas.



17. Izvēlieties **Select all operations, Backplot selected operations, Play(R)**.

Uzzīmētajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Var redzēt, ka stūri ir pilnībā apstrādāti.

18. Nospiediet [**Alt + A**] un izvēlieties , lai saglabātu failu.

URBUMU UN RIEVU APSTRĀDE

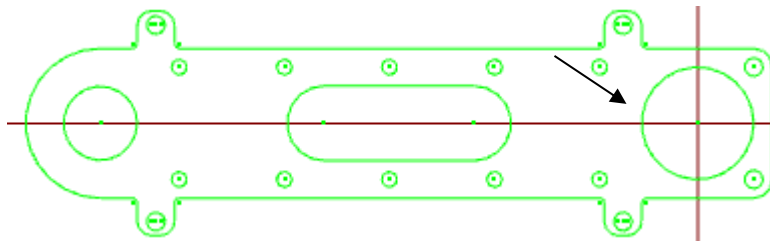
Šajā vingrinājumā tiks izmantotas dažas *Mastercam* aploces frēzēšanas instrumenta trajektorijas, lai apstrādātu divus lielos caurumus un rievu.


Aploces frēzēšanas instrumenta trajektorijas veidošana

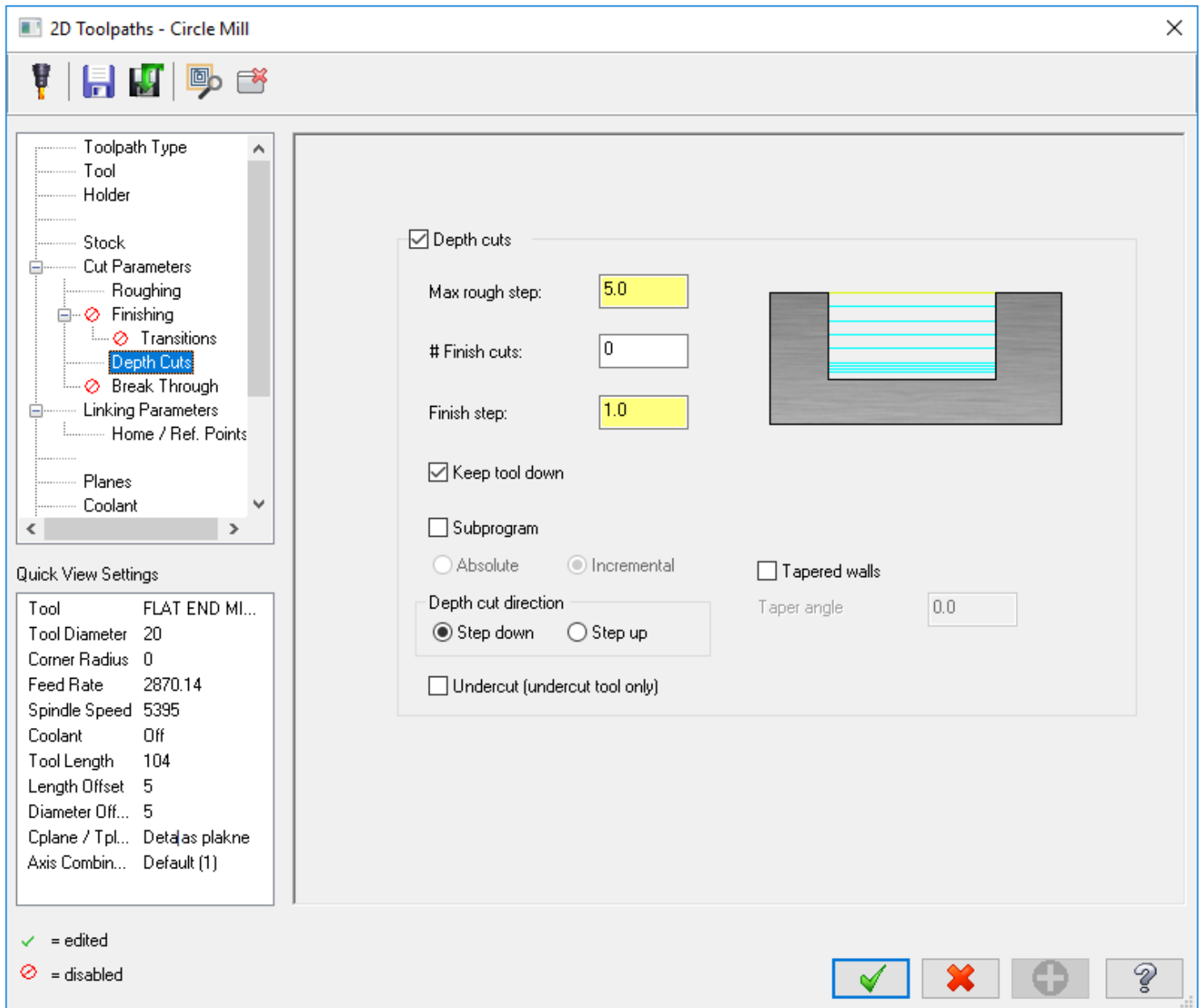
Paši lielākie caurumi tiks apstrādāti ar aploces frēzēšanas instrumenta trajektoriju.

Darbības

1. Izvēlieties **Circle Mill**.
2. Izvēlieties lielo loku pa labi.

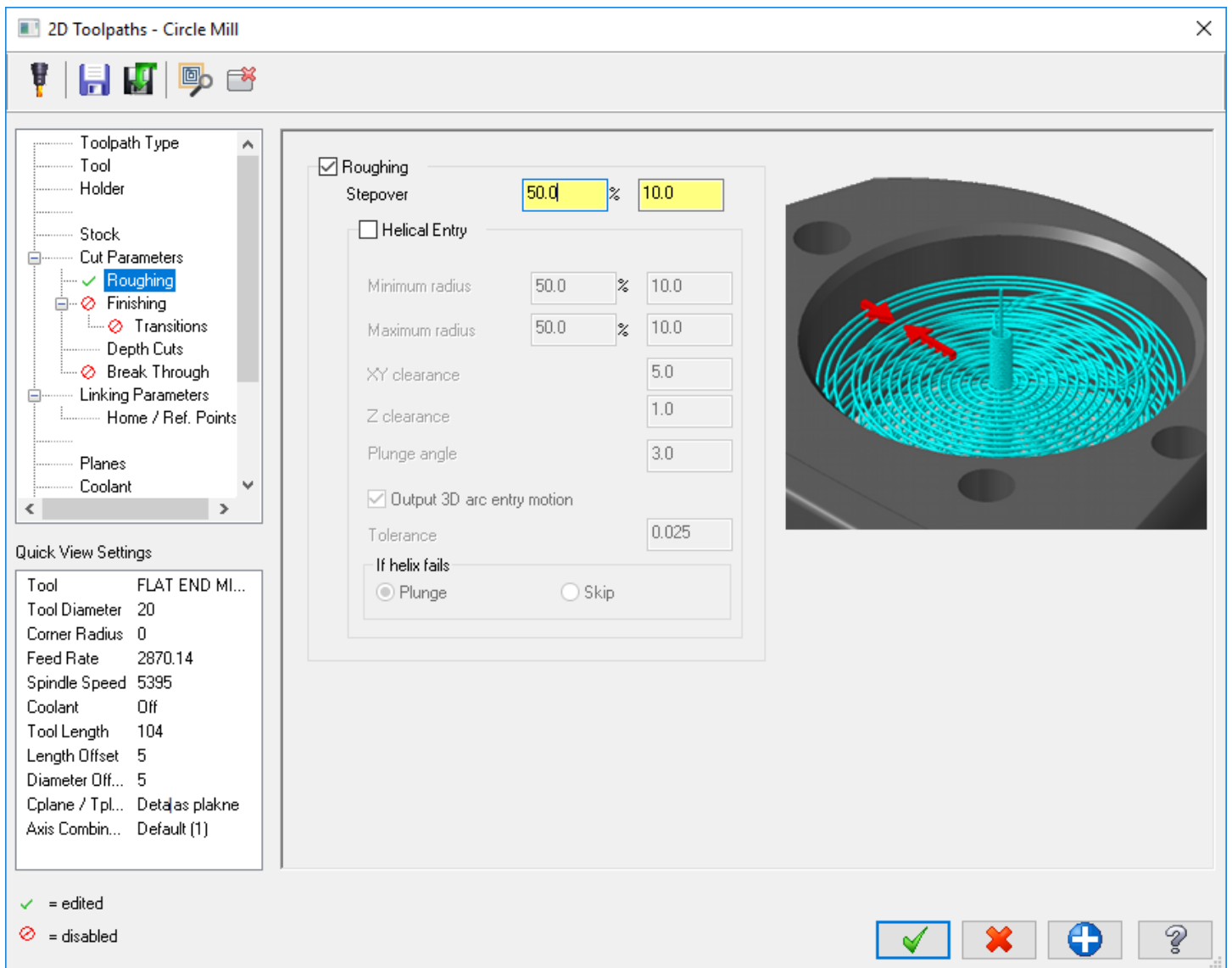



3. Izvēlieties .
4. Griezējinstrumentu bibliotēkā izvēlieties **25. flat endmill**.
5. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
6. Ievadiet **-25** kā **Depth**.
7. Izvēlieties **Cut Parameters**, ievadiet **3** kā **Overlap**.
8. Izvēlieties **Depth cuts** dialoga lappusi un iezīmju logu.
9. Ievadiet **5** kā **Max. rough step**.
10. Izvēlieties **Keep tool down**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

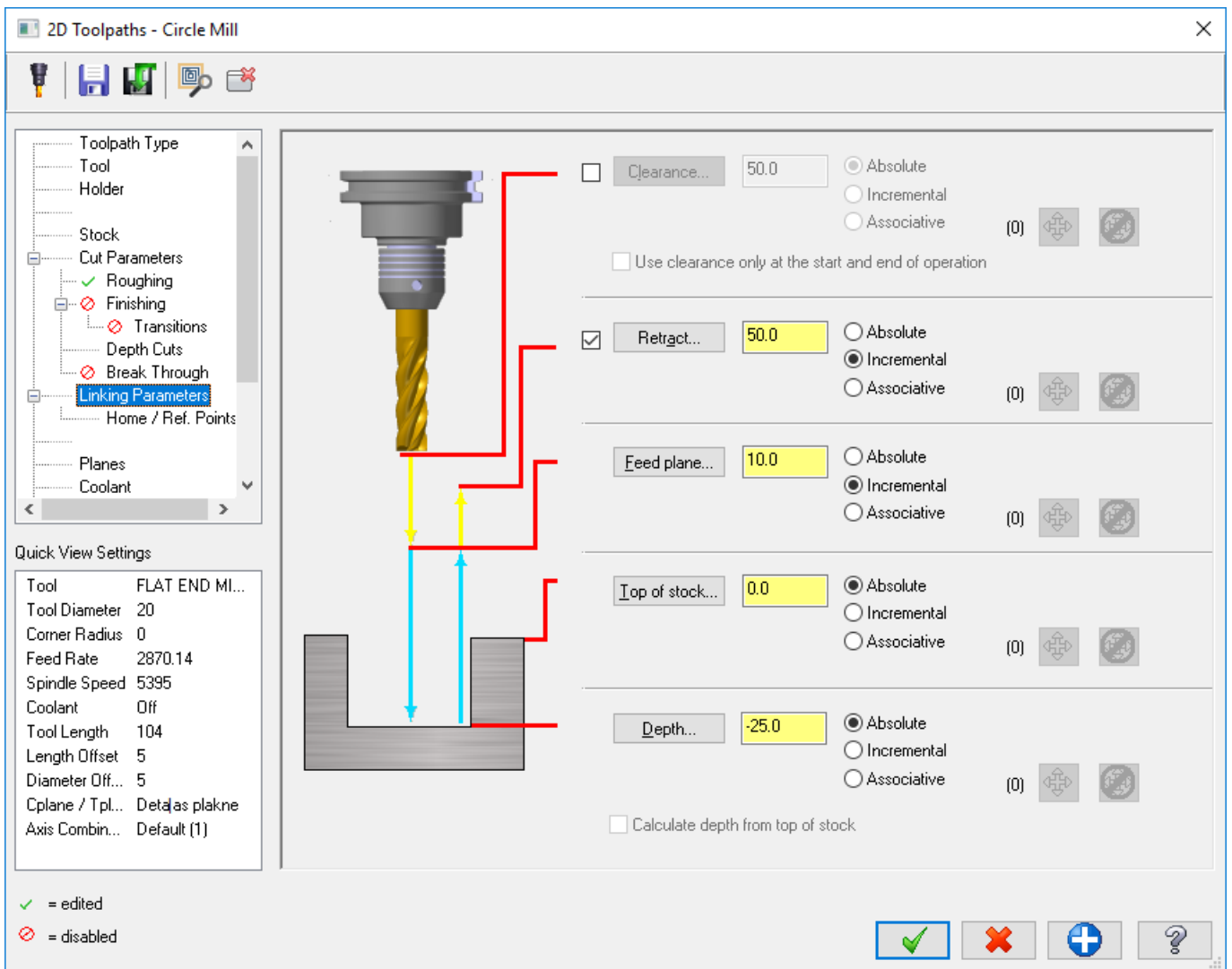


11. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi un iezīmju lauku.

12. Attīriet **Helical entry** iezīmju lauku. Rupjās apstrādes parametriem jāsakrīt ar nākamo attēlu.

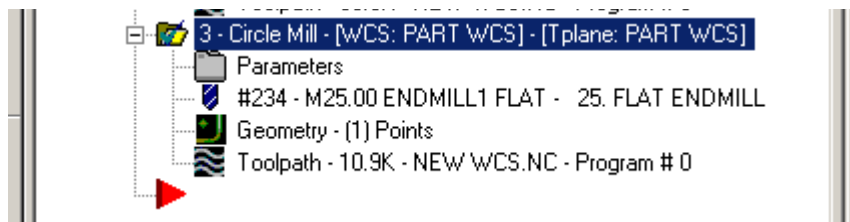


13. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi, pārliedzieties, ka aploces frēzēšanas parametri sakrīt ar nākamo attēlu, un izvēlieties .




14. Izvēlieties **Isometric** pogu no izvēlnes. Ja nepieciešams pielāgot detaļu ekrānam, izvēlieties **Fit** pogu. Palieliniet skatu uz lielo caurumu, apvelkot logu.

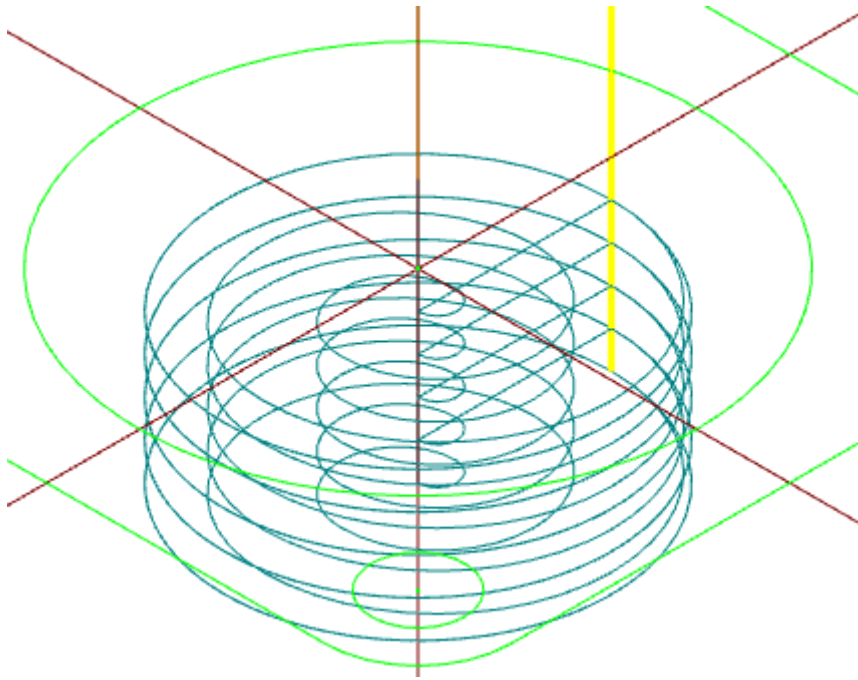
15. Izvēlieties **Circle Mill** operāciju. Parādās zaļā iezīme.



16. Izvēlieties **Backplot selected operations.**

17. Atslēdziet **Quick Verify.**

18. Spiediet **Step forward** , lai ietu pa instrumenta trajektoriju. Vajadzētu būt redzamai aploces frēzēšanai (skatīt nākamo attēlu).

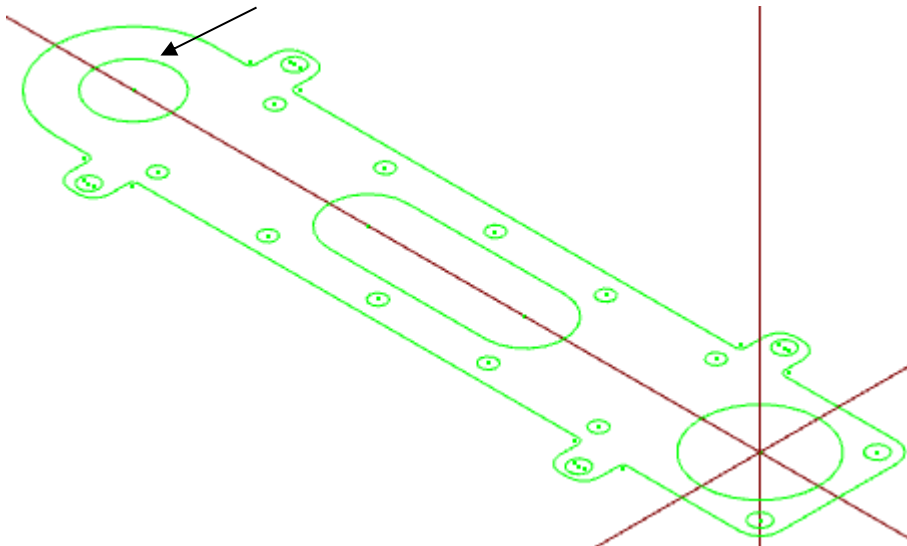



Spirāles izfrēzēšanas operācijas veidošana

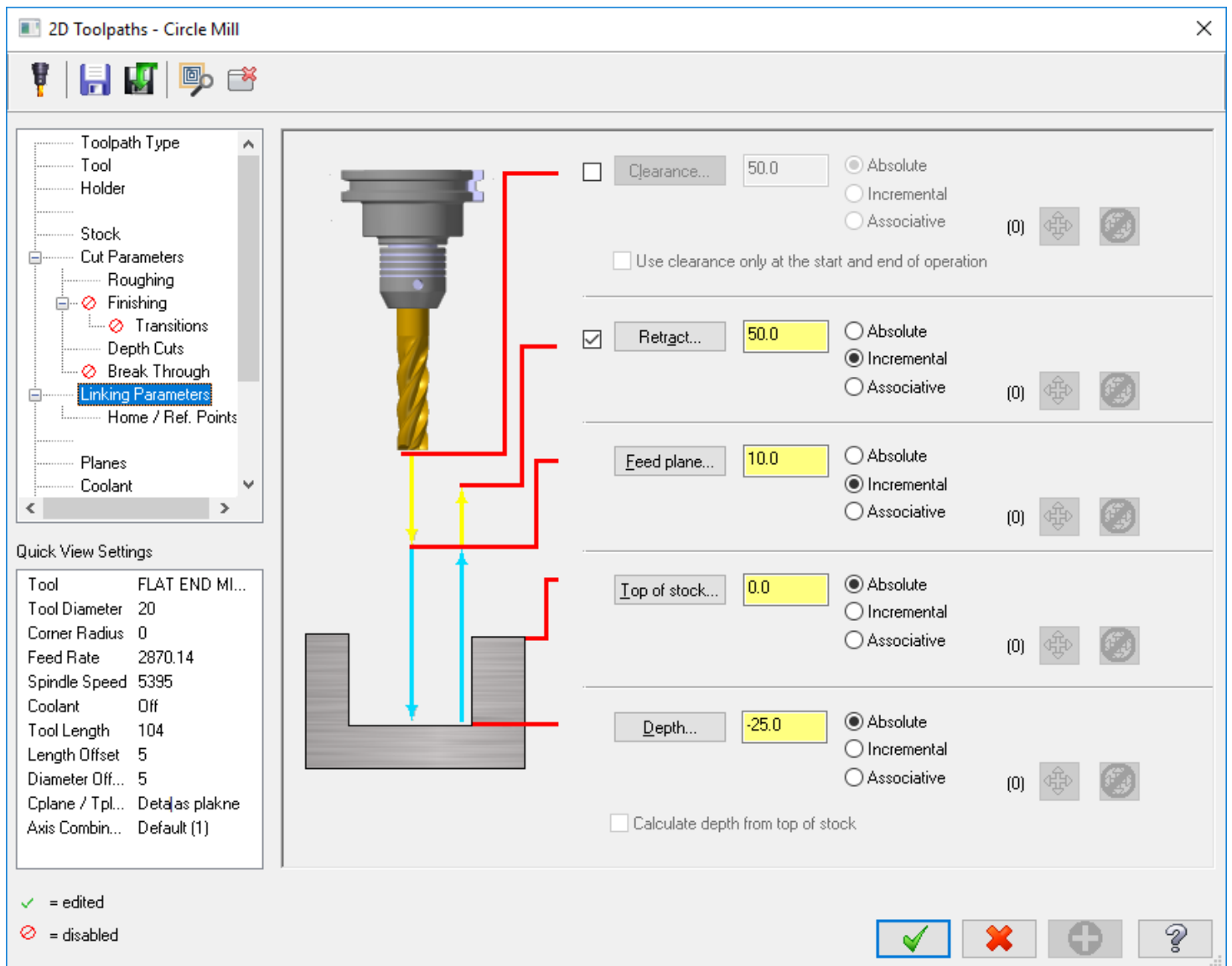
Mastercam spirāles izfrēzēšanas funkcija izmanto priekšrocības, ko dod **Helix**[®] darbarīku speciālās īpašības. Tā tiks izmantota, lai izvirpotu pārējos lielos caurumus. Šajā vingrinājumā tiks lietots **20 Flat endmill**, lai aptuveni modelētu **Helix** darbarīku.

Darbības

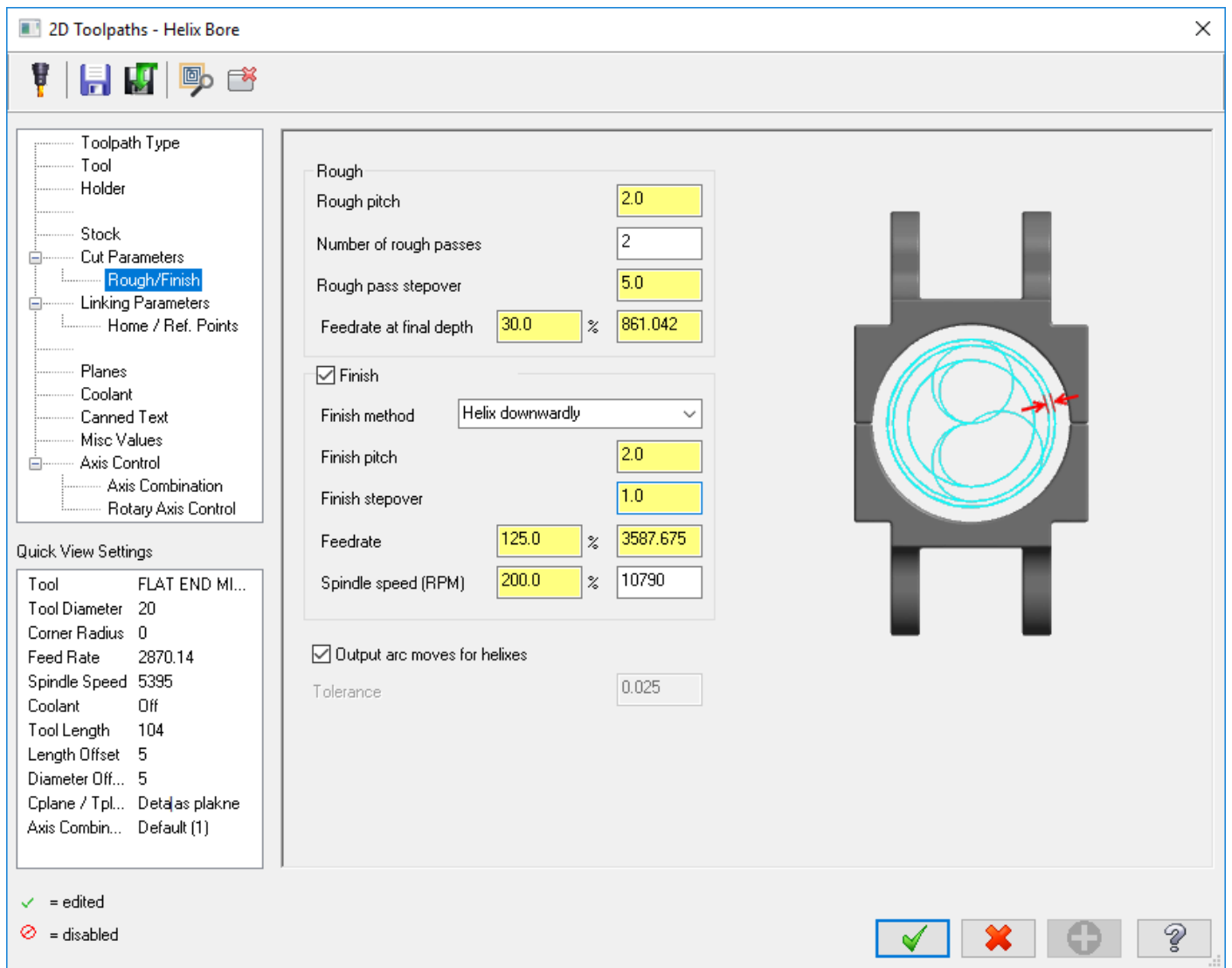
1. Izvēlieties **2D, Circle Paths, Helix bore**.
2. Izvēlieties lielo loku pa kreisi.



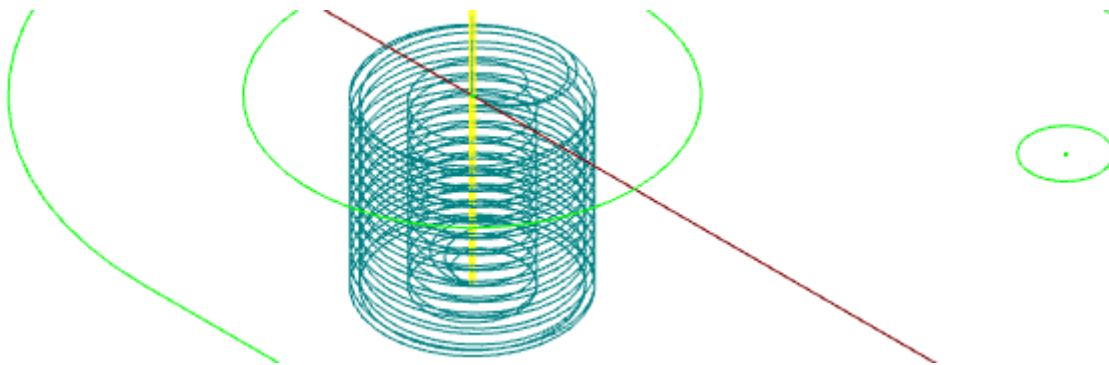
3. Izvēlieties .
4. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, **Select Library Tool, 20 flat endmill**.
5. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.



6. Ievadiet **-25** kā **Depth**.
7. Izvēlieties **Cut Parameters**, iezīmējiet **Start at center**.
8. Ievadiet **3** kā **Overlap**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.
9. Izvēlieties **Rough/Finish** dialoga lappusi.
10. Ievadiet **2** kā **Rough Pitch**.
11. Ievadiet **2** kā **Number of Rough passes** un **5** kā **Rough pass stepover** vērtību.
12. Izvēlieties **Finish** iezīmju lauku.
13. Ievadiet **1** kā **Finish stepover**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



14. Izvēlieties , *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

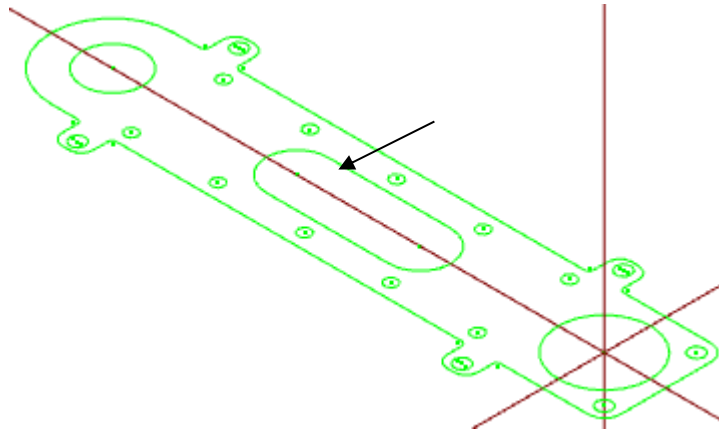



Rievas frēzēšanas operācijas veidošana

Mastercam ietver arī rievu frēzēšanas instrumenta trajektorijas, kas ir aploces frēzēšanas instrumenta trajektorijas variācija. Izmantojiet to, lai apstrādātu rievu detaļas vidū.

Darbības

1. Izvēlieties **2D, Slot mill**.
2. Izvēlieties rievu, kā parādīts nākamajā attēlā.



3. Izvēlieties .
4. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select Library Tool, 20 flat endmill**.
5. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
6. Ievadiet **-25** kā **Depth**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

2D Toolpaths - Slot mill

Toolpath Type
 Tool
 Holder

Cut Parameters
 Rough/Finish
 Depth Cuts
 Break Through
Linking Parameters
 Home / Ref. Points

Arc Filter / Tolerance
 Planes
 Coolant
 Canned Text
 Misc Values

Quick View Settings

Tool	FLAT END MI...
Tool Diameter	20
Corner Radius	0
Feed Rate	2870.14
Spindle Speed	5395
Coolant	Off
Tool Length	104
Length Offset	5
Diameter Off...	5
Cplane / Tpl...	Detālas plakne
Axis Combin...	Default (1)

✓ = edited
 ⊗ = disabled

Clearance... 100.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)





Use clearance only at the start and end of operation

Retract... 50.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Feed plane... 10.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

Top of stock... 0.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)

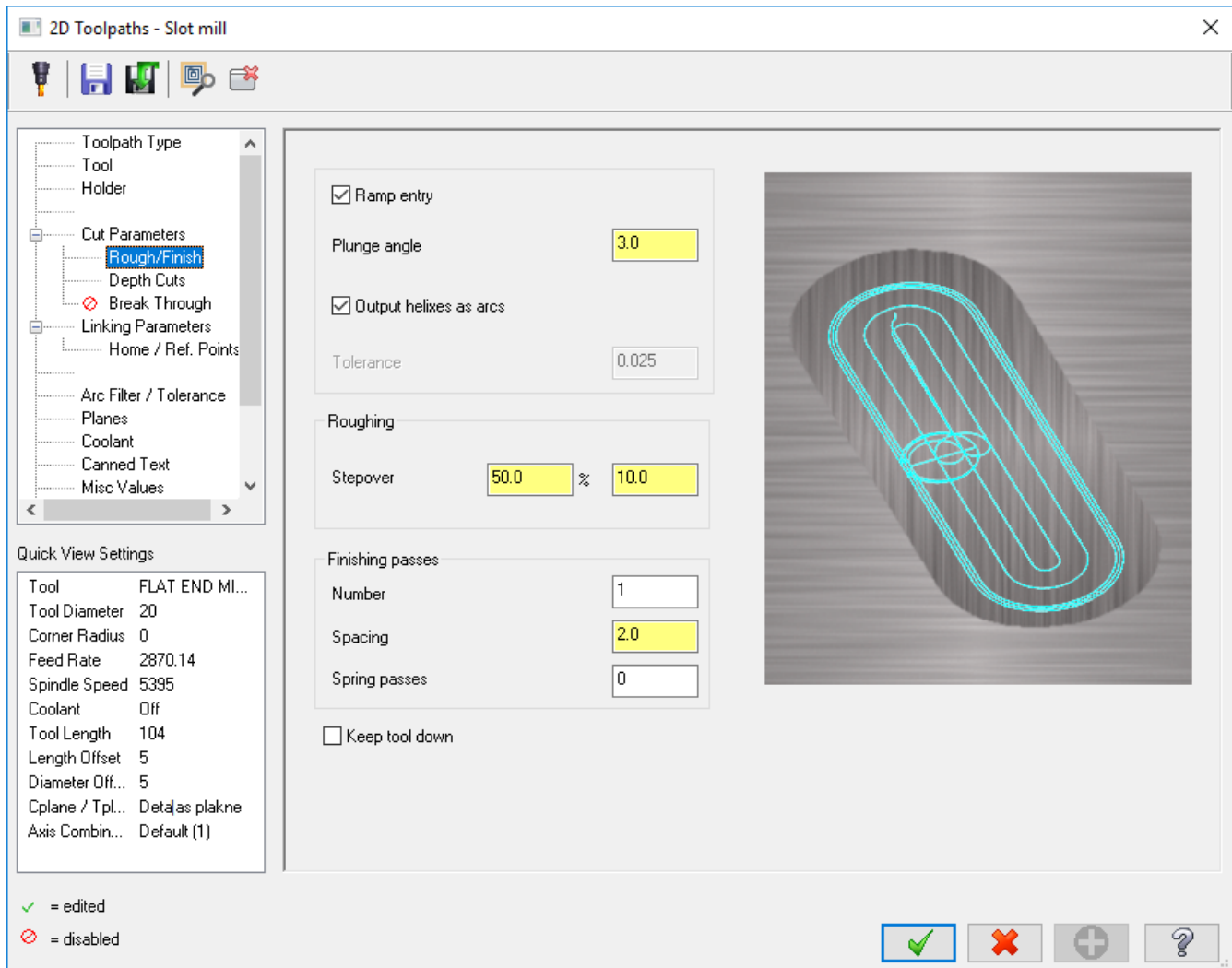
Depth... -25.0
 Absolute
 Incremental
 Associative (0)


   

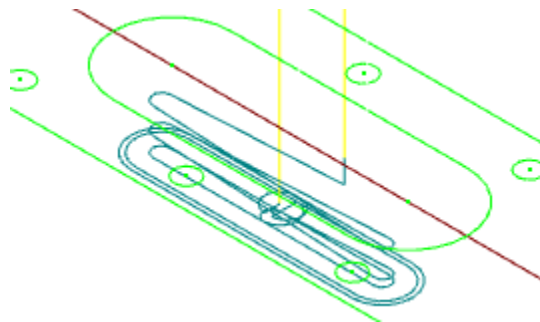
7. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi, ievadiet **3** kā **Overlap**.
8. Izvēlieties **Rough/Finish parameters** dialoga lappusi.

9. Ievadiet **3** kā **Plunge angle**.

10. Ievadiet **1** kā **Finishing passes-Number** un **1** kā **Spacing**. Pārliecinieties, ka pārējie parametri sakrīt ar nākamo attēlu.



11. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu). Iespējams aplūkot, ka 3 grādu iegriešanās leņķis rupjās apstrādes gājiena laikā liek instrumentam iegriezties detaļā pakāpeniski un nepārtraukti.

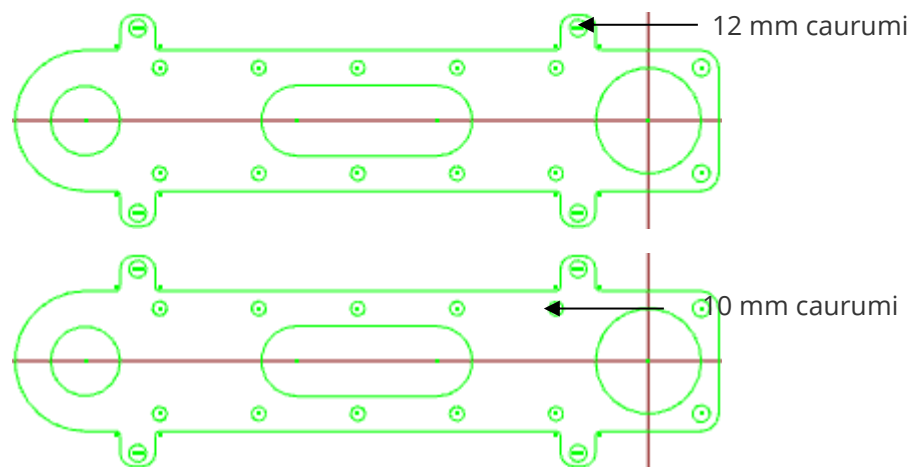


12. Nospiediet [**Alt + A**], lai saglabātu detaļu.

AUTO DRILL IZMANTOŠANA VAIRĀKU URBŠANAS OPERĀCIJU VEIDOŠANAI

Bieži nepieciešams apvienot vairākas atšķirīgas urbšanas operācijas vienam caurumu kopumam, piemēram, urbuma gala iegremdēšanai, centrēšanas urbšanai, urbšanai un vītnes iegriešanai. Iepriekšējos praktiskajos darbos vienai un tai pašai ģeometrijai, kopējot vienu operāciju un rediģējot tās parametrus, tika veidotas vairākas operācijas. Urbšana *Mastercam* vidē ietver kādu jaudīgu funkciju – **Auto drilling**. Tā no viena dialoga lauka ļauj izveidot veselu urbšanas operāciju sēriju.

Šajā vingrinājumā **Auto drilling** tiks izmantots divreiz, lai izurbtu divus caurumu kopumus. Pirmie tiks urbti 12 mm caurejoši caurumi detaļas stūros un izvirzījumos. Tad divās 10 mm caurumu rindās tiks urbta un griezta vītne. Caurumi ir parādīti nākamajā attēlā.

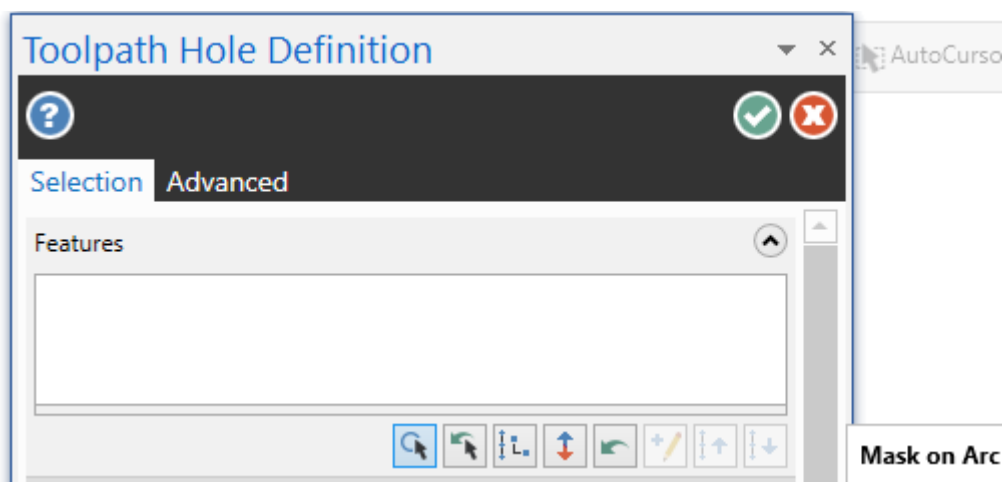


Caurumu izvēle pirmajai operācijai

Pirmā urbšanas operācija būs 12 mm caurumu urbšana.

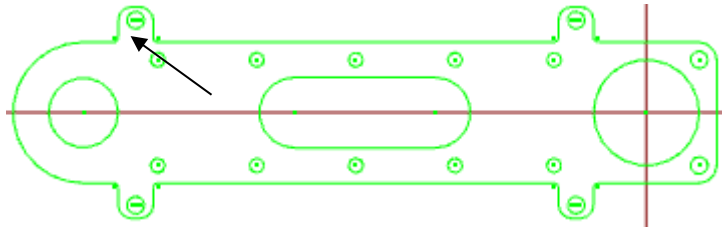
Darbības

1. Izvēlieties **2D, Auto drill**.
2. Izvēlieties **Mask on arc**, kā parādīts nākamajā attēlā, un ievadiet pielaišanas vērtību **0.001**. *Mastercam* izmanto šo pielaišanas vērtību, lai noskaidrotu, kuri loki ir ar tādu pašu lielumu kā izvēlētais.



Tas ļauj izvēlēties loku un likt *Mastercam* automātiski atlasīt lokus, kuri sakrīt ar Jūsu izvēlēto.

3. Izvēlieties 12 mm loku, kā parādīts nākamajā attēlā.

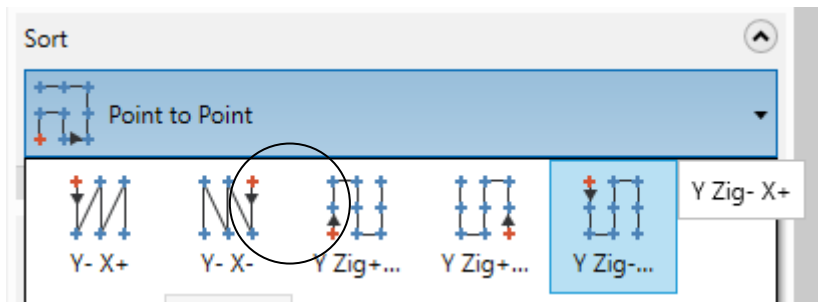


4. Uzklīkšķiniet un apvelciet logu apkārt visai detaļai, lai izvēlētos visus caurumus detaļā, un uzklīkšķiniet vēlreiz.

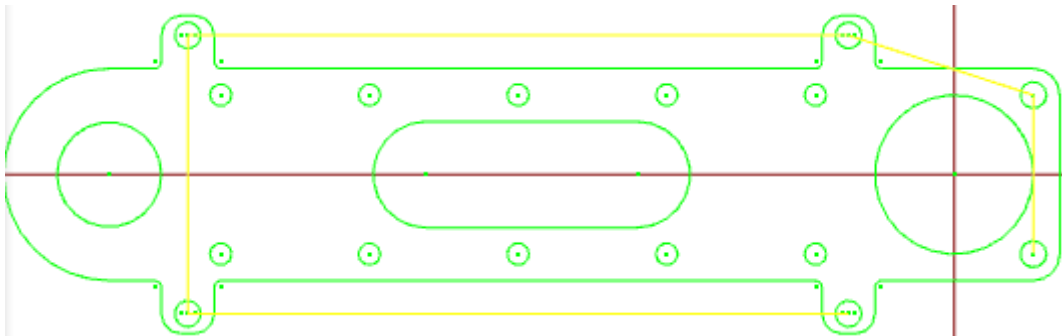
5. *Mastercam* izgaismo sešus 12 mm lokus un parāda noklusējuma urbšanas ceļu.

6. Izvēlieties **Sorting**, lai var izvēlēties efektīvāko urbšanas ceļa paraugu.

7. Izvēlieties urbšanas ceļa paraugu, kā parādīts nākamajā attēlā.



8. Izvēlieties . *Mastercam* jāsarindo caurumi, kā parādīts nākamajā attēlā.



9. Izvēlieties . Parādās **Automatic Arc Drilling** dialoga lauks.

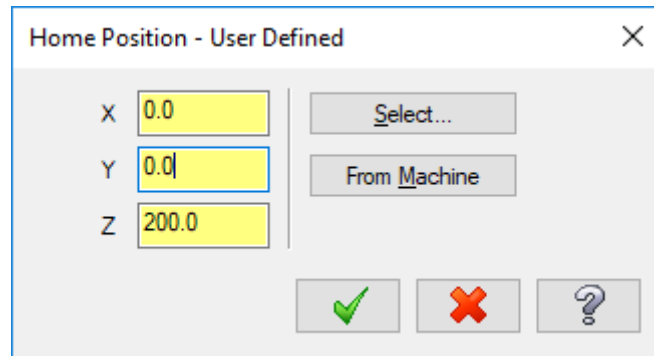
Auto drill parametru iestatīšana


Šiem caurumiem būs nepieciešams ietvert centrēšanas (**spot drilling**) operāciju, tad ieurbt pa 3 mm pieaugumam. Šiem caurumiem nav vajadzīga ne fāzīte, ne vītne.

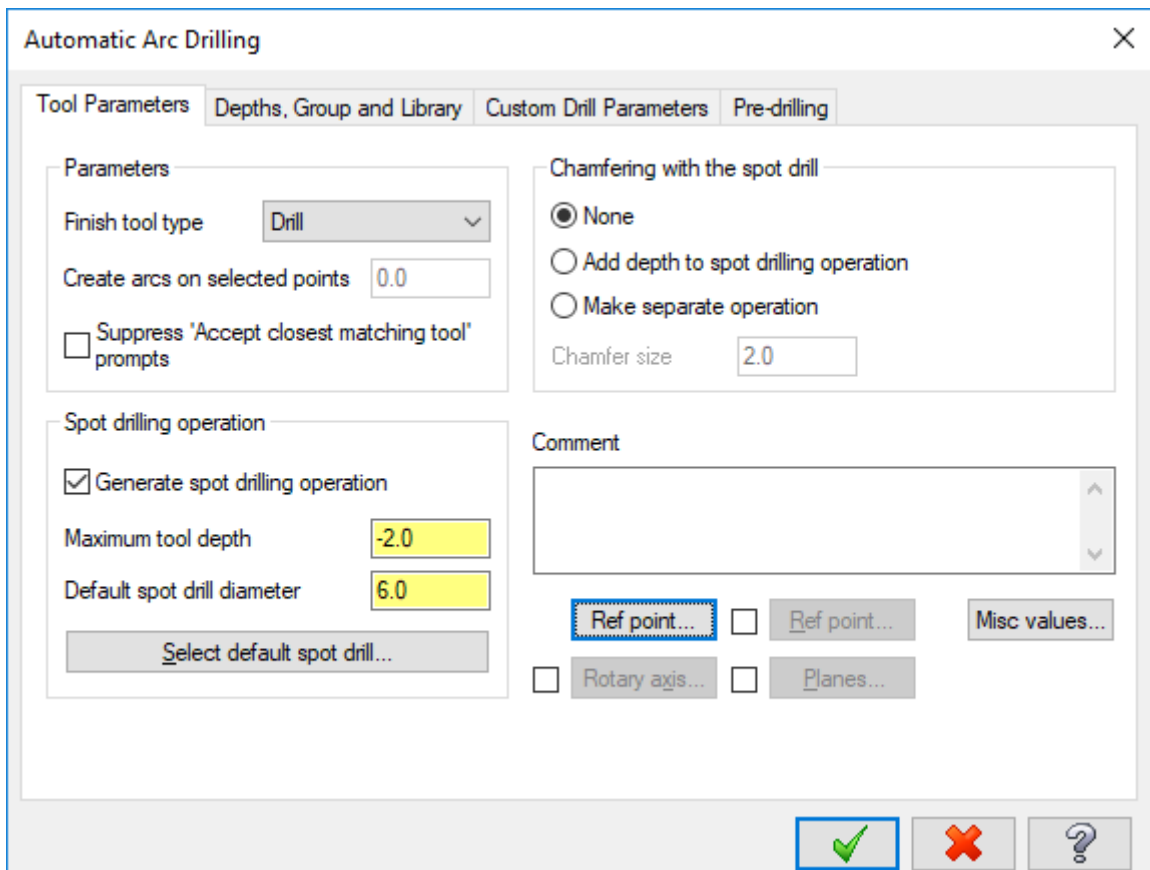
Darbības

1. Pie **Drill** izvēlieties **Finish tool type**.
2. Izvēlieties **Generate spot drilling operation**.
3. **Spot drilling operation** sekcijā ievadiet **-2** kā **Maximum tool depth**.

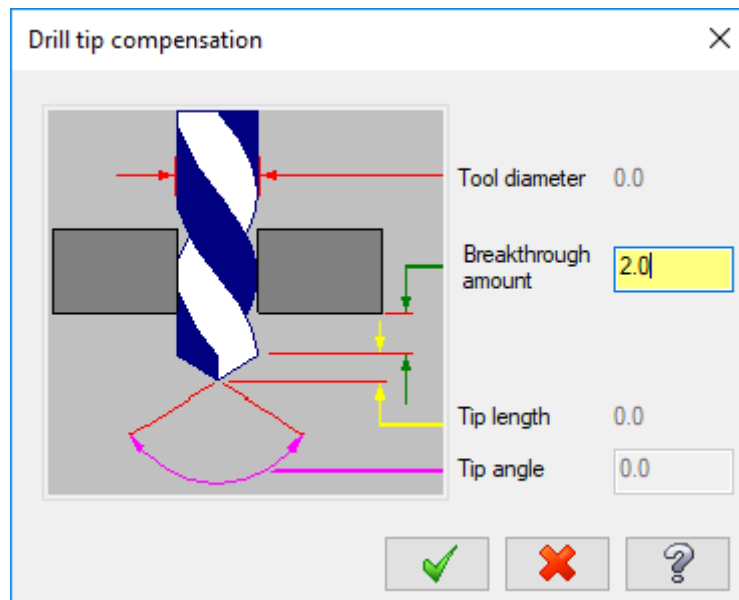
4. Izvēlieties **Select default spot drill**. Izvēlieties **NC SPOT DRILL-6** ar 6 mm diametru.
5. Izvēlieties **Ref Point** pogu.
6. Ievadiet **Z** koordinātu kā **200**, lai norādītu instrumenta izejas novietojumu (skatīt nākamo attēlu).




7. Izvēlieties .
8. Pārliecinieties, ka instrumenta parametri sakrīt ar nākamo attēlu.

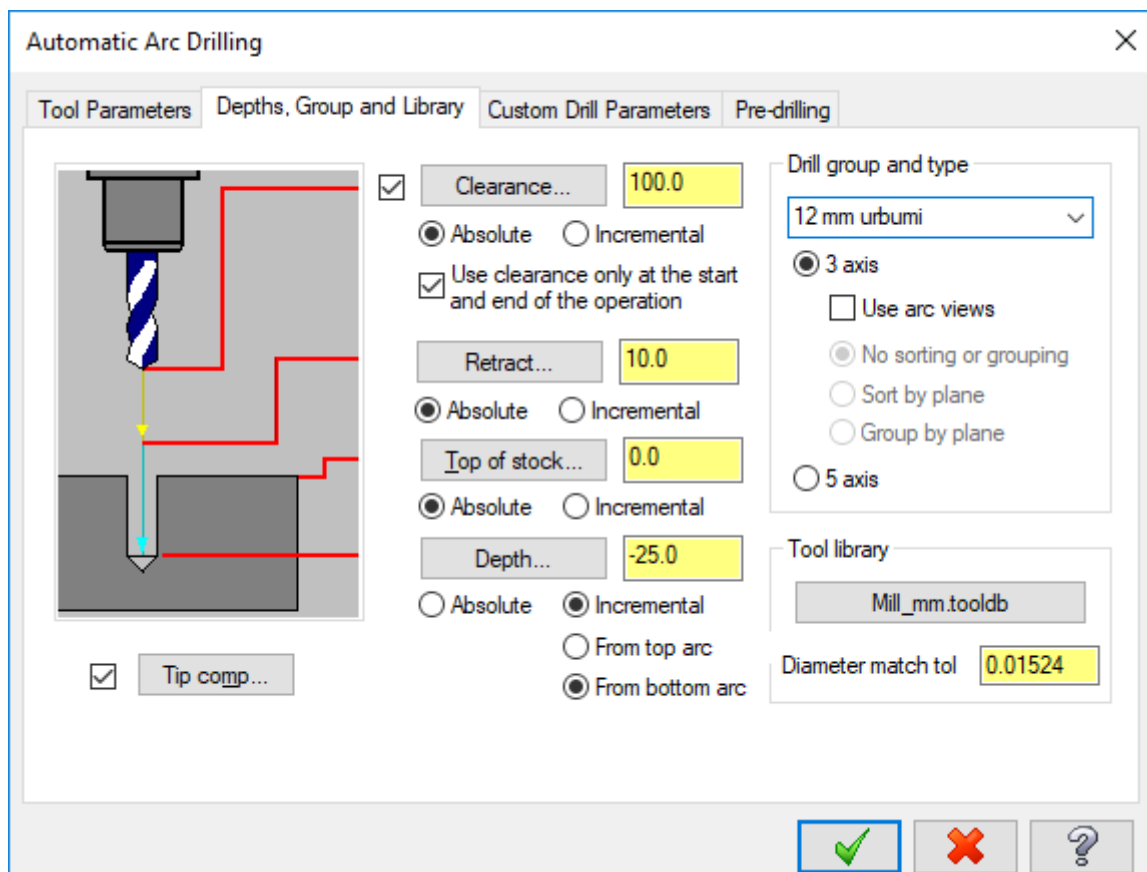


9. Izvēlieties **Depths, Group and Library** lauku.
10. **Drill group and type** laukā urbšanas operācijai ievadiet šādu nosaukumu: **12 mm urbumi**.
11. Attīriet **Use arc views** iezīmju lauku.
12. Ievadiet **-25** kā **Depth**.
13. Izvēlieties **Tip comp** iezīmju lauku un pogu.



14. Ievadiet **2** kā **Breakthrough amount**.

15. Izvēlieties . Pārliecinieties, ka parametri sakrīt ar nākamo attēlu.

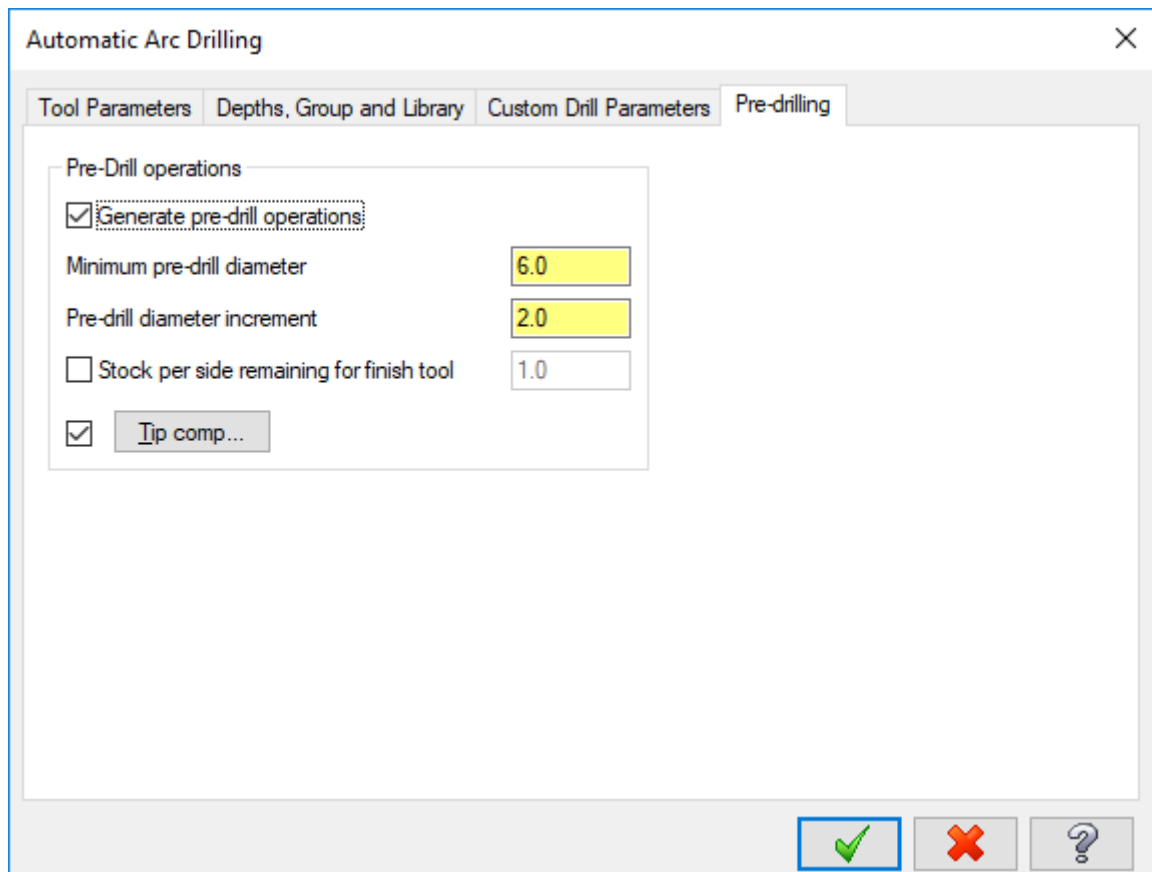



16. Izvēlieties **Pre-drilling** dialoga lappusi.

17. Izvēlieties **Generate pre-drill operations**.

18. Ievadiet **6** kā **Minimum pre-drill diameter**.

19. Ievadiet **3** kā **Pre-drill diameter increment**. Parametriem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



20. Izvēlieties , lai ģenerētu urbšanas operāciju.

21. Ja nepieciešams palielināt operāciju pārvaldnieku, uzklikšķiniet un velciet apakšējo loga stūri. Var aplūkot jauno izveidoto operāciju sarakstu, *Mastercam* automātiski izveido jauno instrumenta trajektoriju grupu.

Trajektoriju grupas

nosaukums. Tas tika ievadīts

Depths, Group and Library

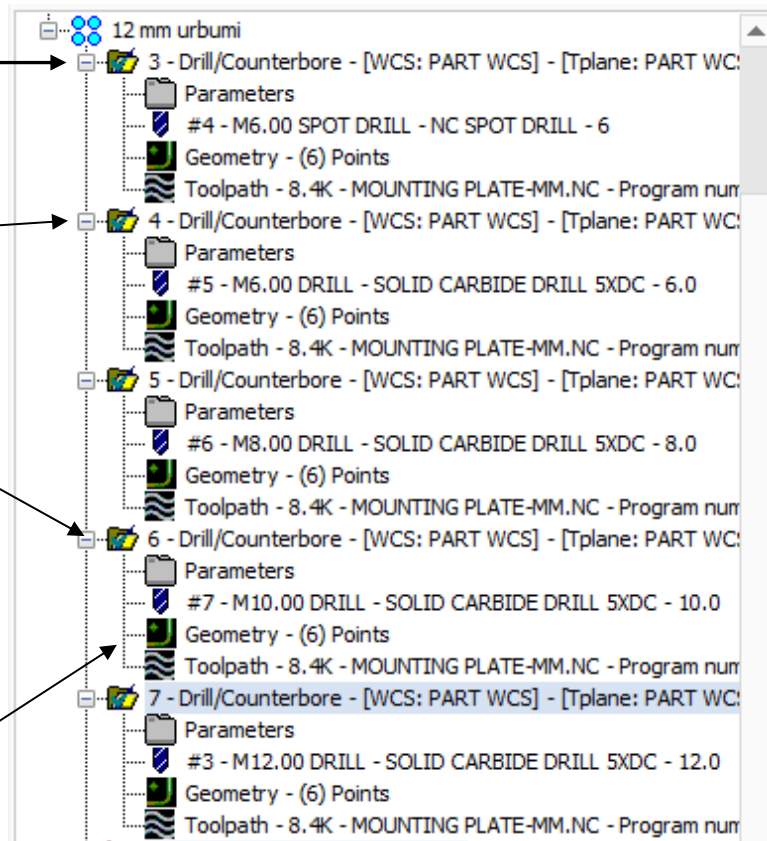
laukā.

Centrēšanas operācija.

Ieurbšanas operācijas.

Mastercam katram ieurbšanas ciklam izveido atsevišķas operācijas (7–8 operācijas).

Gala apstrādes urbšanas operācija.



Šo operāciju noteica **Tool**

Parameters lappusē

Parameters laukā **Finish tool**

type iznirstošajā izvēlnē

izvēlētais **Drill variants**.

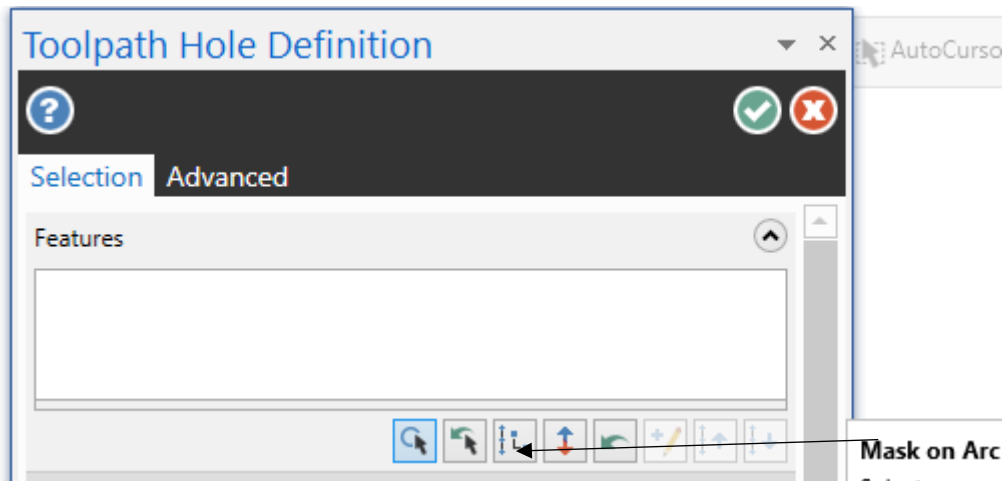
Padoms. Ikvienu individuālo operāciju var rediģēt. Izvēlieties **Parameters** ikonu vajadzīgajai individuālai operācijai, lai izmainītu urbšanas parametrus vai izvēlētos atšķirīgu urbi, vai arī izvēlieties **Geometry** ikonu, lai pievienotu vai nodzēstu caurumus.

Caurumu izvēle otrajai operāciju kopai

Otra urbšanas operāciju kopa apstrādās 10 mm caurumus.

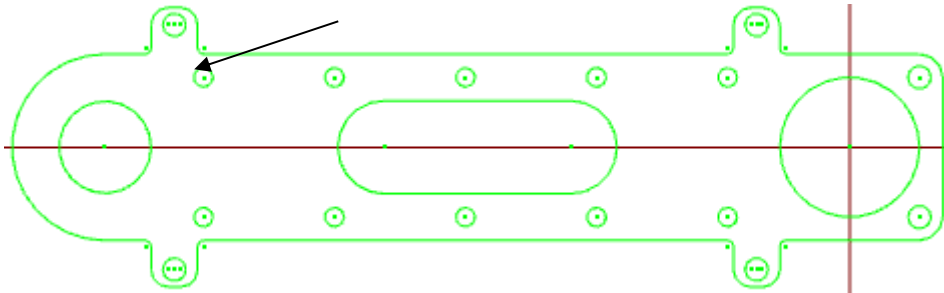
Darbības

1. Izvēlieties **2D, Auto drill**.
2. Izvēlieties **Mask on arc** (skatīt nākamo attēlu) un ievadiet pielaides vērtību **0.001**.

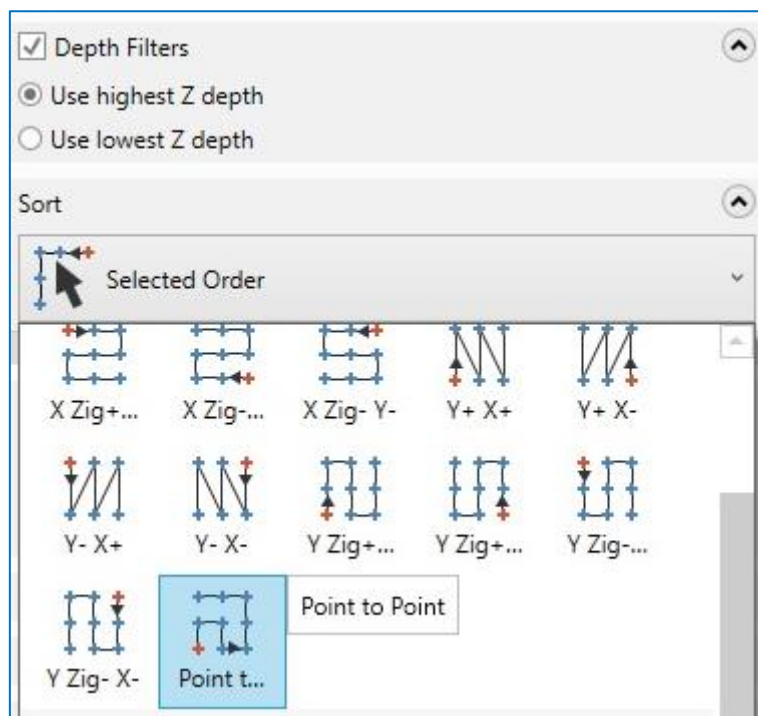
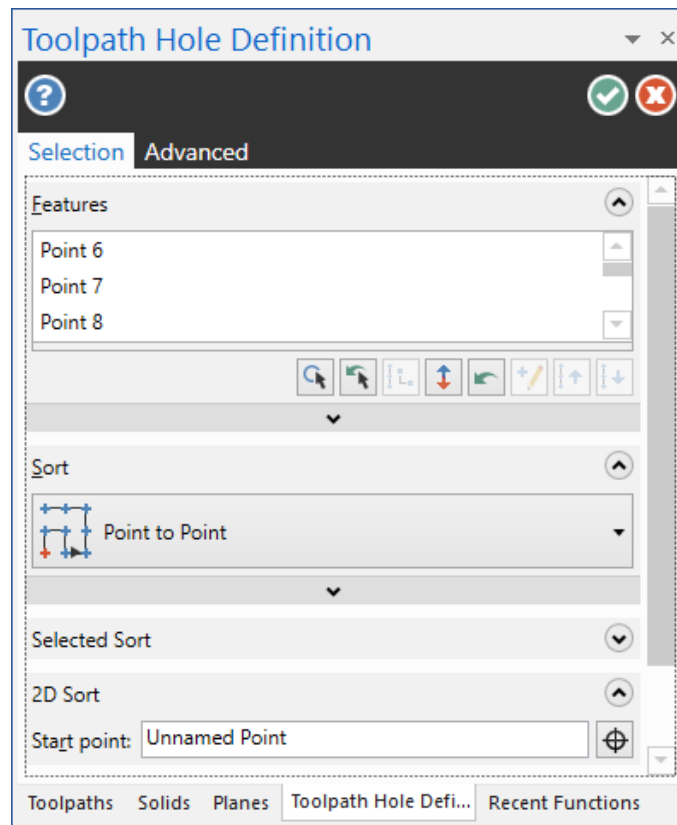


Mastercam izmanto šo pielāides vērtību, lai noskaidrotu, kuri ir tāda paša lieluma loki kā izvēlētais. Tas ļauj izvēlēties loku un likt lietojumprogrammai *Mastercam* automātiski atlasīt lokus, kuri sakrīt ar izvēlēto.

3. Izvēlieties 10 mm loku, kā parādīts nākamajā attēlā.



4. Uzklīkšķiniet un apvelciet logu apkārt visai detaļai, tad uzklīkšķiniet vēlreiz. **Toolpath Hole Definition** dialoga logā parādās izvēlēto punktu saraksts.



5. Izvēlieties **Point to point** zem **Sort** (skatīt iepriekšējo attēlu).

6. Secīgi izvēlieties divreiz. Parādās **Automatic Arc Drilling** dialoga lauks.

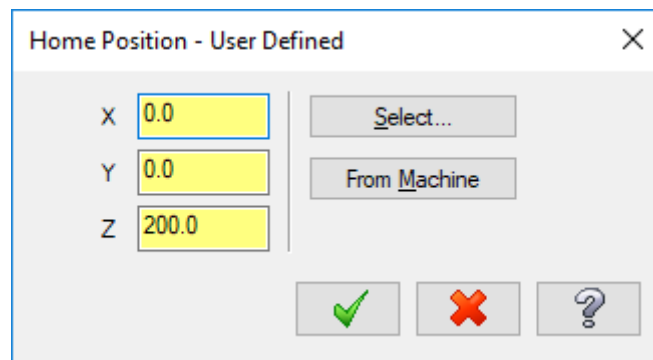
Parametru iestatīšana otrajai Auto drill operācijai


Šiem caurumiem būs nepieciešams ietvert šādus urbšanas ciklus: centrēšanu, ieurbšanas ar 2 mm pieaugumu, labās puses vītnes griešanu, fāzēšanu.

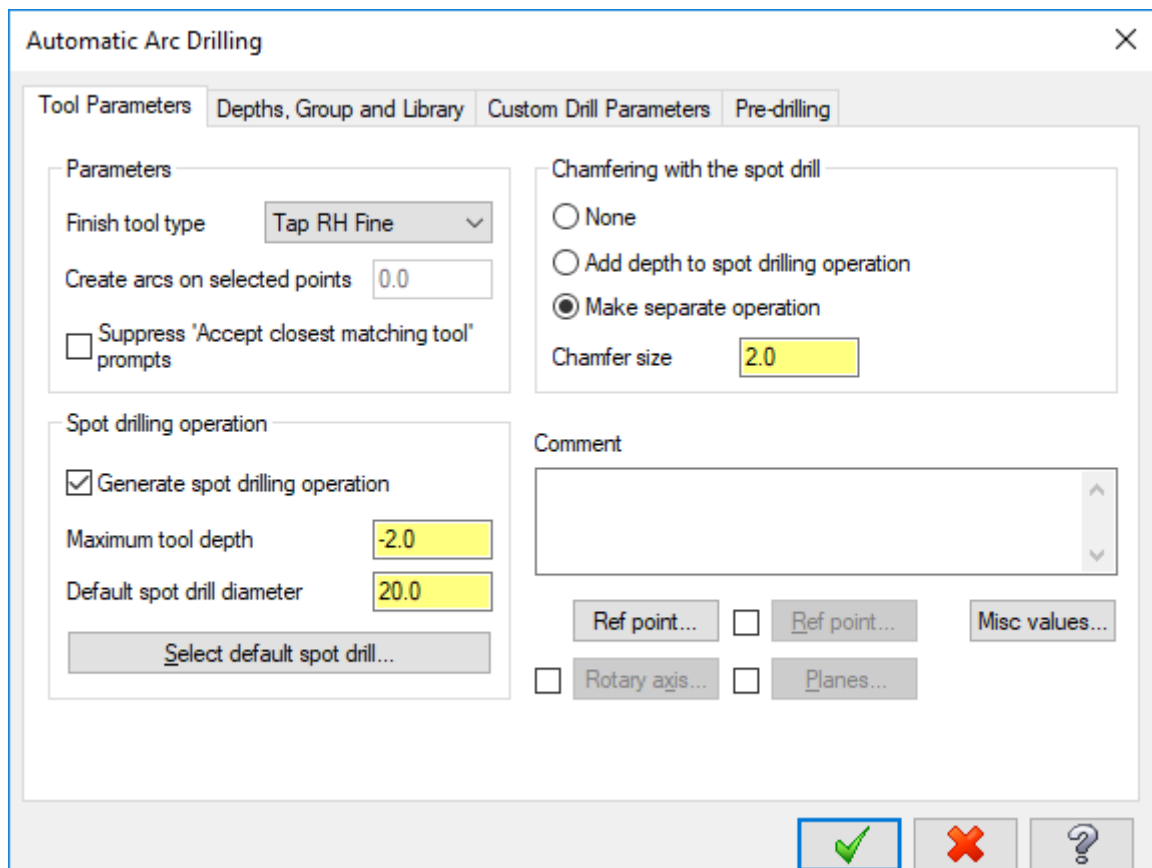
No iepriekšējās **Auto drilling** sesijas ir iestatīti jau daži parametri ar vērtībām, tādējādi tagad tikai jāievada izmaiņas.

Darbības

1. No **Finish tool type** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Tap RH Fine**.
2. Ievadiet **20** kā **Default spot drill** diametru.
3. No **Chamfering with spot drill** sekcijas izvēlieties **Make separate operation**.
4. Ievadiet **2** kā **Chamfer size**.
5. Izvēlieties **Ref point**.
6. Sākuma novietojumam ievadiet **Z** koordinātu kā **200**, kā parādīts nākamajā attēlā.



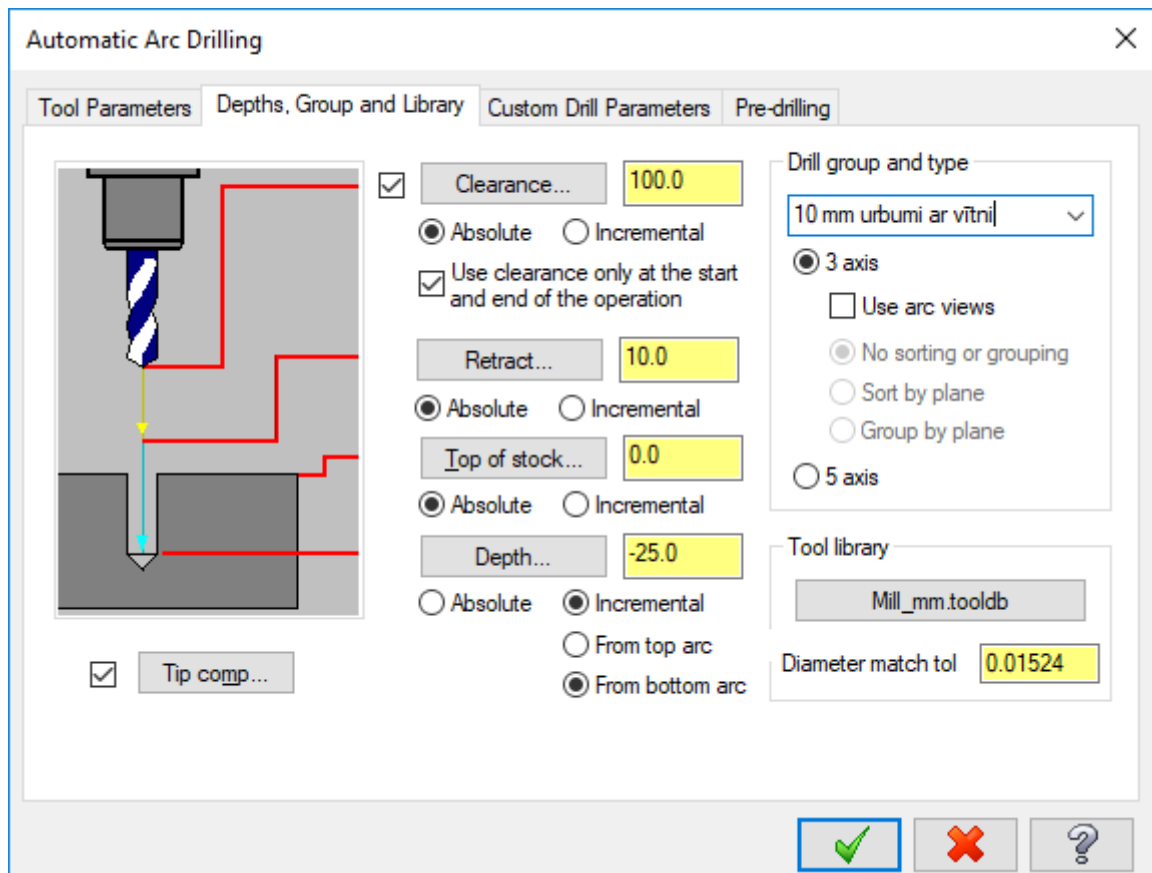
7. Izvēlieties . Iestatījumiem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



8. Izvēlieties **Depths, Group and Library** dialoga lappusi.

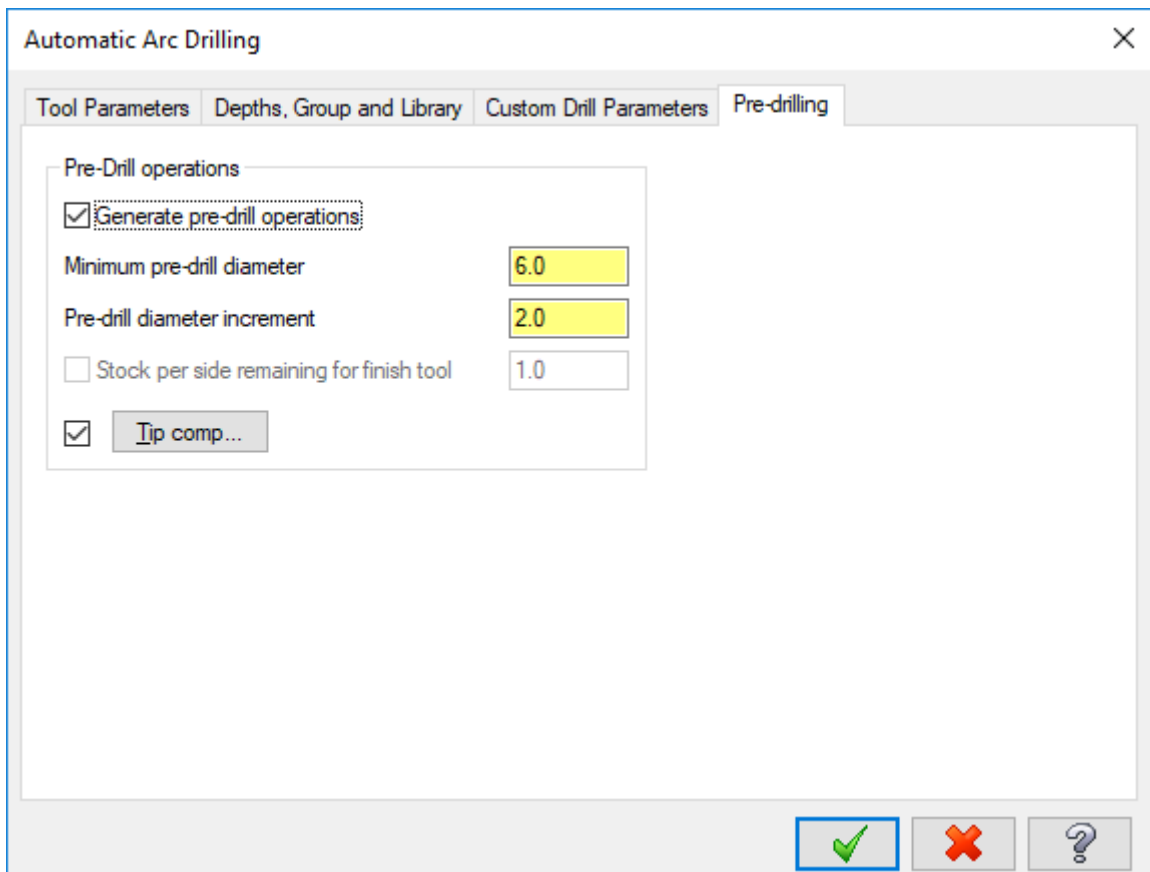
9. **Drill group and type** laukā ievadiet urbšanas operācijas nosaukumu: **10 mm urbumi ar vītņi**.


Pārliedzieties, ka ievadītie parametri sakrīt ar nākamo attēlu.



10. Izvēlieties **Pre-drilling** dialoga lappusi.

11. Ievadiet **2** kā **Pre-drill diameter increment**. Pārliedzieties, ka parametri sakrīt ar nākamo attēlu.

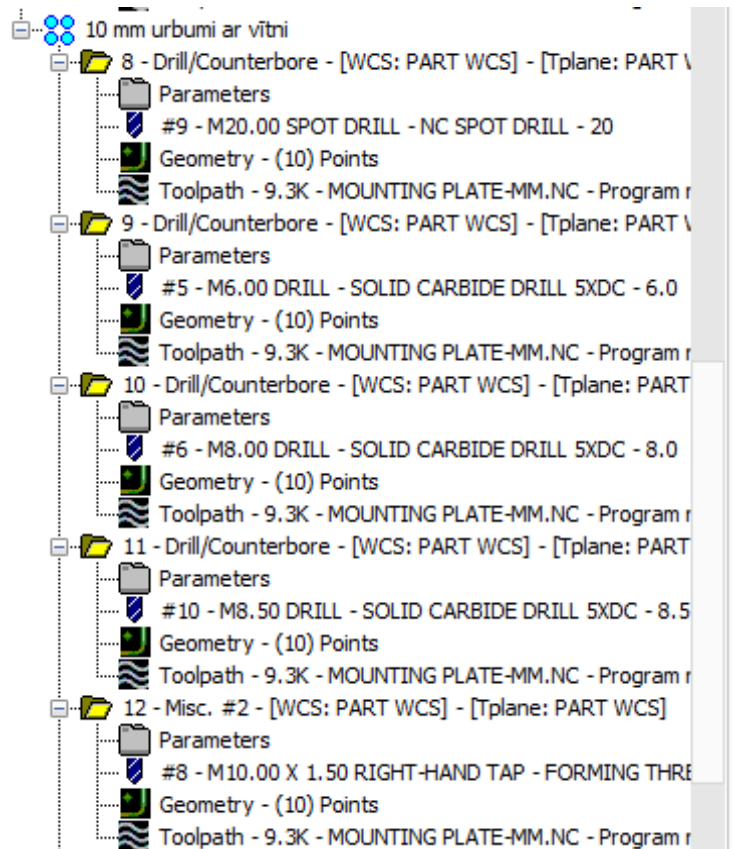


12. Izvēlieties , lai ģenerētu urbšanas operāciju.

13. Pārskatiet nupat izveidoto jauno operāciju sarakstu.

14. Nospiediet **[Alt + A]**, lai saglabātu detaļu.

Līdz šim ir apgūtas vairākas *Mastercam* aploces instrumenta trajektoriju izmantošanas iespējas. Nākamajā praktiskajā darbā iepazīsieties ar vispārīgākas izmantošanas padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijām un ar tām saistītām funkcijām.



25. PRAKTISKAIS DARBS – GALA VIRSMU UN PADZIĻINĀJUMU APSTRĀDES INSTRUMENTU TRAJEKTORIJAS

Darba mērķis	Apgūt padziļinājumu (iedobumu) frēzēšanas operāciju izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definēt detaļas sagatavi. ▪ Salīdzināt padziļinājumu griešanas metodes. ▪ Izvēlēties griešanas sākuma punktu. ▪ Izveidot operāciju ar instrumenta vertikālu iegriešanos padziļinājumā pa kontūru.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot gala virsmu un padziļinājumu apstrādes instrumentu trajektorijas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests10.emcam</i> frēzēt plaknes virs rievām. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Ar ko atšķiras padziļinājumu griešanas metodes?

DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā aplūkosiet, kā izveidot instrumenta trajektorijas sagataves materiāla virsmas apstrādei, un varēsiet iepazīties ar dažiem padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektoriju veidošanas pamatprincipiem: dažādu padziļinājumu griešanas metožu salīdzinājumu, ieejas punkta izmantošanu padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijas sākšanai un iegriešanās kustības pa kontūru instrumenta trajektorijas lietošanu.

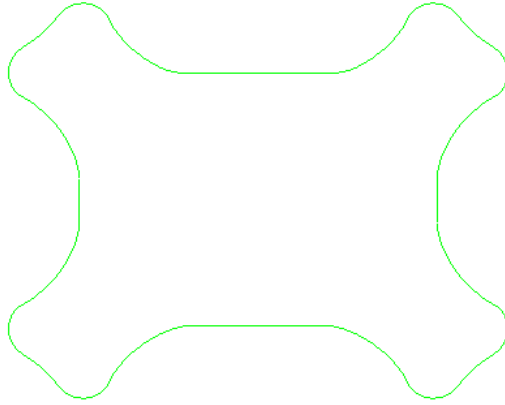
ATKĀRTOTA ĀTRĀ SAGATAVES VIRSMAS APSTRĀDE

Virsmas apstrādes instrumenta trajektorijas ātri notīra sagataves materiālu no detaļas augšas un izveido līdzenu virsmu nākamajām operācijām. Kad tiek veikta sagataves materiāla virsmas apstrāde, ir svarīgi, lai instruments pārsedz detaļas malas par vismaz 50 % no tā diametra, tad uz sagataves materiālu malām nepalikis mazi robiņi.

Pieņemiet, ka sagataves materiāls ir 90 mm x 120 mm liels klucis. Tā virsmu nepieciešams apstrādāt līdz galīgajam biezumam 12 mm.

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet failu *gala_apstrade.emcam*. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



2. Izvēlieties **Machine, Mill, Default, Properties, Stock setup**.

3. Ievadiet **90** kā **Y** virziena izmēru sagataves materiāla modelim.

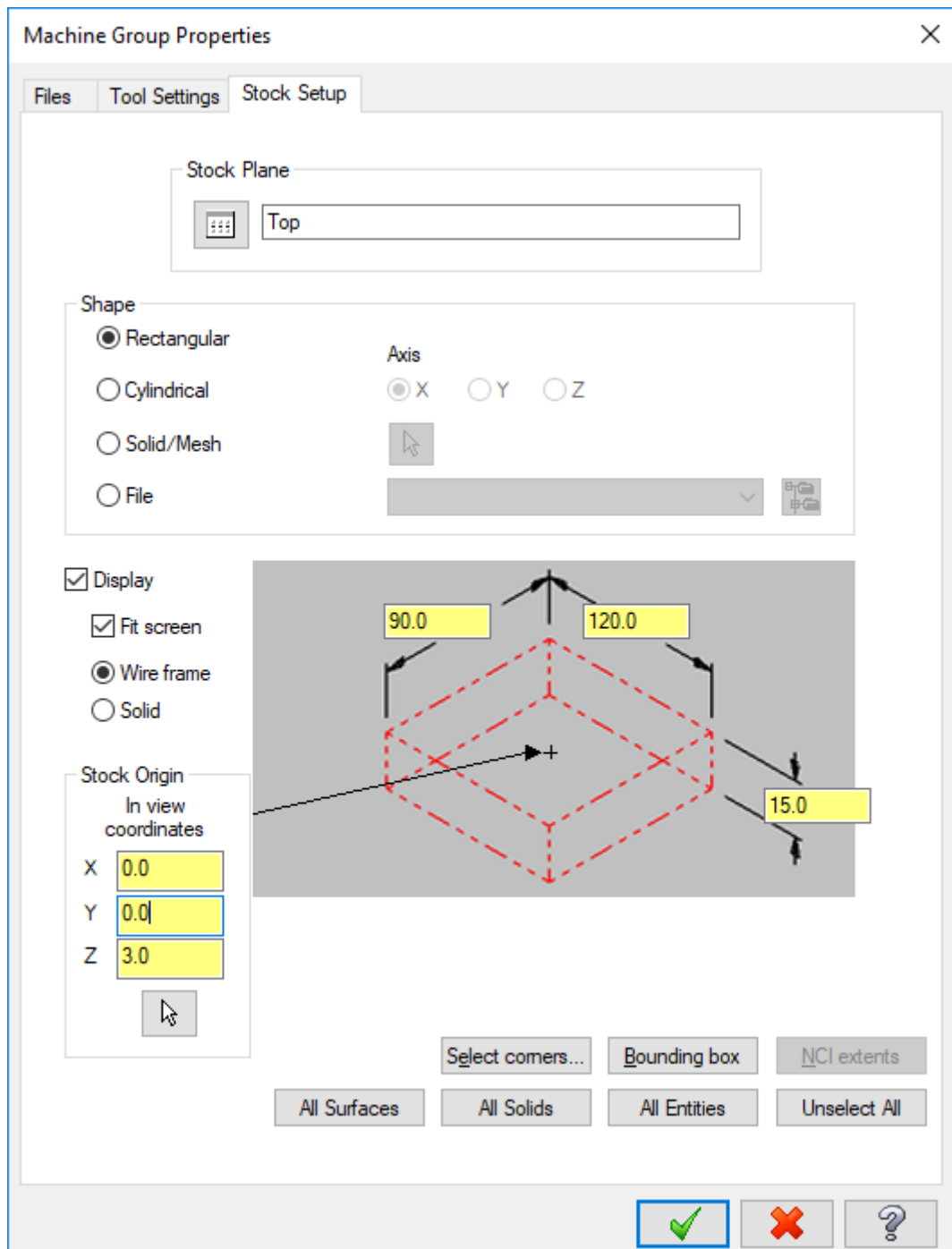
4. Ievadiet **120** kā **X** izmēru.


5. Ievadiet **15** kā **Z** izmēru.

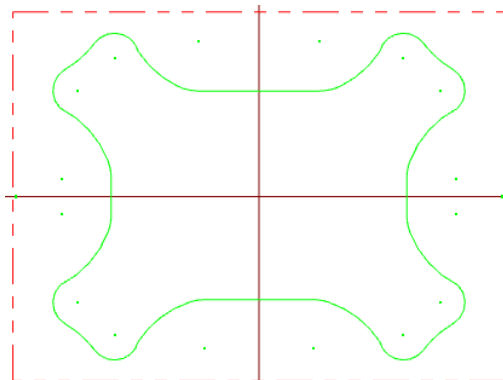
Tā kā pēc beigu apstrādes jāiegūst 12 mm klucis, tad kā sākuma izmēru izvēlieties 15 mm un noņemsiet 3 mm no sagataves materiāla virsmas.

6. Ievadiet **3** kā **Stock origin** punkta **Z** koordināti. Iestatot rupji apstrādātam sagataves materiālam augšas koordināti $Z = 3$, tiek nodrošināts, ka tad, kad virsmas apstrādes instrumenta trajektorija būs pabeigta, sagataves materiāla gludā virsma būs $Z = 0$.

7. Izvēlieties **Display**. Pārējām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.




8. Izvēlieties . Apkārt detaļai būs redzams pārtraukts sarkans taisnstūris, kas iezīmē sagataves materiāla robežas.

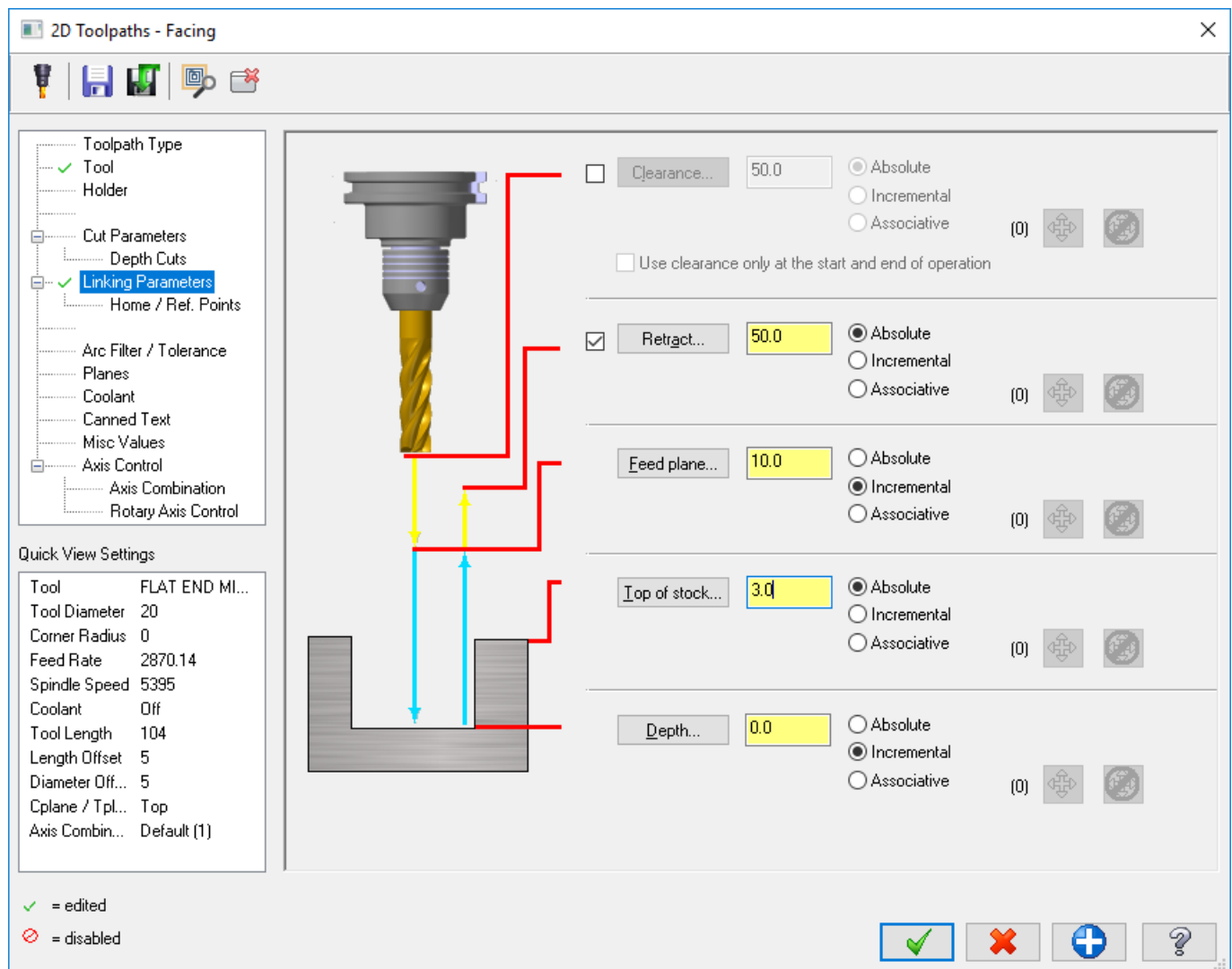


Virsmas apstrādes instrumenta trajektorijas veidošana

Darbības

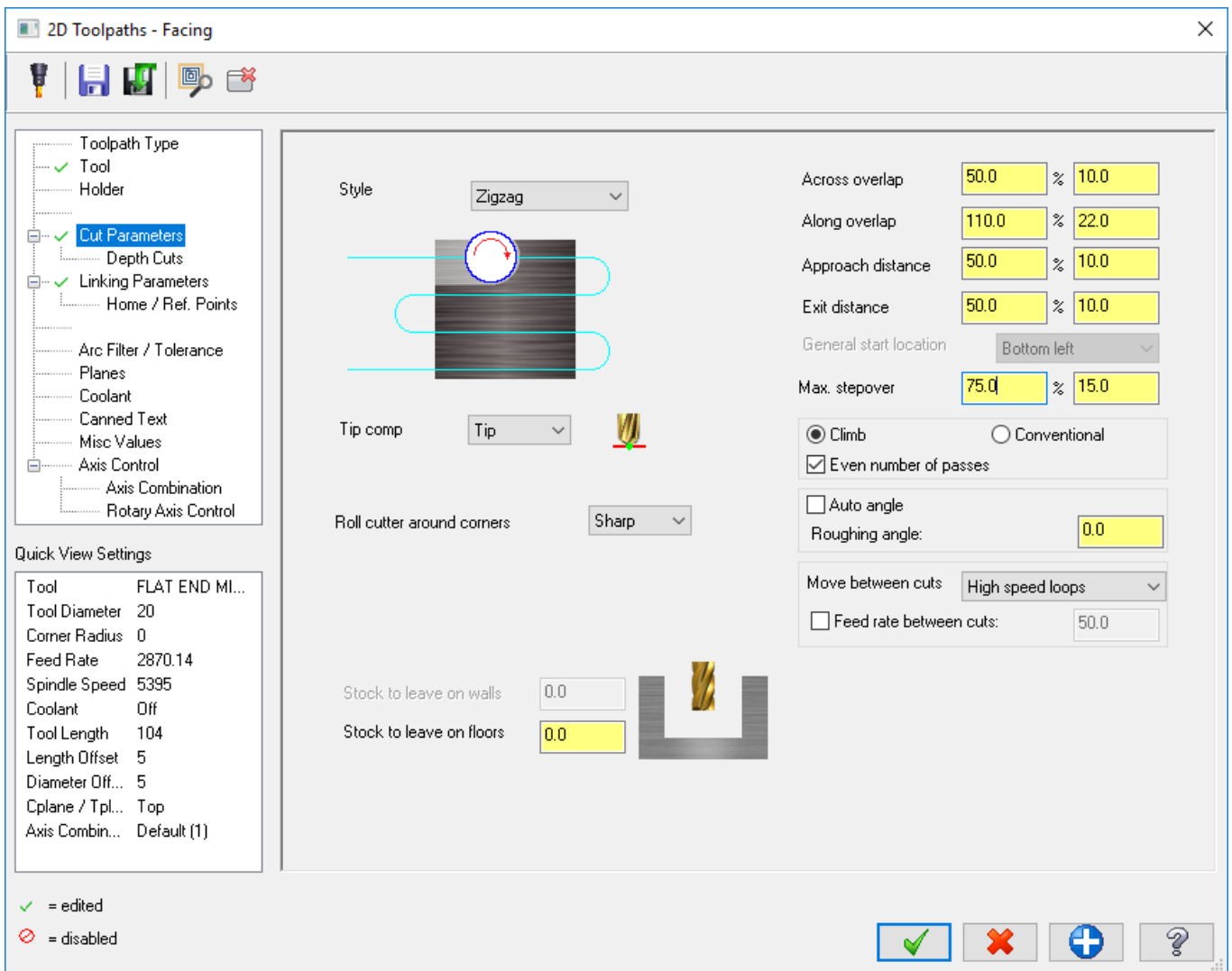
1. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Face**, tad .
2. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool**.
3. Izvēlieties **20 flat endmill**.
4. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.


Šim vingrinājumam tiks izmantotas noklusējuma vērtības (skatīt nākamo attēlu).

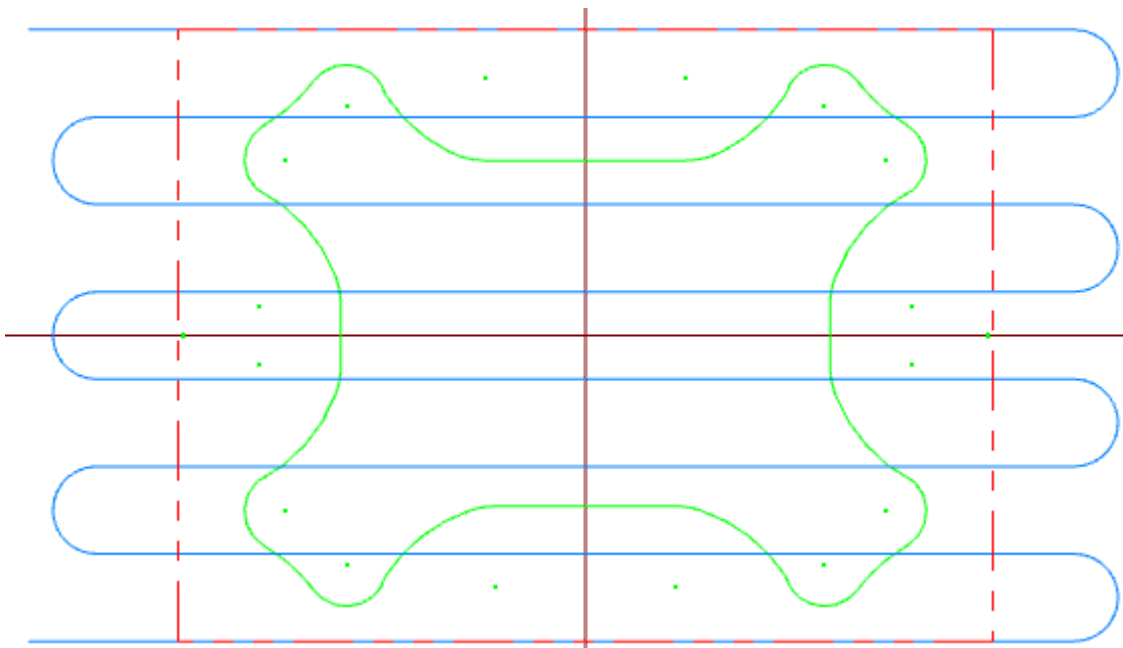


Mastercam no **Job setup** jau ir nolasījis **Top of stock** vērtību **3**.

Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi. Iestatiet **Style** uz **Zigzag; Move between cuts** lauku iestatiet uz **High speed loops**, lai nodrošinātu vienmērīgu kustību starp gājieniem. Šāds kustības veids samazina instrumentu dilšanu. Pārējiem parametriem ir jāsakrīt ar nākamo attēlu.



5. Izvēlieties . Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



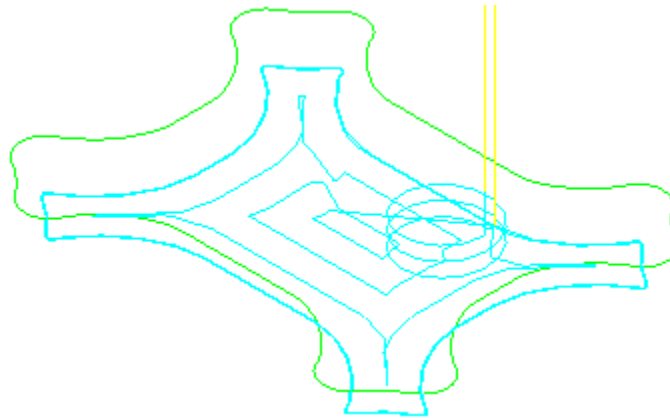
6. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiēt detaļu savā darba mapē kā *virsmam.emcam*.

DAŽĀDU PADZIĻINĀJUMU GRIEŠANAS METOŽU SALĪDZINĀJUMS

Mastercam piedāvā septiņas atšķirīgas padziļinājumu apstrādes metodes. Šajā vingrinājumā tiks salīdzinātas divas no tām: **parallel spiral** un **constant overlap spiral** griešanas metode. Katrai metodei ir savas priekšrocības.

- **Parallel spiral** griešanas metode izveido relatīvi īsu NC programmu, bet atkarībā no padziļinājuma formas negarantē pilnīgu materiāla novākšanu un katra gājiena iegriešanās pakāpi.
- **Constant overlap spiral** griešanas metode novāc vairāk sagataves materiāla nekā **Parallel spiral**, jo tā analizē sagataves materiālu pēc katra gājiena.

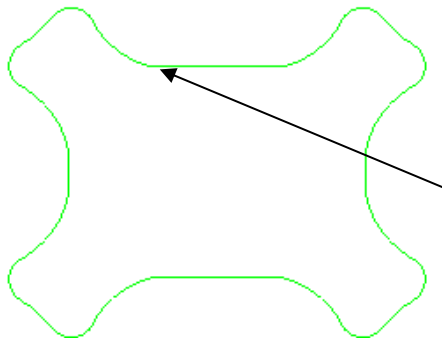
Nākamajā attēlā var redzēt galīgo padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektoriju šajā vingrinājumā izmantotajai detaļai.




Padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijas virknēšana un instrumentu izvēle

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet *iedobe.emcam*.
2. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**.
3. Izvēlieties detaļu novietojumā, kā parādīts nākamajā attēlā.



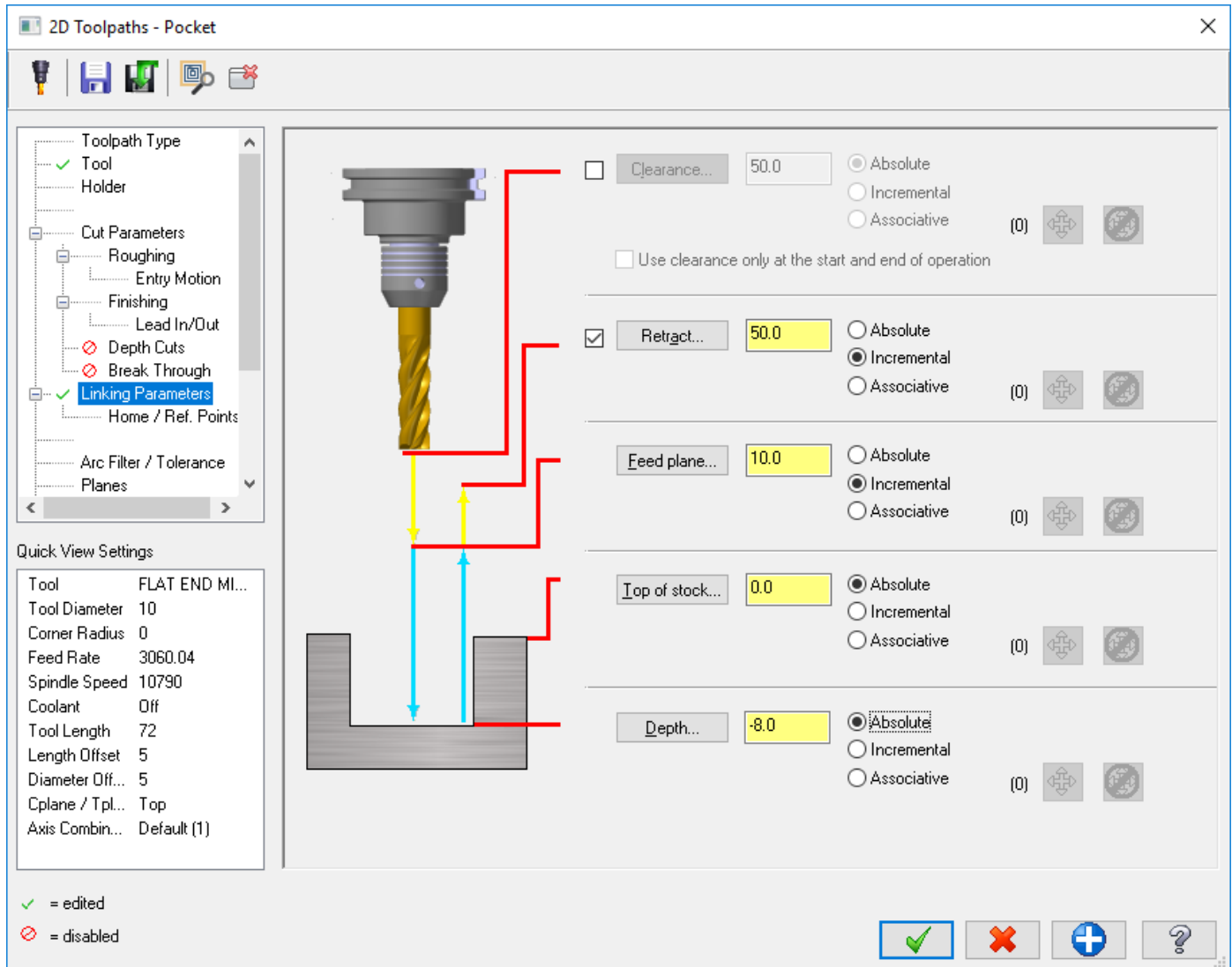
4. Izvēlieties  no **Chaining** loga.
5. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool**.

6. Izvēlieties **10. flat endmill**, tad .

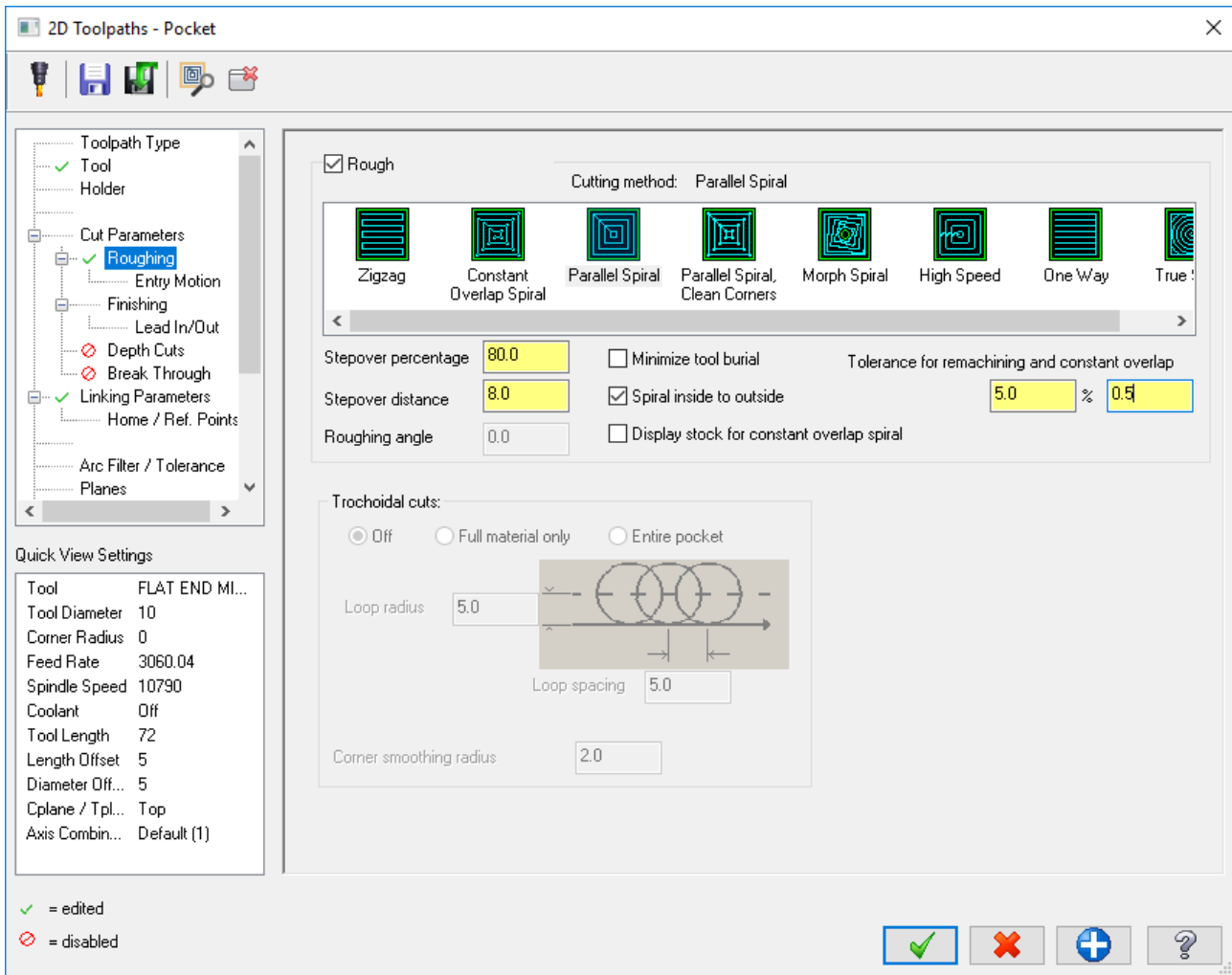
Instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana

Darbības

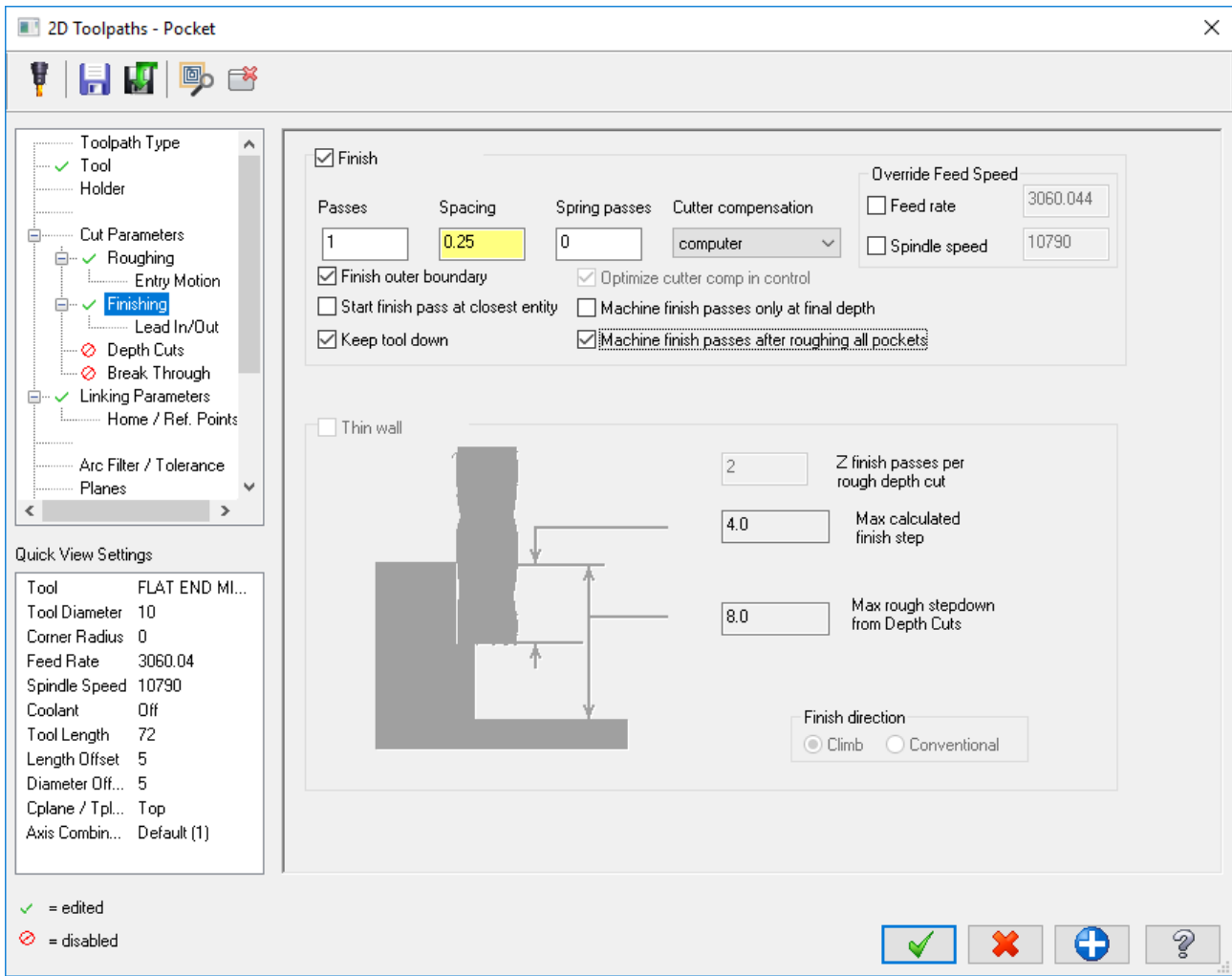
1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.




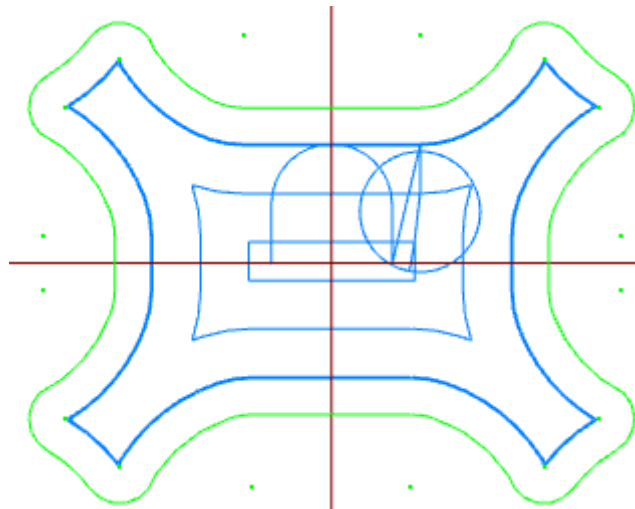
3. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.
4. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



5. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi. Ievadiet parametrus kā nākamajā attēlā.



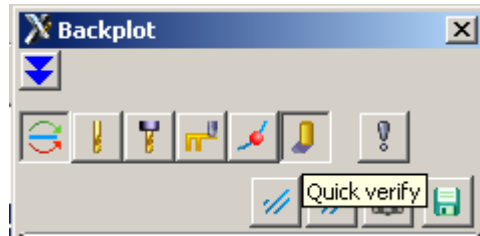
6. Izvēlieties . Trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Instrumenta trajektorijas zīmēšana un pārbaude

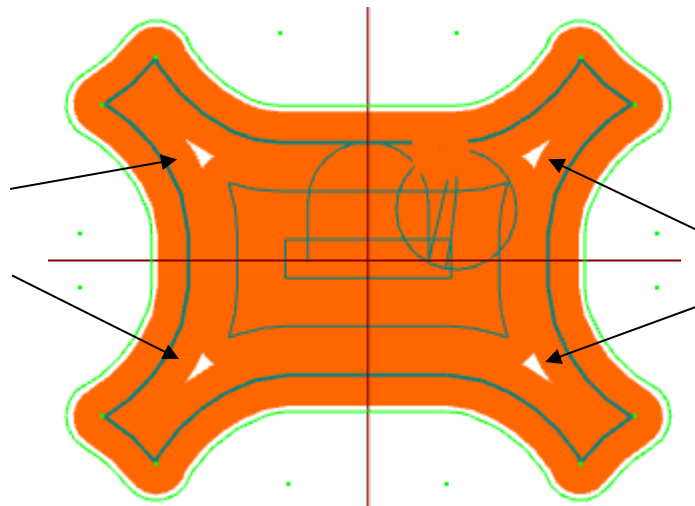
Darbības

1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. **Backplot** izvēlnē iezīmējiet **Quick Verify**.



Tas ļaus redzēt sagataves materiālu, kuru noņem instruments.

3. Nospiediet un turiet taustiņu **[S]**. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



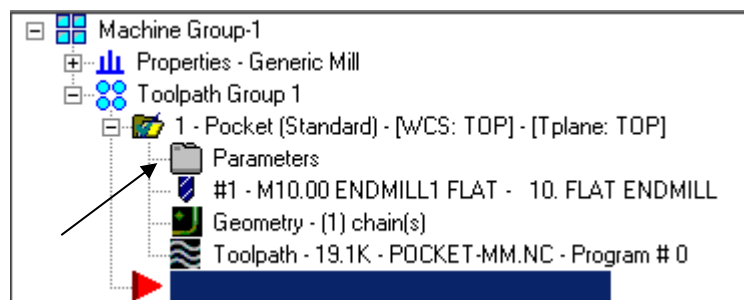
Aplūkojiet teritorijas, kuras nav apstrādātas ar šo griešanas metodi.

Griešanas metodes maiņa

Lai izvēlētos atšķirīgas padziļinājumu griešanas metodes, kas labāk veiks padziļinājuma apstrādi, rīkojieties, kā norādīts tālāk.

Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem instrumenta trajektorijas nosaukuma.



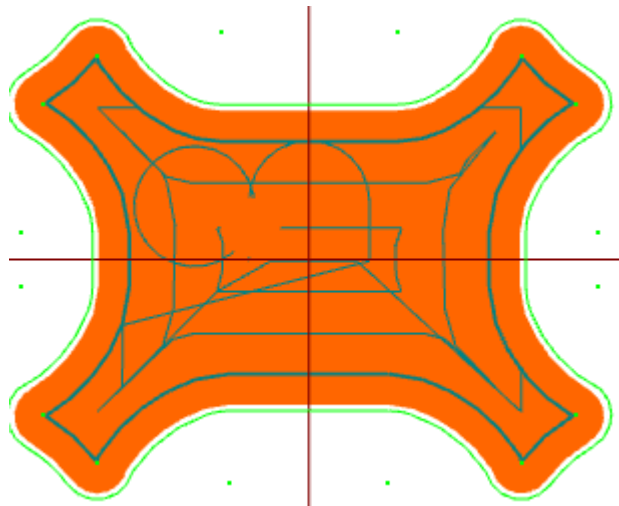
2. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.

3. Izvēlieties **Constant Overlap Spiral** griešanas metodi.

4. Izvēlieties .

5. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu izmainīto instrumenta trajektoriju.

6. Izvēlieties **Backplot selected operations**. Nospiediet **Play(R)**.



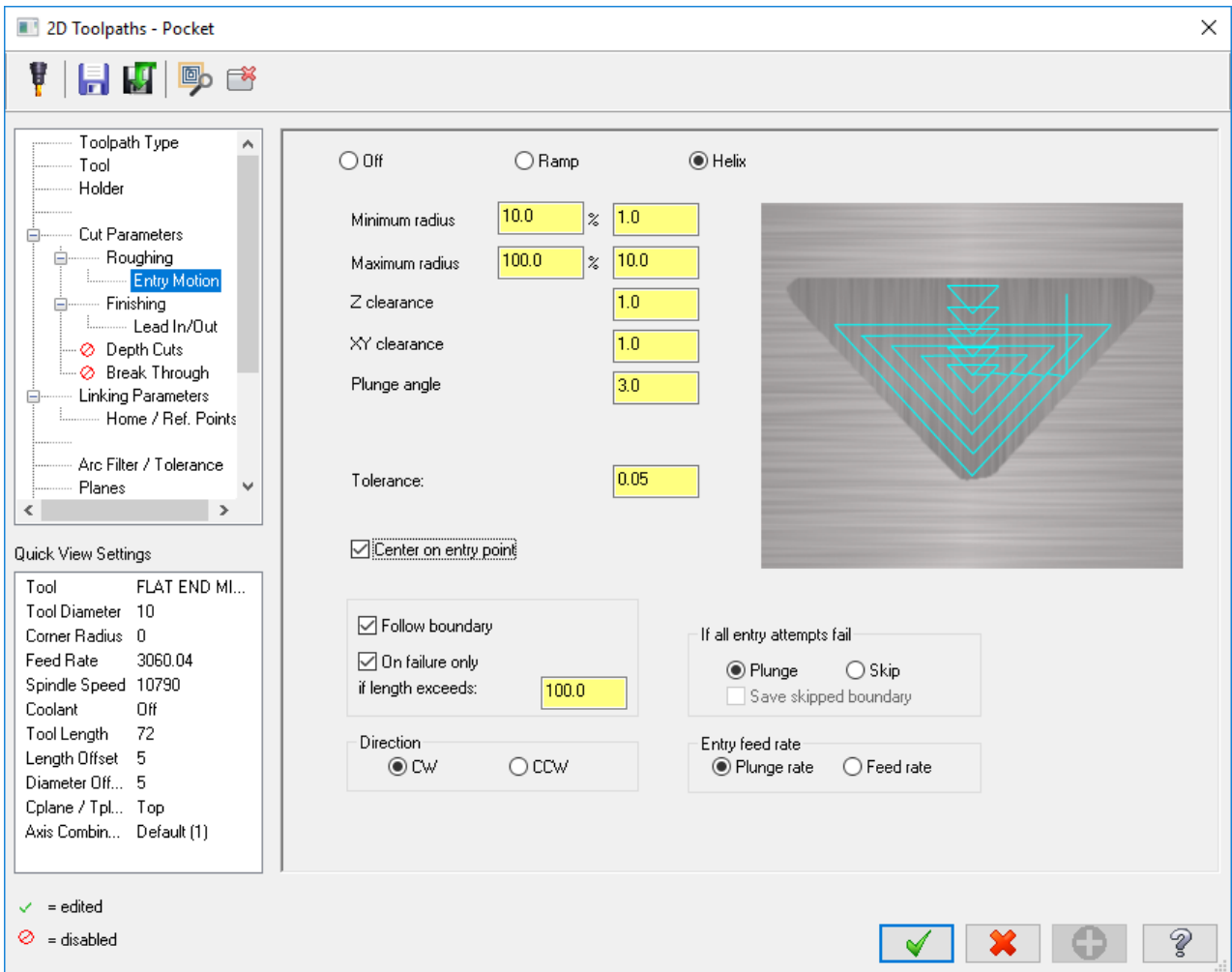
Var redzēt, ka jaunā instrumenta trajektorija pilnībā ir apstrādājusi padziļinājumu.

Spirālveida ieejas pievienošana

Beidzot var pievienot spirālveida ieejas kustību, lai instruments ieietu padziļinājumā lēzenāk.

Darbības

1. Izvēlieties **Parameters** ikonu vēlreiz.
2. Izvēlieties **Entry Motion** dialoga lappusi.
3. Iezīmējiet **Helix** pogu.
4. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

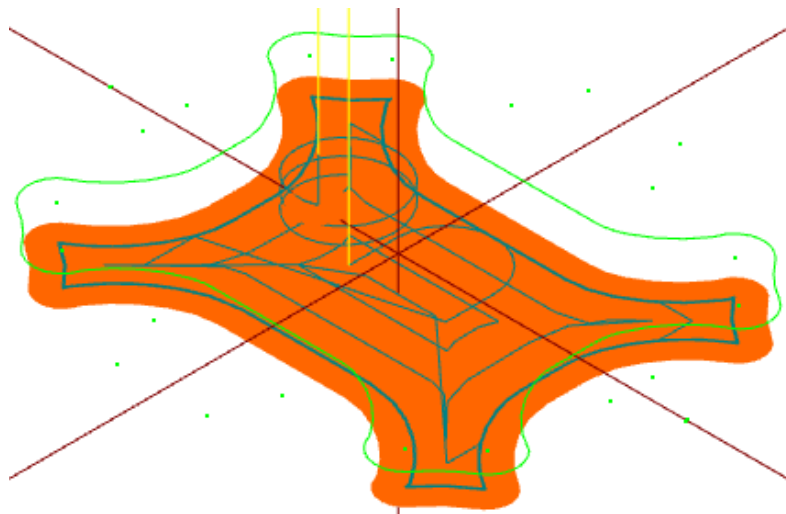


Piezīme. **Z clearance** ir attālums virs sagataves materiāla, kur sākas spirāle.

5. Izvēlieties .

6. Izvēlieties **Regenerate all selected operations.**

7. Izvēlieties **Isometric** pogu no izvēlnes, lai pārslēgtos uz izometrisko skatu, tad jauno instrumenta trajektoriju varēs redzēt skaidrāk. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

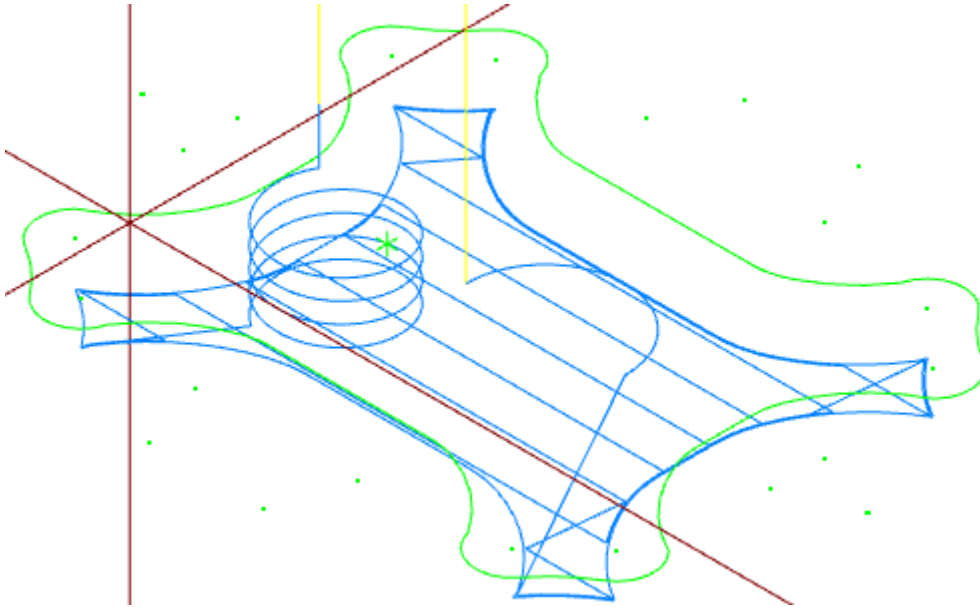


8. Saglabājiēt detaļu savā darba mapē kā *spiraliedobe.emcam*.

IEEJAS PUNKTA NORĀDĪŠANA

Ieejas punkta norādīšana padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijai var būt nepieciešama instrumentiem, kuri nevar tieši iegriezties materiālā. Tā vietā, lai urbtu caurumu materiālā vēlamajā ieejas punktā, kam būs vajadzīga atsevišķa urbšanas operācija, jau virknējot padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektoriju, iespējams pievienot papildu punktu. *Mastercam* automātiski šo punktu izmanto kā ieejas punktu instrumenta trajektorijai.


Veidosiet instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

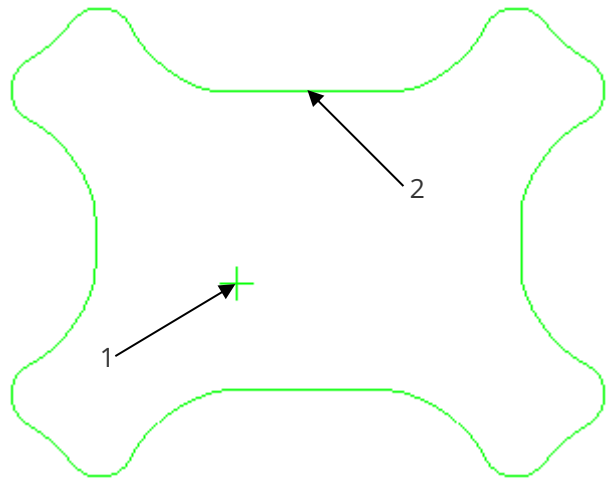


Padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijas virknēšana un instrumentu izvēle

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet *ieejas_punkts.emcam*.
2. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**. Apstipriniet NC faila vārdu.

3. Izvēlieties punktu novietojumā 1.
4. Izvēlieties detaļas robežu novietojumā 2.
5. Izvēlieties .



PIEZĪME

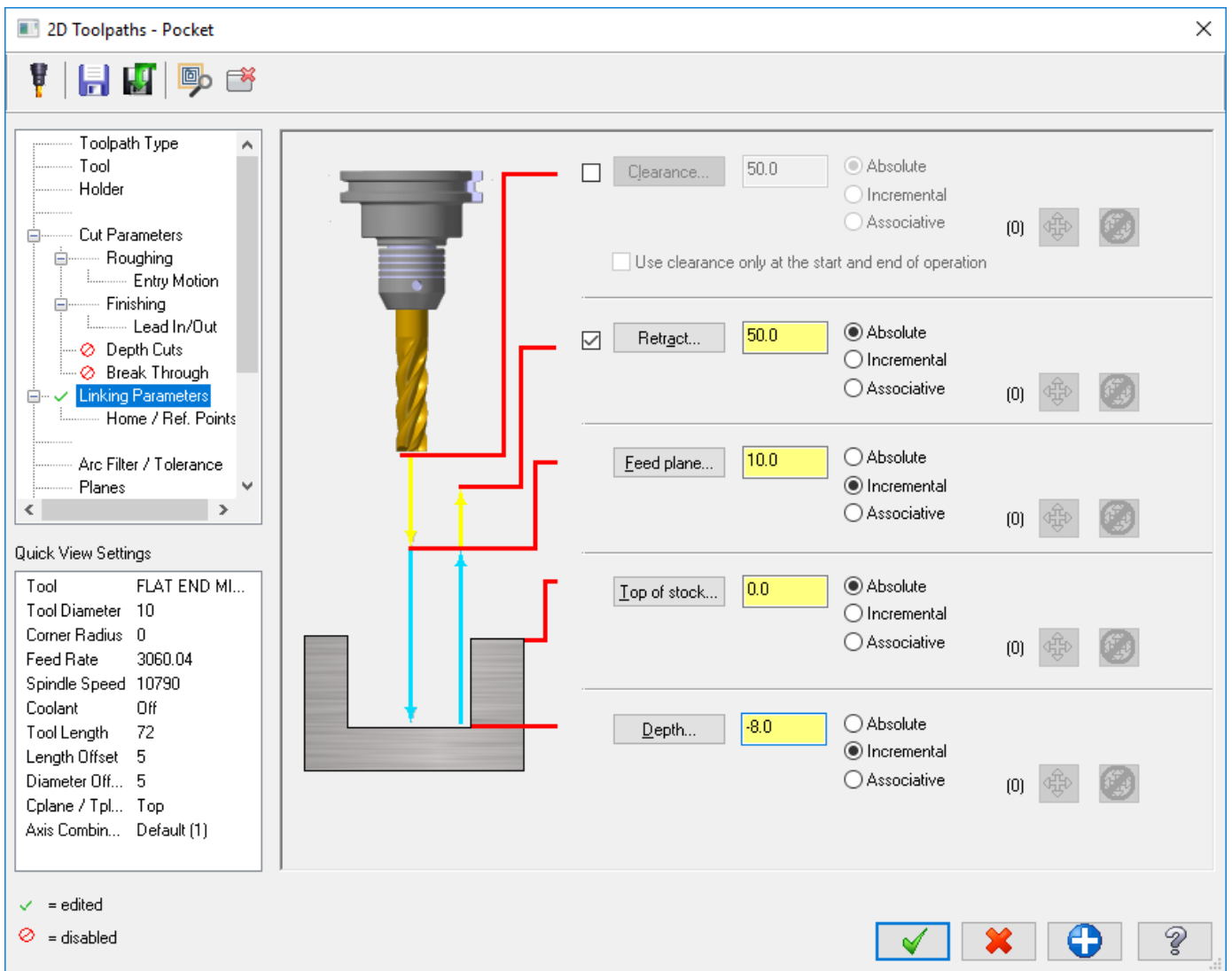
*Kā pirmo iespējams izvēlieties punktu vai robežu. **Mastercam** automātiski zina, ka punkts jālieto kā ieejas punkts padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijai.*

6. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool** un pēc tam izvēlieties **10. flat endmill**.

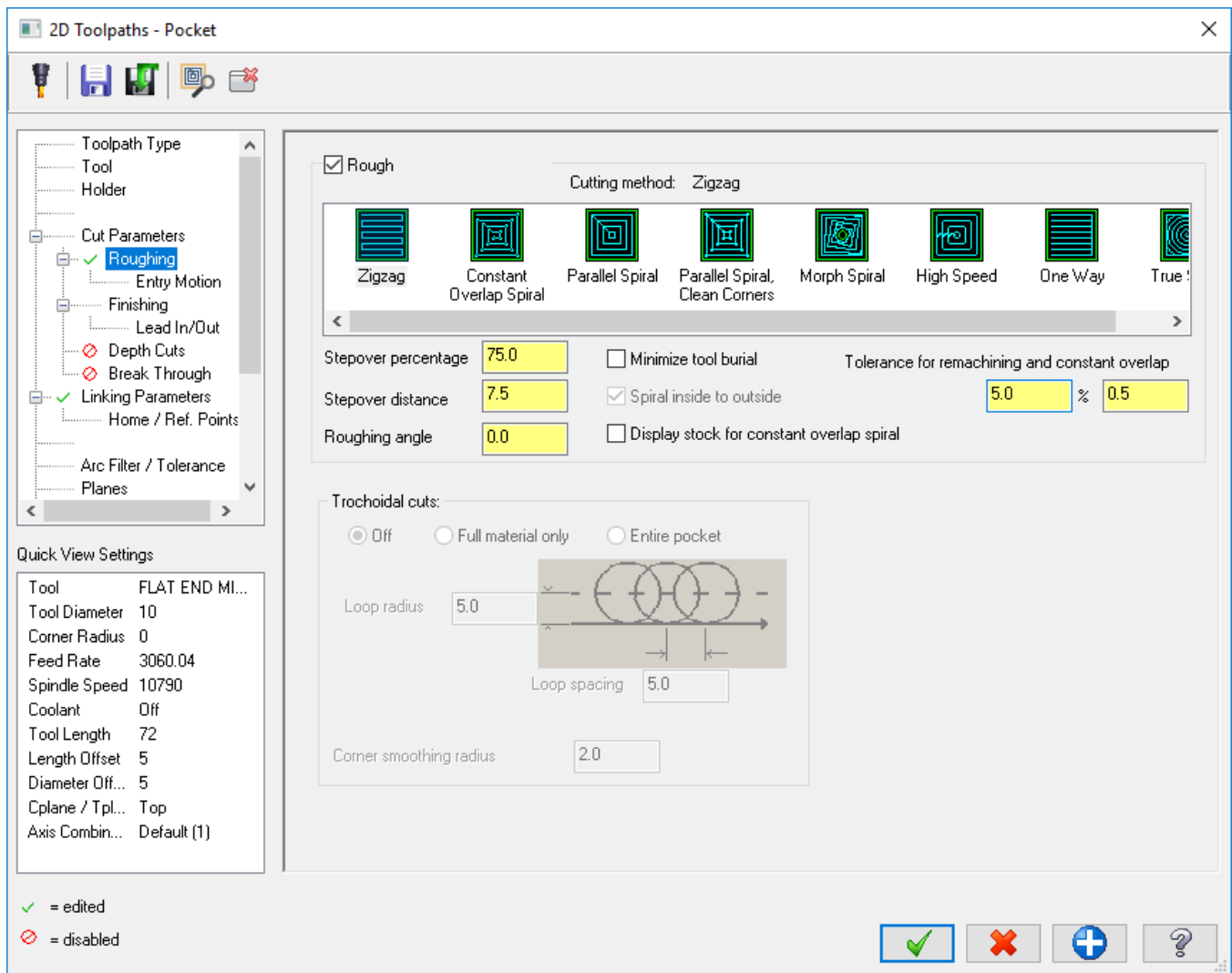
Instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

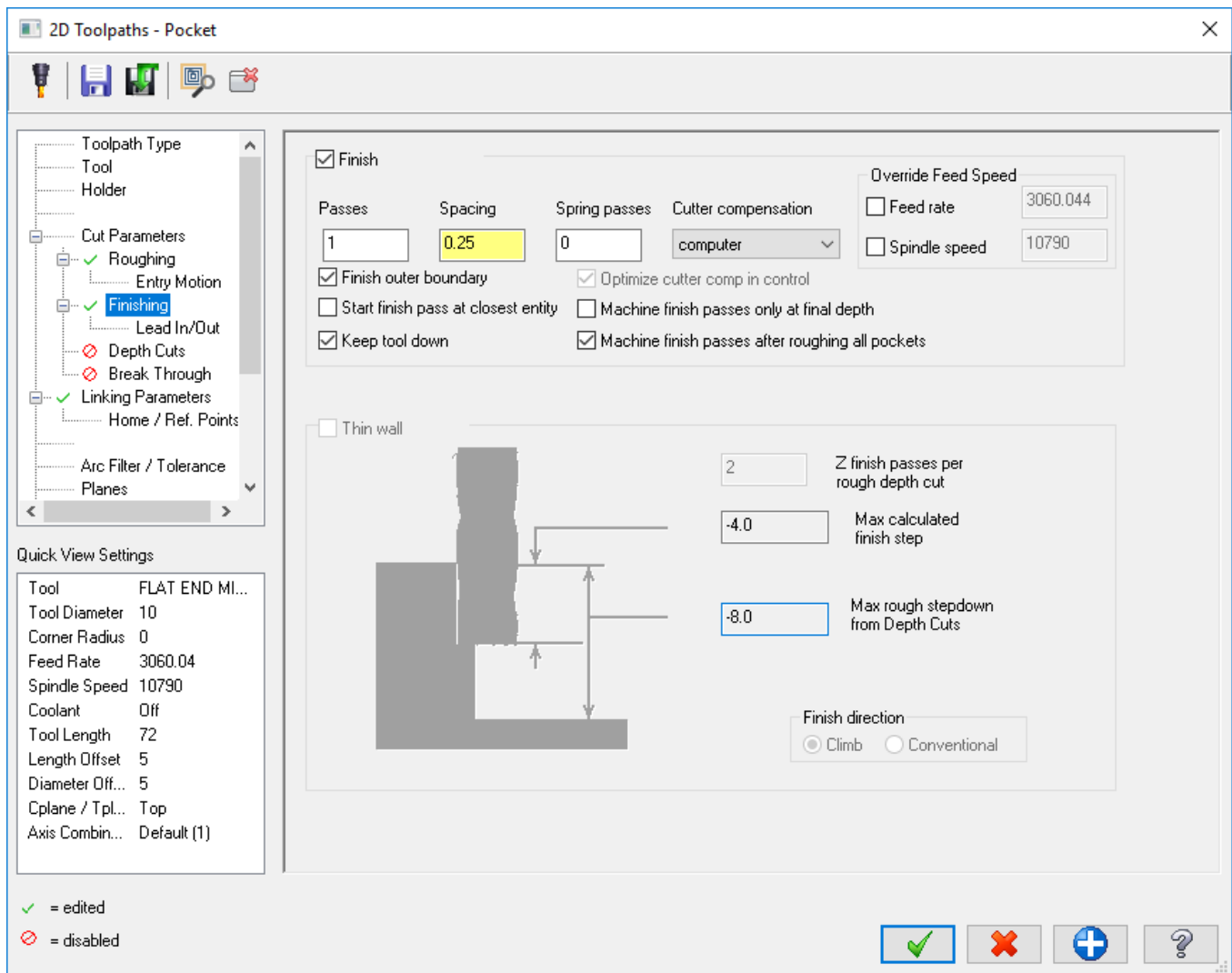


3. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.
4. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



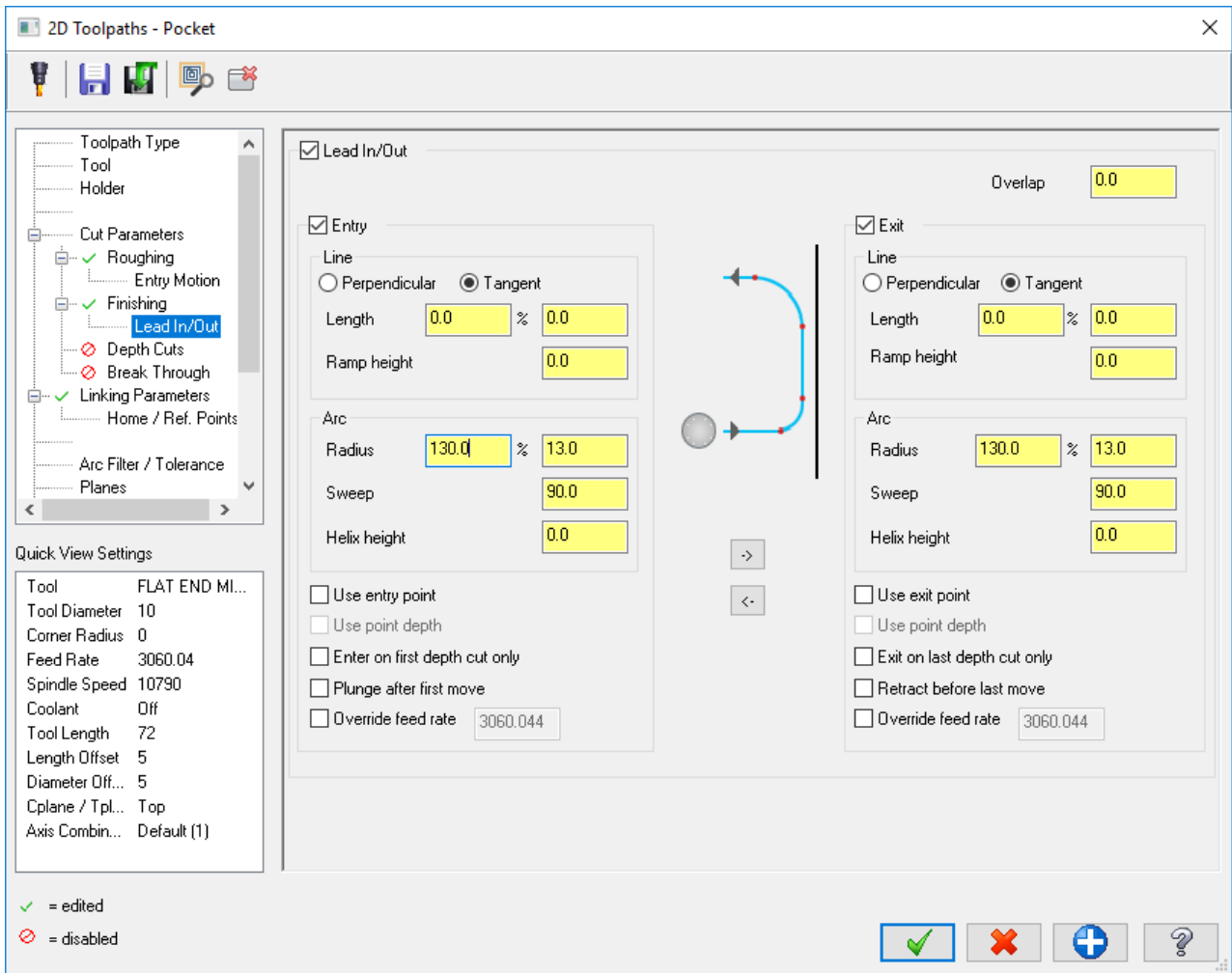
5. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi.

6. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



7. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi un iezīmju logu.

8. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

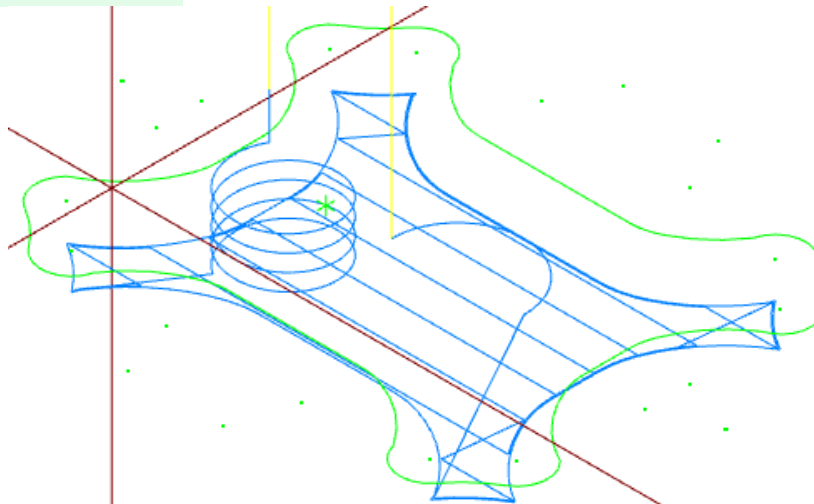


PIEZĪME

Pievienojot ieejas/izejas gājieni beigu apstrādes gājieniem, instrumenta apstāšanās nevarēs izveidot iezīmi uz detaļas instrumenta trajektorijas beigās.

9. Izvēlieties .

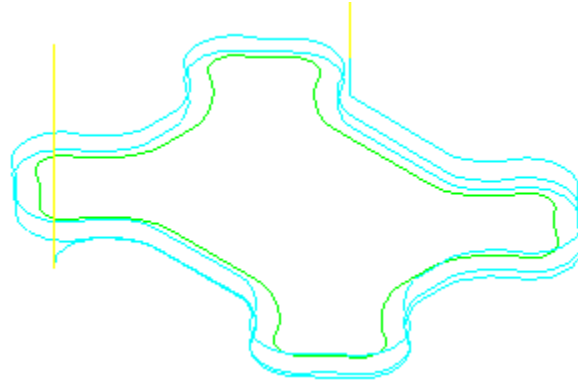
10. Pārslēdzieties uz **Isometric**. Pabeigtajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. Saglabājiet detaļu savā darba katalogā mapē kā *ieejas_punkts_iedobe.emcam*.

IEGRIEŠANĀS PA KONTŪRU IZMANTOŠANA

Šajā vingrinājumā kontūras instrumenta trajektorija ietver iegriešanās kustību, pārvietojoties dziļāk detaļā. Iegriežoties tiek izmantots konstants solis uz leju pa Z asi, kas var būt efektīvs pie liela griešanas ātruma. Nākamajā attēlā redzama pabeigtā instrumenta trajektorija.

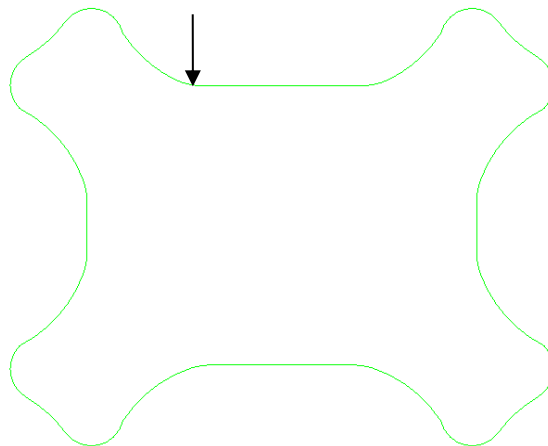


Šī instrumenta trajektorija ir piemērota, ja padziļinājums jau ir rupji apstrādāts iepriekšējā operācijā.

Ģeometrijas virknēšana un instrumenta izvēle

Darbības

1. Atveriet failu *kontura_slipums.emcam*.
2. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Contour**.
3. Izvēlieties detaļu novietojumā, kā parādīts nākamajā attēlā. Izvēloties virknēšanas bultiņai jāvēršas pulksteņrādītāja kustības virzienā.



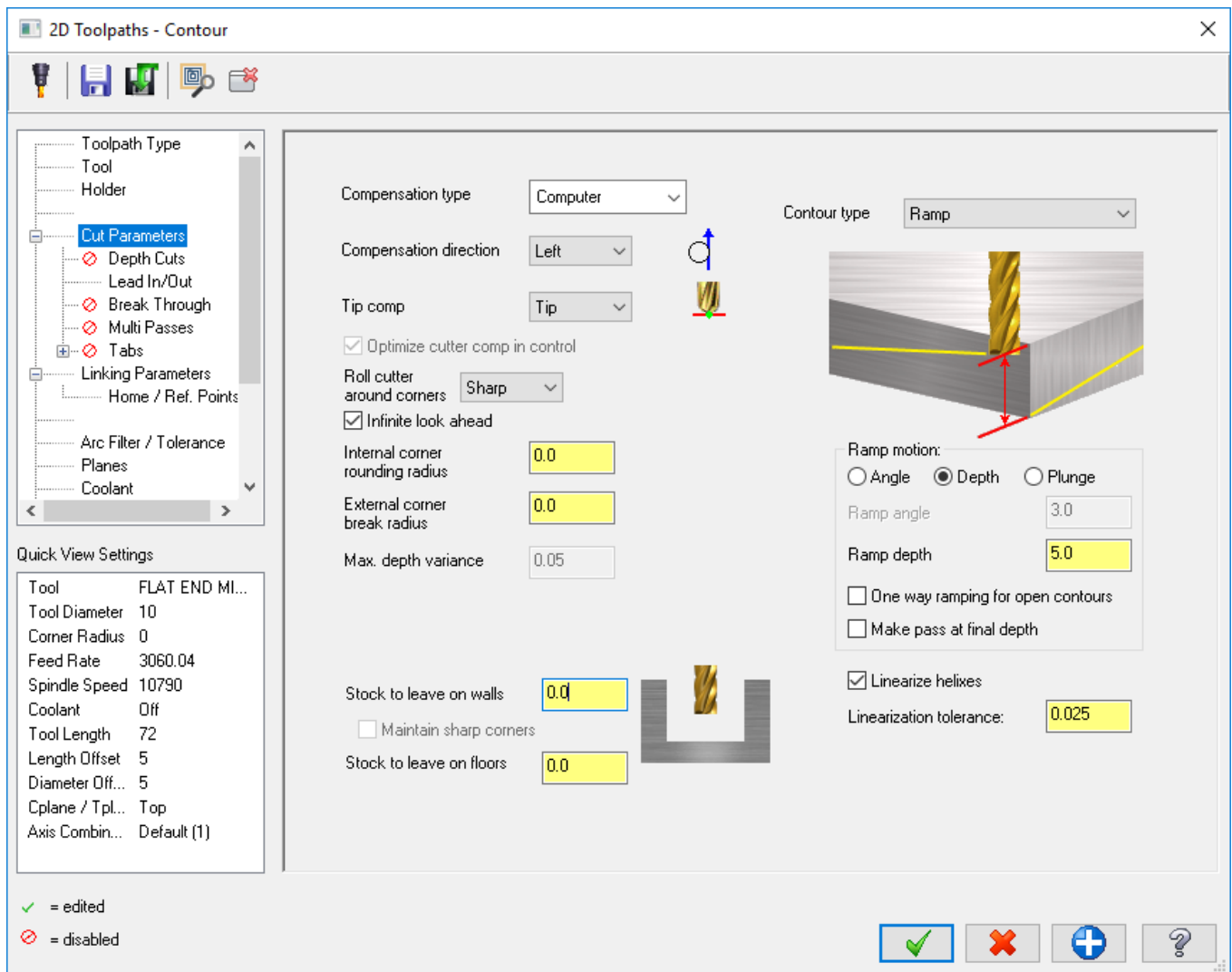
4. Izvēlieties .

5. Izvēlieties **10 flat endmill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.

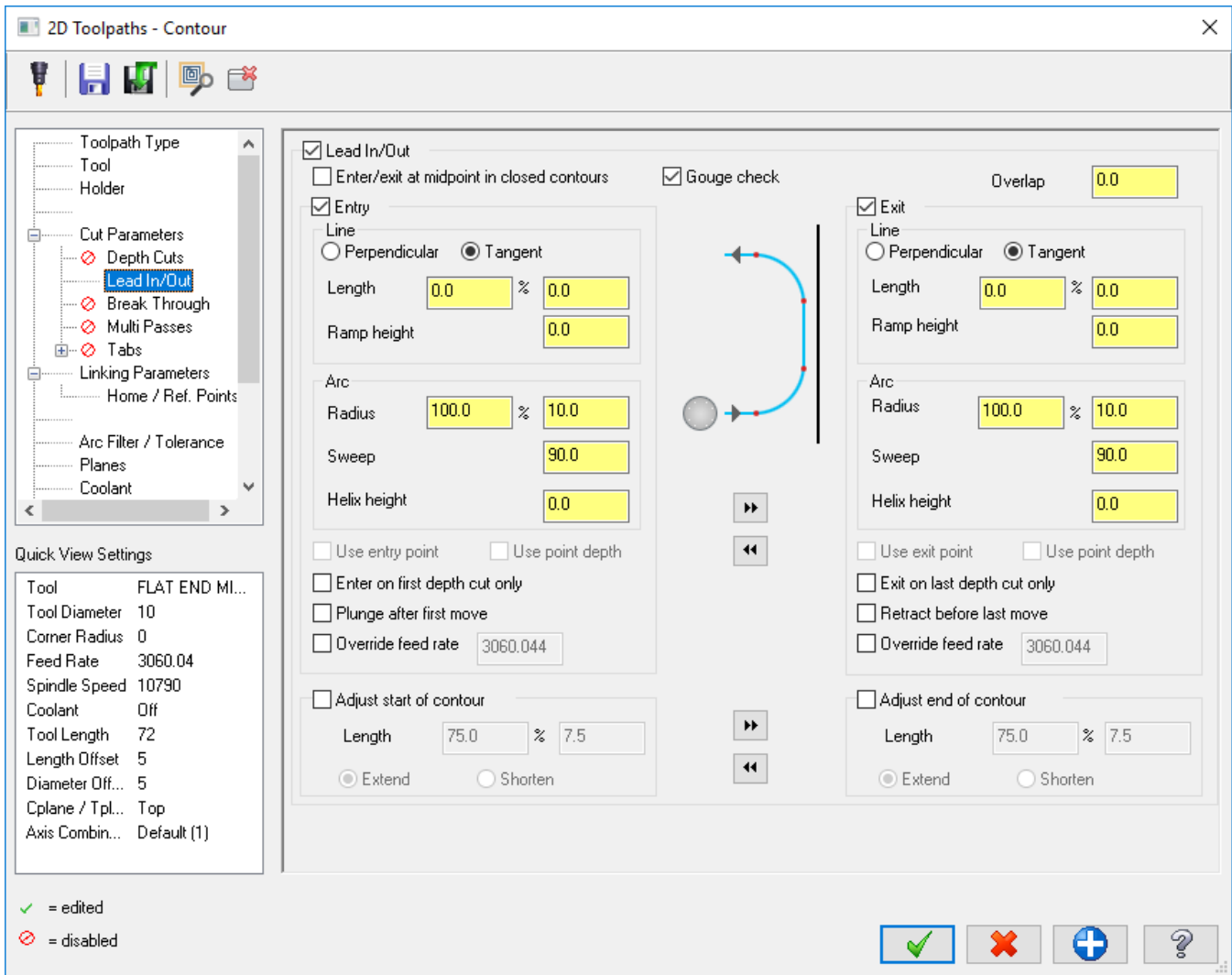
Instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana

Darbības

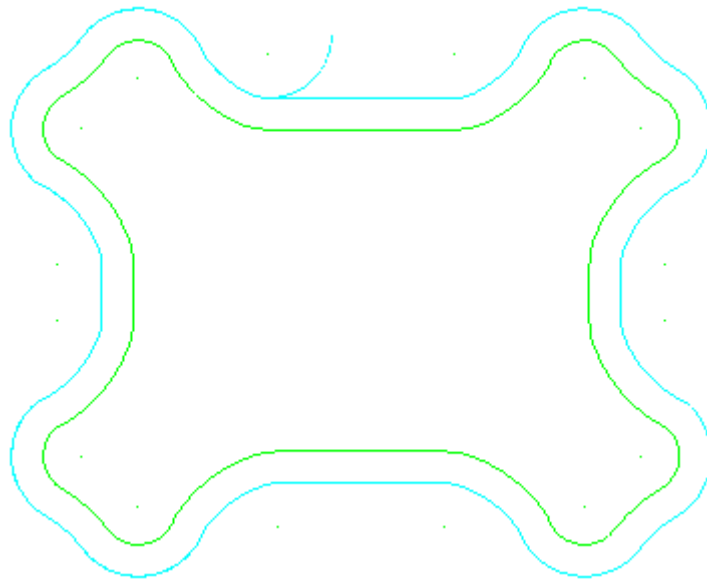
1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.



4. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi un ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

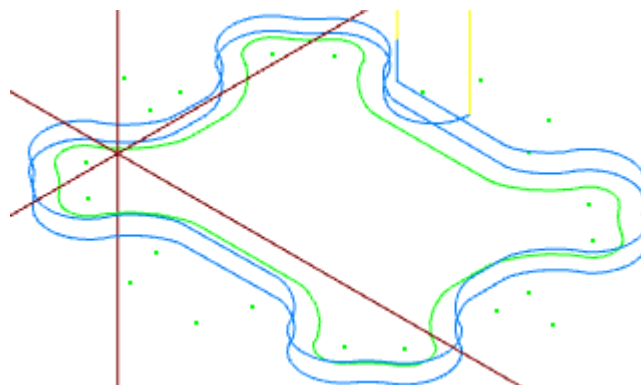


5. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju.



6. Izvēlieties **Backplot selected operations**.

7. Pārslēdzieties uz **Isometric** un atslēdziet **Quick Verify**. Soli pa solim zīmējiet, lai redzētu kontūrveida iegriešanās rezultātu. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Var redzēt, ka nav tiešu pakāpienu starp secīgiem dziļumiem. Instruments pārvietojas nepārtraukti negatīvā Z virzienā.

8. Saglabājiet detaļu savā darba mapē kā *iegries-iedobe.emcam*.

Šajā praktiskajā darbā varēja novērot, kā atšķirīgas padziļinājuma veidošanas metodes var uzlabot efektivitāti. Nākamajā praktiskajā darbā iepazīsieties ar citiem efektīvas apstrādes un optimāliem materiāla aizvākšanas paņēmieniem, ieskaitot atkārtotu un liela ātruma apstrādi.

26. PRAKTISKAIS DARBS – PADZIĻINĀJUMU UN KONTŪRU APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJU TEHNIKA

Darba mērķis	Apgūt sarežģītāku detaļu frēzēšanas programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Izveidot padziļinājuma atkārtotas apstrādes trajektoriju. ▪ Programmēt slīpu padziļinājuma iekšējo sienīņu apstrādi. ▪ Programmēt padziļinājumā esošu izciļņu apstrādi. ▪ Izmainīt instrumenta trajektoriju šķēršļu apiešanai.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot dažādas padziļinājumu apstrādes trajektorijas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests14.emcam</i> izgriezt S veida iedobumu 20 mm dziļumā. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

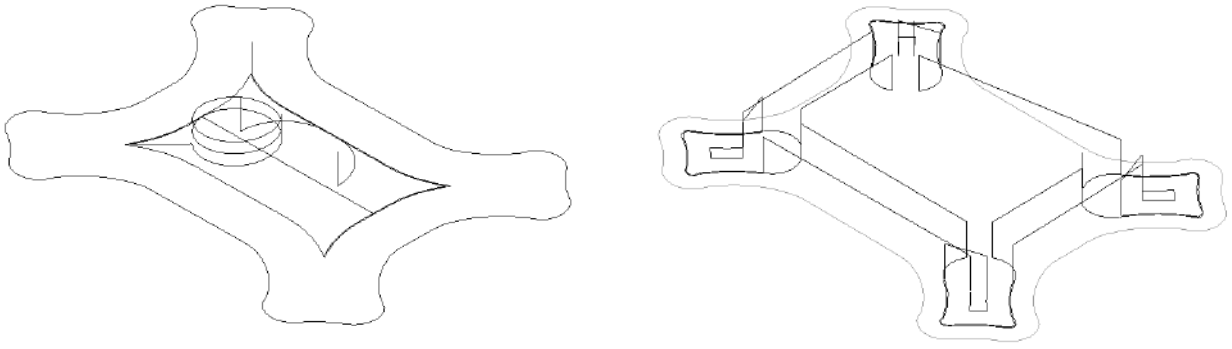
Kādas apstrādes īpatnības ir padziļinājumu ar slīpām sienām?

DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā ietvertas dažas papildu idejas, kā veidot padziļinājumu un kontūras apstrādes instrumenta trajektorijas: padziļinājumu atkārtotu apstrādi efektīvākai materiāla izvākšanai, padziļinājumu apstrādes griezumu, slīpu sienīņu un saliņu virsmas apstrādes apvienošanu materiāla novākšanai no sarežģītākām detaļām ar vairākām saliņām, *Toolpaths Editor* izmantošanu instrumenta trajektorijas maiņai.

ATKĀRTOTA ĀTRĀ SAGATAVES VIRSMAS APSTRĀDE

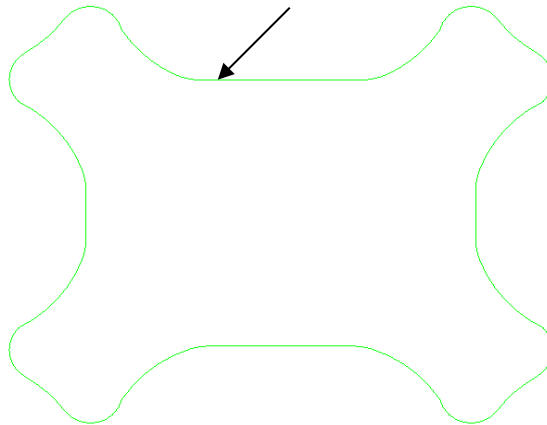
Atkārtotas apstrādes izmantošana padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijā var ietaupīt laiku, jo rupjās apstrādes instrumenta trajektorijai iespējams izmantot lielu instrumentu, lai ātri noņemtu pēc iespējas vairāk materiāla. Var veidot arī atkārtotas apstrādes instrumenta trajektorijas, lai atgrieztos detaļā ar mazāku instrumentu un izgrieztu telpu, kuru lielākais instruments nevarēja sasniegt. Nākamais attēls rāda rupjās apstrādes un atkārtotas apstrādes instrumenta trajektorijas šim vingrinājumam.



Padziļinājuma ģeometrijas virknēšana un instrumenta izvēle

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet *atkartot_apstr.emcam*.
2. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**.
3. Izvēlieties detaļu novietojumā, kā parādīts nākamajā attēlā. Virknēšanas bultiņai jāvēršas pulksteņrādītāja kustības virzienā.

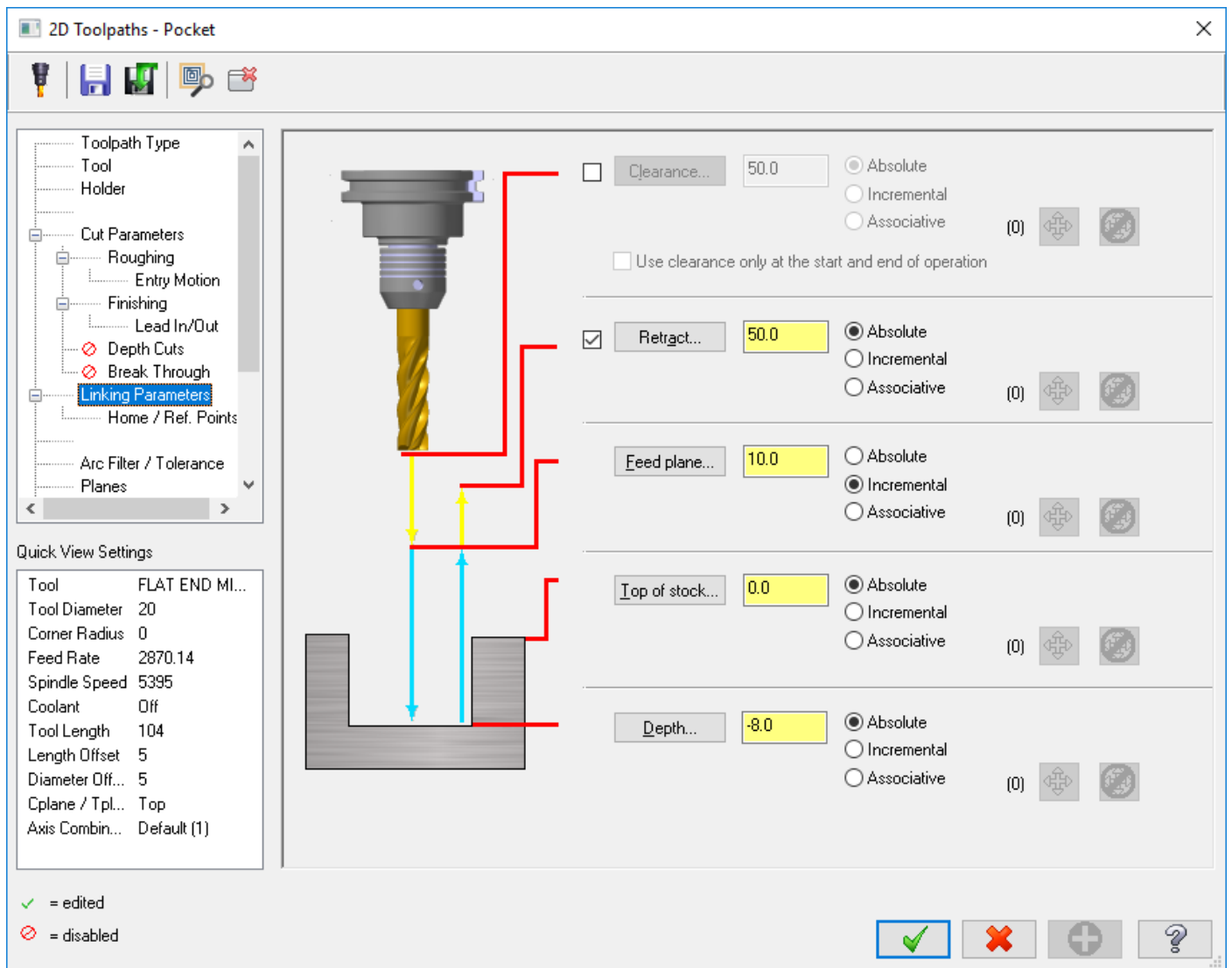


4. Izvēlieties .
5. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool**.
6. Izvēlieties **20 flat endmill**, tad .

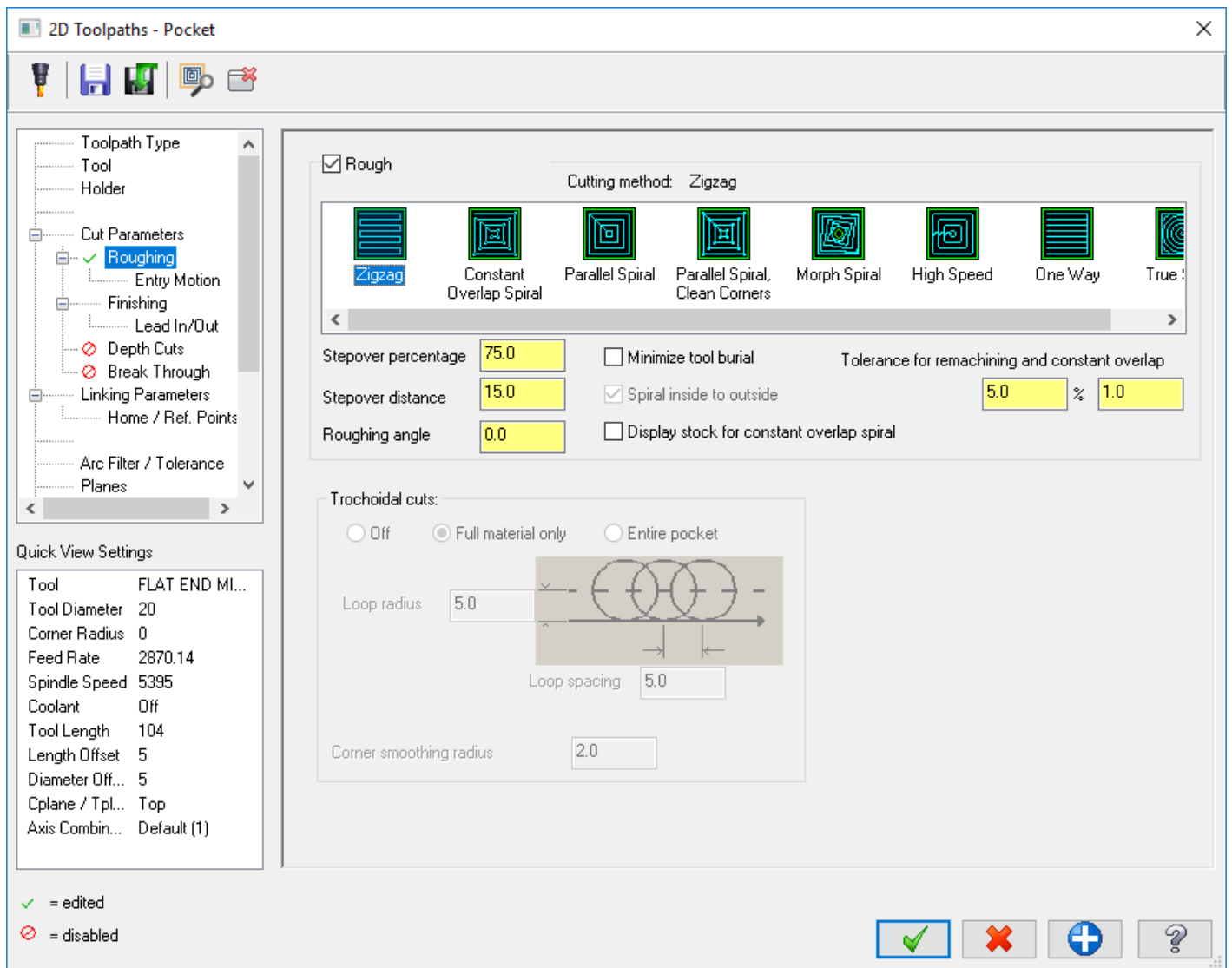
Instrumenta trajektorijas parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet **-8** kā **Depth**. Pārējām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

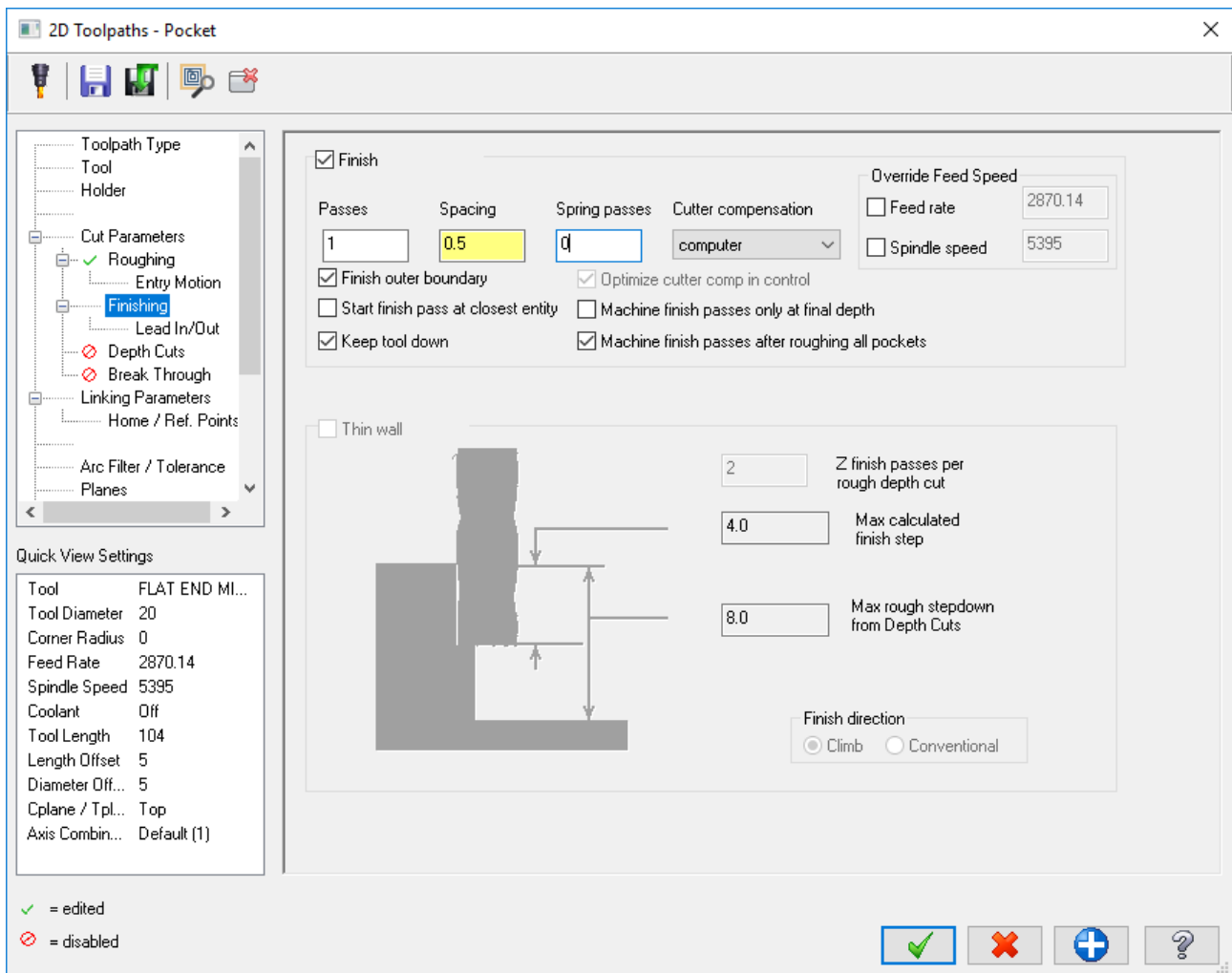


3. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.
4. Veiciet izvēli, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



5. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi.

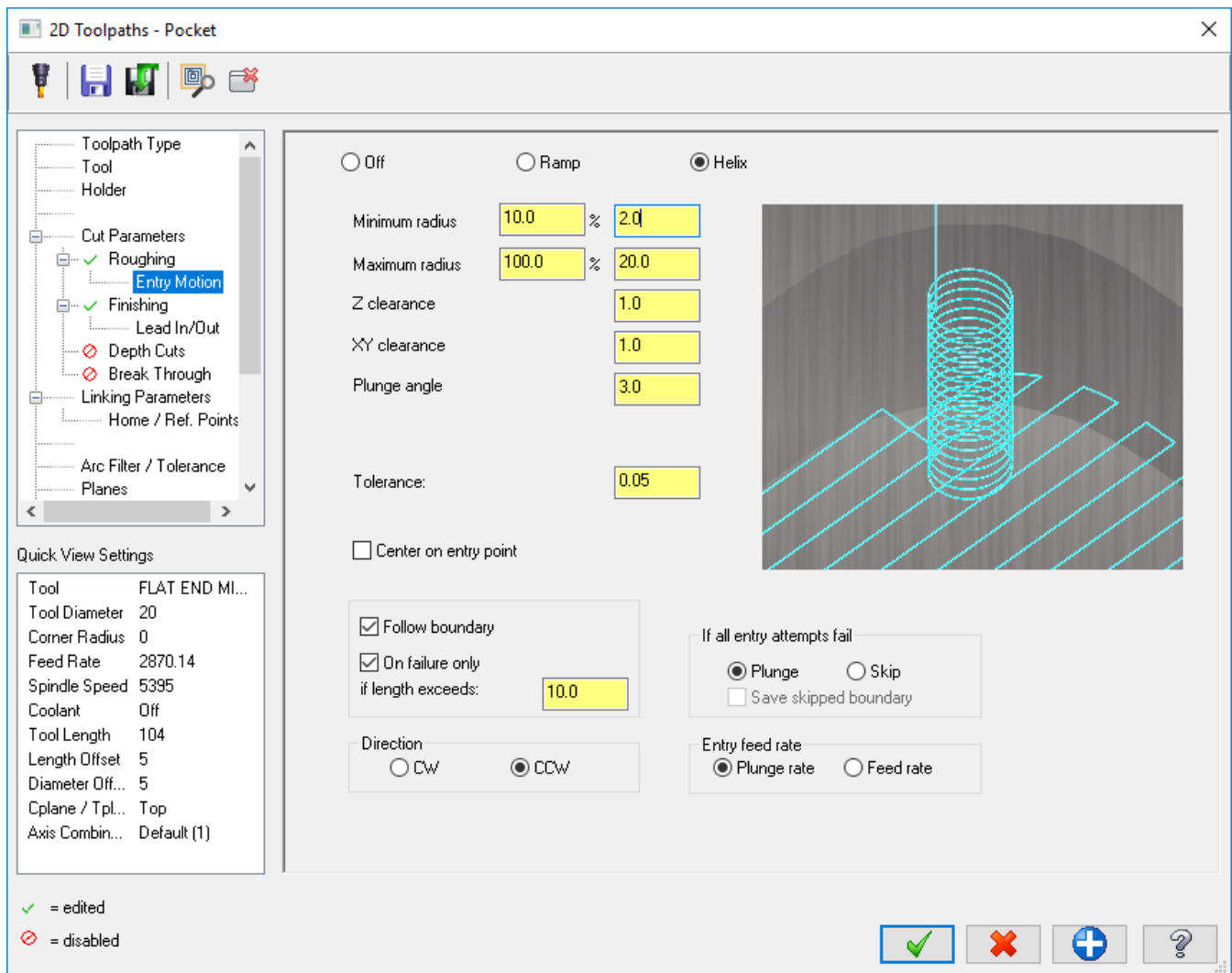
6. Veiciet izvēli, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



7. Izvēlieties **Entry Motion** dialoga lappusi.

8. Izvēlieties **Helix** pogu.

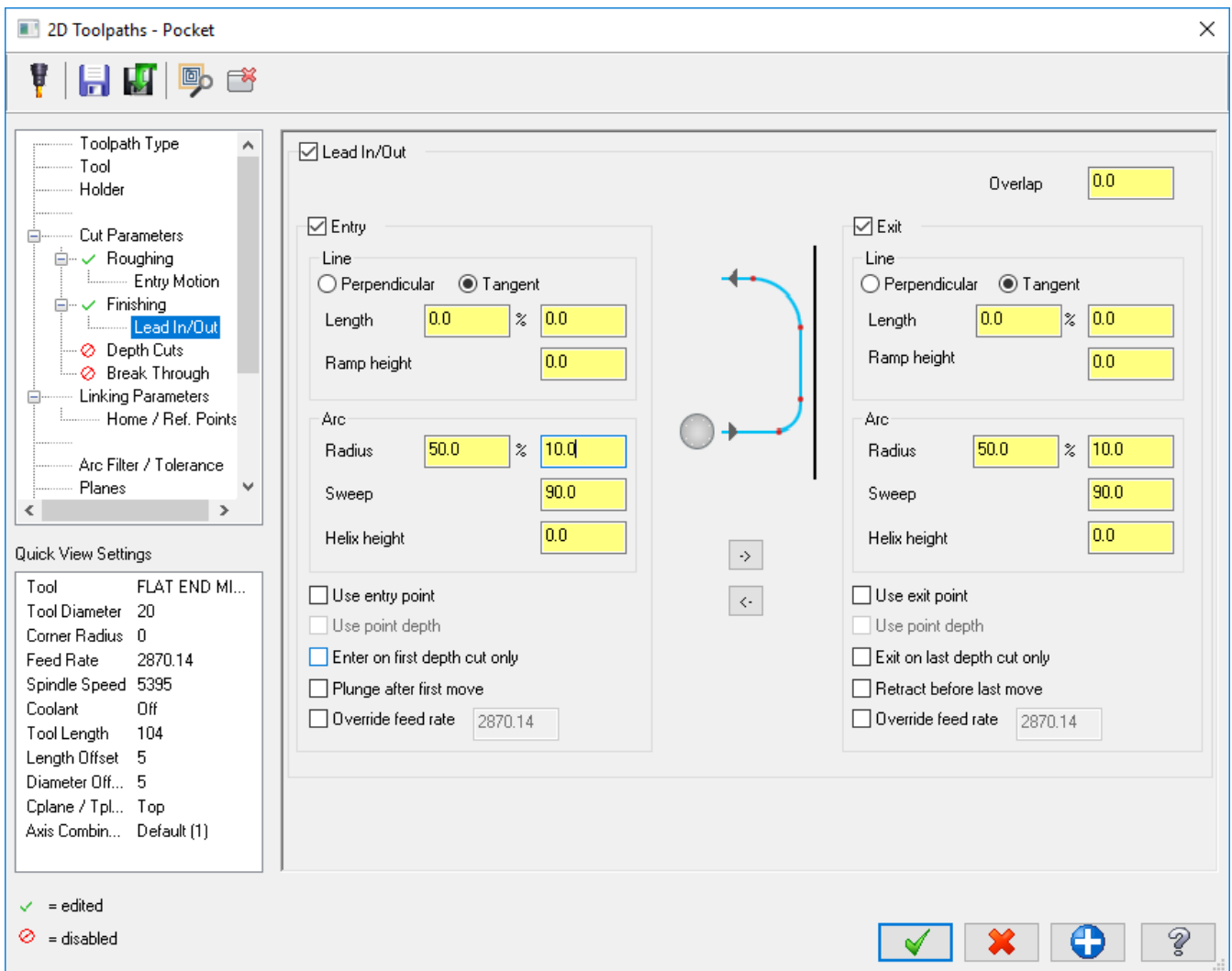
9. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



Piezīme. Šie varianti neļauj instrumentam tieši iegriezties materiālā, jo padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijai ir pievienota spirāle.

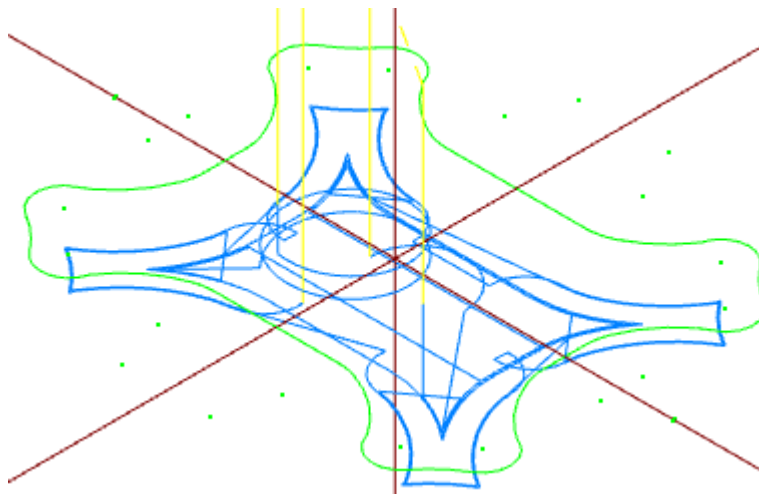
10. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi un iezīmju lauku.

11. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.





12. Izvēlieties . Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju.

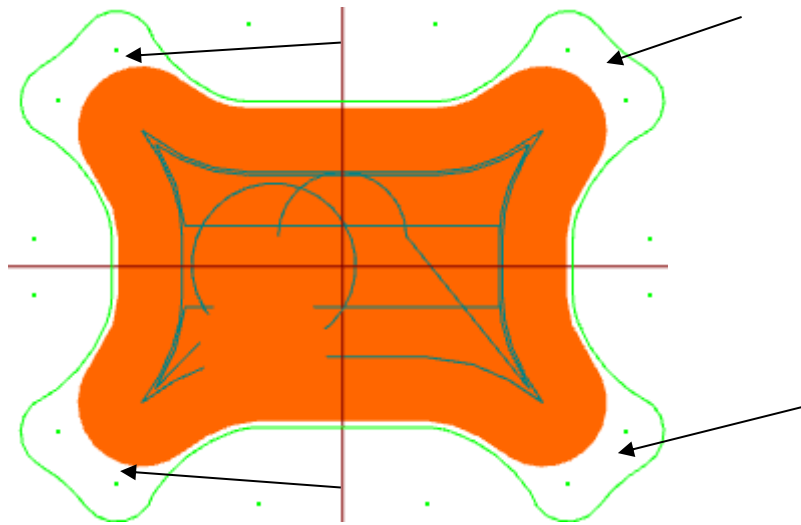
13. Izvēlieties **Isometric** pogu no izvēlnes, lai jauno instrumenta trajektoriju var aplūkot skaidrāk. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Instrumenta trajektorijas zīmēšana

Darbības

1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Ieslēdziet **Quick Verify**.
3. Izvēlieties **Top** pogu, lai atgrieztos uz virsskatu.
4. Nospiediet **Step forward**  atkārtoti, lai ietu cauri instrumenta trajektorijai.
5. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta. Trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



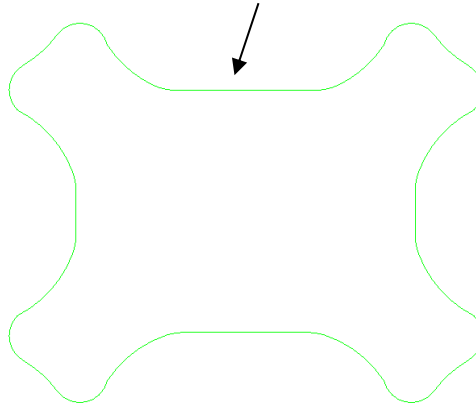
Bultiņas norāda, kur instruments nevarēja piekļūt padziļinājuma stūriem. Nākamā procedūra rāda, kā izveidot atkārtotas apstrādes instrumenta trajektoriju, lai izvāktu atlikušo sagataves materiālu.

6. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *atkartoti-iedobe.emcam*.

Atkārtotas apstrādes instrumenta trajektorijas veidošana

Darbības

1. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**.
2. Nospiediet **[Alt + T]**, lai novāktu instrumenta trajektoriju no ekrāna.
3. Izvēlieties padziļinājuma robežu, kā parādīts nākamajā attēlā.

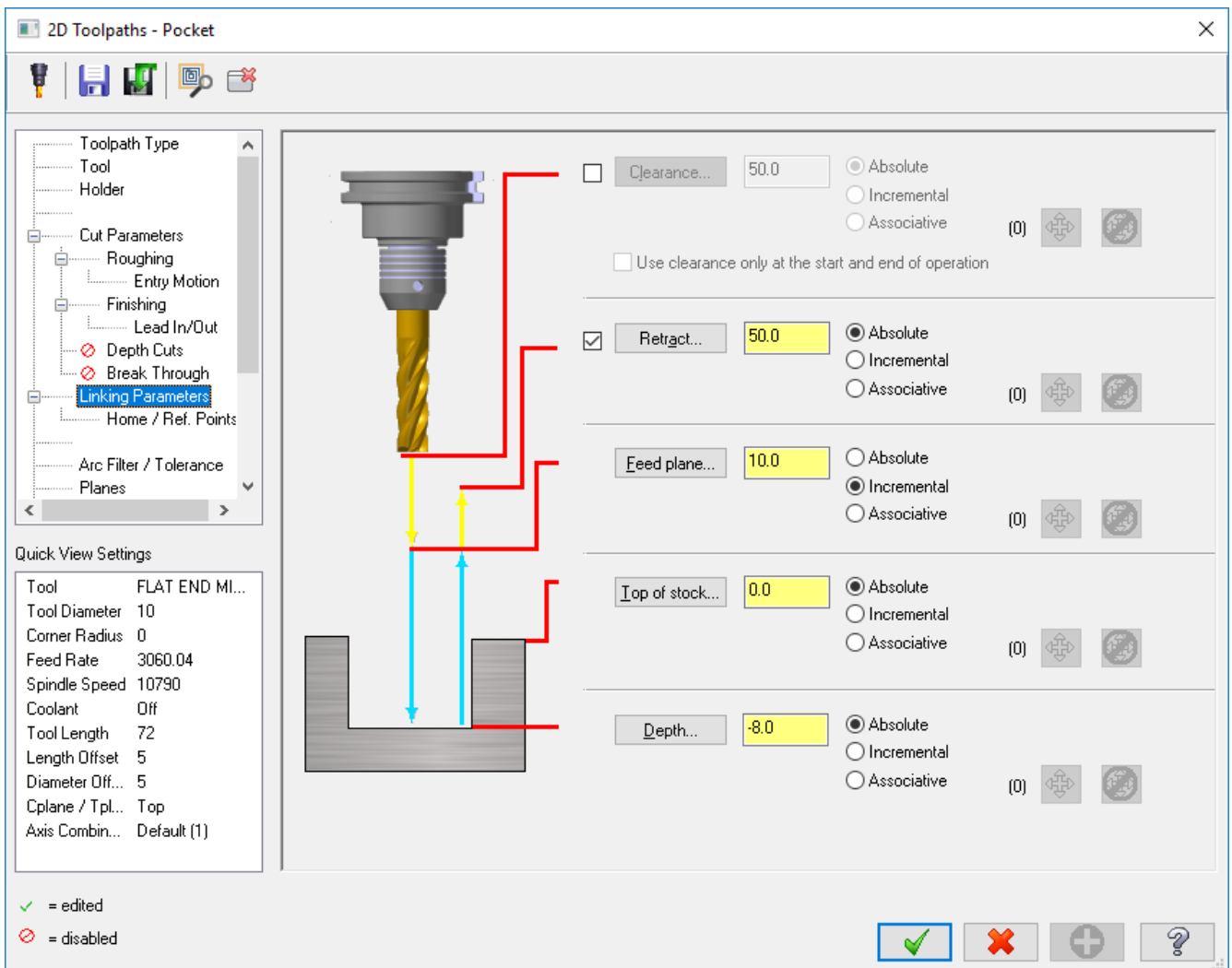


4. Izvēlieties .

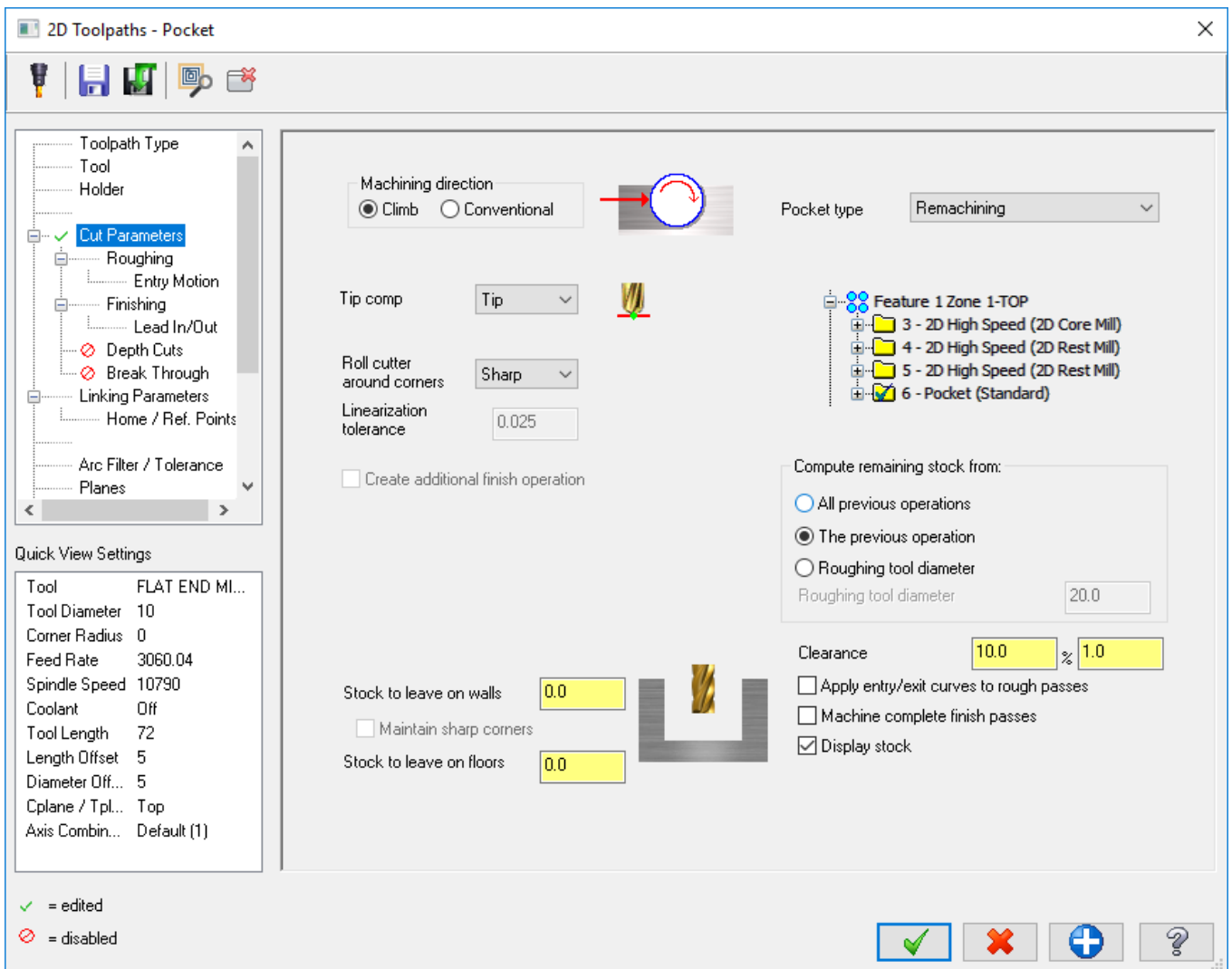
5. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select Library Tool** un **10 flat endmill** no griezējinstrumentu bibliotēkas.

6. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

7. Ievadiet **-8** kā **Depth**.

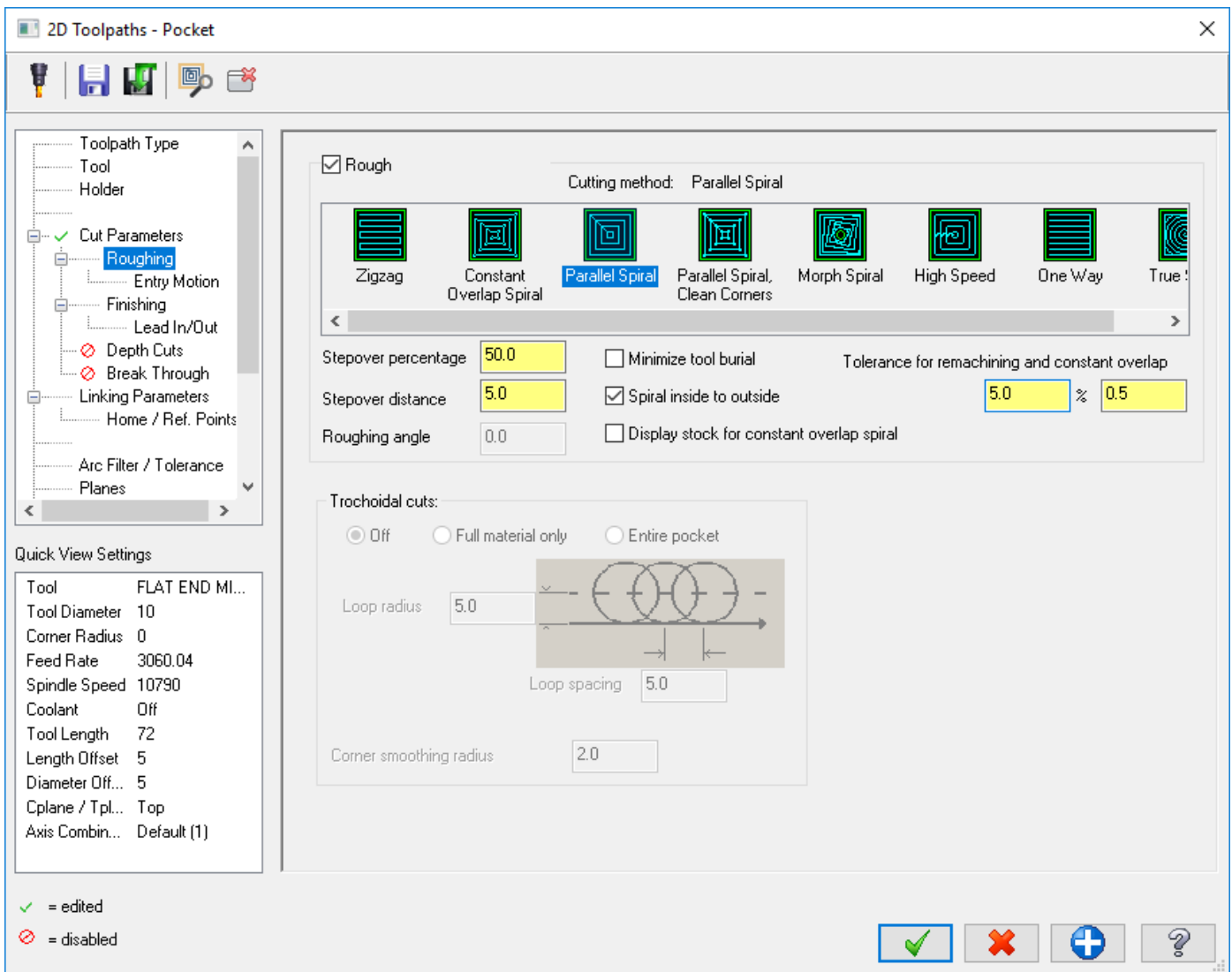


8. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi un **Remachining** no **Pocket type** iznirstošās izvēlnes. Pārējām vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



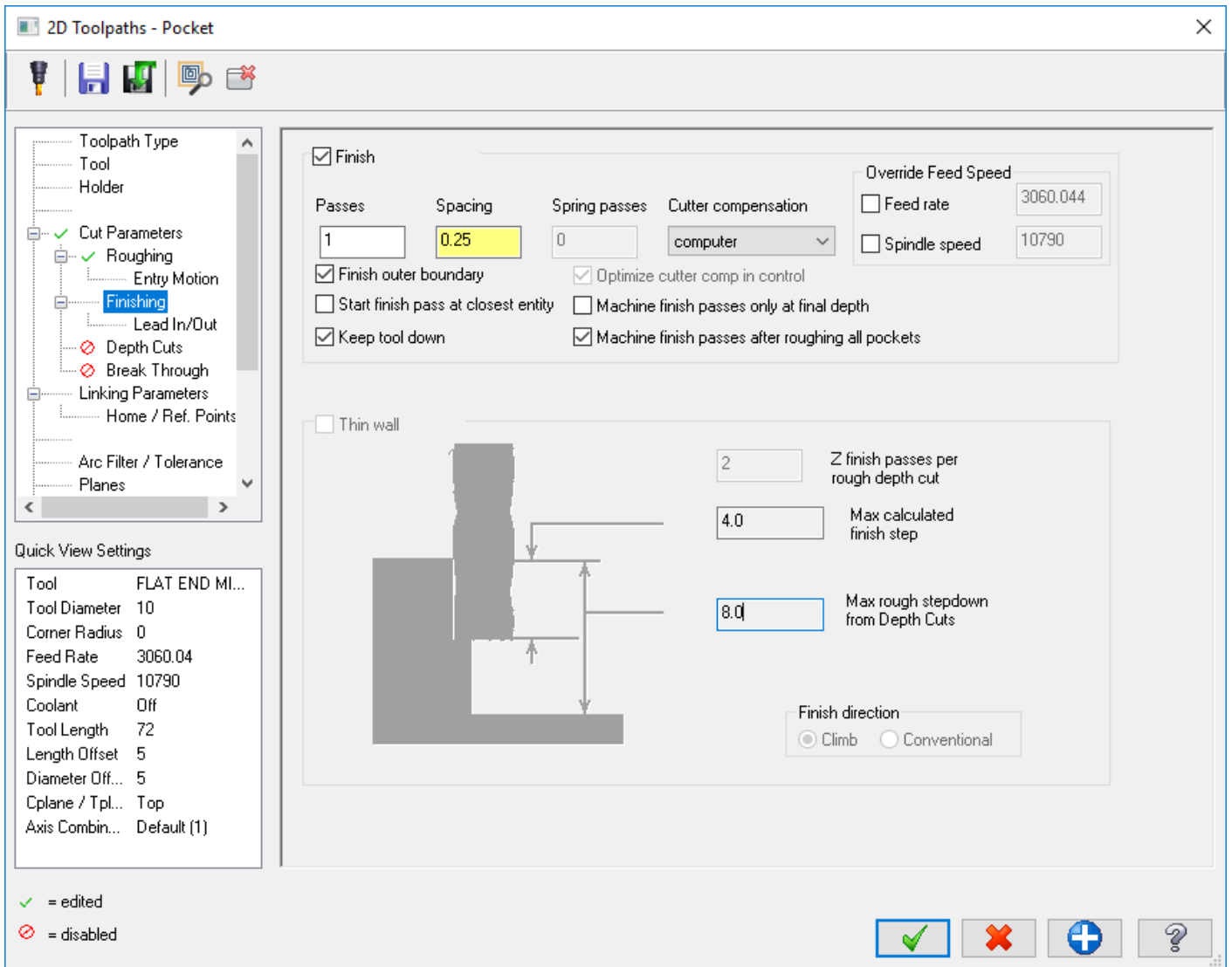
9. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.

10. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



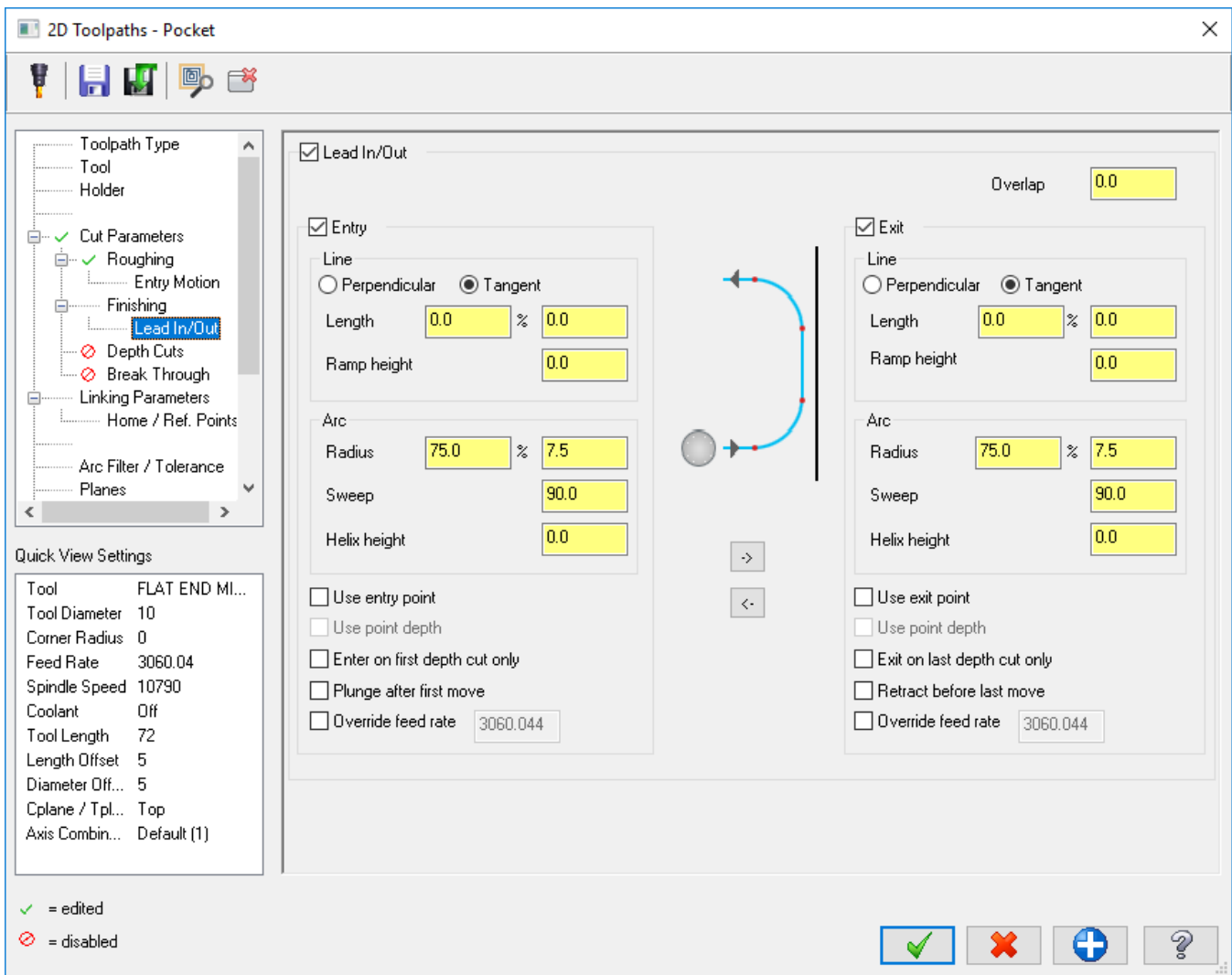
11. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi.

12. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



13. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi.

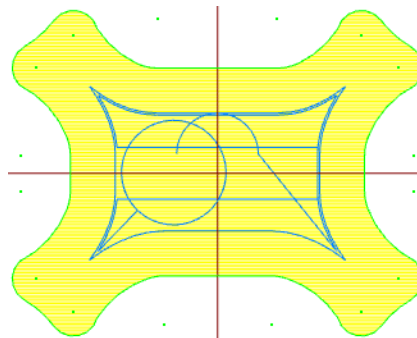
14. Izmainiet **Radius** uz **75 % Entry** un **Exit** lauku **Arc** sadaļā. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo dialoga lauku.



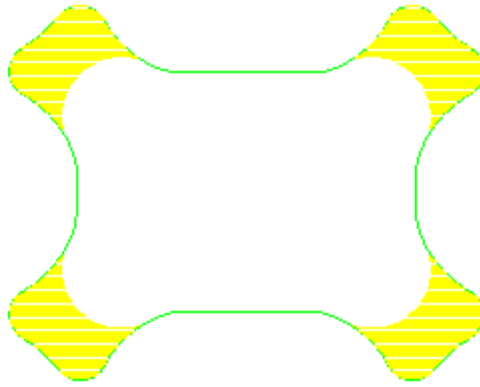
15. Izvēlieties .

16. *Mastercam* parādīs priekšapskati atkārtotas apstrādes operācijai. Vispirms tas rādīs teritorijas, ko rupjās apstrādes instruments var sasniegt, ar ziņojumu uzaicinājuma laukā: **“Machinable area for rough tool”**. Turpinājumam spiediet [Enter].

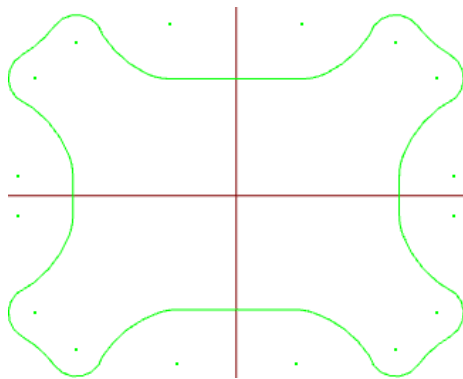
17. Tālāk tas rāda teritoriju, kuru jāspēj sasniegt izvēlētajam beigu apstrādes instrumentam. Turpinājumam spiediet [Enter].



18. Tālāk tas rāda sagataves materiālu, kas paliek nogriešanai ar beigu apstrādes instrumentu (skatīt nākamo attēlu). Turpinājumam spiediet [Enter].

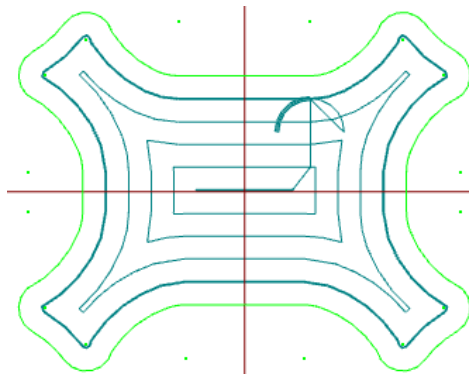


19. Visbeidzot *Mastercam* saka, cik daudz materiāla atliks pēc atkārtotas apstrādes operācijas. Šajā gadījumā vajadzētu būt redzamam paziņojumam: **“Remaining stock after remachining. Area = 0.0000.**



Turpinājumam spiediet [**Enter**].

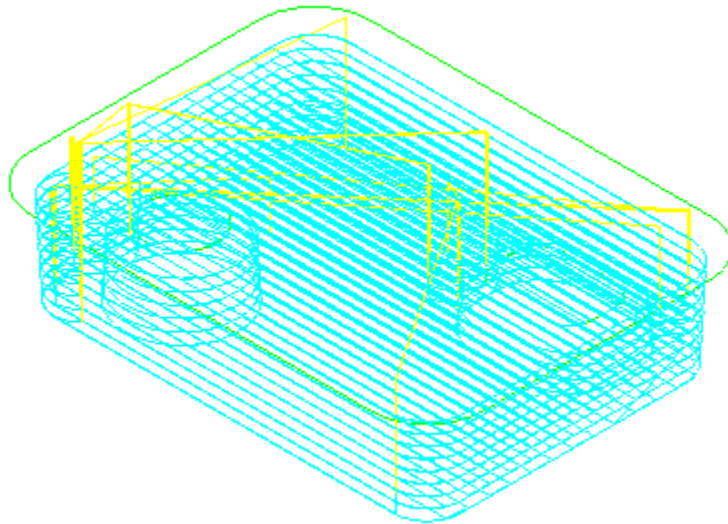
Atkārtotas apstrādes instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



20. Nospiediet [**Alt + A**], lai saglabātu failu savā darba mapē.

GRIEŠANA DZIĻUMĀ, SALIŅU VIRSMU UN SLĪPU SIENU APSTRĀDE

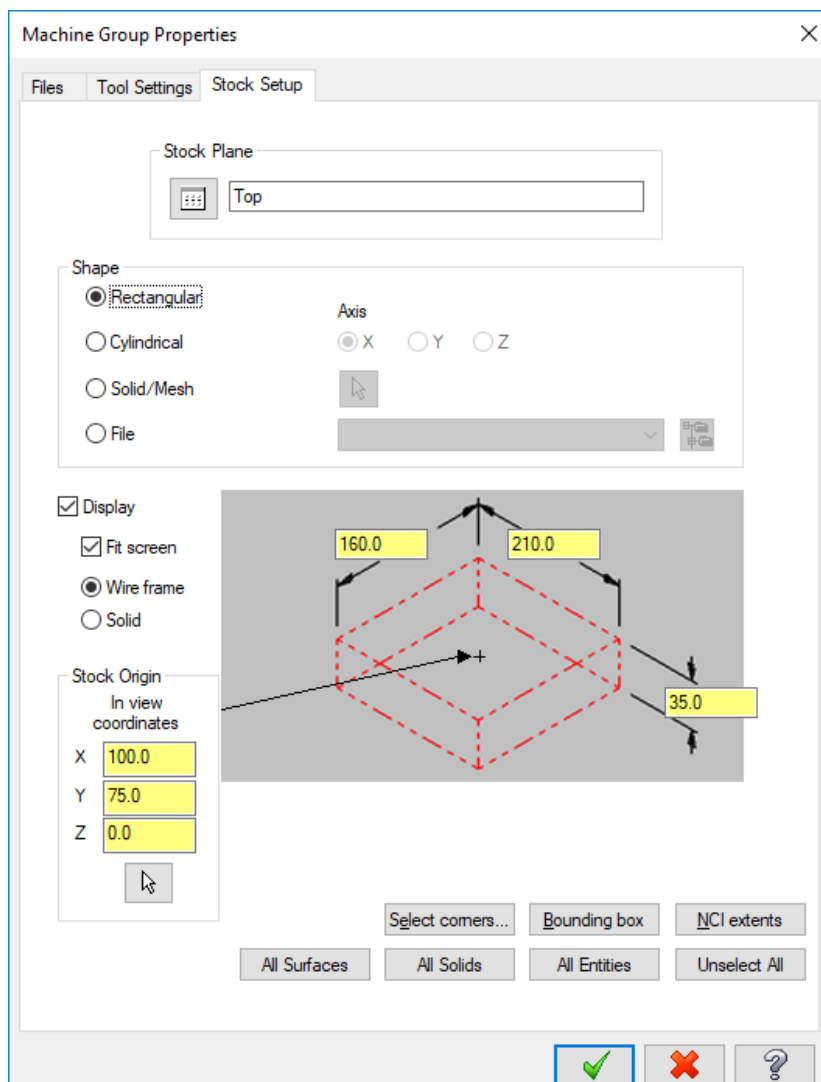
Griešana dziļumā, saliņu virsmas apstrāde un slīpas sienas bieži lieto kopā, lai veidotu sarežģītākas padziļinājumu apstrādes instrumenta trajektorijas. Piemēram, slīpas sienas prasa vairākus griezumus dziļumā, lai trajektorijas nobīdi no sienas varētu izskaitļot katram dziļumam. Arī tad, kad tiek apstrādāta saliņu virsma, *Mastercam* saliņas dziļumu var automātiski izmantot kā vienu no griešanas dziļuma vērtībām. Pabeigtajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Padziļinājuma ģeometrijas virknēšana

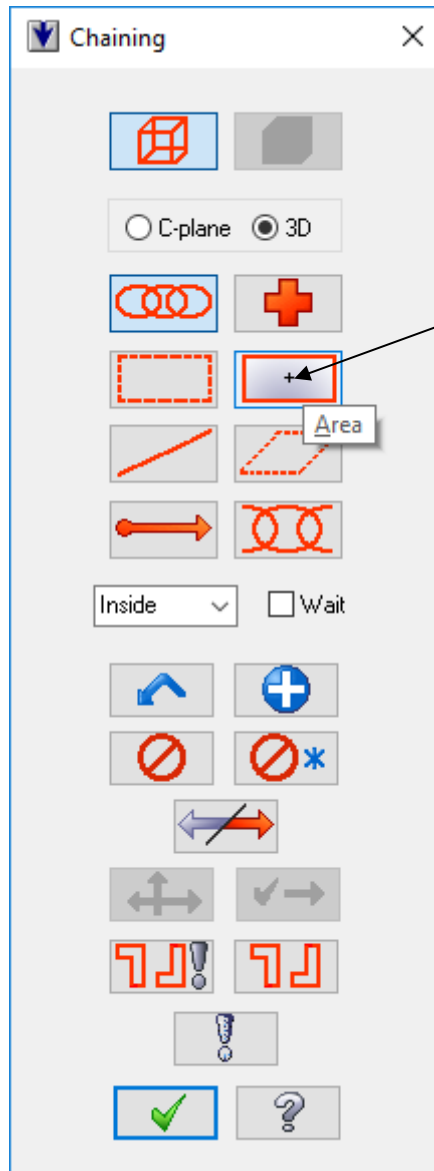
Darbības

1. Savā darba mapē atveriet *salas.emcam*.
2. Lai noteiktu detaļas sagatavi, izvēlieties **Stock setup**. Ievadiet sagataves parametrus (skatīt nākamo attēlu).

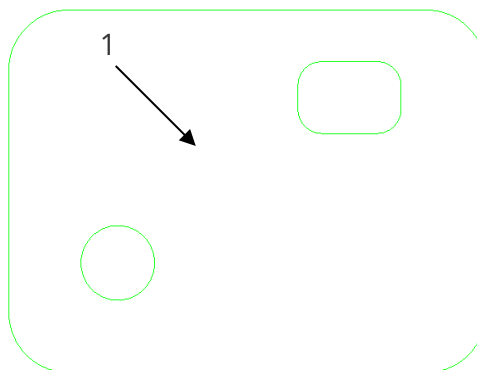


3. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**.

Zemāk parādītajā logā uzklikšķiniet uz **Area**.



4. Uzklikšķiniet tuvu novietojumam 1, lai izvēlētos visas robežas.



Uzklikšķinot robežas iekšpusē, laukuma (**Area**) izvēles metode ļauj izvēlēties laukumu, kuru aptver pilnībā noslēgta robeža. Izmantojot šo metodi, *Mastercam* automātiski zina par salīdzinām padziļinājumā.

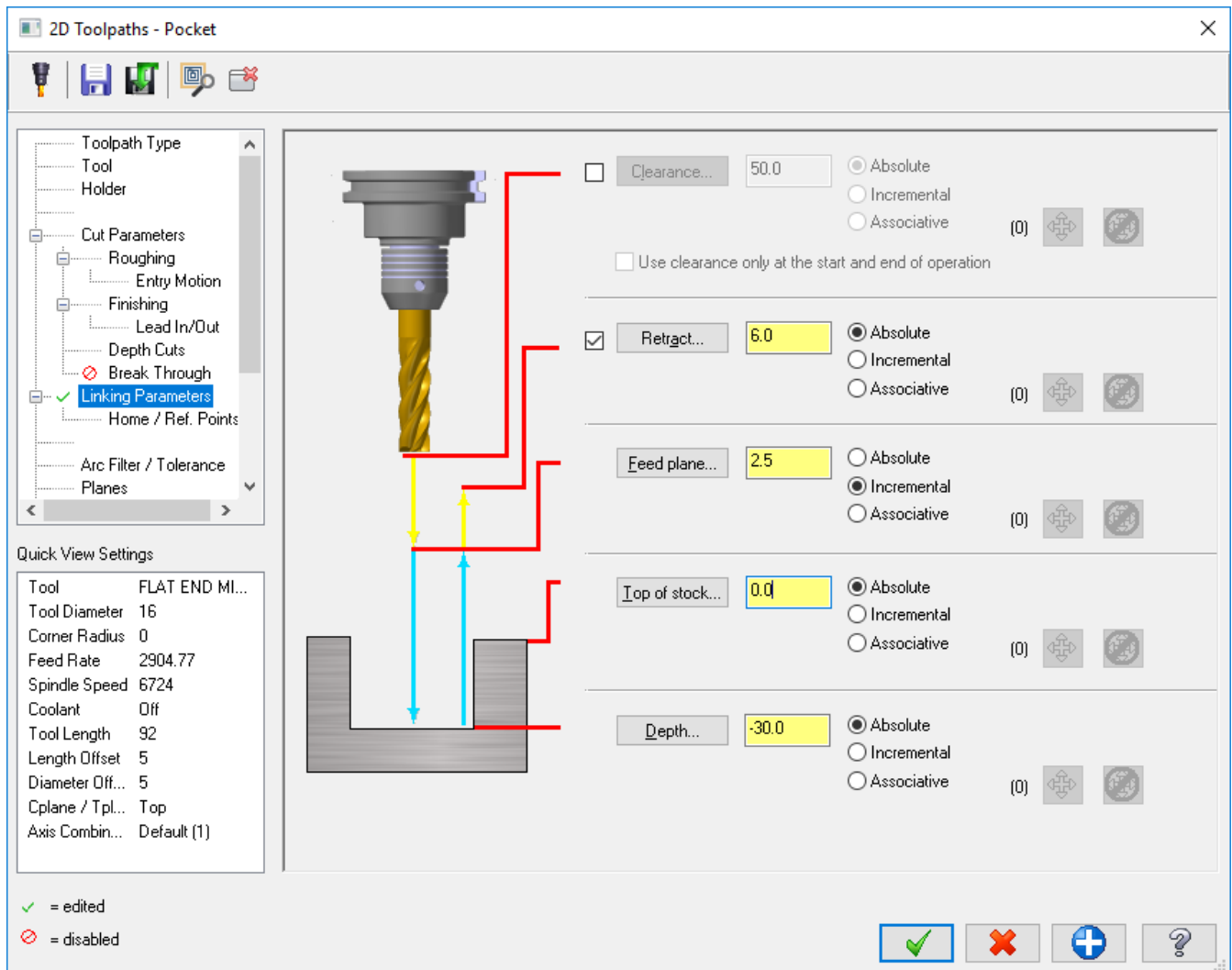
5. Izvēlieties .

6. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select Library Tool**, instrumentu bibliotēkā izvēlieties **16 flat endmill**, pēc tam spiediet .

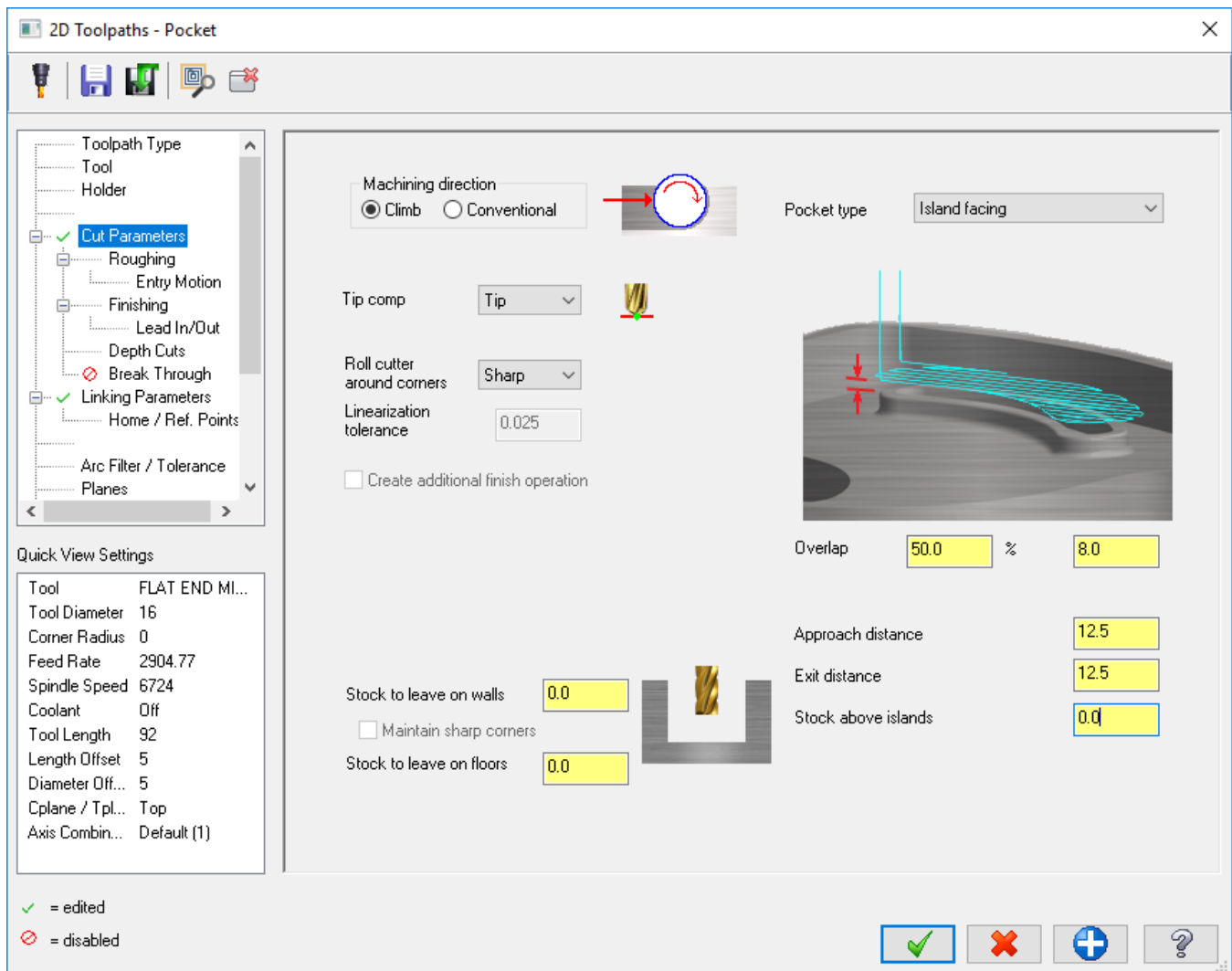
Padziļinājumu veidošanas parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet **6** kā **Retract** augstumu.
3. Ievadiet **2.5** kā **Feed plane**.
4. Ievadiet **-30** kā **Depth**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



5. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi un **Island facing** no **Pocket type** iznirstošās izvēlnes.
6. Izvēlieties **Facing** pogu. Kad izvēlēts **Island facing** padziļinājuma tips, iestatījumi šajā dialoga laukā nosaka griešanas darbību, kuru *Mastercam* izmanto, lai apstrādātu saliņu virspusi. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

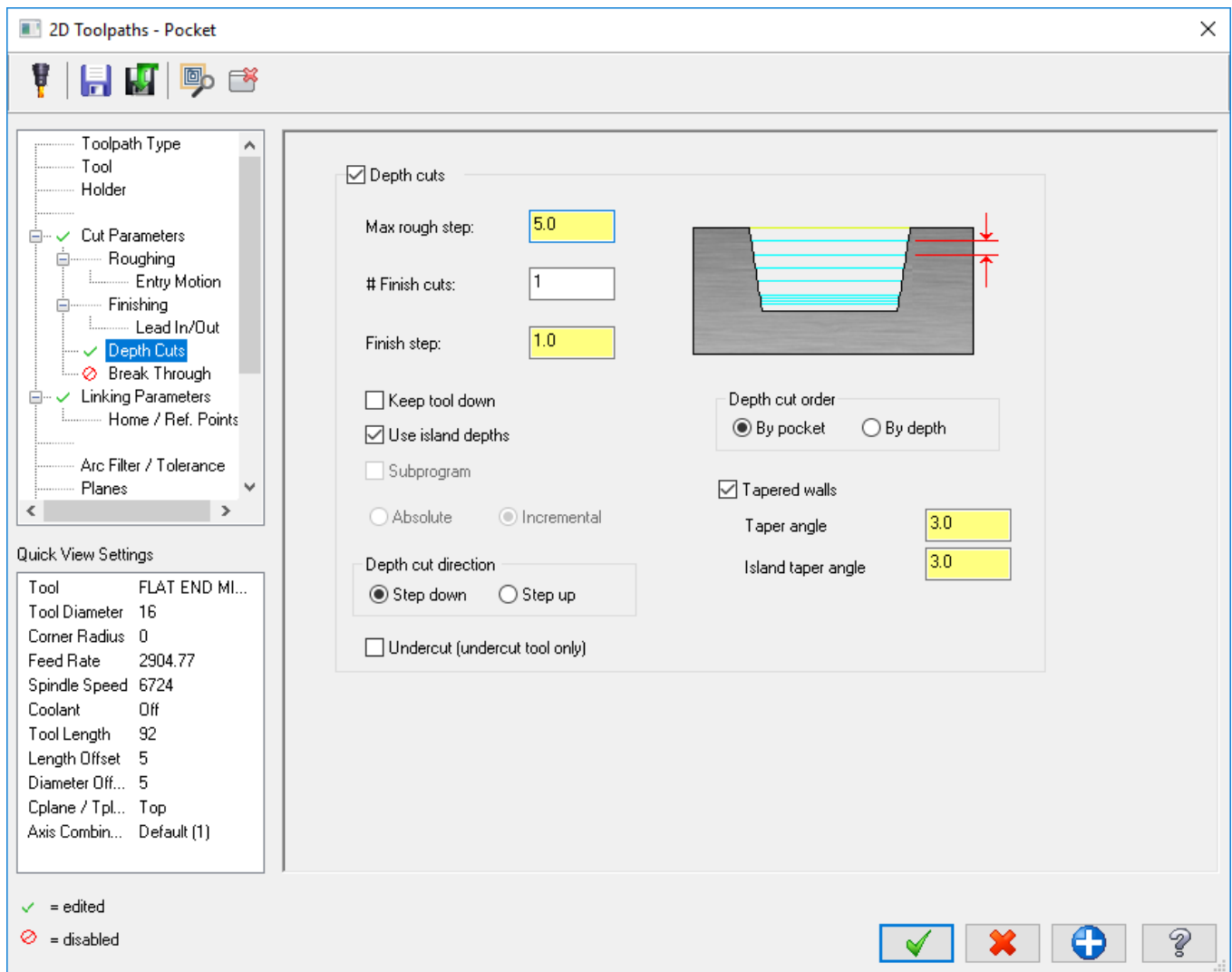


PIEZĪME

Faktiskais rupjās apstrādes solis (**rough step**), kuru izmanto instrumenta trajektorija, var būt mazāks nekā **Max rough step**, kas ievadīts šeit. Tas ir tāpēc, ka Mastercam aprēķina vienādus soļus (mazākus vai vienādus ar **Max rough step**) starp sagataves augšpusi un galīgo dziļumu.

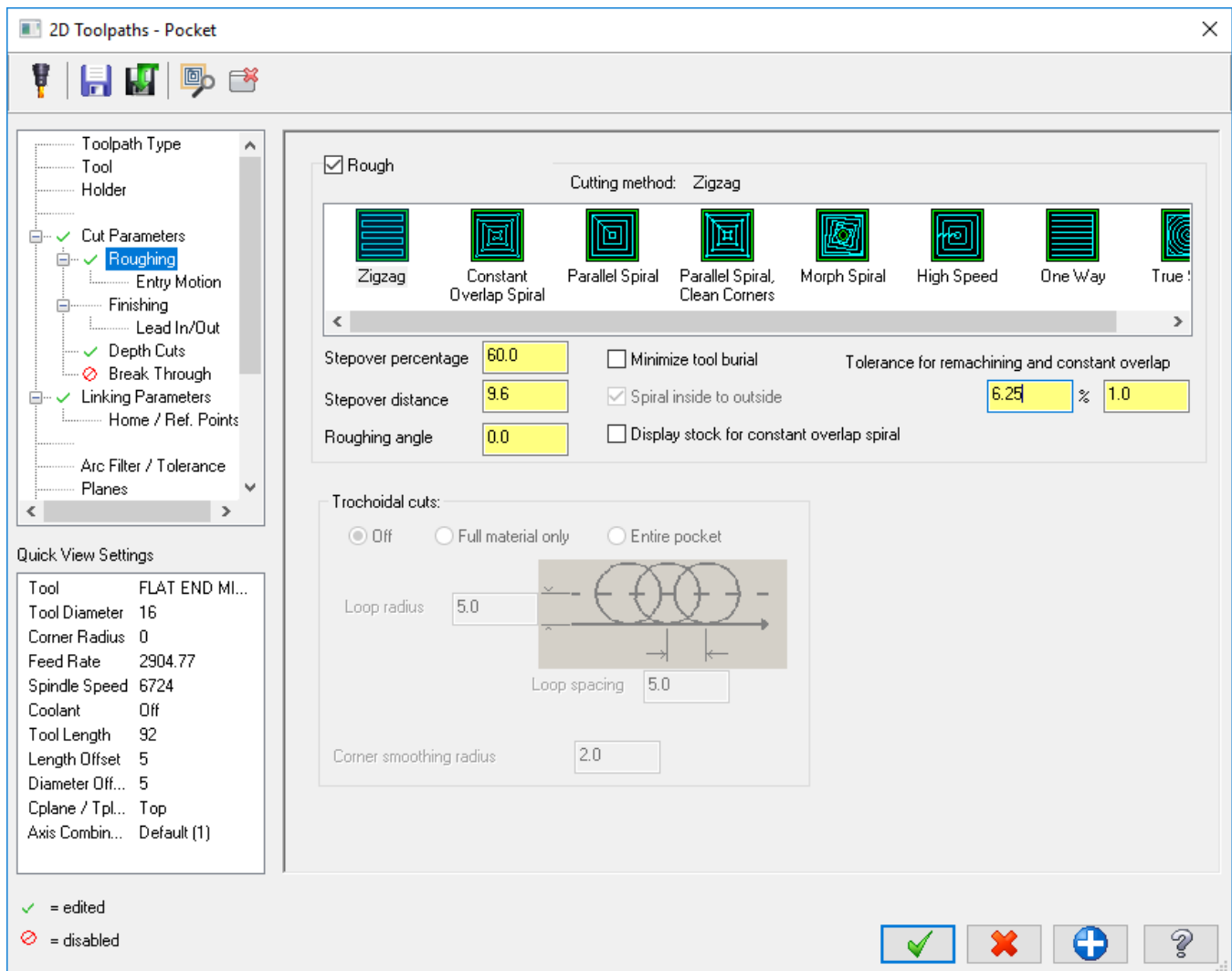
Izvēloties **Depth cut order** kā **By pocket**, slīpums tiek iestatīts kā ārējā robeža.

- Izvēlieties **Depth cuts** dialoga lappusi un iezīmju logu.
- Izvēlieties **Use island depths**.
- Izvēlieties **Tapered walls**. Pārlicinieties, ka pārējās vērtības sakrīt ar nākamo dialoga lauku.



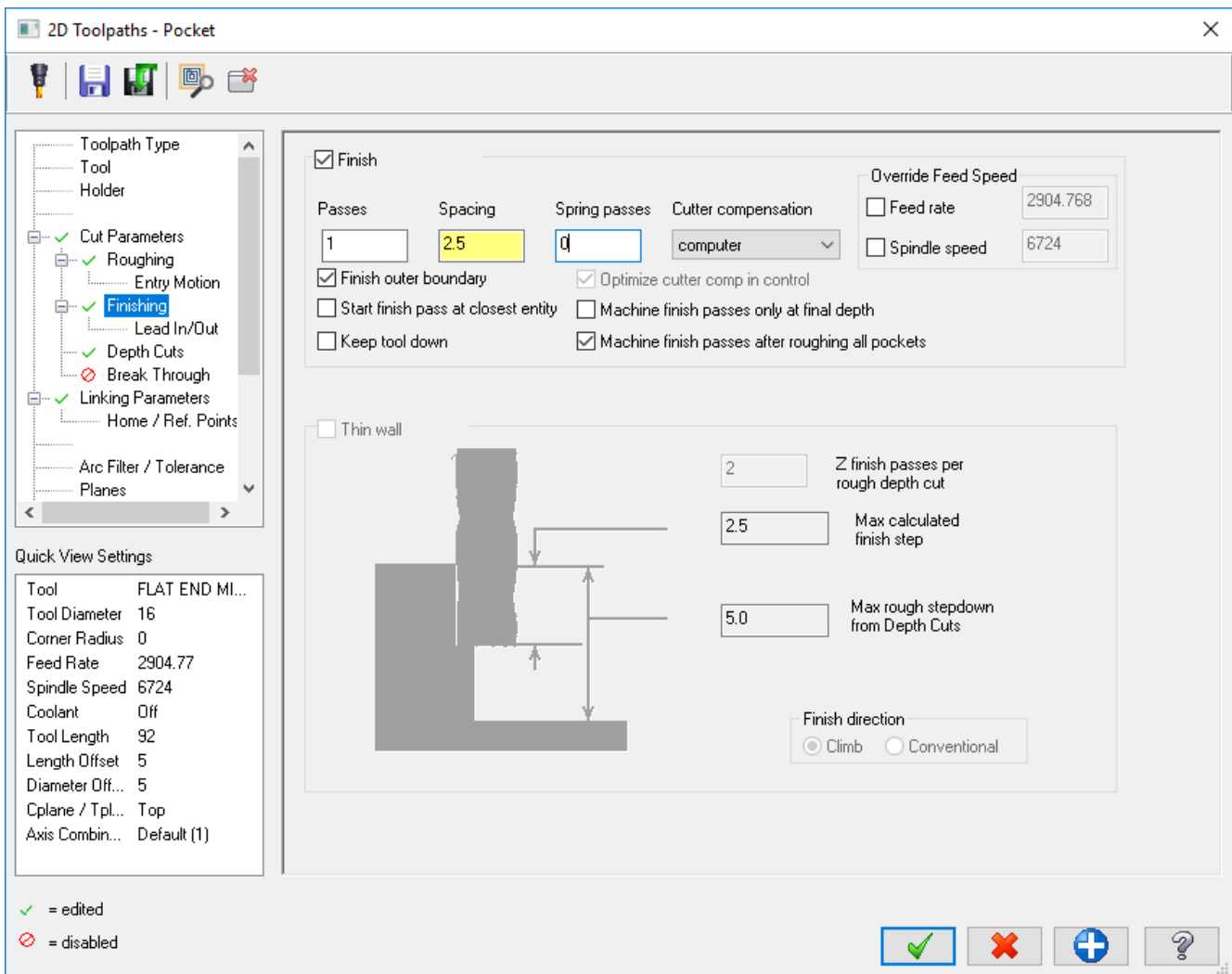
10. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.

11. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamā dialoga laukā.



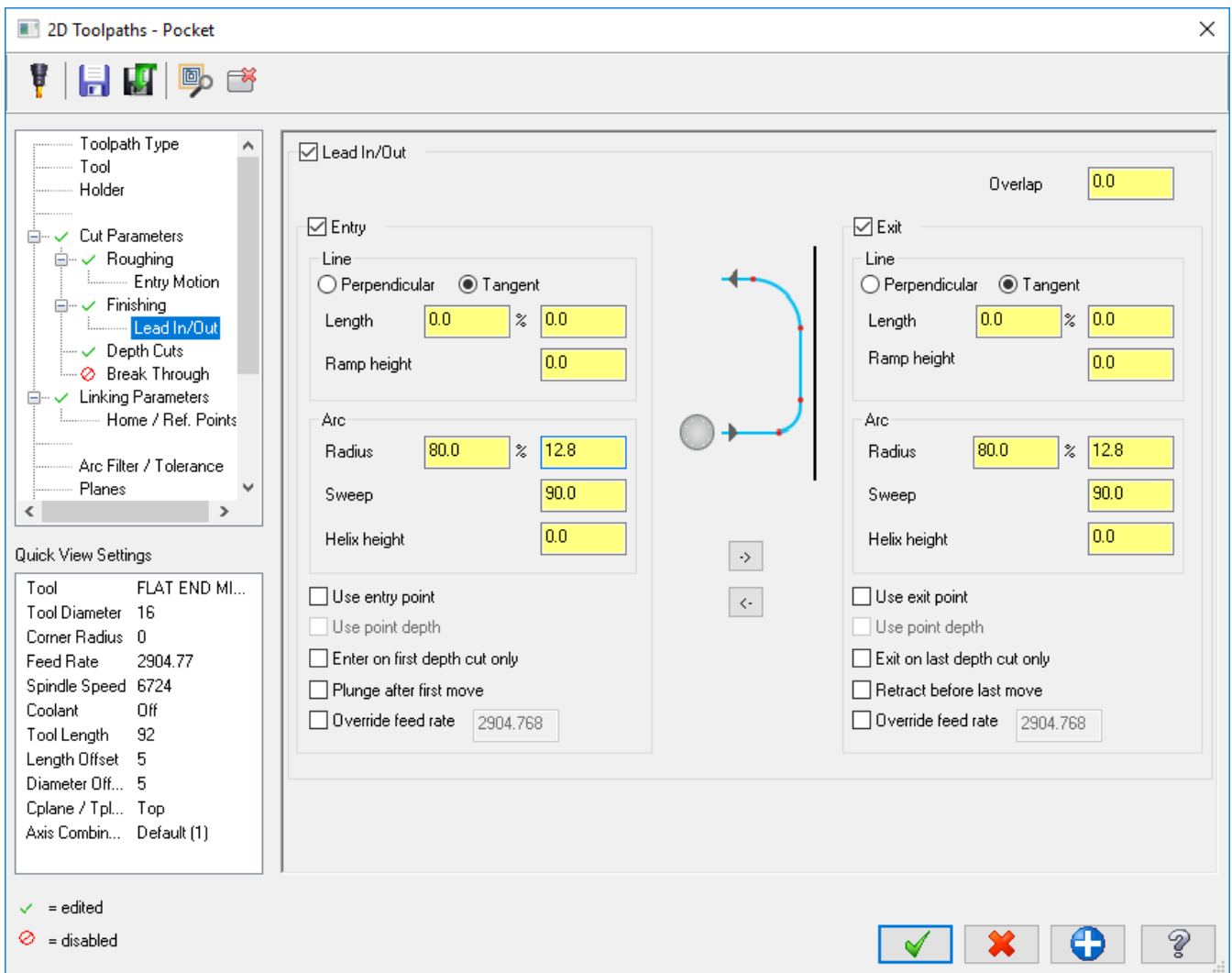
12. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi.

13. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamā dialoga laukā.



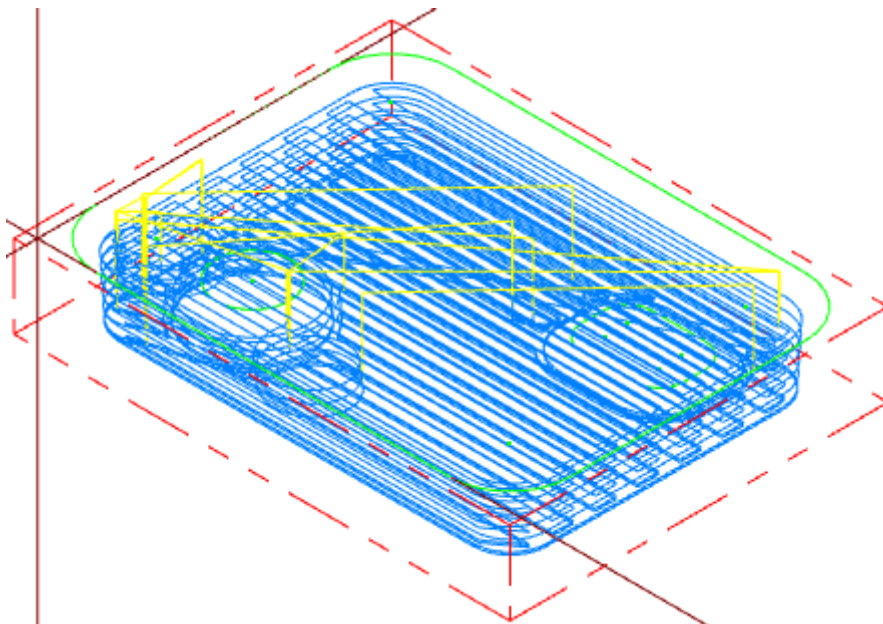
14. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi un iezīmju logu.

15. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamā dialoga laukā.



16. Izvēlieties . Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju.

17. Pārslēdzieties uz izometrisko skatu, lai redzētu instrumenta trajektoriju skaidrāk. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Instrumenta trajektorijas pārbaude

Lai ar instrumenta trajektorijas rezultātiem iegūtu labāku attēlu, izmantojiet **Verify** funkciju. Tā kā šī funkcija piedāvā faktiskās sagataves materiāla noņemšanas priekšapskati, tas ļauj skaidrāk redzēt to, kā salīdzinātas tiek apstrādātas.

Darbības

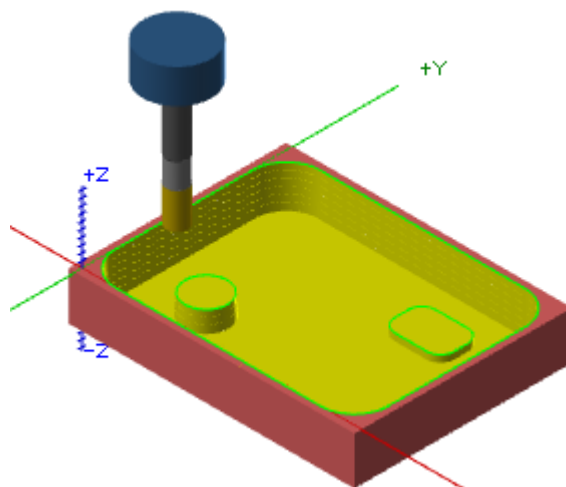
1. Izvēlieties **Verify Selected operations**.



PIEZĪME

Verify attēlā redzamā sagataves robeža tika iepriekš noteikta šajā darbā.

2. Izvēlieties **Play(R)** pogu no **Verify** rīku joslas. Apstrādātajai detaļai vajadzētu būt redzamai (skatīt nākamo attēlu).



3. Izvēlieties **Close** pogu [X] uz **Verify** loga.

4. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *salas_iedobe.emcam*.

INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS IZMAIŅAS, IZMANTOJOT TOOLPATH EDITOR

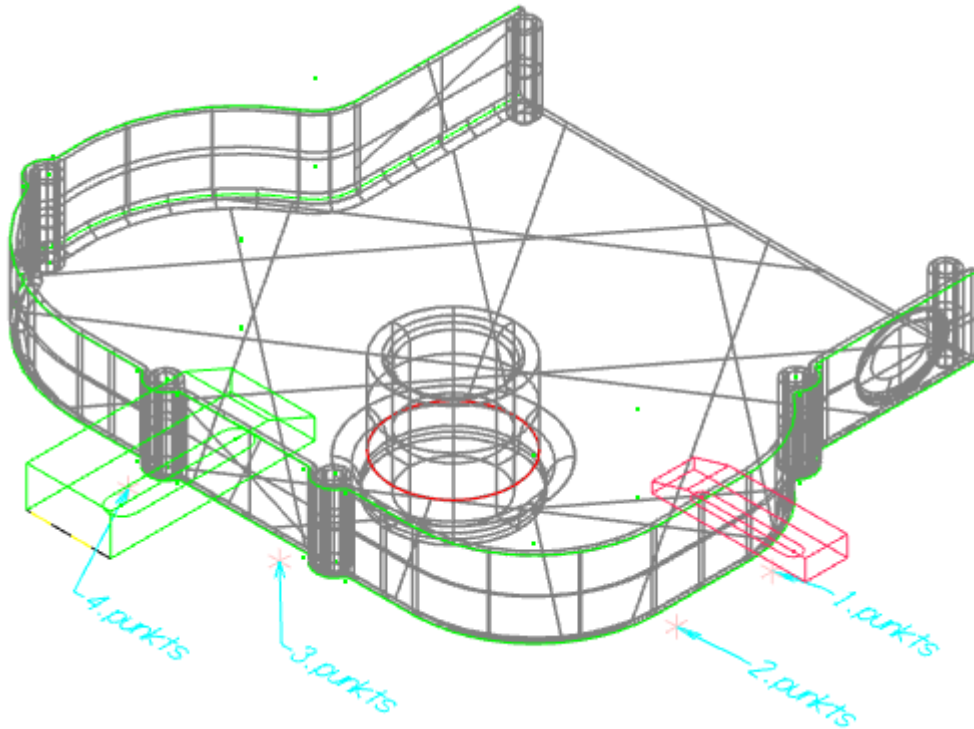
Šajā vingrinājumā tiks parādīts, kā, izmantojot *Mastercam* **Toolpath Editor**, instrumenta trajektorijā veikt korekcijas. **Toolpath Editor** dod iespēju vadīt kustību pa izvēlēto instrumenta trajektoriju. Iespējams veikt izmaiņas instrumenta kustībā, ko ir izveidojis *Mastercam*, un mainīt detaļas apstrādājamās vietas.

Šajā vingrinājumā detaļas rasējumā parādās iespīlēšanas elementi, kuri jāizmanto detaļas nostiprināšanai apstrādes laikā. Vispirms tiks zīmēta instrumenta trajektorija, lai redzētu, vai iespīlēšanas elementi saskaras ar to, un tad mainīsiet to tā, lai instruments nesaduras ar iespīlēšanas elementiem.

Svarīgi ir piebilst, ka tad, kad ar **Toolpath Editor** tiek izmainīta instrumenta trajektorija, izmaiņas nav asociatīvas.

Tas nozīmē, ka tad, kad operācijā tiek veiktas kādas citas izmaiņas, piemēram, tiek izmainīts jebkurš instruments vai kontūras parametri, vai ģeometrija, nevar atjaunināt instrumenta trajektoriju, izvēloties **Regenerate all selected operations** pogu, kā to varēja citos vingrinājumos. NCI fails kā operācija ir bloķēts, lai nepārrakstītu izmaiņas, kas tiek veiktas ar **Toolpath Editor**.



Nākamajā attēlā tiek rādīta detaļa, iespīlēšanas elementi un oriģinālā instrumenta trajektorija.



Padoms. Lai veiktu citas izmaiņas instrumenta trajektorijā pēc **Toolpath Editor** lietošanas, atbloķējiet NCI failu un reģenerējiet instrumenta trajektoriju. Veiciet izmaiņas un tad atkārtoti redīgējiet ar **Toolpath Editor**. Vairāk informācijas par NCI failu atbloķēšanu skatieties pie tiešā režīma palīdzības.

Instrumenta trajektorijas pārskats

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet *tp_redakcija.emcam*.
2. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
3. Spiediet **Step forward**  atkārtoti, lai soli pa solim ietu pa instrumenta trajektoriju. Var redzēt, ka instruments virzās tieši cauri iespīlēšanas elementiem, kas reālā apstrādē nav pieļaujams.
4. Kad zīmēšana ir pabeigta, izvēlieties .

Nākamajās divās procedūrās tiks rādīts, kā izmantot **Toolpath Editor** instrumenta trajektorijas izlabošanai.

Punktu pievienošana ar Toolpath Editor

Darbības

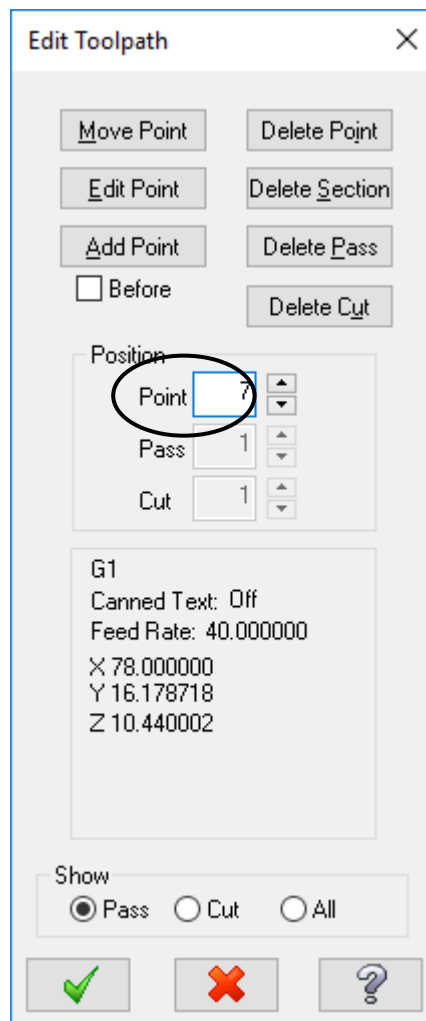
Pirmās izmaiņas būs dažu punktu pievienošana instrumenta trajektorijai, lai tas varētu apiet pirmo iespīlēšanas elementu.

1. Operāciju pārvaldniekā uzklikšķiniet labo peles pogu uz operācijas nosaukuma, tad izvēlieties **Toolpath Editor**.

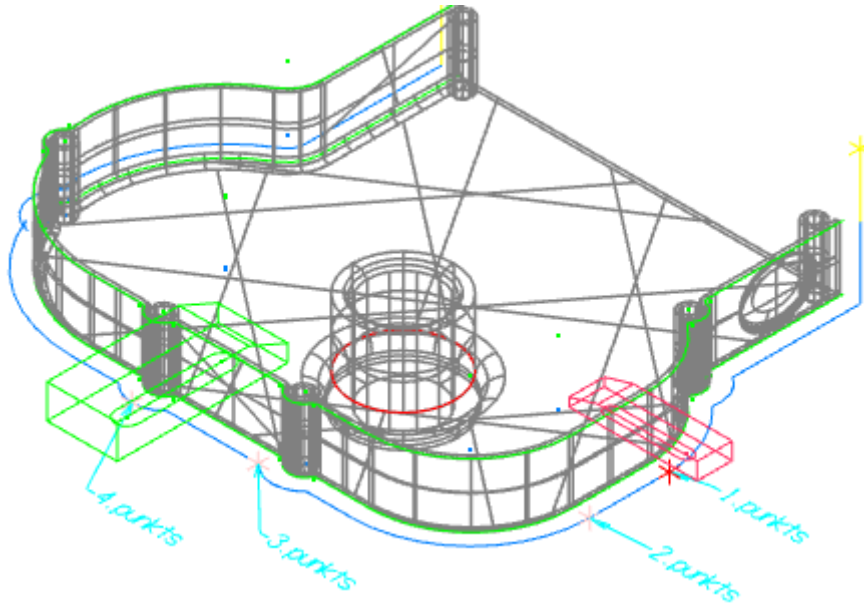


Atveras **Edit Toolpath**.

2. Izmantojiet ritināšanas pogu "↑" (skatīt nākamo attēlu, kur pozīcija apvilкта ar apluci), lai pārvietotos uz trajektorijas 7. punktu, kas uz ekrāna ir apzīmēts kā 1. punkts. Atcerieties 1. punkta koordinātas: $x = 78$; $y = 16.18$; $z = 10.44$. Trajektorijā jāveido papildu punkts 50 mm augstāk par 1. punktu, t. i., ar $z = 60.44$.

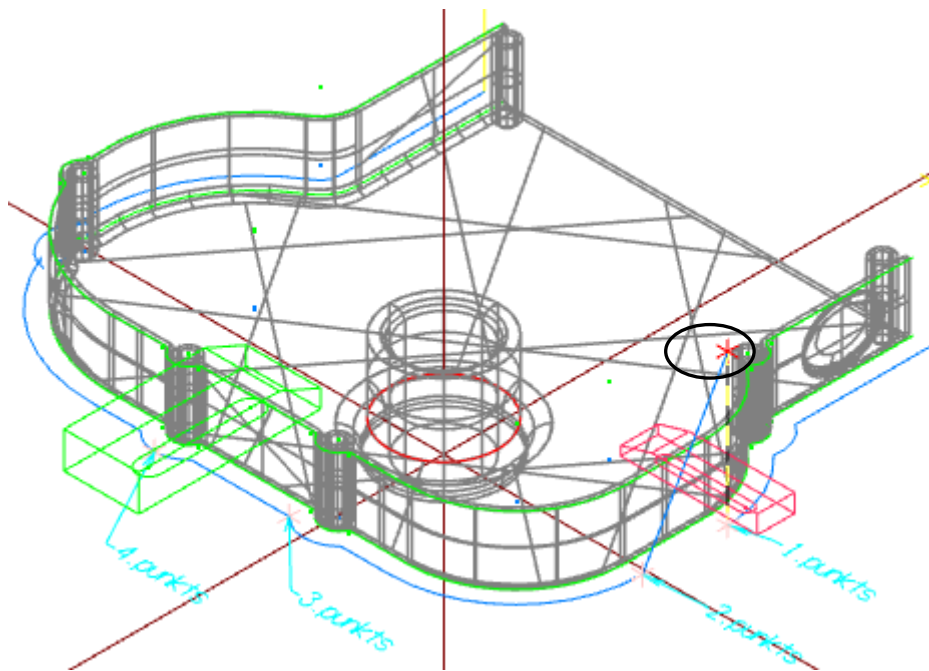


3. Punktam nākamajā attēlā jābūt izgaismotam.

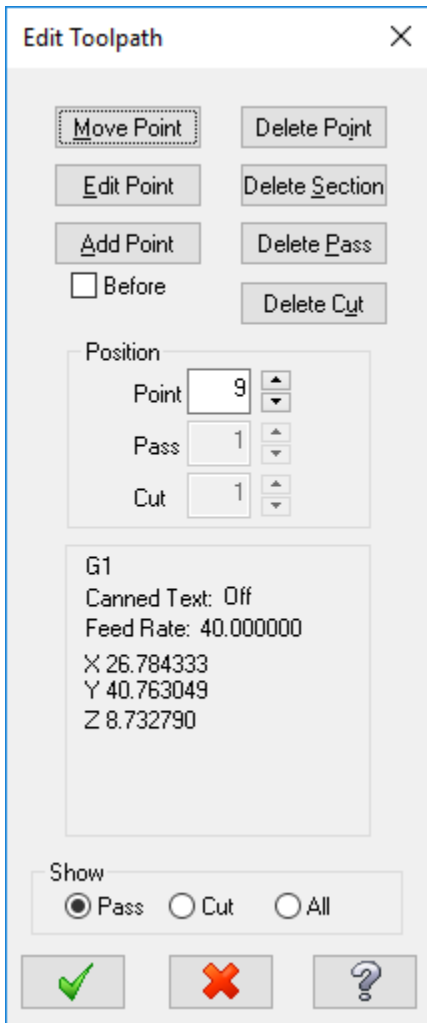


4. Izvēlieties **Add Point**.

5. Ierakstiet jaunās koordinātas uzaicinājuma laukos un nospiediet **[Enter]**. Jaunajam punktam jāparādās, apvilktam ar elipsi (skatīt nākamo attēlu).

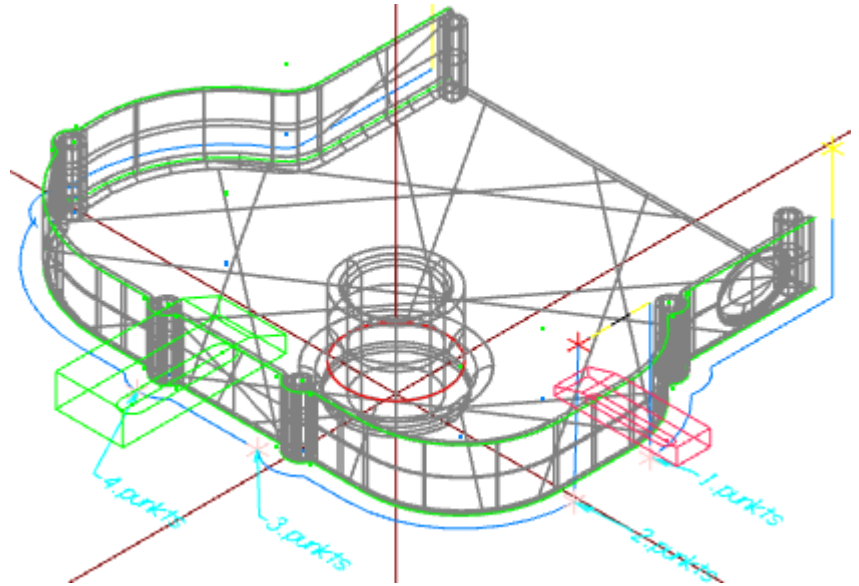


6. Atkārtoti atveriet **Toolpath Editor**. Uzklikšķiniet “↑” ritināšanas pogu, lai redzētu **Point** uz **Edit Toolpath** dialoga lauka, kā parādīts nākamajā attēlā.




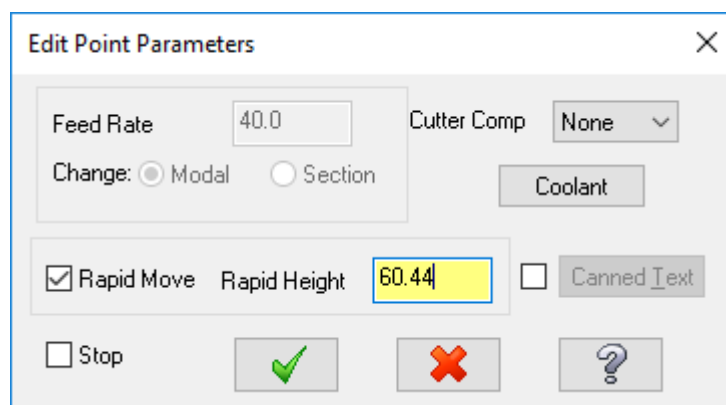
Pievērsiet uzmanību 9. punkta koordinātām. Atgriezieties uz 8. punktu un izvēlieties **Add Point**. Ievadiet 9. punkta **X** un **Y** koordinātas, kā arī **Z = 60.44**. Nospiediet [Enter].

Otram punktam jāpievienojas, kā parādīts nākamajā attēlā. Šeit var redzēt, ka jaunā instrumenta trajektorija apiet iespīlēšanas elementu.

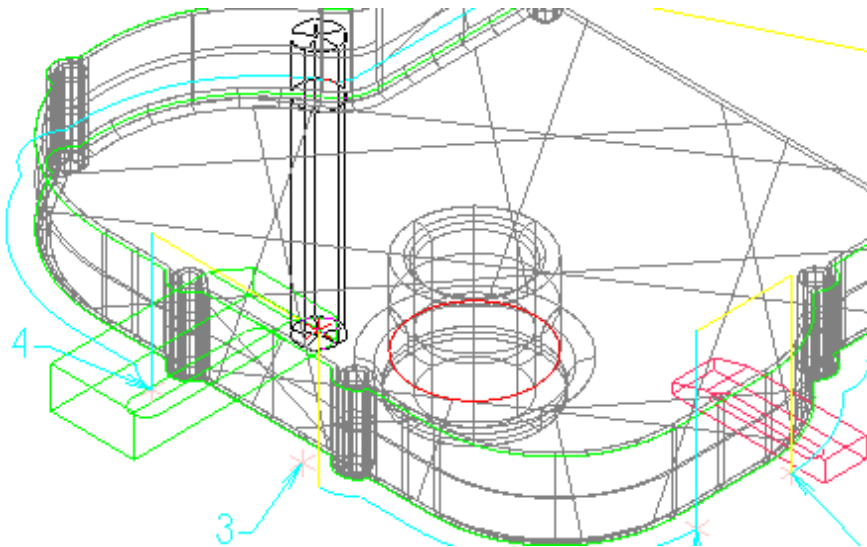


7. Tagad redīgējiet jaunās kustības kā ātrās kustības, nevis padeves kustības. Izvēlieties **Edit Point**.

8. Kad **Edit Point Parameters** dialoga lauks atveras, izvēlieties **Rapid Move**, ievadiet **60.44** kā **Rapid Height** un izvēlieties .



Atkārtojiet punktu rediģēšanu, lai iegūtu trajektoriju, kura apiet abus iespīlēšanas elementus (skatīt nākamo attēlu).




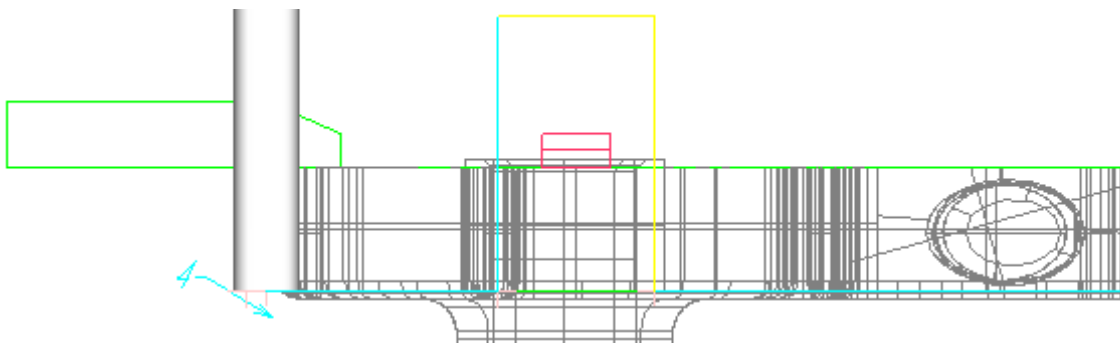
Mastercam uz operāciju pārvaldnieka pār NCI ikonu parāda dzeltenu atslēgu. Tā kā tiek izmantots **Toolpath Editor**, instrumenta trajektorija ir automātiski bloķēta.



9. Izvēlieties **Backplot selected operations**, lai pārbaudītu jauno instrumenta trajektoriju, un pārliecinieties, ka tā apiet iespīlēšanas elementus.


10. Lai precīzāk pārbaudītu pirmo iespīlēšanas elementu, izvēlieties **Right Gview** pogu no rīku joslas.

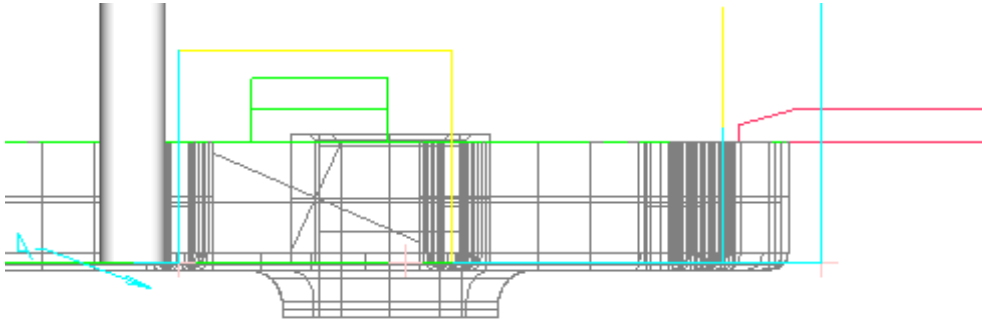
11. Nospiediet **Step forward** , līdz ieraugāt instrumenta kustību pār iespīlēšanas elementu.



Padoms. Šajā attēlā instruments ir ieēnots. Lai to panāktu, izvēlieties **Display Tool** no **Backplot** izvēlnes lauka.

12. Lai pārbaudītu otro iespīlēšanas elementu, izvēlieties **Front Gview** pogu no rīku joslas.

13. Spiediet **Step forward** , līdz ieraugāt instrumenta kustību ap iespīlēšanas elementu.



Šajā un iepriekšējos praktiskajos darbos varēja mācīties, kā var efektīvi izveidot jaunas instrumenta trajektorijas, tās kopējot un rediģējot. Nākamajā praktiskajā darbā tiks aplūkots, kā paplašināt darbības, tieši saglabājot un importējot operācijas, un kā padarīt detaļas programmas efektīvākas, izmantojot apakšprogrammas.

27. PRAKTISKAIS DARBS – OPERĀCIJU ATKĀRTOTA LIETOŠANA

Darba mērķis	Apgūt apstrādes programmēšanu, izmantojot operāciju bibliotēkas.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grupēt apstrādājamās ģeometrijas. ▪ Saglabāt operācijas bibliotēkā. ▪ Importēt operācijas no citas detaļas faila. ▪ Izmantot apakšprogrammu detaļas apstrādes programmas efektivitātes paaugstināšanai.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot apstrādes trajektoriju no iepriekš saglabātām operācijām.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests15.emcam</i> izgriezt rombveida iedobumus 200 mm dziļumā. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kādas ir operāciju bibliotēkas izmantošanas priekšrocības?

DARBA GAITA

Vairākos iepriekšējos praktiskajos darbos tika aplūkots, kā veidot operācijas efektīvi, kopējot un rediģējot jau esošas operācijas. Šajā nodaļā iespējams paplašināt savas zināšanas par šo jautājumu.

OPERĀCIJU BIBLIOTĒKAS VEIDOŠANA

Viens no labākajiem veidiem, kā nodrošināt atkārtotu operāciju izmantošanu, ir to saglabāšana bibliotēkā. Operāciju bibliotēka ir fails, kas satur vairākas instrumentu trajektorijas. Šīs instrumenta trajektorijas tad var importēt detaļas failā un piemērot failā esošo ģeometriju. Šajā vingrinājumā tiks veidotas dažas urbšanas operācijas, un tās tiks saglabātas bibliotēkā.

Cits veids, kā atkārtoti izmantot operācijas, ir to importēšana no detaļas faila un piemērošana tai ģeometrijai, kura ir pašreizējā failā. Šajā vingrinājumā tiks veidota padziļinājumu veidošanas operācija, tā būs jāsavienā failā tā, lai to vēlāk varētu importēt citā failā.

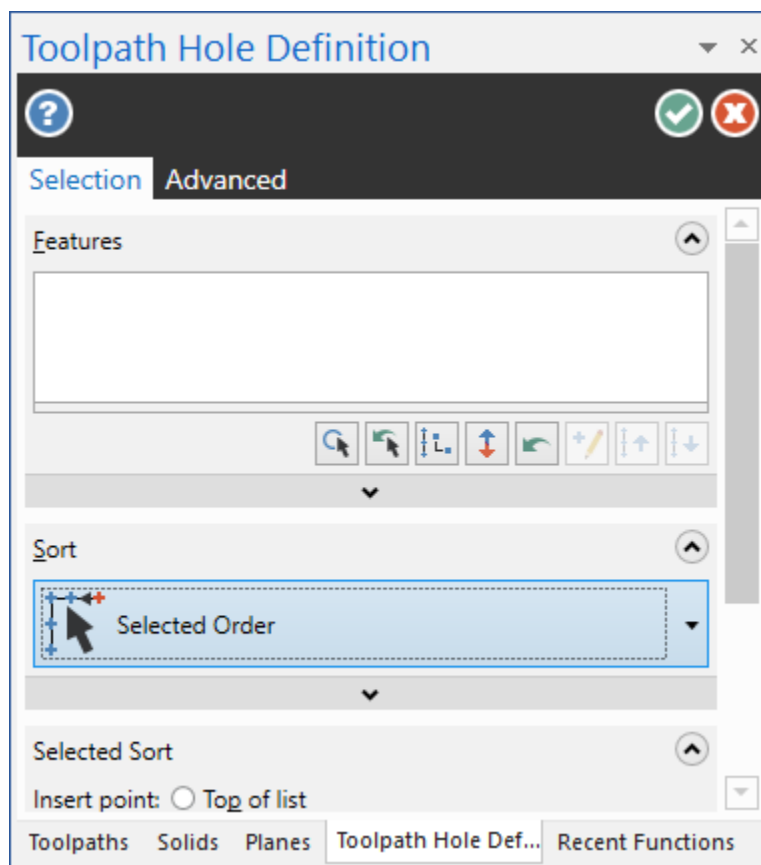
Centrēšanas urbšanas operācijas veidošana

Darbības

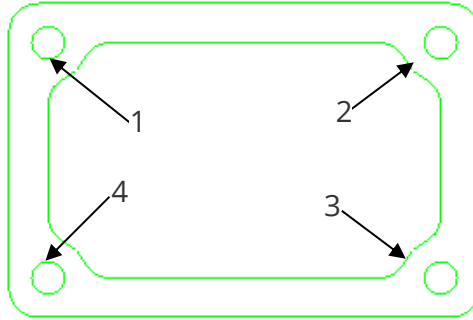
1. Galvenajā izvēlnē izvēlieties **Machine, Machine type, Mil**, tad **Default**.
2. Savā darba mapē atveriet failu *vaks.emcam*. Tam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



3. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Drill**.
4. **Toolpath Hole Definition** logā izvēlieties **Entities**.



5. Izvēlieties visus četrus caurumus (skatīt nākamo attēlu).



6. Izvēlieties .

7. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi un **Select library tool**.

8. Attīriet **Filter Active** iezīmju lauku.

9. Izvēlieties **NC spot drill-10** no instrumentu bibliotēkas un apstipriniet izvēli.

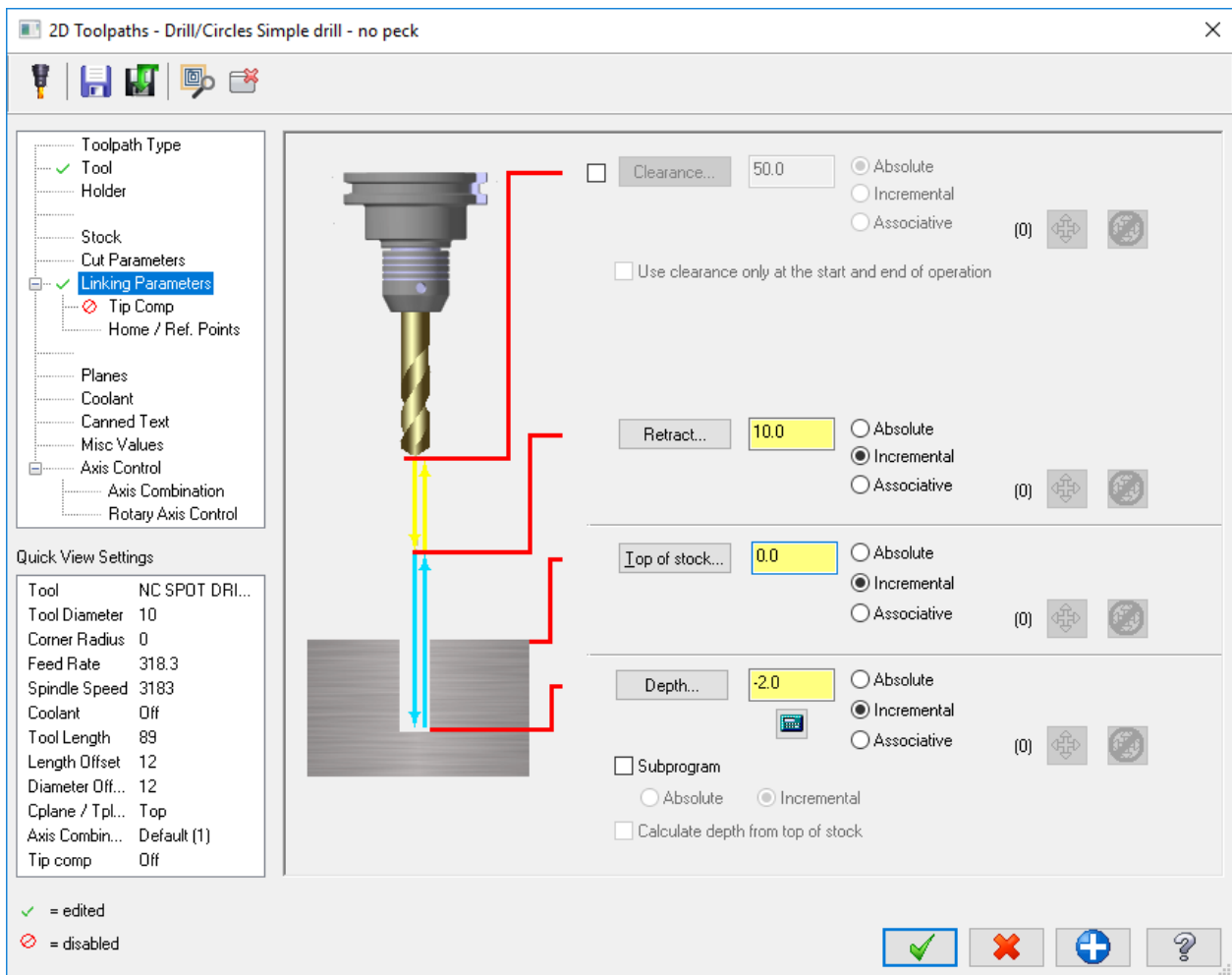
10. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.


11. Ievadiet **-2** kā **Depth**.

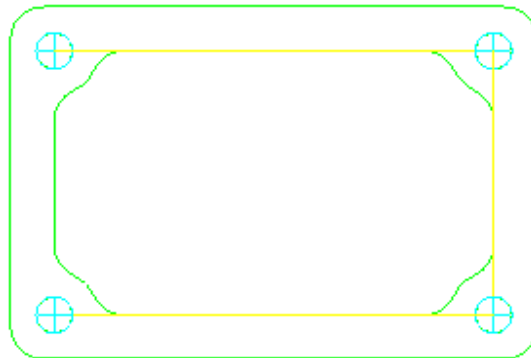
12. Izvēlieties **Incremental** variantu priekš **Retract, Top of Stock** un **Depth**.

Piezīme. Izvēloties **Incremental** variantu, tiek noteikts, ka šīs vērtības ir relatīvas attiecībā pret savirknēto ģeometriju. Tas nozīmē, ka tad, kad šī operācija tiks piemērota citai detaļai, *Mastercam* joprojām veiks urbšanu 2 mm dziļumā pat tad, ja caurums sākas citā Z dziļumā.

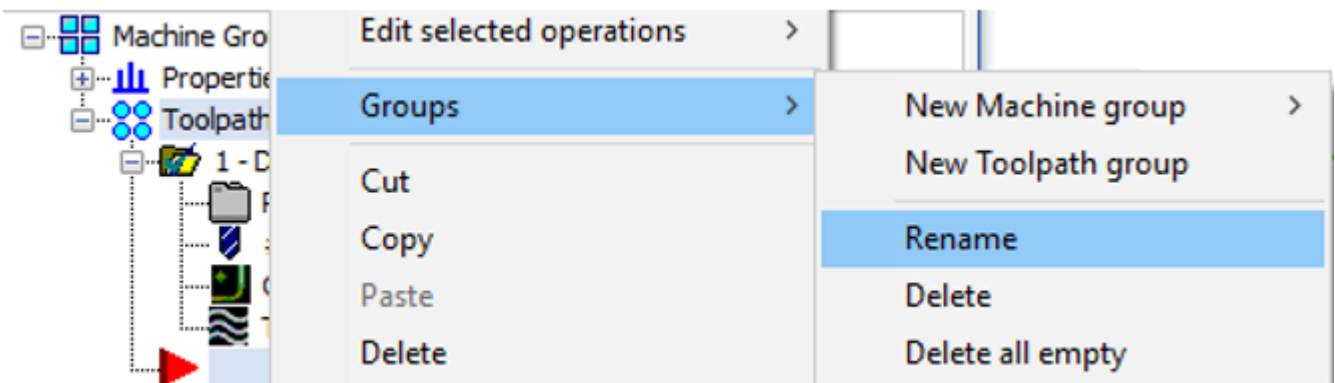
Pārējiem parametriem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



13. Izvēlieties . Urbšanas ceļš tiek attēlots, kā parādīts nākamajā attēlā.



14. Uzklīšķiniet labo peles pogu uz **Toolpath Group 1** un izvēlieties **Groups, Rename**.



15. Ierakstiet jaunu nosaukumu **Drill Operations** un nospiediet [Enter].

Urbšanas operācijas pievienošana

Tiks kopēta centru urbšanas operācija un rediģēti tās parametri, lai izveidotu urbšanas un vītnes iegriešanas operācijas. Šajā procedūrā tiks veidota urbšanas operācija.

Darbības

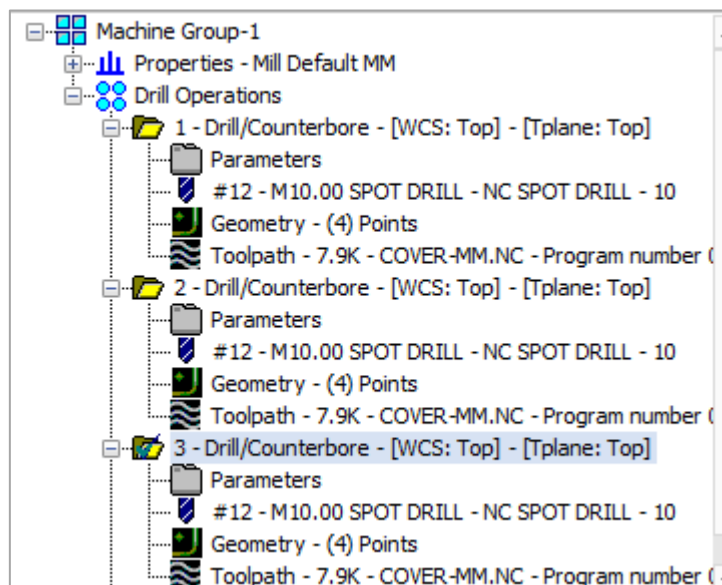


PIEZĪME

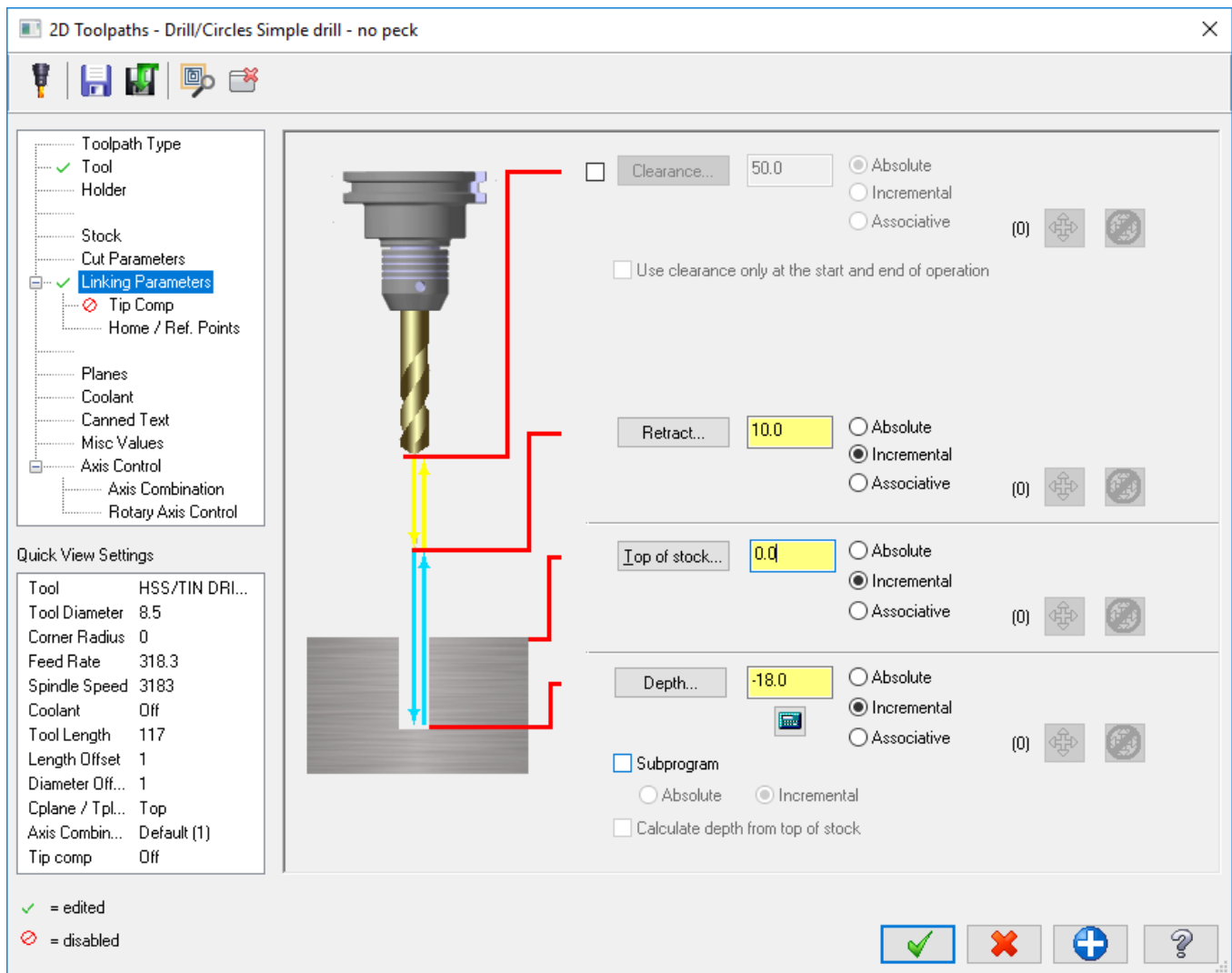
Lai kopētu un ievietotu operācijas, var spiest arī **[Ctrl + C]** un **[Ctrl + V]**.

1. Kad **Drill/Counterbore** operācija ir izvēlēta, uzklikšķiniet labo peles pogu baltajā laukumā zem tās un izvēlieties **Copy**.
2. Uzklikšķiniet labo peles pogu turpat atkal un izvēlieties **Paste**.

3. Atkārtojiet 1. un 2. darbības soli, lai izveidotu otru kopiju. Jābūt redzamām trīs operācijām, kā tas parādīts nākamajā attēlā.

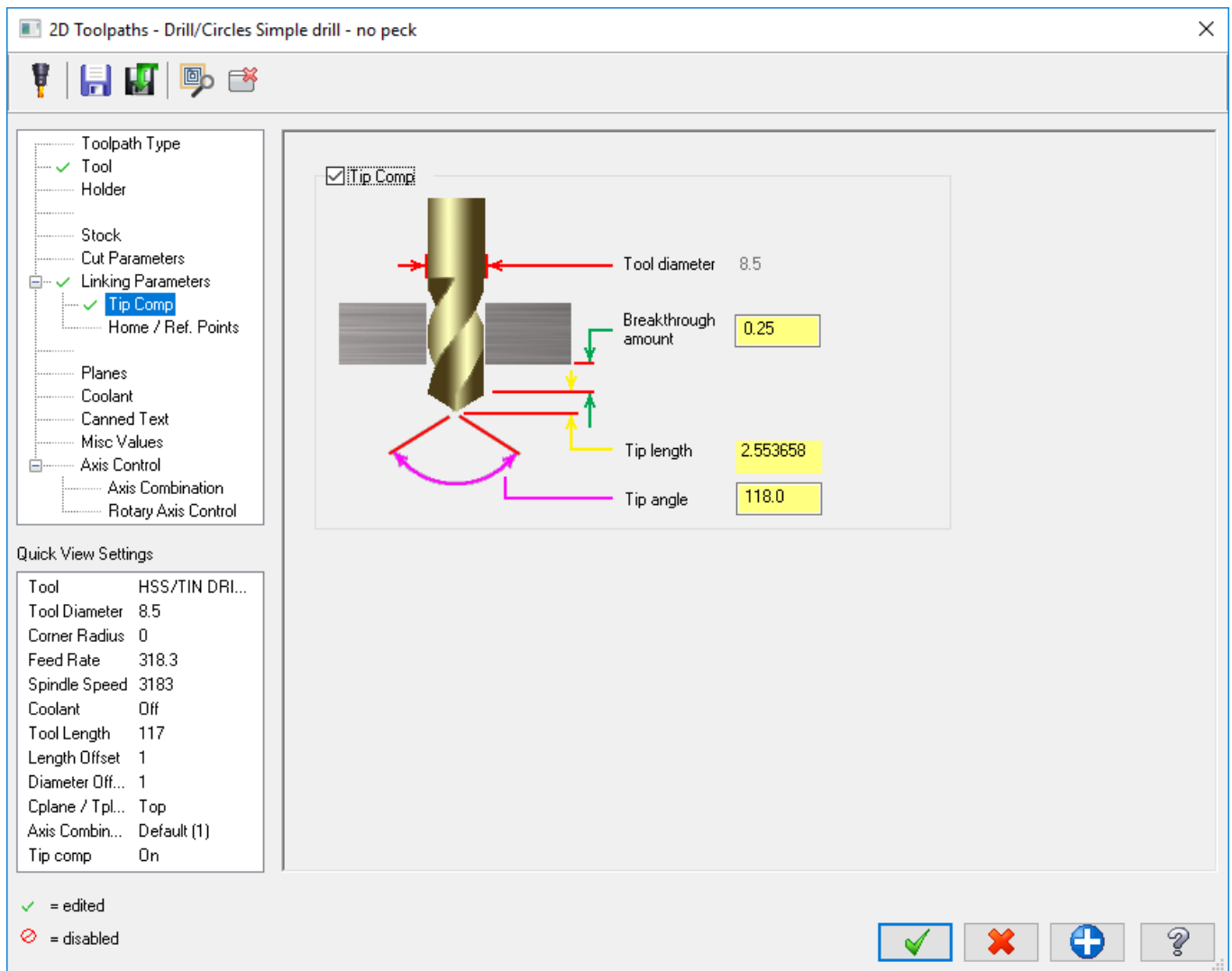


4. Otrai operācijai izvēlieties **Parameters** ikonu.
5. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi.
6. Izvēlieties **Select library tool**.
7. Izvēlieties **mill_mm.tooldb** bibliotēkas failu un **8.5. Drill HSS** no instrumentu bibliotēkas.
8. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

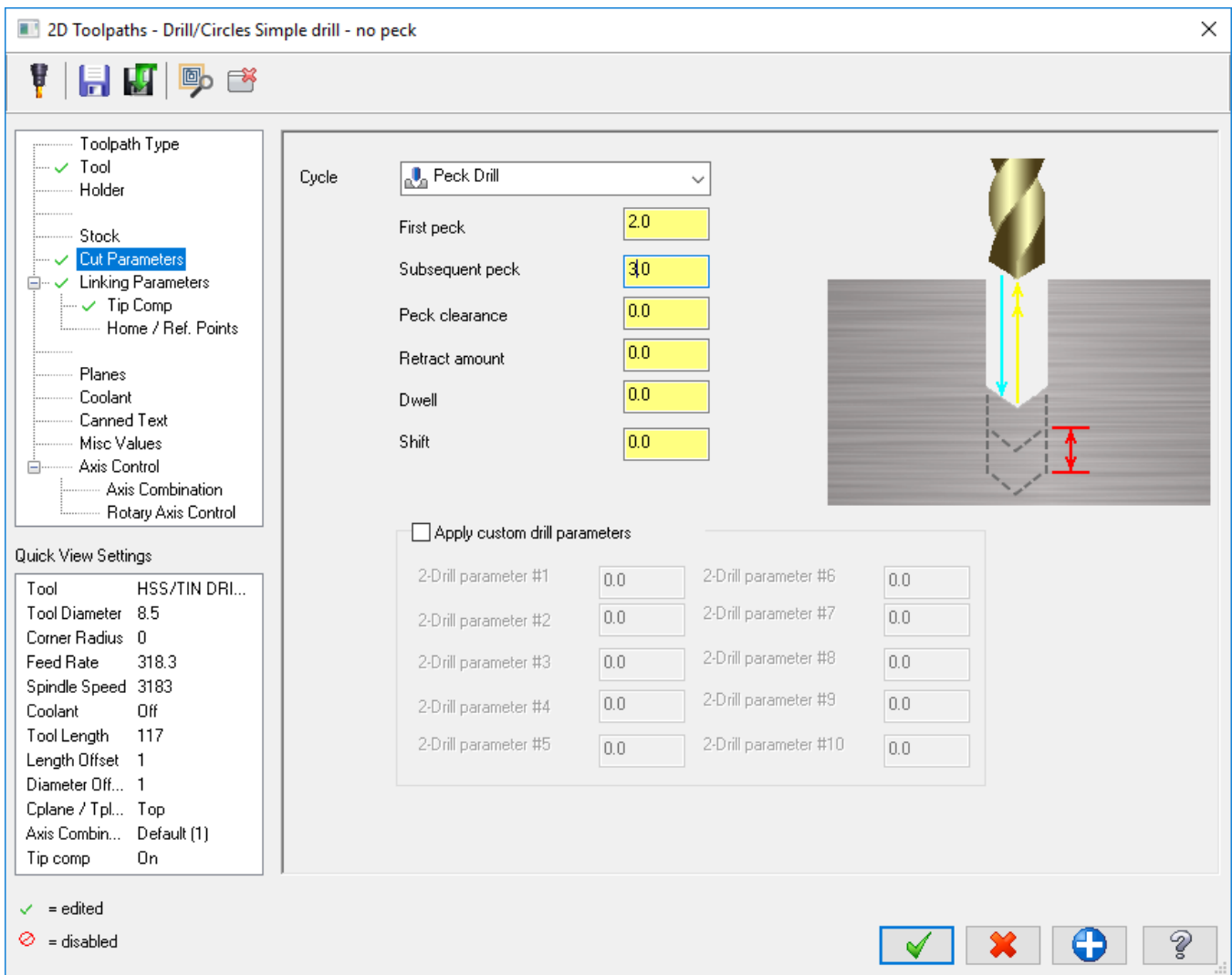


9. Izmainiet **Depth** uz **-18**.

10. Izvēlieties **Tip comp** lauku un iezīmes logu. Izvēle norāda uz instrumenta gala kompensācijas veidu, pievienojiet izskrejas lielumu.



11. Izvēlieties **Cut Parameters, Cycle** izmainiet uz **Peck drill** un ievadiet cikliskas urbšanas izmērus, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

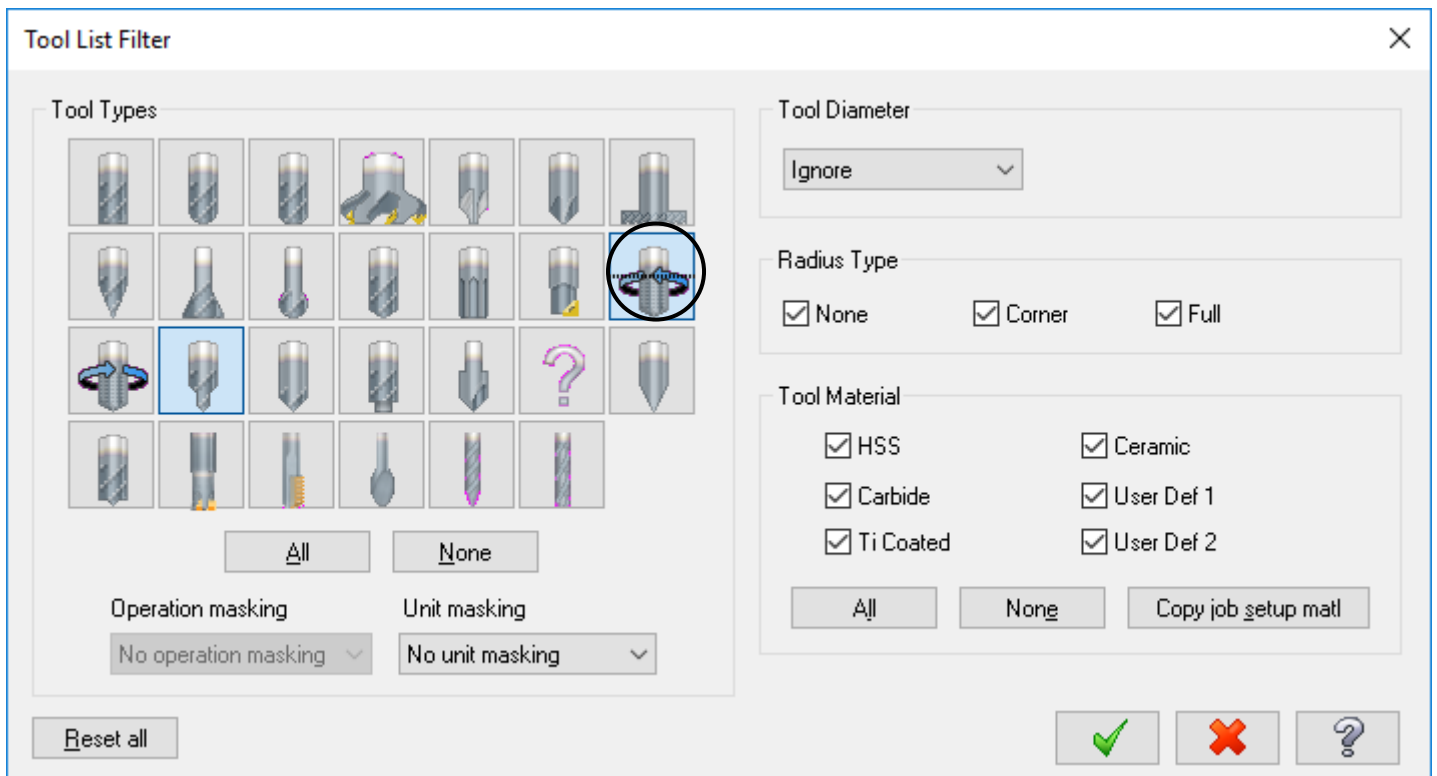


12. Izvēlieties .

Vītņošanas operācijas pievienošana

Darbības

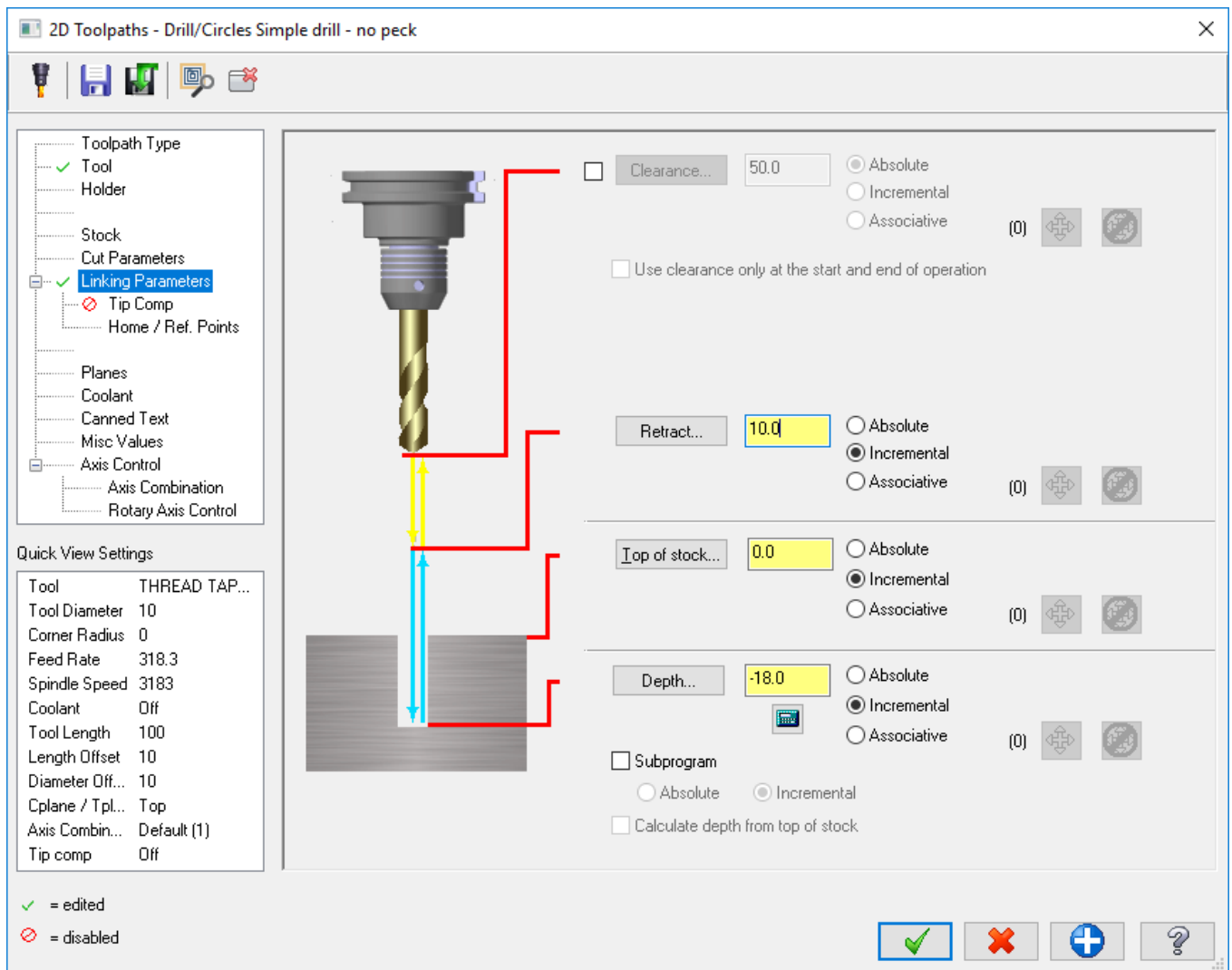
1. Trešajai operācijai izvēlieties **Parameters** ikonu.
2. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi.
3. Izvēlieties **Select library tool**.
4. Instrumentu bibliotēkā izvēlieties **M10 x 1.5** labās vītnes vītņurbī (**right-hand tap**). Izvēlieties **Tool Filter**, lai varētu izmantot **Tool List Filter**, kas palīdzēs atrast pareizo instrumentu.
5. Izvēlieties **None**.
6. Izvēlieties **Tap-RH** ikonu, kā parādīts nākamajā attēlā.



7. Izvēlieties .

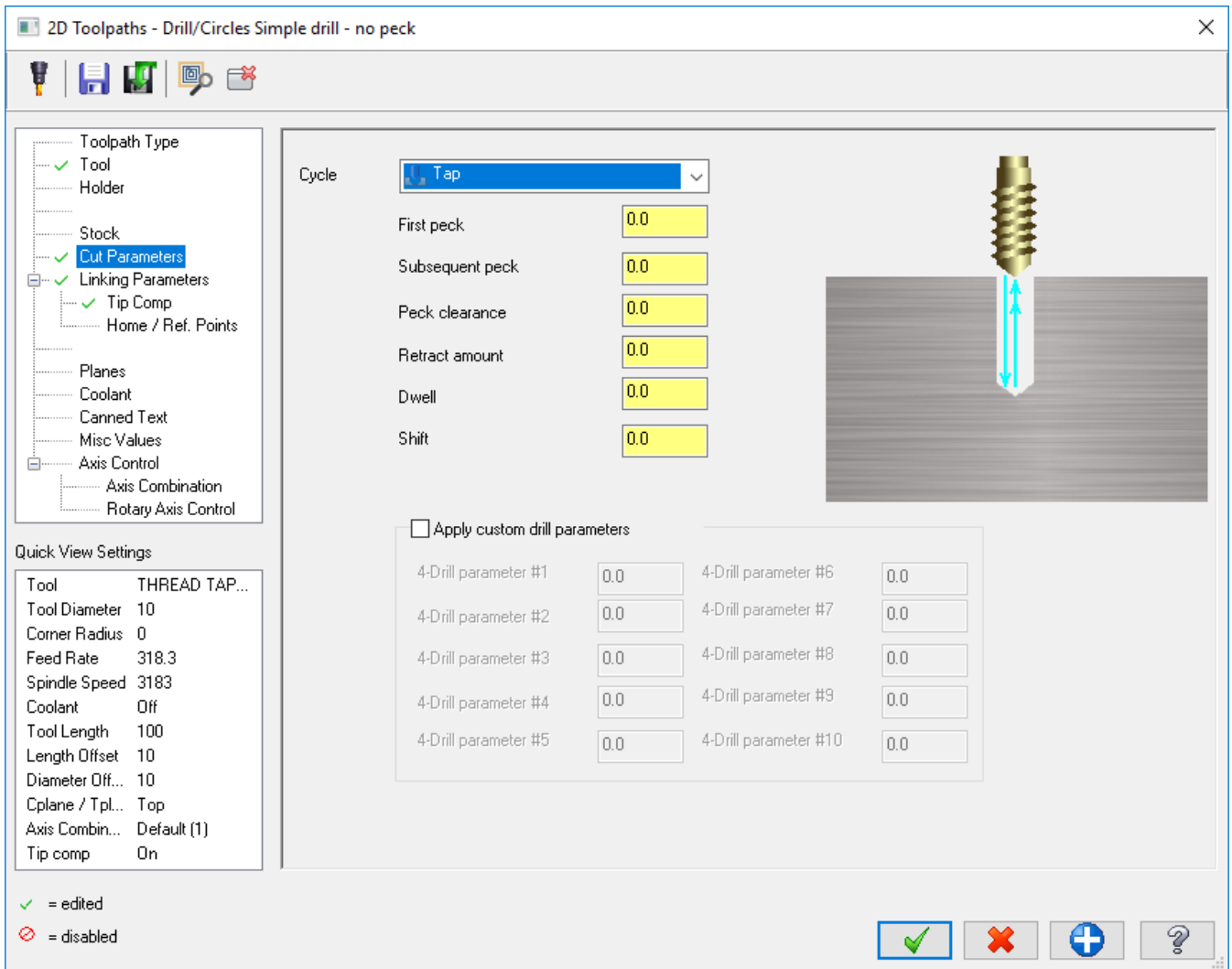
8. Izvēlieties **Thread Tap 10 x 1.5 (Right Hand tap)**, tad .

9. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi. Izmainiet **Depth** uz **-18**.

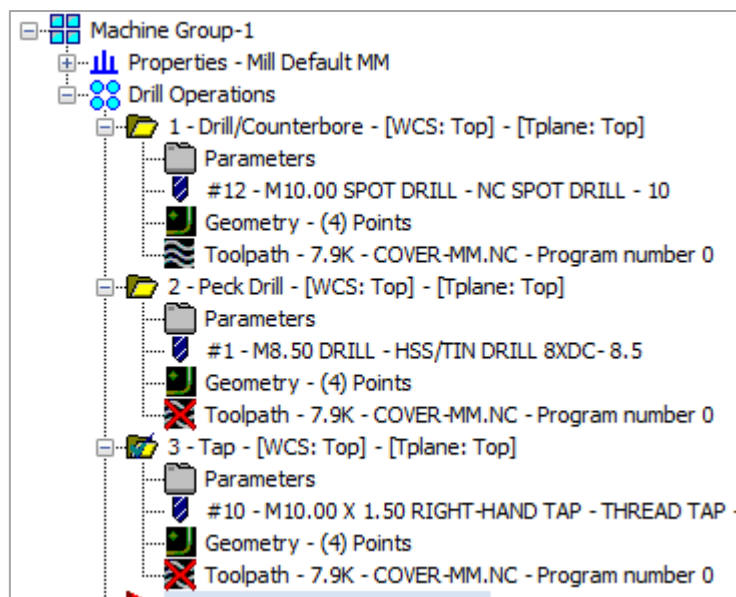


10. Izvēlieties **Tip comp** dialoga lappusi un iezīmes logu.

11. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi, izmainiet **Cycle** uz **Tap**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo dialoga lauku.



12. Izvēlieties . Operāciju sarakstā tagad jābūt trim operācijām (skatīt nākamo attēlu).

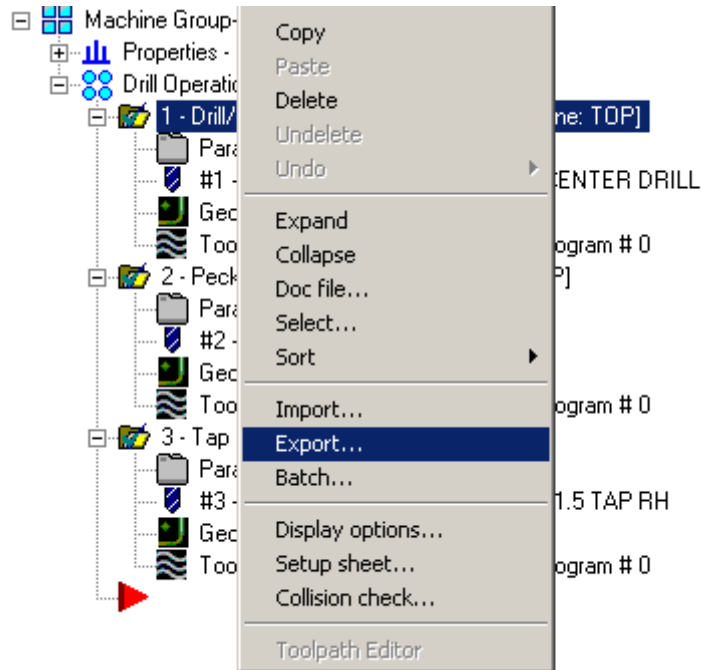


13. Izvēlieties **Select all operations**, **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu jaunās operācijas.

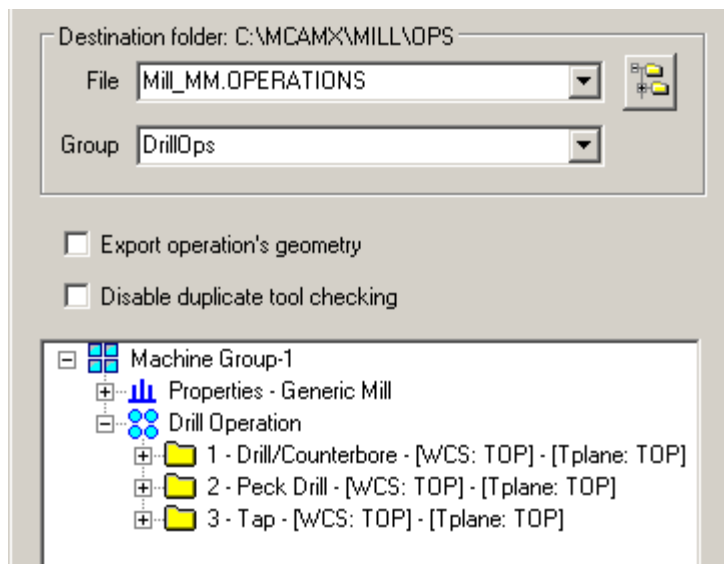
Urbšanas operāciju saglabāšana bibliotēkā

Darbības

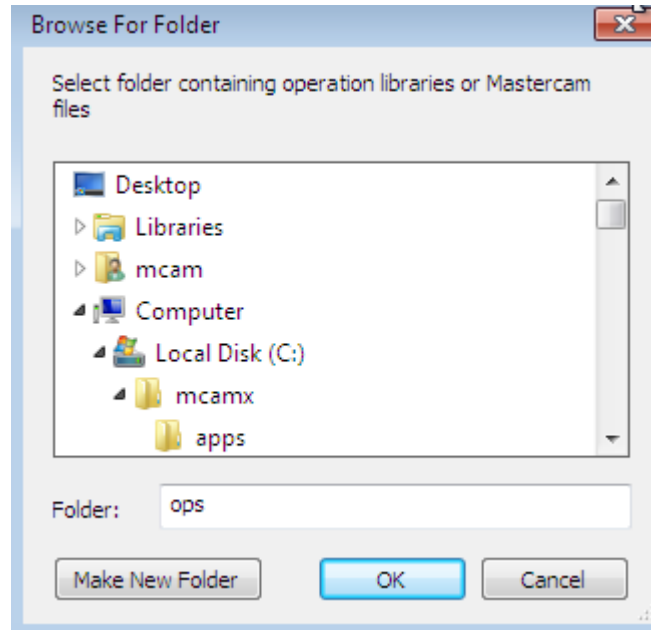
1. Uzklīkšķiniet labo peles pogu operāciju saraksta logā un izvēlieties **Export**. Pārliecinieties, ka visas operācijas ir izvēlētas.



2. **Group** laukā ievadiet vārdu **DrillOps** (skatīt nākamo attēlu) un uzklīkšķiniet ikonu pa labi no **File** lauka.



3. Uzklīkšķiniet uz **Make New Folder** un izveidojiet mapi savā darba diskā.



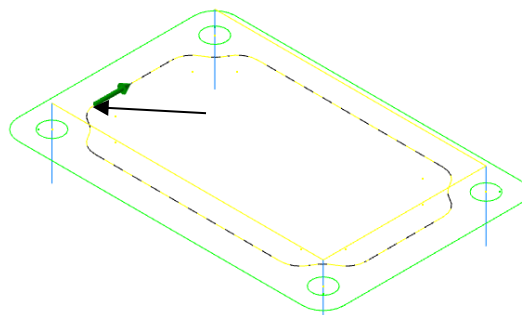
4. Izvēlieties . Operācijas tagad ir saglabātas bibliotēkā.

Padziļinājuma instrumenta trajektorijas veidošana

Šajā vingrinājumā tiks veidota instrumenta trajektorija padziļinājuma apstrādei. Tāpat kā urbšanas operācijai, arī te pieauguma (**incremental**) vērtības tiks noteiktas kā apstrādes dziļums, lai tās varētu vieglāk izmantot citai detaļai.

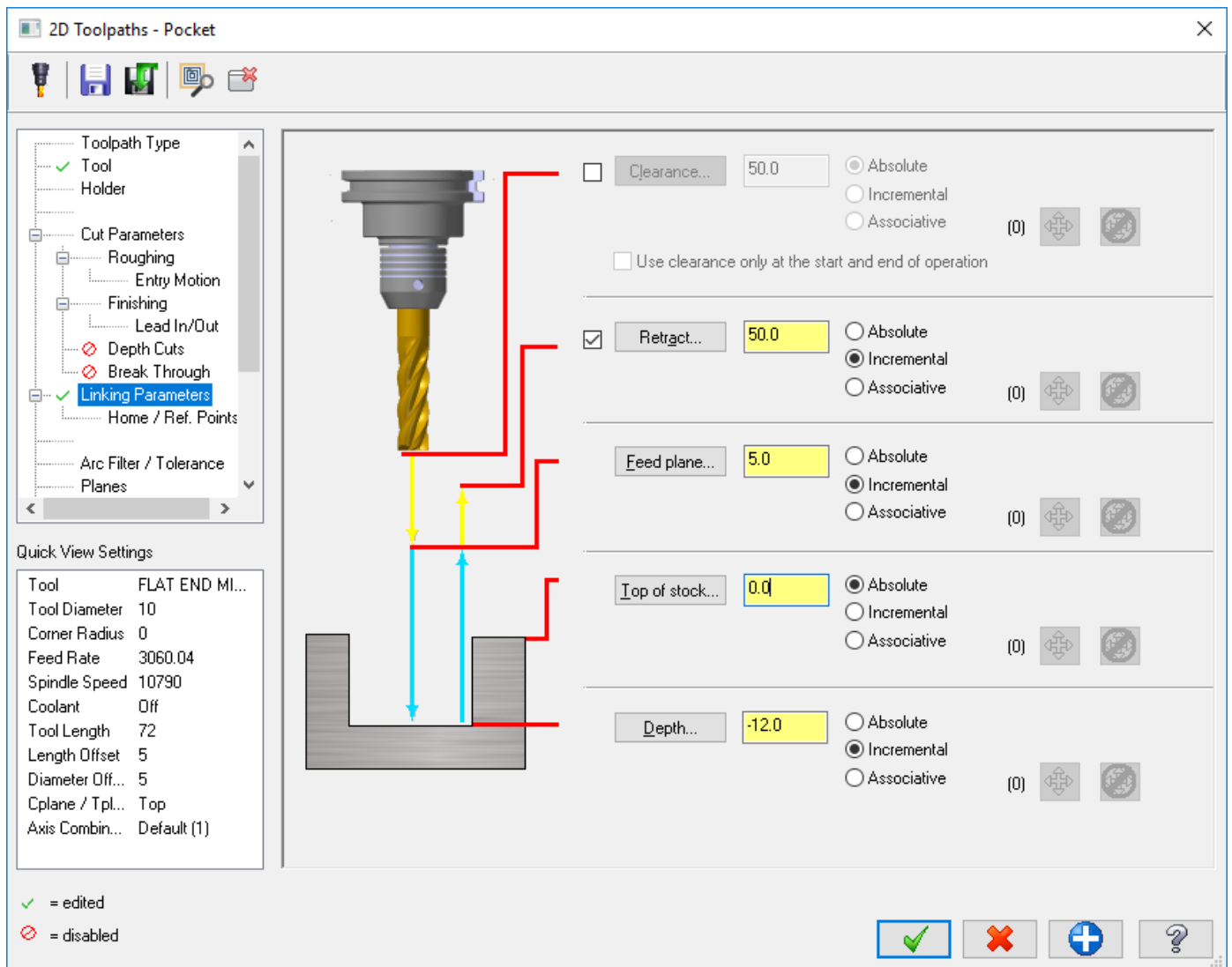
Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju saraksta logā un izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**.
2. **Chaining** logā iezīmējiet **C-plane** un **Chain**, izvēlieties padziļinājuma robežu novietojumā, kā tas parādīts nākamajā attēlā.



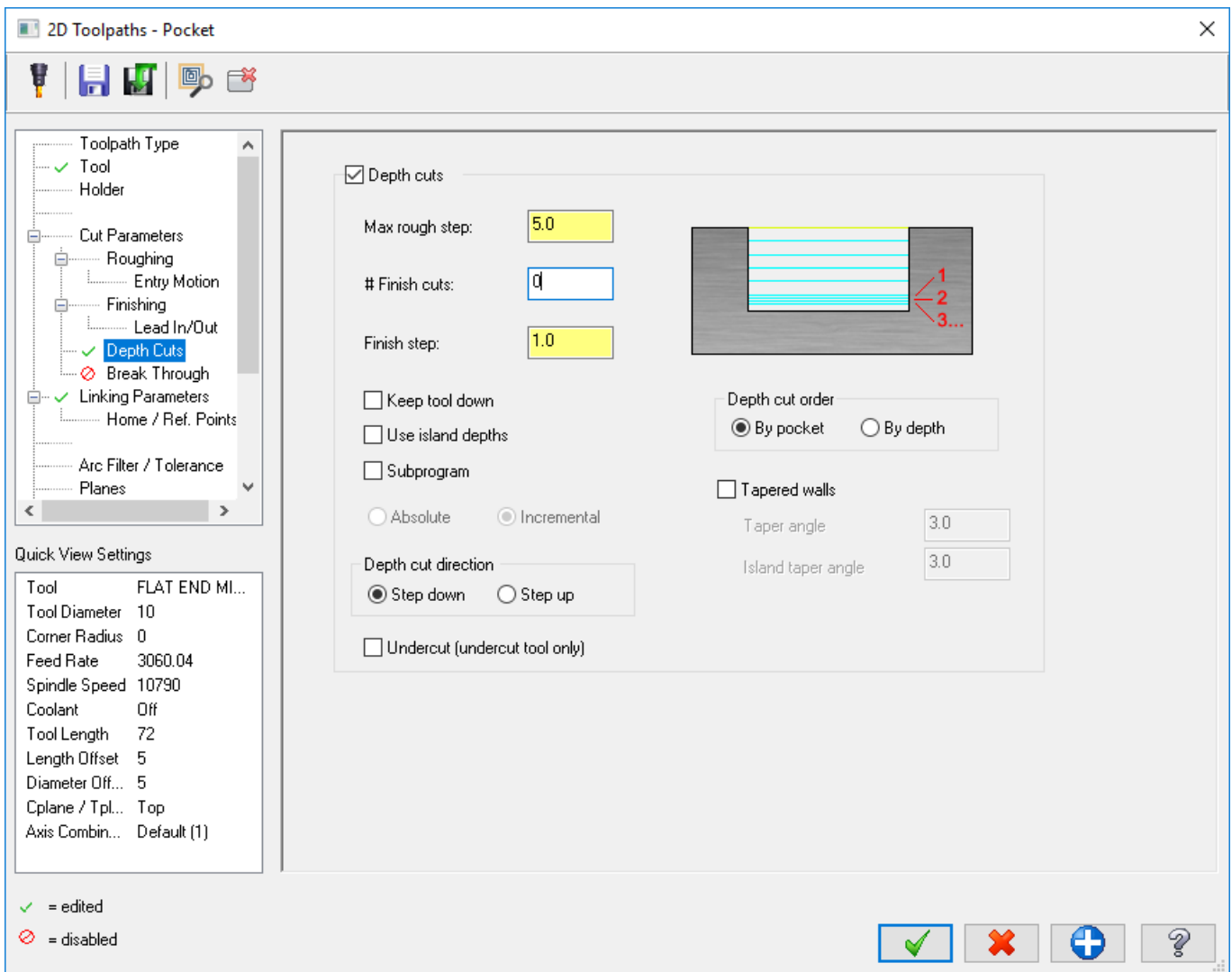
3. Izvēlieties .

4. Izvēlieties **10. flat endmill HSS** no instrumentu bibliotēkas.
5. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
6. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



7. Izvēlieties **Depth cuts** dialoga lappusi un iezīmju logu.

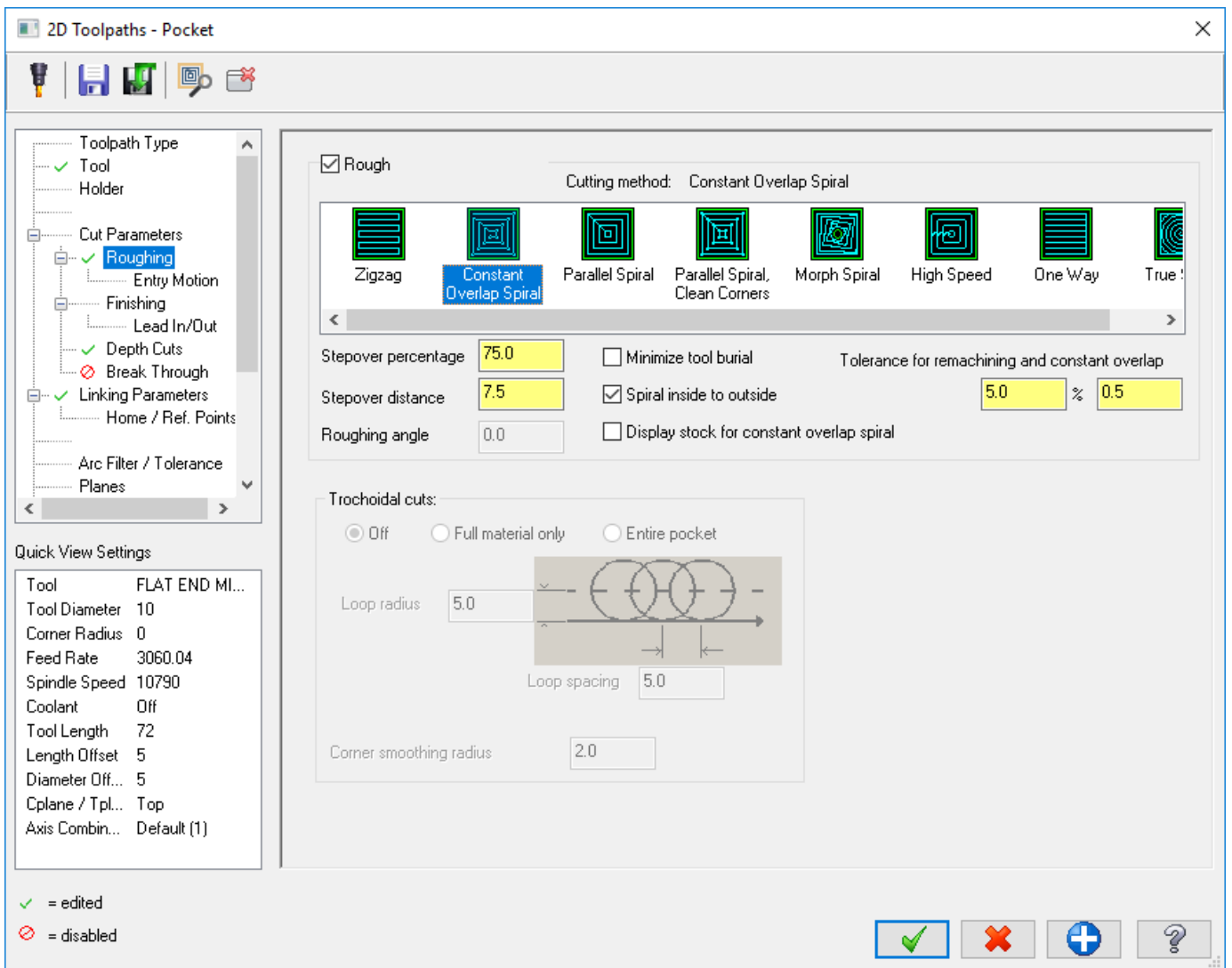
8. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



Piezīme. **Depth cut order - By pocket** iestatījums nozīmē, ka tad, kad šajā operācijā tiks virknēti vairāki padziļinājumi, katrs padziļinājums pirms instrumenta kustības uz nākamo padziļinājumu tiks pilnīgi apstrādāts.

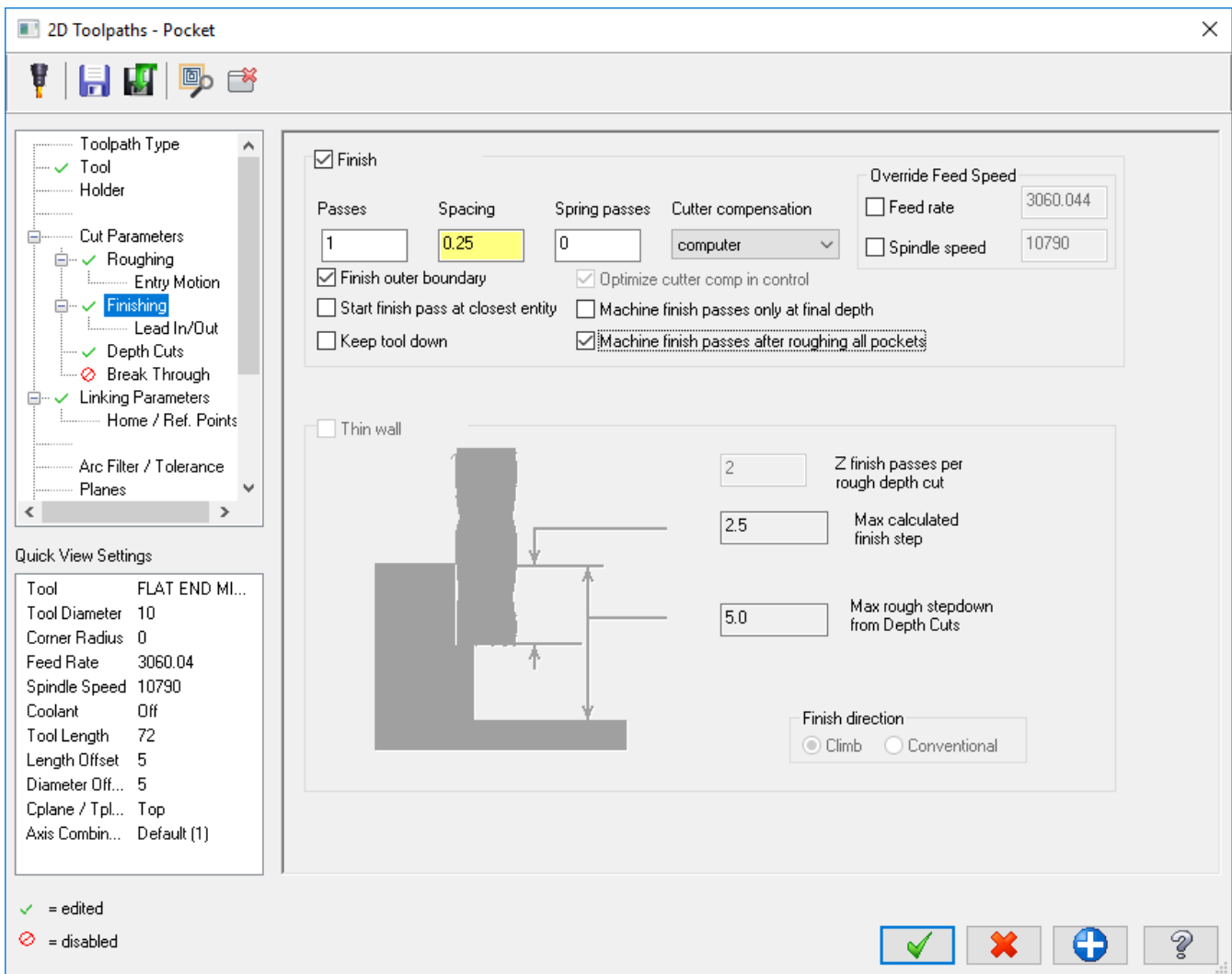
9. Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.

10. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



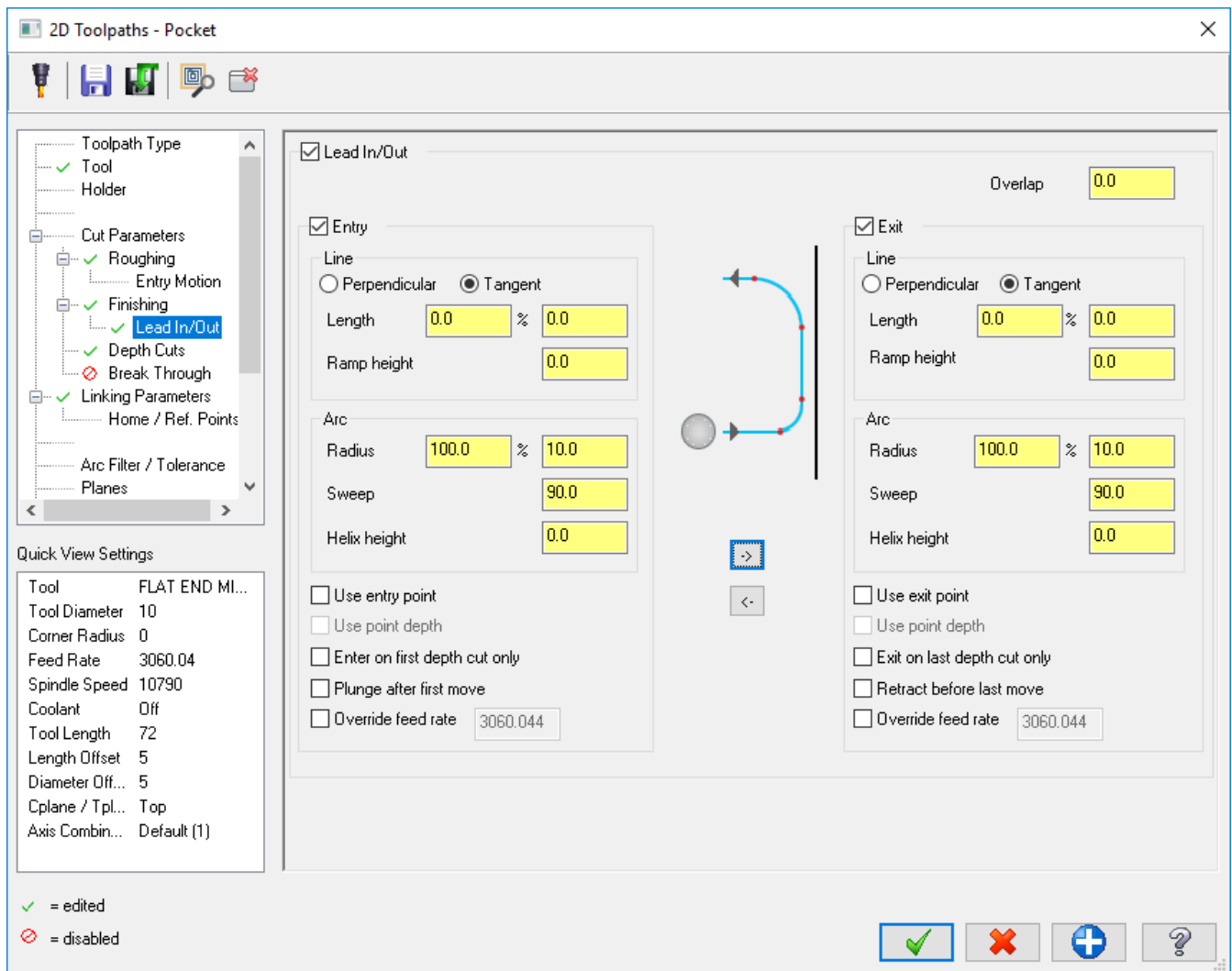
11. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi.


12. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

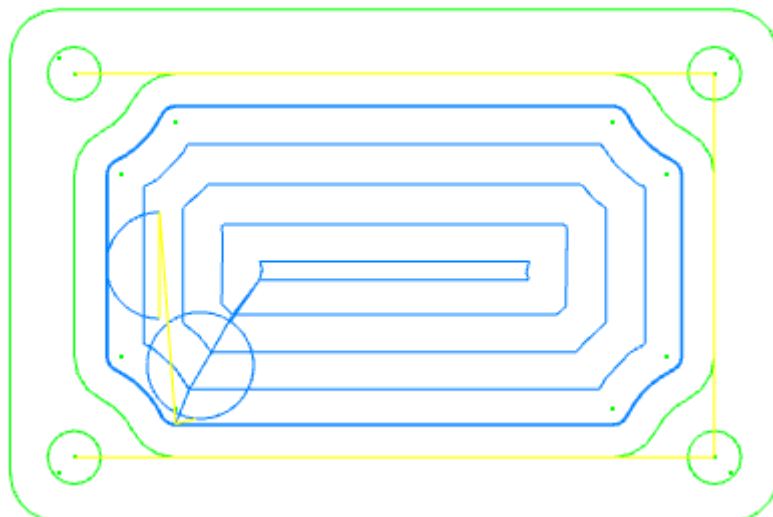


13. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga dialoga lappusi.

14. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

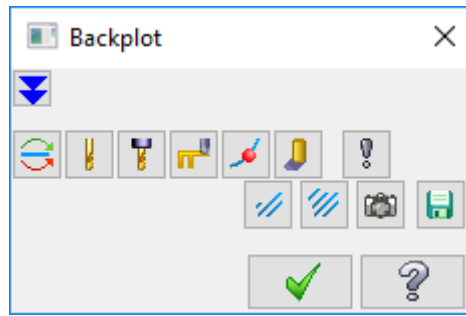


15. Izvēlieties . Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

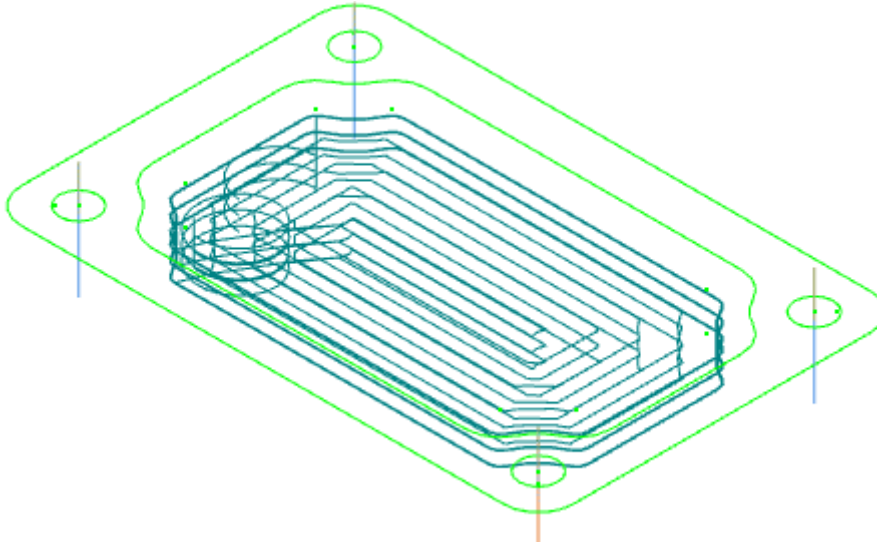


16. Izvēlieties **Select all operations, Backplot selected operations.**

17. Izvēlieties **Isometric** pogu no izvēlnes un atslēdziet **Quick Verify.**



18. Nospiediet **Run**, lai ietu pa instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



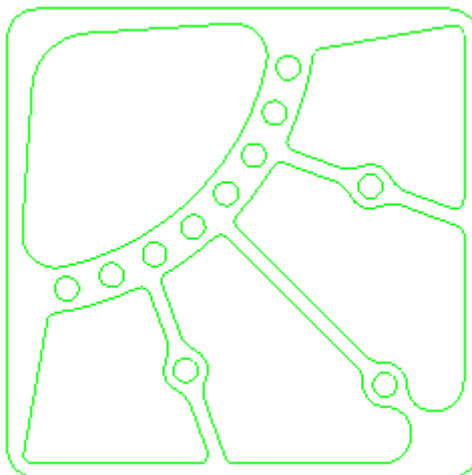
19. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiet failu savā darba mapē kā *vaka_iedobe.emcam*.

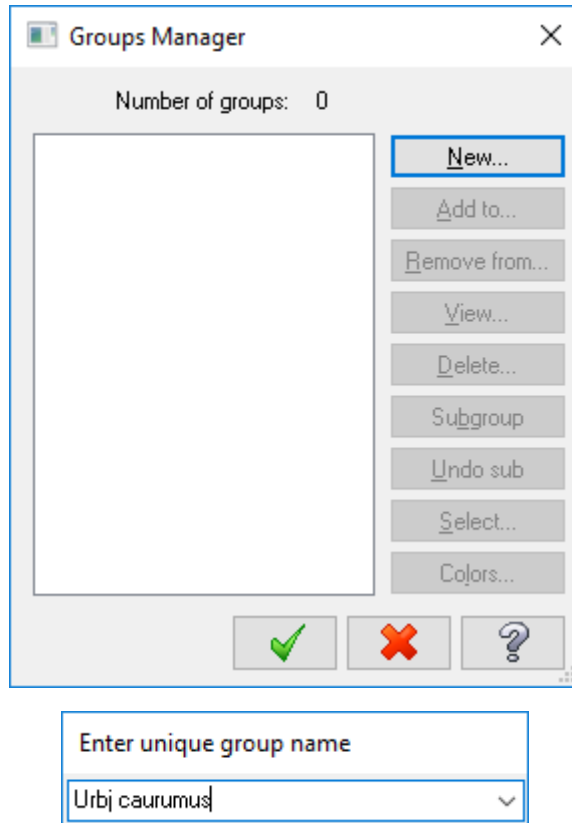
OPERĀCIJAS IMPORTĒŠANA

Šajā vingrinājumā jāapstrādā caurumus un padziļinājumus detaļā ar instrumenta trajektorijas parametriem, kuri ir līdzīgi iepriekšējam vingrinājumam. No operāciju bibliotēkas būs nepieciešams importēt urbšanas operācijas un padziļinājuma operāciju.

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet failu *vaks2.emcam*. Tam jāizskatās kā nākamajā attēlā.




2. Izvēlieties **Groups/New**.

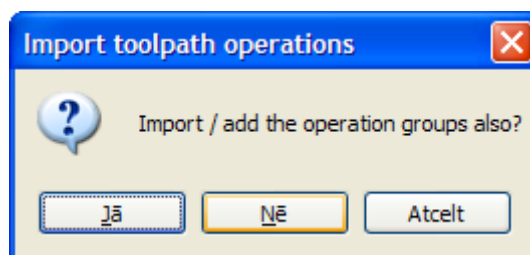
3. *Mastercam* aicina ievadīt grupas nosaukumu. **Enter unique group name** laukā ierakstiet nosaukumu **Urbj caurumus** un nospiediet [Enter].

Urbšanas operāciju importēšana

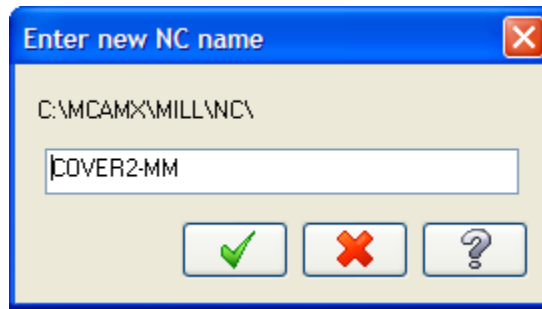
No iepriekšējā vingrinājumā izveidotās bibliotēkas tiks importētas urbšanas operācijas, tad katra operācija tiks izmantota caurumu grupai.

Darbības

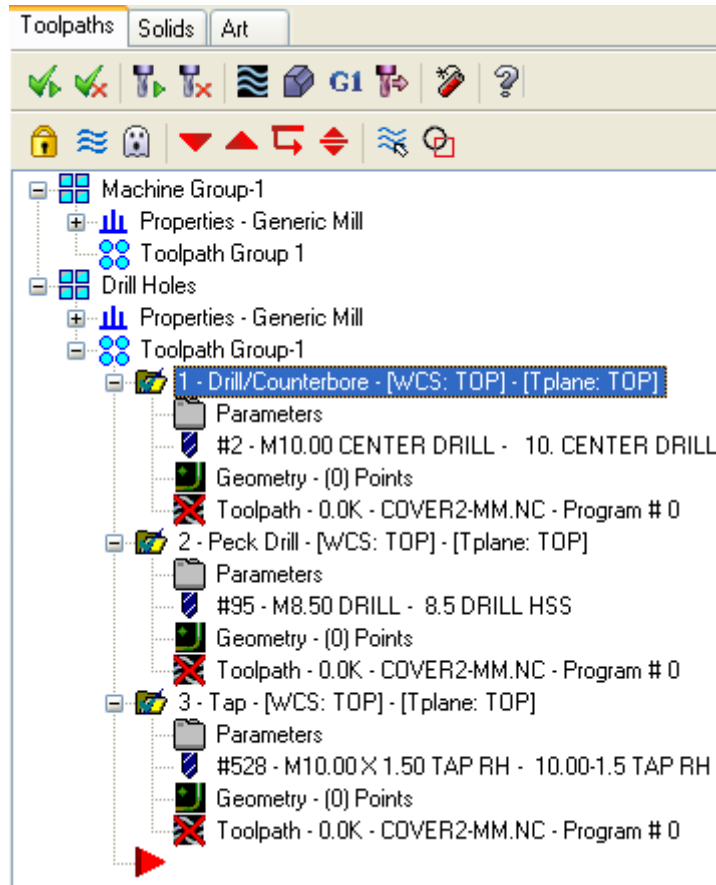
1. Ieklikšķiniet labo peles pogu tukšajā operāciju saraksta laukumā un izvēlieties **Import**.
2. Izvēlieties grupu **Urbj caurumus**, lai visas operācijas grupā iekrāsotos ar zilu iezīmi.
3. Izvēlieties .
4. Nākamajā paziņojuma logā izvēlieties **No (Nē)** (skatīt nākamo attēlu).



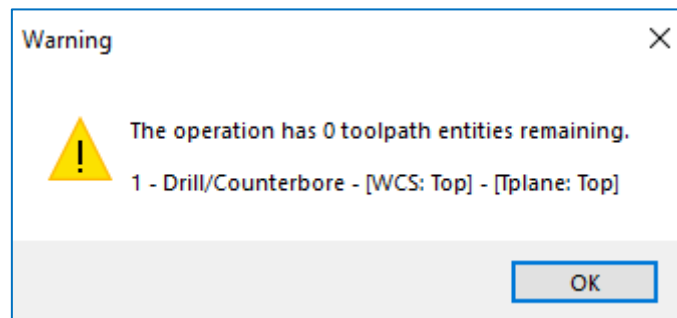
5. Apstipriniet esošo vai ierakstiet jaunu faila nosaukumu.



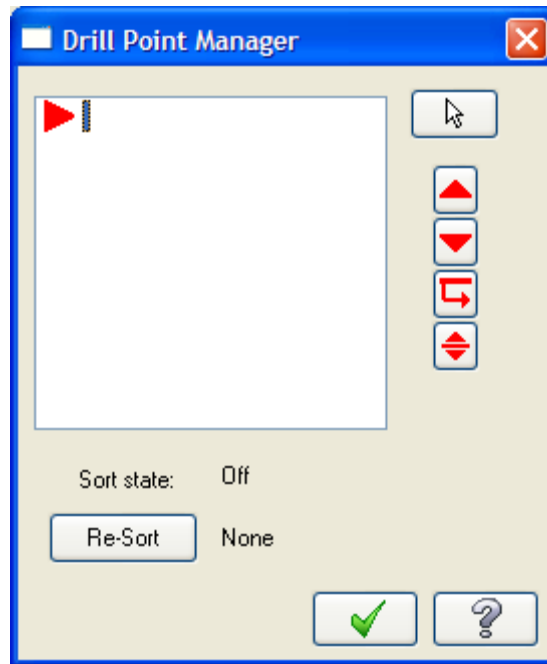
6. Operāciju sarakstam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



7. Katrai no šīm operācijām var redzēt **Geometry - (0) points**. Tas nozīmē, ka neviens no ģeometrijas punktiem nav sasaistīts ar kādu urbšanas operāciju. Lai pievienotu urbšanas punktus pirmajai urbšanas operācijai, izvēlieties **Geometry** ikonu. Parādās brīdinājums (skatīt nākamo attēlu).




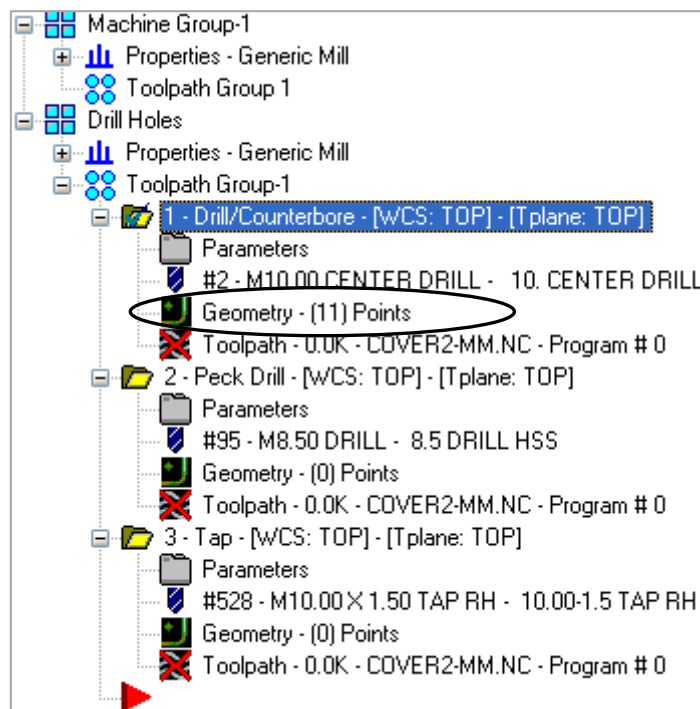
Apstipriniet to un ieklikšķiniet labo peles pogu tukšajā laukā (skatīt nākamo attēlu).



8. Izvēlieties **Add pts, Entities**.

9. Iezīmējiet visus caurumus pēc kārtas.

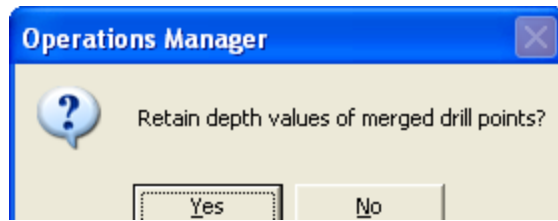
10. Nospiediet [**Enter**], divas reizes izvēlieties . Operāciju sarakstā var redzēt 11 jaunus caurumus.



11. Lai ātri pievienotu tos pašus caurumus citām operācijām, uzklikšķiniet uz 1. operācijas **Geometry** ikonas un uzvelciet to virs **Geometry** ikonas 2. operācijai.

12. Izvēlieties **Replace** no izvēlnes.

13. Izvēlieties **Yes** uz paziņojuma loga (skatīt nākamo attēlu).



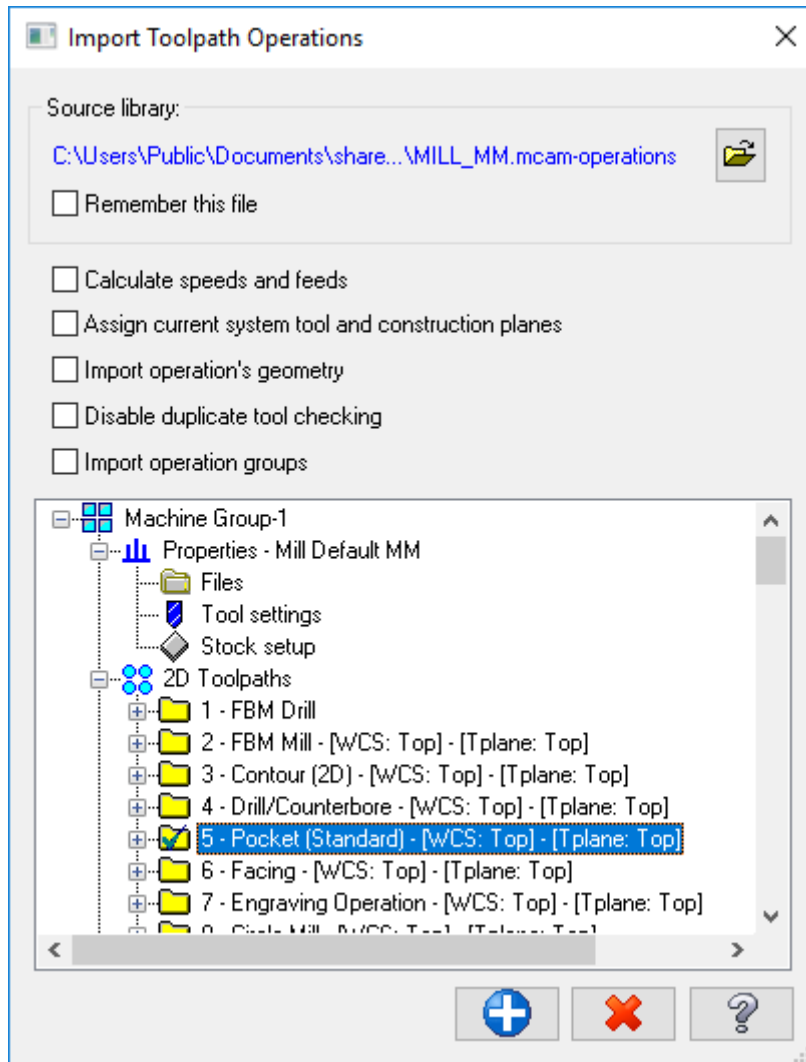
14. 3. operācijai atkārtojiet 11 līdz 13. darbības soli.

15. Izvēlieties **Select all operations, Regenerate all selected operations.** *Mastercam* reģenerē urbšanas instrumenta trajektorijas ar pievienotiem jauniem caurumiem.

Padziļinājumu veidošanas operācijas importēšana

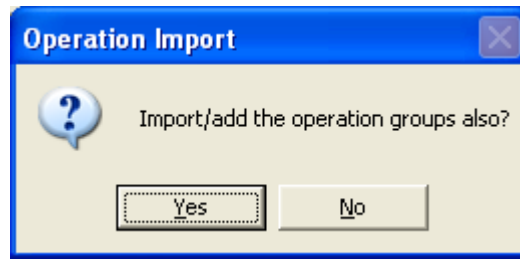
Darbības

1. Labo peles pogu uzklikšķiniet uz operāciju saraksta un izvēlieties **Import.**
2. Izvēlieties **Pocket Standard** operāciju (skatīt nākamo attēlu).

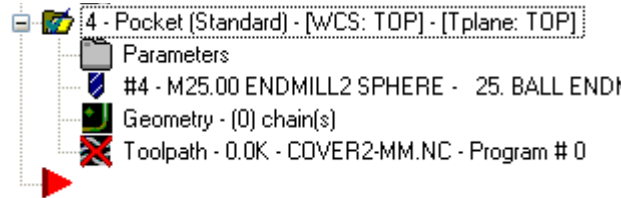


3. Izvēlieties .

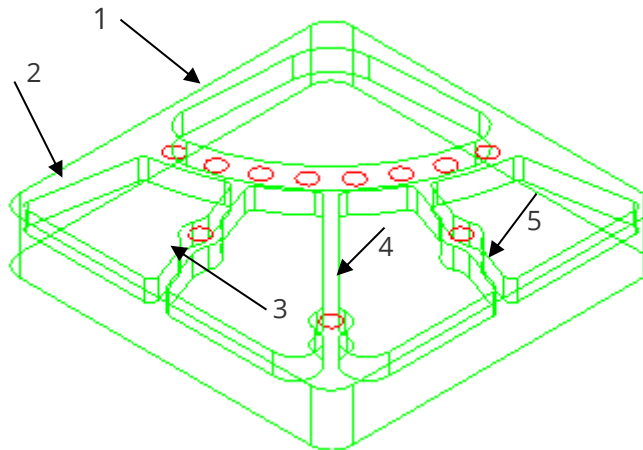
4. Izvēlieties **No** uz paziņojuma loga (skatīt nākamo attēlu).




Vajadzētu būt redzamam, ka **Pocket** operācija ir pievienota operāciju sarakstam.

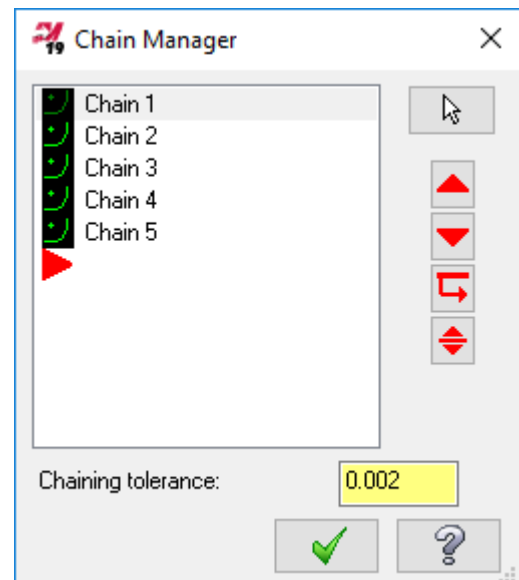



5. Mazliet zemāk aiz **Pocket** operācijas izvēlieties **Geometry** ikonu.
6. Uzklīkšķiniet labo peles pogu uz **Chain Manager** dialoga lauka un izvēlieties **Add chain**.
7. Pārslēdzieties uz **Isometric** skatu, lai varētu skaidrāk redzēt padziļinājumu virspusi un dibenu.
8. Izvēlieties padziļinājumus novietojumos un tādā secībā, kā parādīts nākamajā attēlā.

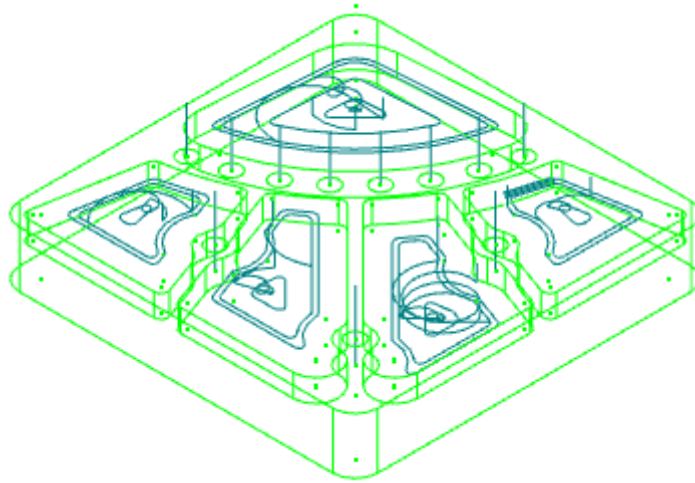


Padoms. Pārlicinieties, ka katram padziļinājumam izvēlaties augšējo, nevis apakšējo robežu.

9. Izvēlieties . **Chain Manager** tagad parāda piecas nupat pievienotās virknes.



10. Izvēlieties , tad **Regenerate all selected operations**. Pabeigta instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



11. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *importa_jedobes.emcam*.

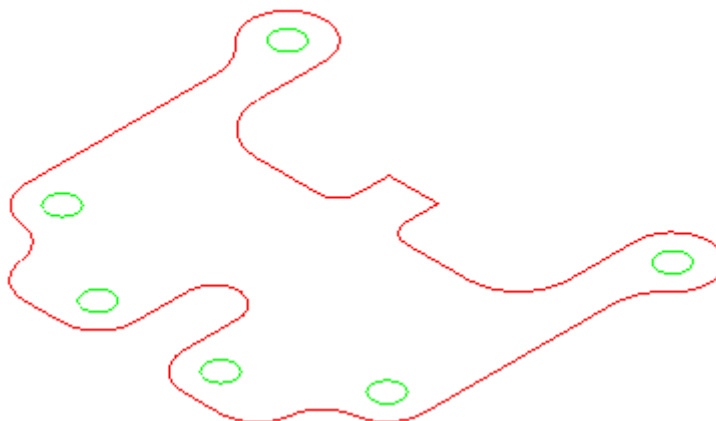
APAKŠPROGRAMMU LIETOŠANA

Apakšprogramma ir daļa no NCI faila, kuru atkārtoti lieto dažādās vietās, tādējādi samazinot faila izmēru un arī NC programmas izmērus, to panāk, postējot *Mastercam* failā izveidotās operācijas. Detaļa šajā vingrinājumā izmanto kontūras iegriešanas dziļumā. Tā kā instrumenta kustība visos dziļumos ir vienāda, tiks veidota apakšprogramma vienam griešanas gājienam, kuru *Mastercam* izmantos katrā dziļumā. Apakšprogrammas var arī izmantot padziļinājuma iegriešanai, instrumenta trajektorijās frēzēšanai pa aploci, urbšanas instrumenta trajektorijās un pārbīdes instrumenta trajektorijās.

Faila atvēršana un instrumenta ceļa ģenerēšana

Darbības

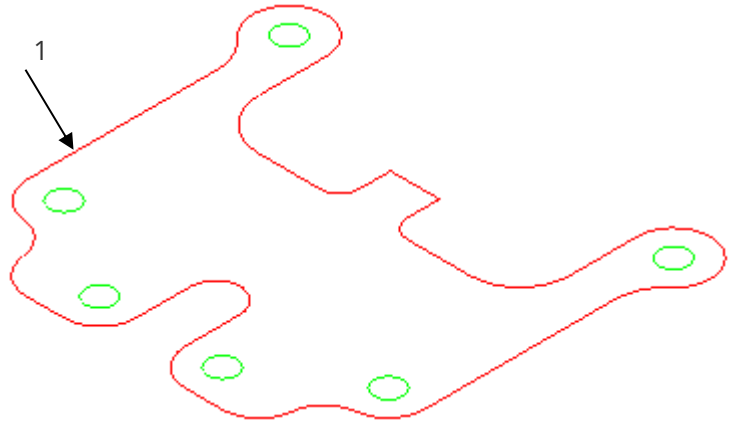
1. Savā darba mapē atveriet *apaksprogr.emcam*. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



2. Galvenajā izvēlnē izvēlieties **Machine, Mil, Default**.

3. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Contour**.

4. Virknējiet kontūru novietojumā 1, kā parādīts nākamajā attēlā. Pārliecinieties, ka bultiņa vēršas pulksteņrādītāja kustības virzienā. Ja tas tā nav, izvēlieties **Reverse**.



5. Izvēlieties .

6. Izvēlieties **20 mm flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.

7. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

8. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

2D Toolpaths - Contour

Toolpath Type: Tool, Holder

Cut Parameters: Depth Cuts, Lead In/Out, Break Through, Multi Passes, Tabs, Linking Parameters, Home / Ref. Points

Arc Filter / Tolerance: Planes: Coolant:

Quick View Settings:

Tool	FLAT END MI...
Tool Diameter	20
Corner Radius	0
Feed Rate	2870.14
Spindle Speed	5395
Coolant	Off
Tool Length	104
Length Offset	5
Diameter Off...	5
Cplane / Tpl...	Top
Axis Combin...	Default (1)

Clearance...: 50.0 (Absolute, Incremental, Associative) (0)

Use clearance only at the start and end of operation:

Retract...: 50.0 (Absolute, Incremental, Associative) (0)

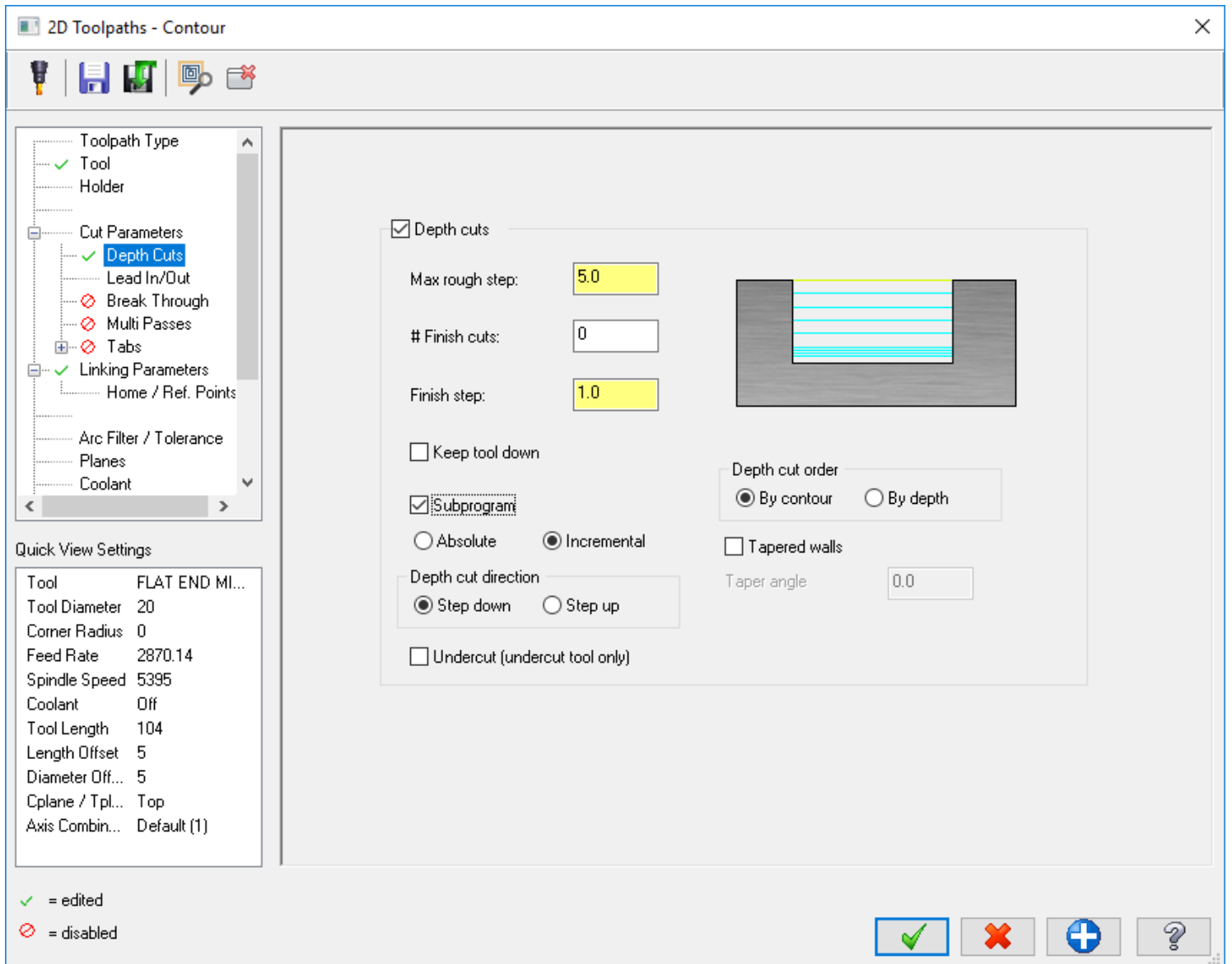
Feed plane...: 10.0 (Absolute, Incremental, Associative) (0)

Top of stock...: 0.0 (Absolute, Incremental, Associative) (0)

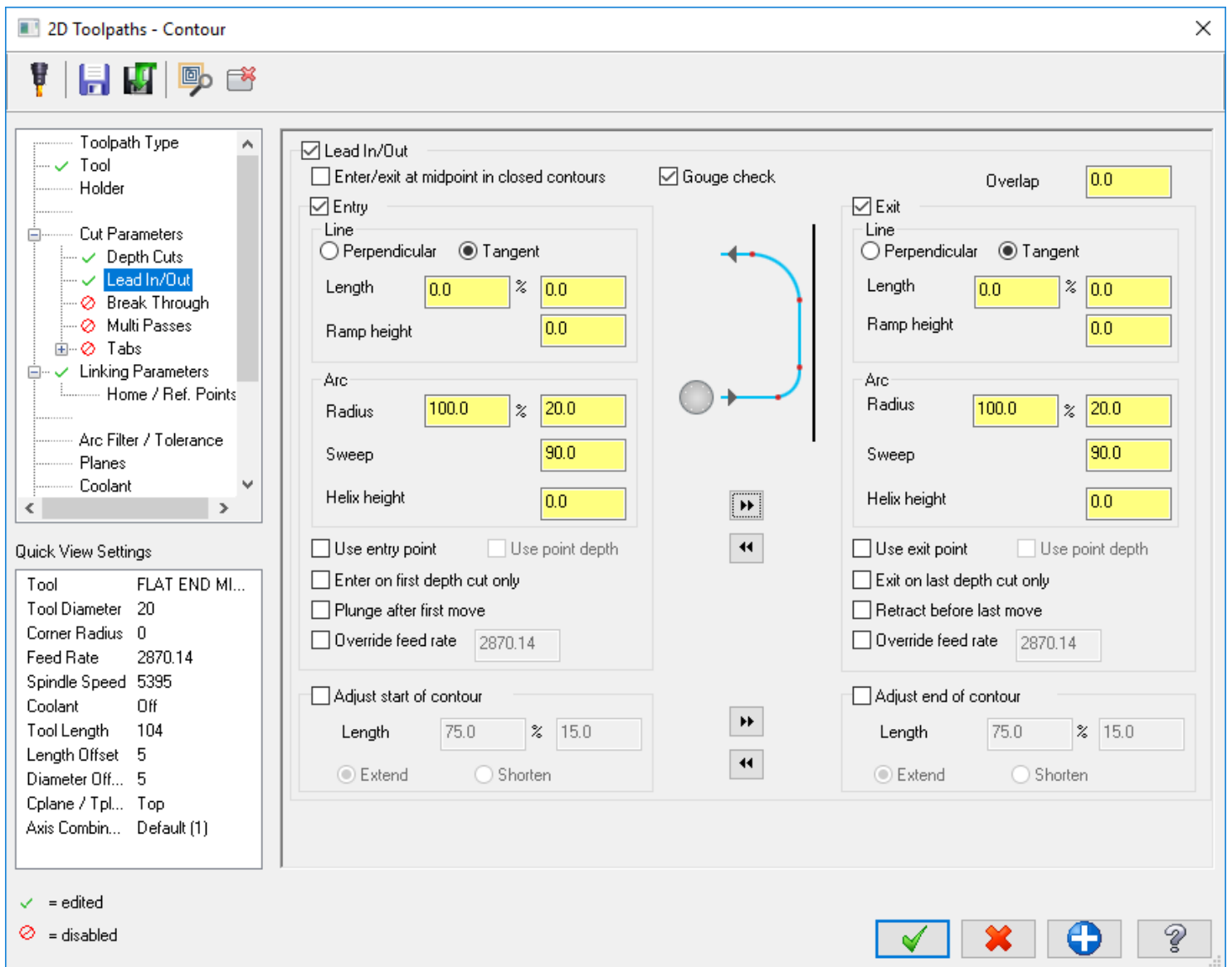
Depth...: -12.0 (Absolute, Incremental, Associative) (0)

Legend: = edited, = disabled

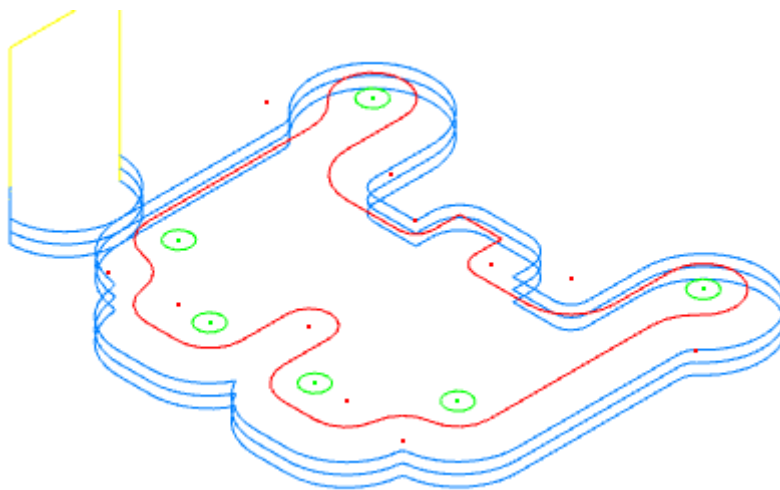
9. Izvēlieties **Depth cuts** dialoga lappusi un iezīmju logu.
10. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



11. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi un iezīmju logu.
12. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



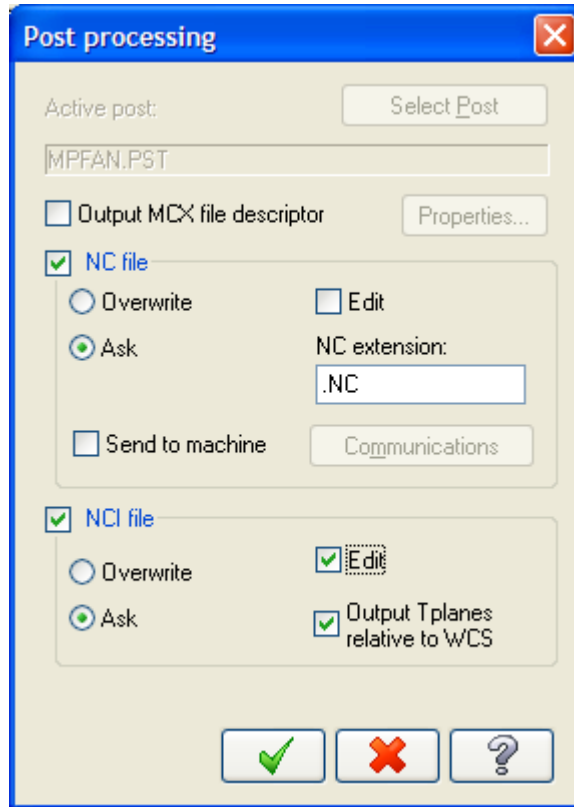
13. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



Operācijas postēšana un NC faila apskats

Darbības

1. Izvēlieties **Post selected operations (G1)**.
2. Iezīmējiet pogas, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



3. Izvēlieties .

4. Izvēlieties **Save**, lai saglabātu NCI failu kā *subprogram.nci*. Mastercam attēlo NC failu noklusējuma teksta redaktorā. NC failam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

```

%
00000
(PROGRAM NAME - SUBPROGRAM)
( DATE=DD-MM-YY - 24-10-06 TIME=HH:MM - 22:38)
N100G21
N102G0G17G40G49G80G90
( 20. FLAT END MILL HSS TOOL - 1 DIA. OFF. - 41 LEN. - 1 DIA. - 20.)
N104T1M6
N106G0G90X-92.349Y-49.532A0.S400M3
N108G43H1250.
N110Z10.
N112G12-A.F36.
N114M98P1001
N184G0G90Z50.
N186Y-49.532
  
```

Piezīme. M98 vai M99 kods ir apakšprogrammas kods. Apakšprogramma aizvieto daudzas rindas, kuras nāktos atkārtot, tādējādi samazinot NC faila izmēru.

6. Aizveriet teksta redaktoru.

7. Saglabāiet failu savā darba mapē kā *iegriesanas_apaksprogram.emcam*.

Šis praktiskais darbs noslēdz stieņu rāmja ģeometrijas lietošanas mācīšanos. Pārējais mācību materiāls iepazīstinās ar to, kā apstrādāt sarežģītāku ģeometriju, piemēram, virsmas un ķermeņus.

28. PRAKTISKAIS DARBS – VIRSMU VEIDOŠANA UN APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt sarežģītu virsmu veidošanu un to apstrādes programmēšanu.
Darba uzdevumi	No režģa ģeometrijas izveidot dažādas virsmas. Projektēt rupjās un galīgās apstrādes frēzēšanas operācijas.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot virzītas, uzstieptas un tīklotas virsmas. Izglītojamais prot izmantot paralēlās instrumentu trajektorijas rupjai un galīgai apstrādei.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests16.emcam</i> rupji izgriezt visu iedobumu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Uzskaitiet virsmu veidošanas metodes!

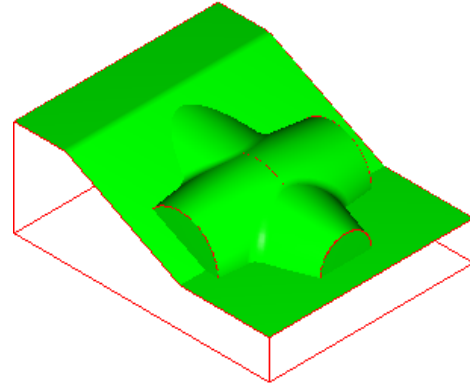
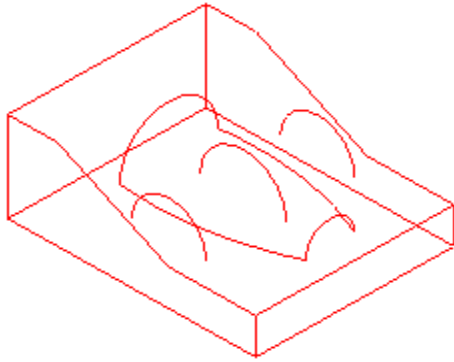
DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā varēs iepazīties ar *Mastercam* virsmu apstrādes iespējām. Vispirms tiks veidotas vairākas dažāda tipa virsmas. Tad veidosiet vairākas dažādas virsmu rupjās apstrādes un gludās apstrādes instrumentu trajektorijas. Praktiskajā darbā darbs norisināsies ar vairāku tipu virsmām:

- **Ruled** (virzītām) virsmām, kas izveidotas, lineāri savienojot vairākas virknes;
- **Loft** (uzstieptām) virsmām, kas izveidotas, savienojot vairākas virknes pa līku līniju;
- **Net** (tīklotām) virsmām, kas izveidotas no virkņu vai līkņu tīkla.

VIRSMU VEIDOŠANA

Šajā vingrinājumā atvērsiet detaļas failu, kurā jau ir stieplu režģa ģeometrija, un pievienosiet tai virsmas. Nākamie attēli rāda stieplu režģa ģeometriju un pabeigtu virsmu.



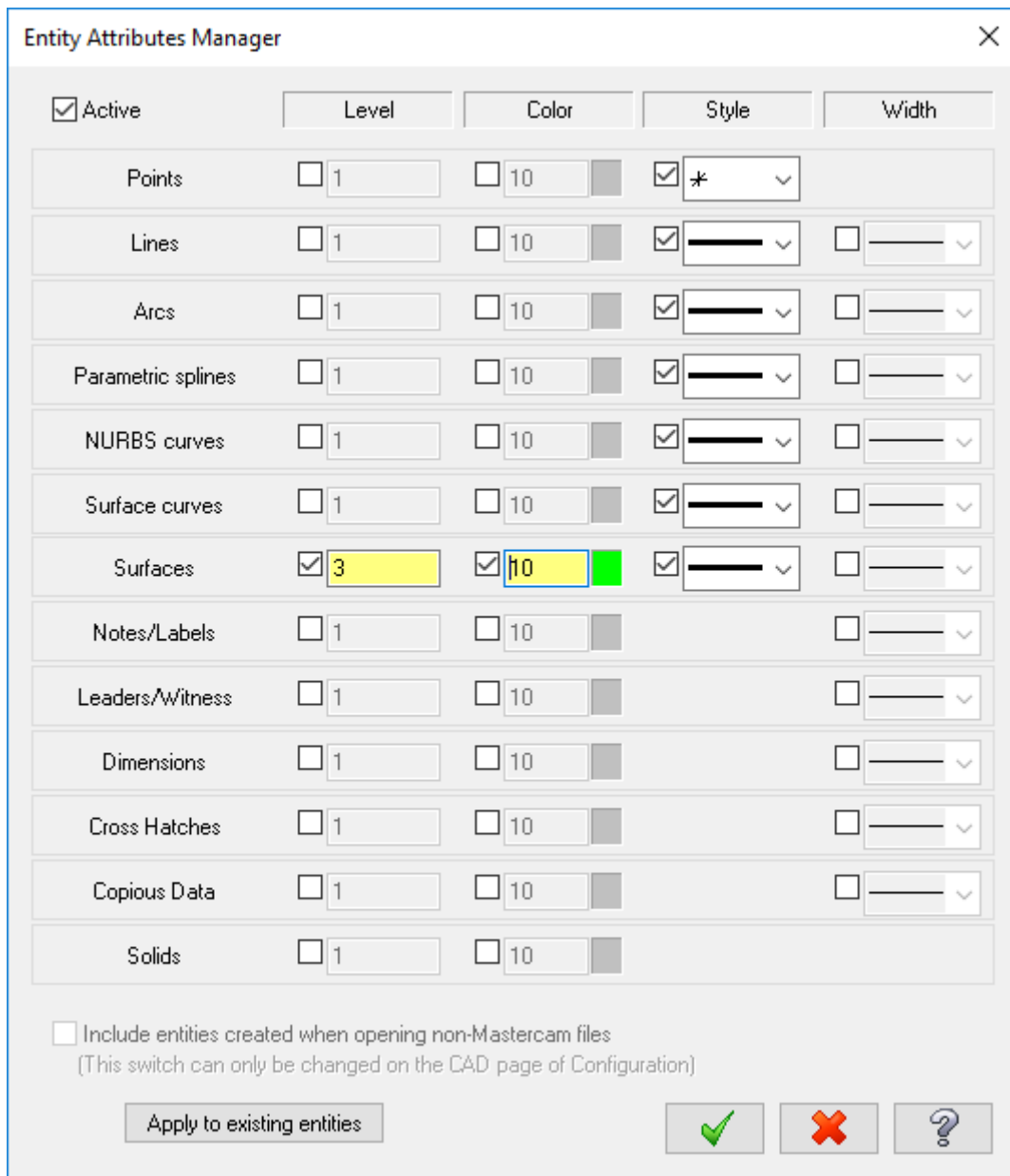
Līmeņa un krāsas iestatīšana jaunai virsmai

Darba organizācija līmeņos var ievērojami atvieglot darbu ar sarežģītām detaļām. Šajā vingrinājumā stieplu režģa ģeometrija ir 2. līmenī, bet virsmu ģeometriju veidosiet 3. līmenī.

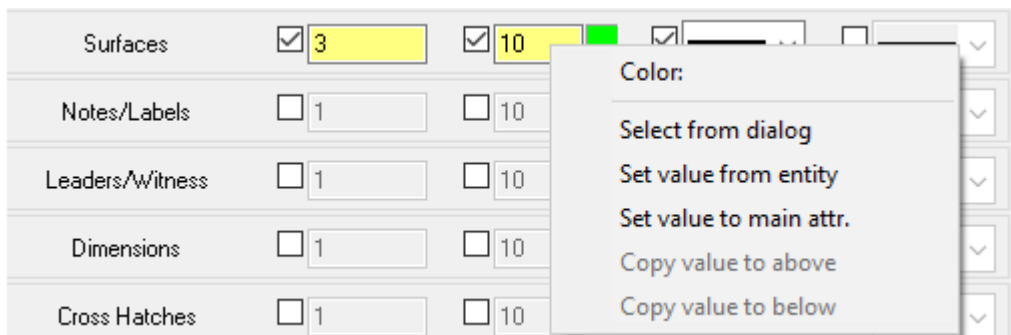
Lai virsmām iestatītu noklusējuma īpašības, izmantojiet **Entity Attributes Manager**, jo tad, kad tiks veidotas virsmas, tās automātiski iegūs pareizās krāsas un novietosies pareizajā līmenī.

Darbības

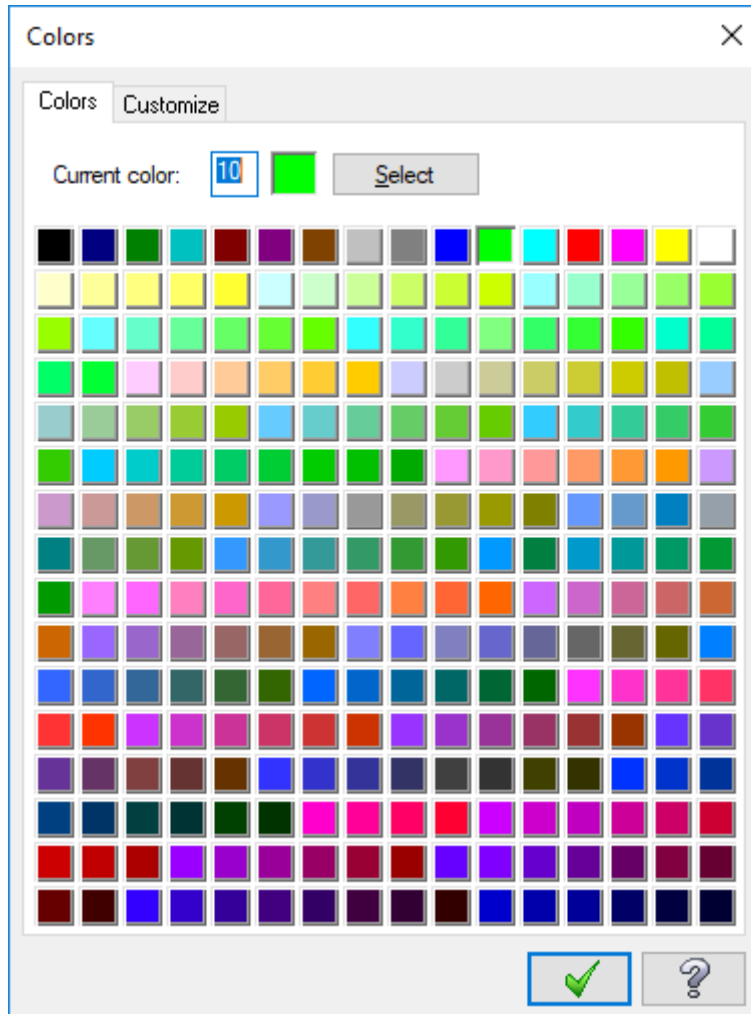
1. Savā darba mapē atveriet *virsmas.emcam*.
2. Izvēlieties **Home** rīkjoslū.
3. Izvēlieties **Attributes**. Atveras **Entity Attributes Manager** dialoga lauks. Iezīmējiet **Active** iezīmju lauku.
4. Atrodiet rindu ar **Surfaces**. Izvēlieties **Level** iezīmju lauku un ievadiet ciparu **3**. Tas nozīmē, ka katru reizi, kad tiks veidota virsma, *Mastercam* novietos to 3. līmenī neatkarīgi no pašreizējā līmeņa.
5. Izvēlieties **Color** iezīmju lauku. Nepieciešams, lai virsmas būtu noklusējuma krāsā – zaļas (10. krāsa), tāpēc to nevajag mainīt. Aktivizējiet (iezīmējiet) visus **Style** lodziņus. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



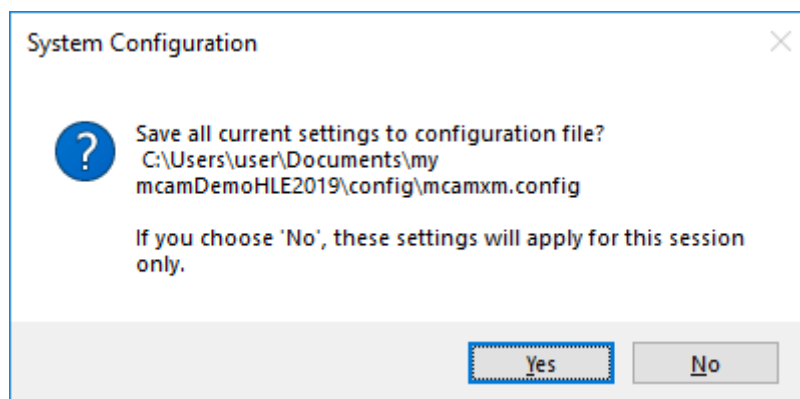
Padoms. Lai izmainītu noklusējuma krāsu, bet nezināt tās numuru, uzklikšķiniet labo peles pogu numura laukā un izvēlieties **Select from dialog**.



No nākamajā attēlā redzamā loga izvēlieties vēlamu krāsu.



6. Izvēlieties  divreiz (vai trīsreiz, ja atvērts **Colors** logs). Apstipriniet jautājumu **System Configuration** logā ar **Yes** (skatīt nākamo attēlu).

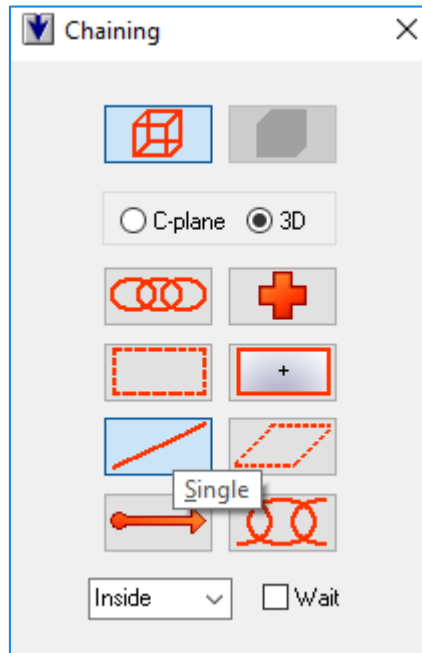


Virzītas virsmas veidošana

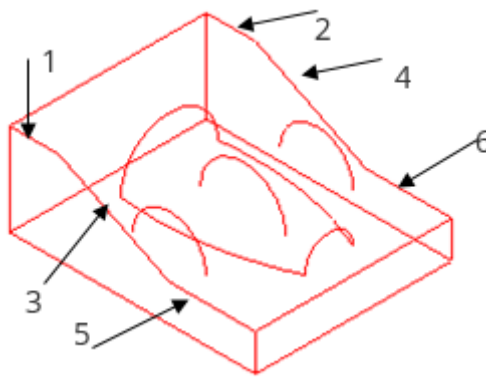
Darbības

1. Izvēlieties **Surfaces, Create** sadaļā atzīmējiet **Loft**.

Nākamajā attēlā redzamajā **Chaining** logā izvēlieties **Single**.



2. Izvēlieties taisnes novietojumā 1 un 2.



PIEZĪME

Ja **Single** vietā izmantojat **Chain** variantu, tiks izveidota tikai viena virzīta virsma ar noapaļotiem stūriem. Tas varētu dot novirzes no detaļas formas.

3. Izvēlieties .

4. Atkārtojiet 1., 2. un 3. darbību novietojumam 3 un 4. Pirms izvēlieties taisnes, atzīmējiet **Single**, lai būtu droši, ka izmantojat **Single** virknēšanas metodi.

5. Atkārtojiet 1., 2. un 3. darbību novietojumam 5. un 6. Tas izveido pavisam trīs virzītās virsmas.

Uzstieptās virsmas veidošana

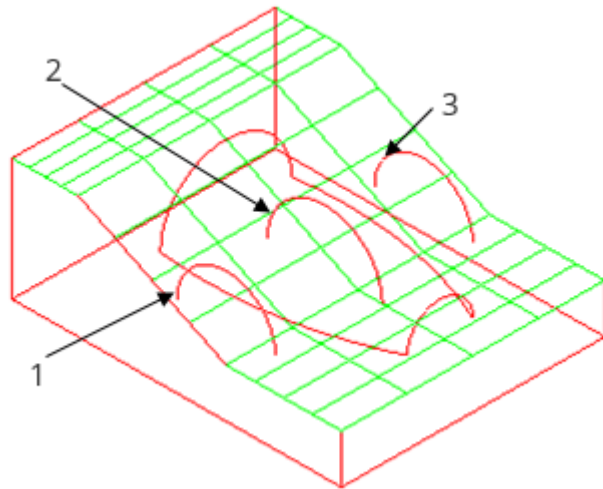
Darbības

1. Izvēlieties **Loft** (neizvēlieties **Single**).

**PIEZĪME**

Virzītā virsma var neveidoties šai ģeometrijai, jo tā radītu asus stūrus virsmas vidū. Tīklveida (Net) virsma neveidosies, jo posmi nav savstarpēji savienoti.

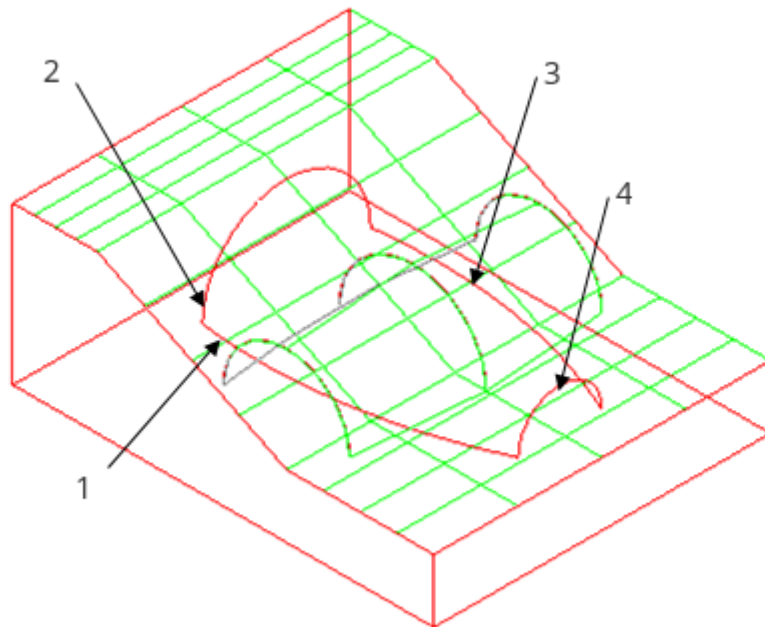
2. Izvēlieties lokus novietojumā 1., 2. un 3. nākamajā attēlā norādītajā secībā.



3. Izvēlieties .

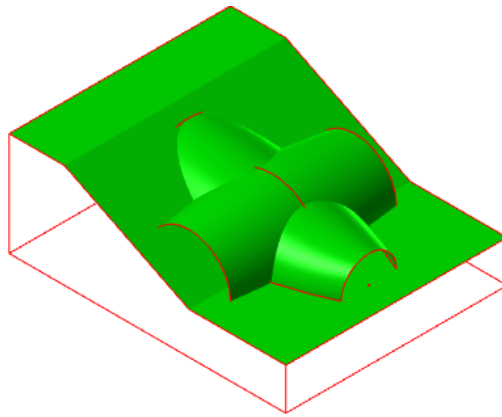
TĪKLVEIDA VIRSMAS VEIDOŠANA**Darbības**

1. Izvēlieties **Surfaces, Create, Net**.
2. Izvēlieties līknes secīgi novietojumā 1, 2, 3 un 4. nākamajā attēlā norādītajā secībā.



3. Izvēlieties .

4. Nospiediet [**Alt + S**], lai redzētu ieēnotu skatu uz virsmu. Virsmai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

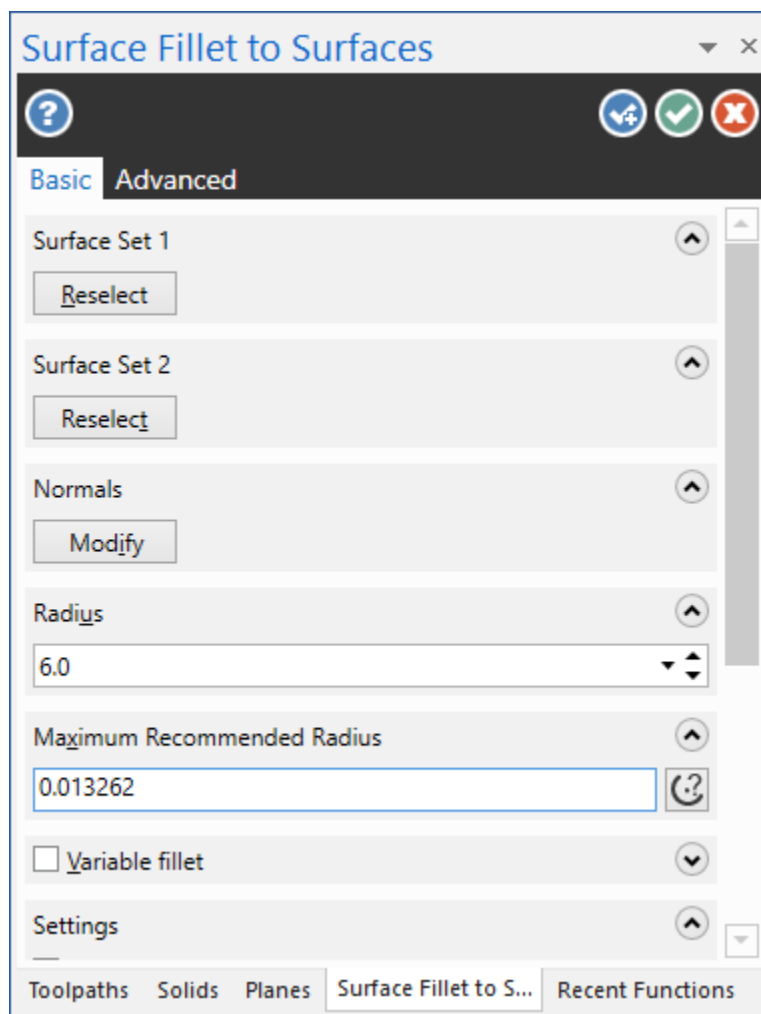


Piezīme. Ieņnota virsma atvieglo izvēli, veidojot virsmu noapaļojumus.


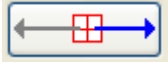
Virsmu noapaļojumu veidošana starp uzstiepto un tīkla veida virsmu

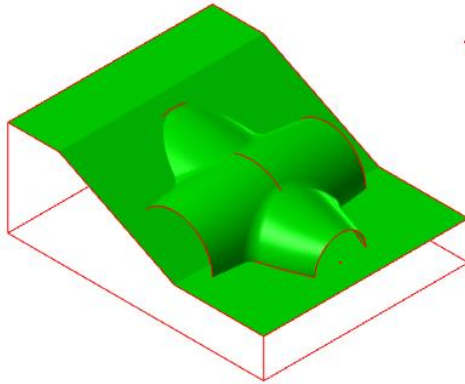
Darbības

1. Izvēlieties **Surfaces, Modify** laukā izvēlieties **Fillet to Surfaces**.
2. Izvēlieties otro uzstiepto virsmu, nospiediet [**Enter**].
3. Izvēlieties tīkla veida virsmu, nospiediet [**Enter**].



4. **Surface Fillet to Surfaces** logā ievadiet **6** kā rādiusu.

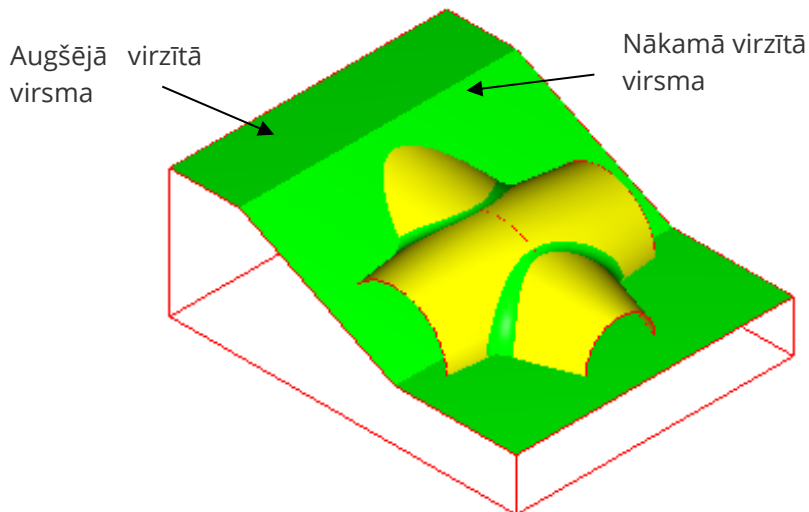
5. Izvēlieties . Noapaļojumam jāizskatās kā nākamajā attēlā. Ja noapaļojums neveidojas, tad neatbilst virsmu normāļu virzieni, normālēm jābūt vērstām uz augšu. Lai izmainītu to virzienus, uzklikšķiniet uz **Flip Normal**  pogas.



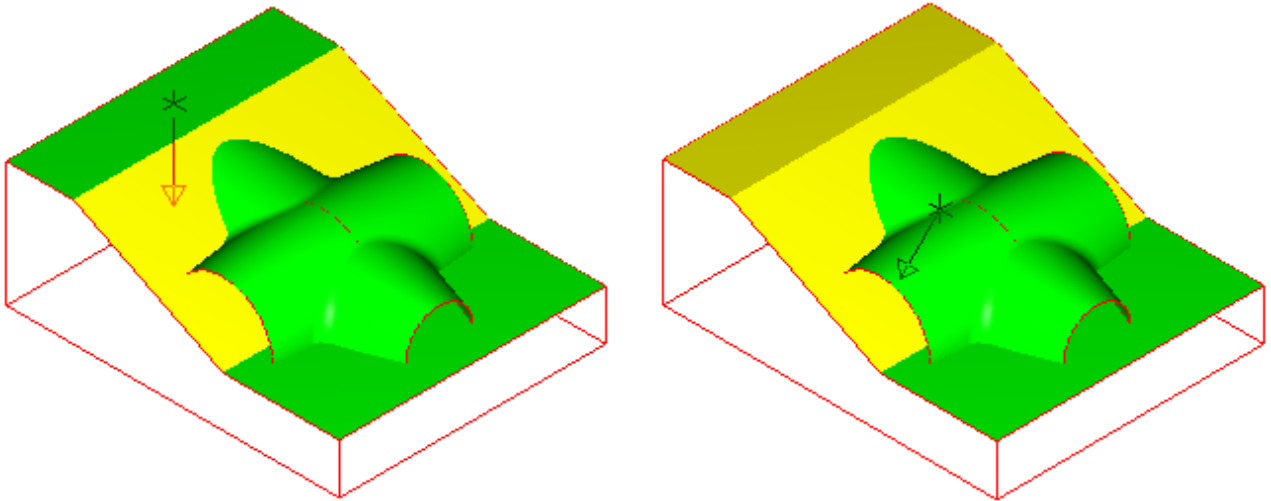
Virsmu noapaļojumu veidošana divām virzītajām virsmām

Darbības

1. Izvēlieties **Surfaces, Modify, Fillet to Surfaces**.
2. Izvēlieties augšējo virzīto virsmu, nospiediet [**Enter**].
3. Izvēlieties nākamo virzīto virsmu, nospiediet [**Enter**].

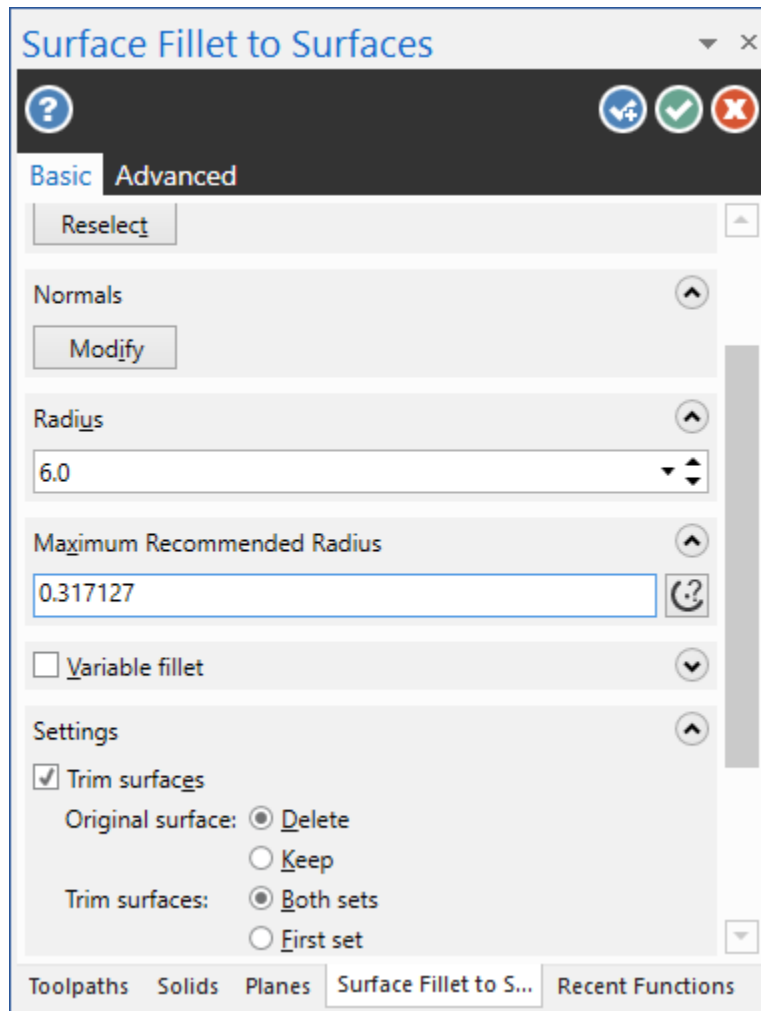


Padoms. Virsmu normālēm (bultiņām) jāvēršas uz detaļas iekšpusi. Normāļu bultiņām jāsakrīt ar nākamajā attēlā redzamo. Ja normāļu virziens neatbilst, tad ar **Flip Normal** pogu mainiet normāļu virzienu (lai labāk redzētu normāļu bultiņas, nomainiet skatu, izvēloties **Front Gview**).



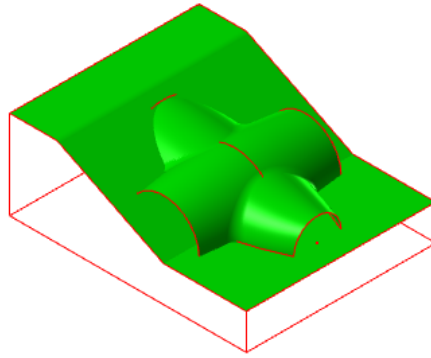
4. **Surface Fillet to Surfaces** logā ievadiet **6** kā rādiusu.

5. Iezīmējiet **Trim Surfaces** lauku.



6. Izvēlieties .

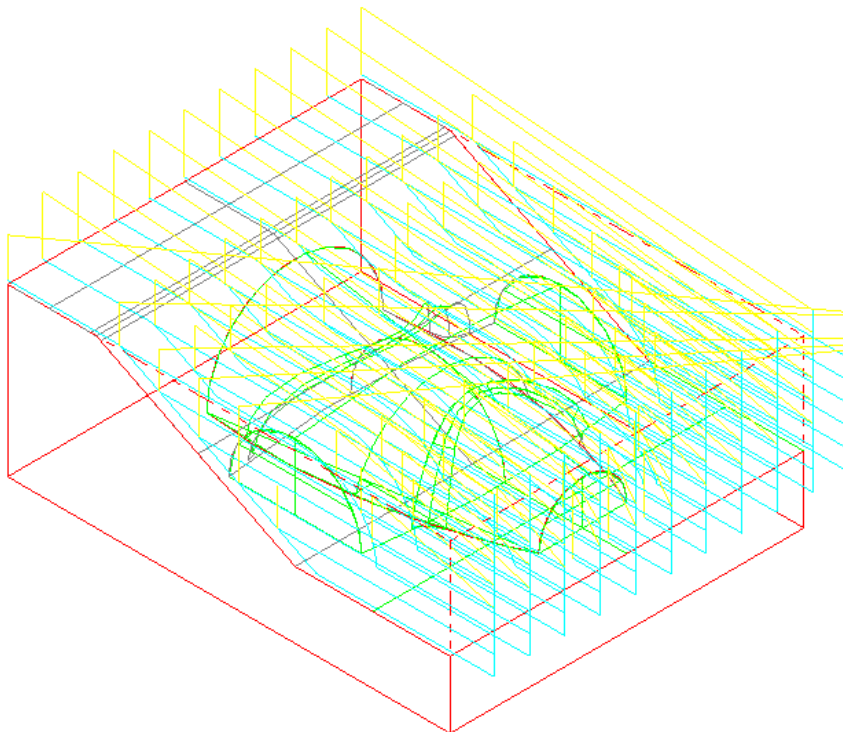
Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



7. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiēt failu savā darba mapē kā *virsmas1.emcam*.

RUPJĀS APSTRĀDES PARALĒLĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Rupjās apstrādes paralēlā instrumentu trajektorija ātri noņem lielu materiāla apjomu. Lodveida gala frēzes vietā izmantojot gala frēzi ar plakanu galu, paātrinās materiāla noņemšana. Šī griešanas metode nav ieteicama detaļām ar vairākiem izvirzījumiem, jo instrumentu trajektorija ietver pārāk daudz iegriešanās kustību. Paralēlā rupjās apstrāde ir visefektīvākā rupjās apstrādes instrumentu trajektorija šai izveidotajai detaļai. Pabeigta instrumentu trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Piezīme. Virsmām nav jābūt apgrieztām, lai tās varētu apstrādāt. *Mastercam* automātiski griež tikai pašas augstākās virsmas.

Sagataves robežu definēšana

Darbības

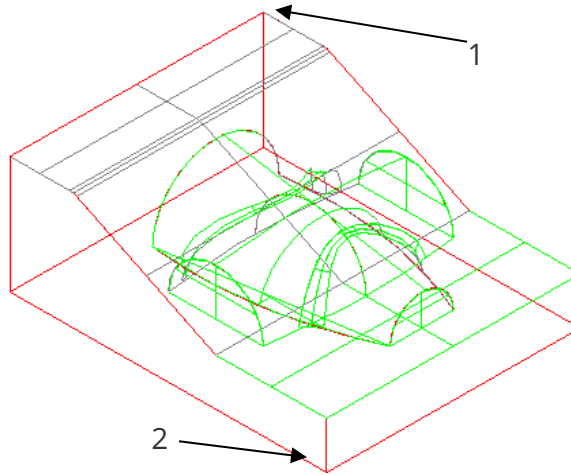
1. Nospiediet [**Alt + S**], lai atslēgtu detaļas ēnojumu.
2. Izvēlieties **Machine Group-1, Properties, Stock Setup**.
3. Izvēlieties **Select corners** pogu.



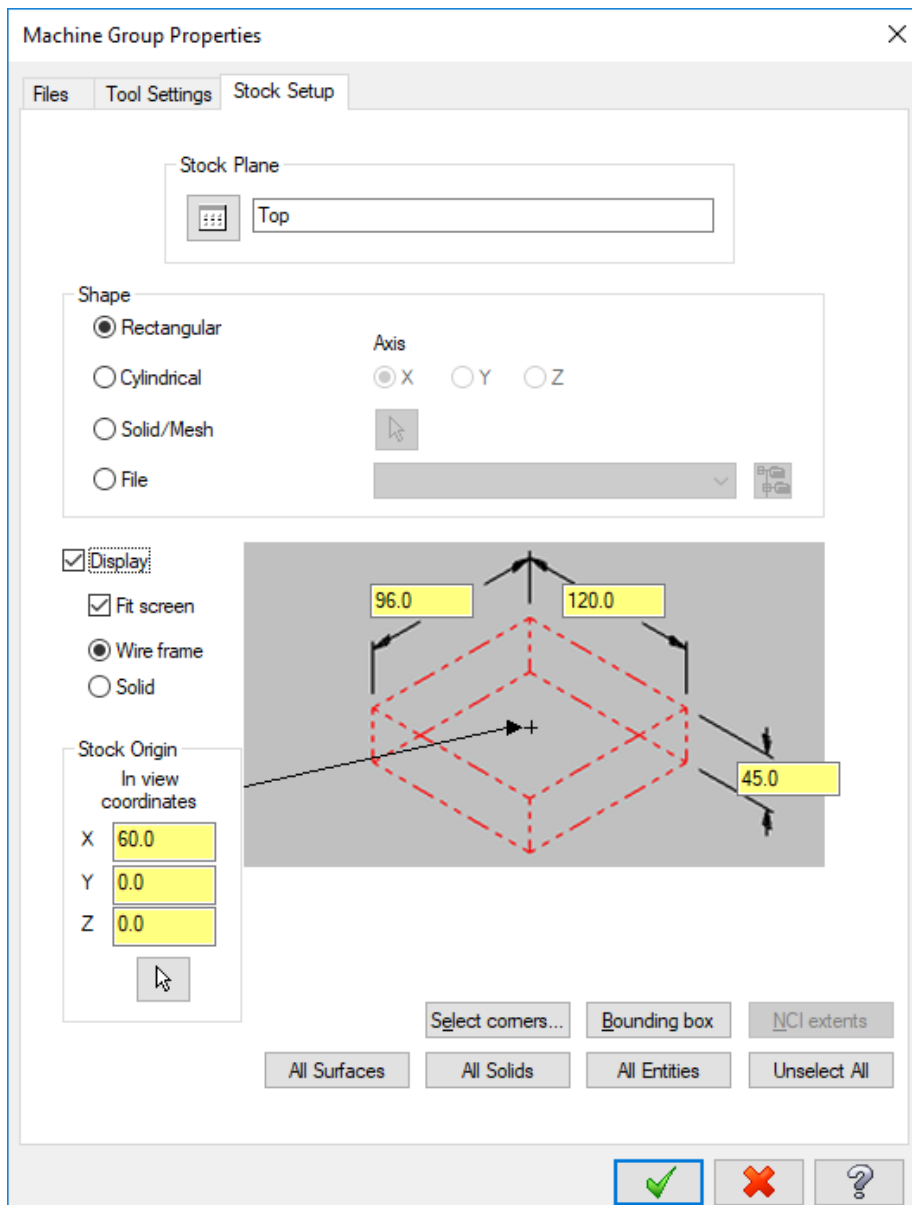
PIEZĪME

Sagataves robežu iestatīšana nav obligāta, bet tas ļauj daudz precīzāk pārbaudīt instrumentu trajektoriju.

4. Izvēlieties ģeometriju stūros novietojumā 1 un 2.



5. Izvēlieties **Display** iezīmju lauku.



Virsmas un virsmu parametru izvēle

Darbības

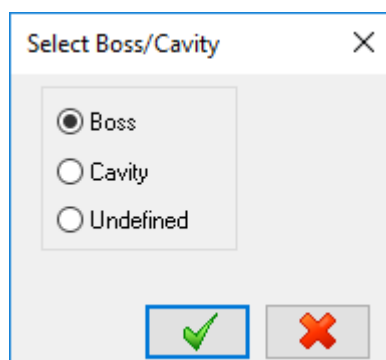
1. Izvēlieties **All Surfaces**. Tas informē *Mastercam*, ka vēlaties apstrādāt visas virsmas.

2. Izvēlieties .

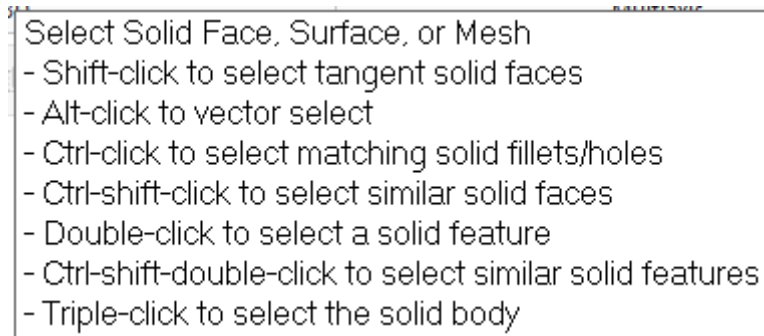
3. Izvēlieties **Toolpath, 3D, Roughing, Parallel**.

4. Iezīmējiet **Boss**.

5. Izvēlieties .

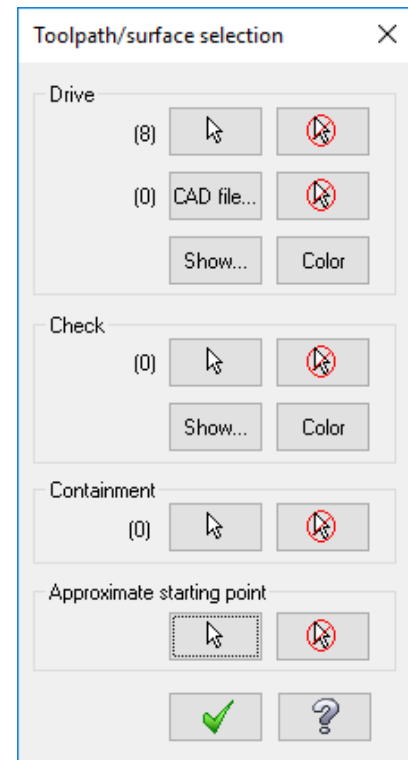


6. Pēc uzaicinājuma (skatīt nākamo attēlu) apvelciet detaļai izvēles taisnstūri, klikšķinot peles pogu tā stūros. Nospiediet **[Enter]**.



7. **Toolpath/surface selection** loga **Drive** zonā parādās skaits 8. Tas nozīmē, ka apstrādei (**Drive**) ir atlasītas 8 virsmas.

8. Izvēlieties **Approximate starting point** bultiņu, norādiet detaļas tuvāko stūri (skatīt nākamo attēlu).



9. Izvēlieties , Parādās **Surface Rough Parallel** parametru logs.

Surface Rough Parallel

Toolpath parameters | Surface parameters | Rough parallel parameters

#	Assembly N...	Tool Name	H...
1	-	12. FLAT END MILL H...	-
2	-	12. BALL END MILL H...	-
3	-	5. BALL END MILL HSS	-
4	-	2. BALL END MILL HSS	-

Tool name: 12. FLAT END MILL HSS

Tool #: 1 Length offset: 1

Head #: -1 Diameter offset: 1

Tool diameter: 12.0 Corner radius: 0.0

RCTF

Coolant... (*) Spindle direction: CW

Feed rate: 40.0 Spindle speed: 660

FPT: 0.0303 CS 24.8822

Plunge rate: 40.0 Retract rate: 40.0

Force tool change Rapid retract

Comment

Select library tool... Right-click for options Tool filter

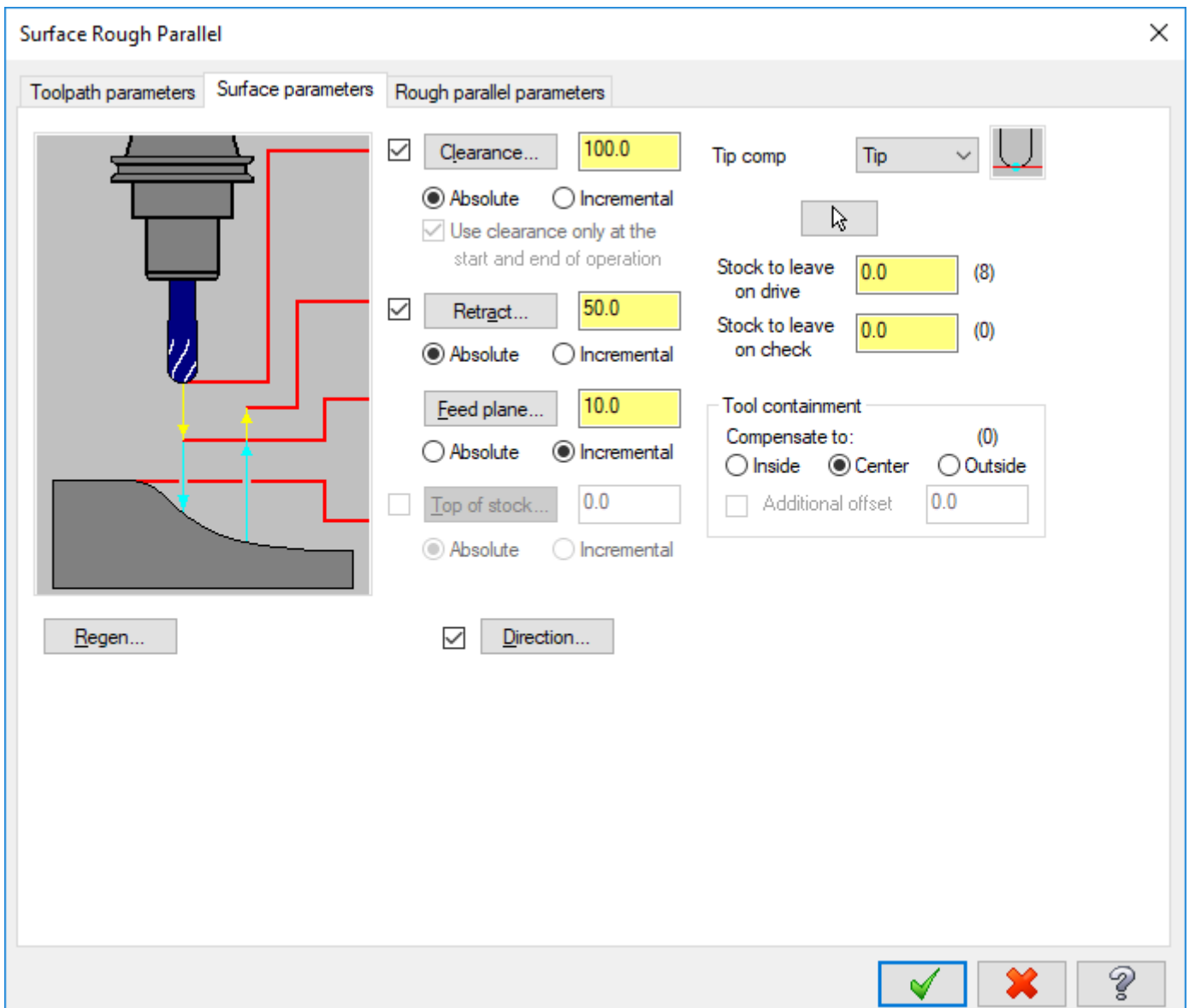
Axis Combo's (Default (1)) Misc values... Tool display... Ref point...

To batch Home pos... Rotary axis... Planes... Canned text...

10. Izvēlieties **12 mm flat endmill**.

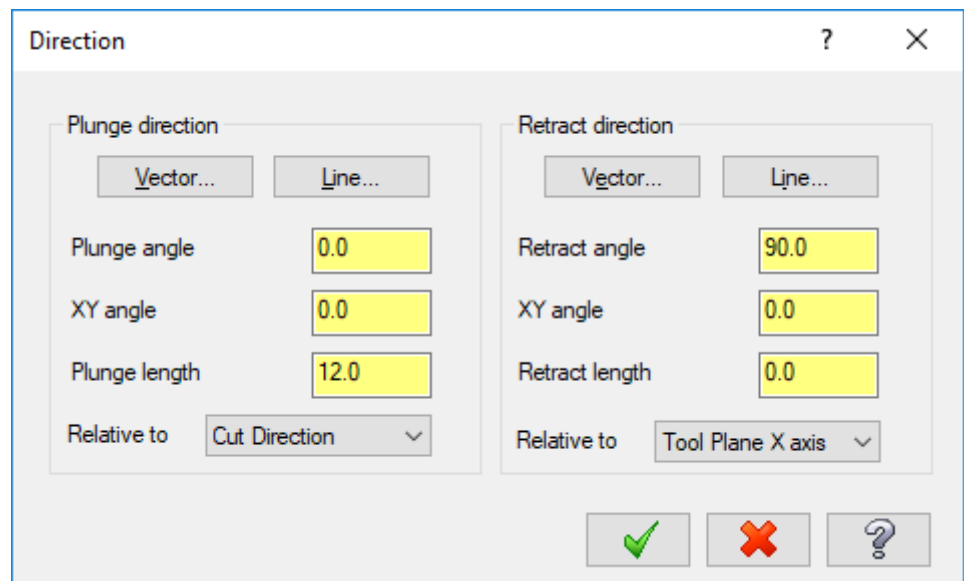
11. Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.

12. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga logā.



13. Izvēlieties **Direction** iezīmju lauku un pogu.

14. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga logā.



Piezīme. *Direction* dialoga logā iestatot *Plunge length*, instruments varēs iegriezties detaļā.

15. Izvēlieties .

Rupjās apstrādes parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Rough parallel parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga logā.

Surface Rough Parallel

Toolpath parameters | Surface parameters | **Rough parallel parameters**

Total tolerance... 0.025 Max. stepover... 10.0

Cutting method One way ▾ Machining angle 180.0

Max stepdown: 6.0

Plunge control

Allow multiple plunges along cut

Cut from one side

Cut from both sides

Use approximate start point

Allow negative Z motion along surface

Allow positive Z motion along surface

Cut depths... Gap settings... Advanced settings...

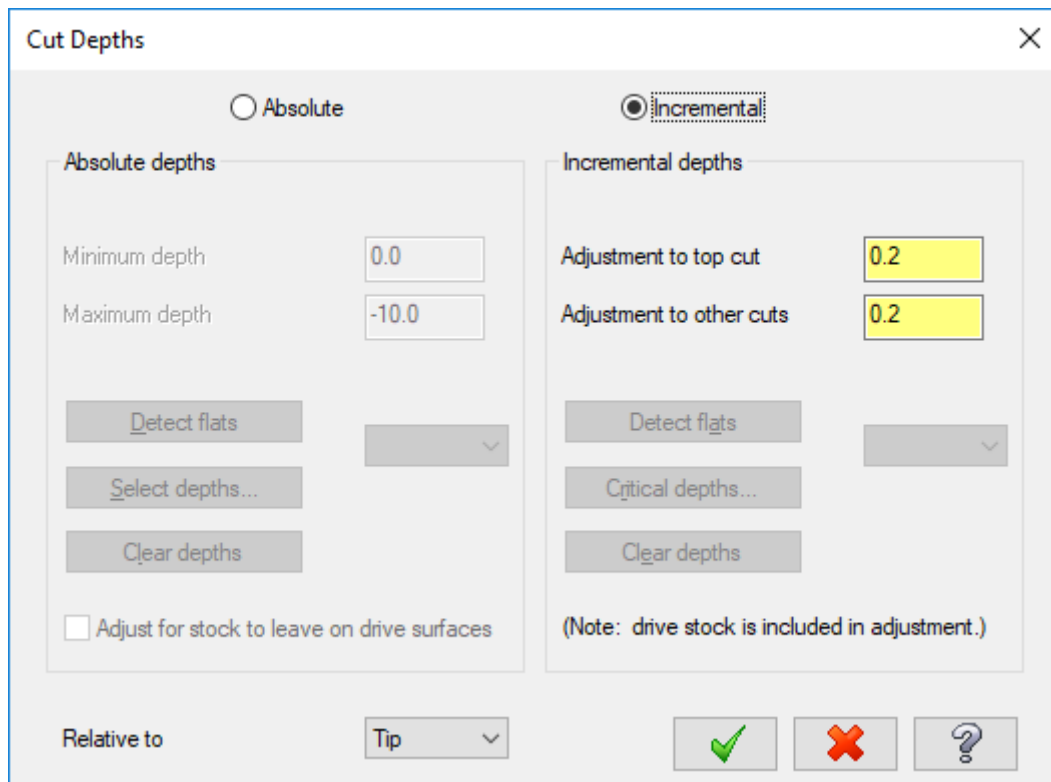
✓ ✗ ?



PIEZĪME

Izvēloties tikai **Allow positive Z motion along surface** variantu, tiek ierobežota instrumenta kustība, un tas neļauj instrumentam iecirsties materiālā.

3. Izvēlieties **Cut depths** pogu.
4. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga logā.



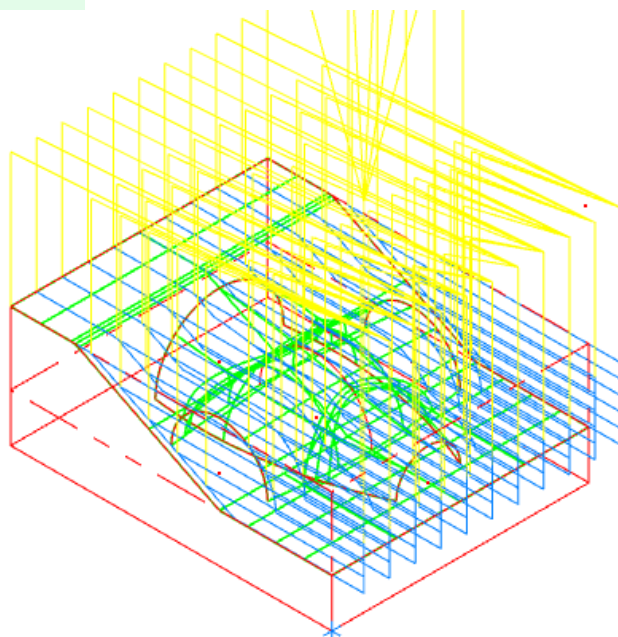
PIEZĪME

Adjustment to top cut variants iestata, cik tālu zem virsmas augšpusē novietosies pirmais griezumš. **Adjustment to other cuts** variants iestata, cik tālu virs apakšējās virsmas novietosies pēdējais griezumš.

5. Izvēlieties  divreiz.

6. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations** .

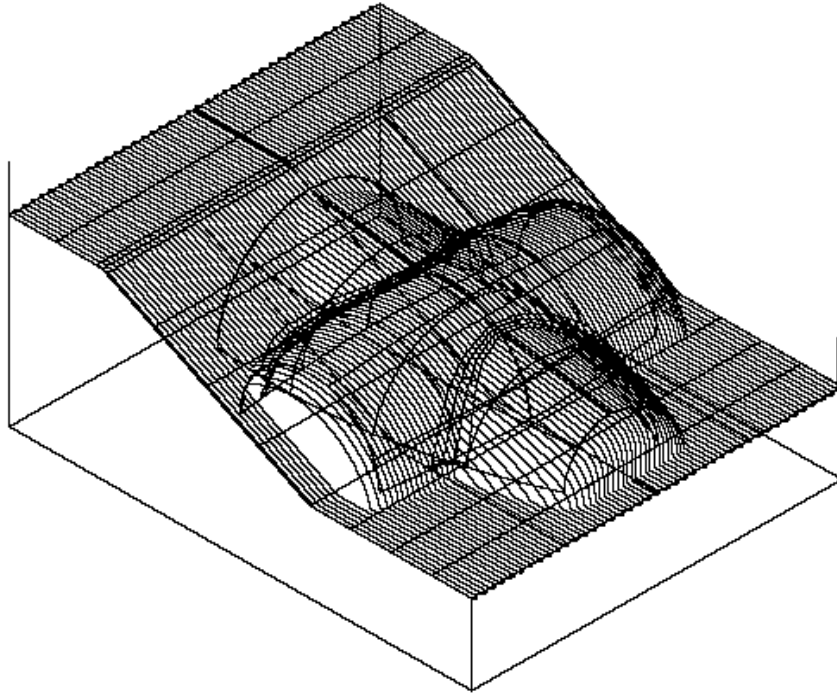
Mastercam ģenerēs instrumenta trajektoriju, kurai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



7. Nospiediet [Alt + T], lai notīrītu instrumenta trajektorijas attēlu no ekrāna.

BEIGU APSTRĀDES SLaidu LĪKŅU INSTRUMENTU TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Izmantojot beigu apstrādes slaidu līkņu (**flowline**) instrumenta trajektoriju, *Mastercam* apstrādā visas šīs detaļas virsmas. Slaidu līkņu gludā apstrāde ir visefektīvākā izvēle šai detaļai. Pabeigtai instrumentu trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Virsmas parametru izvēle

Darbības

1. Izvēlieties **Finishing, Flowline**. Kad ekrānā parādās nākamajā attēlā redzamais paziņojums, spiediet [**Ctrl + A**]; lai izvēlētos apstrādei visas virsmas, spiediet [**Enter**].

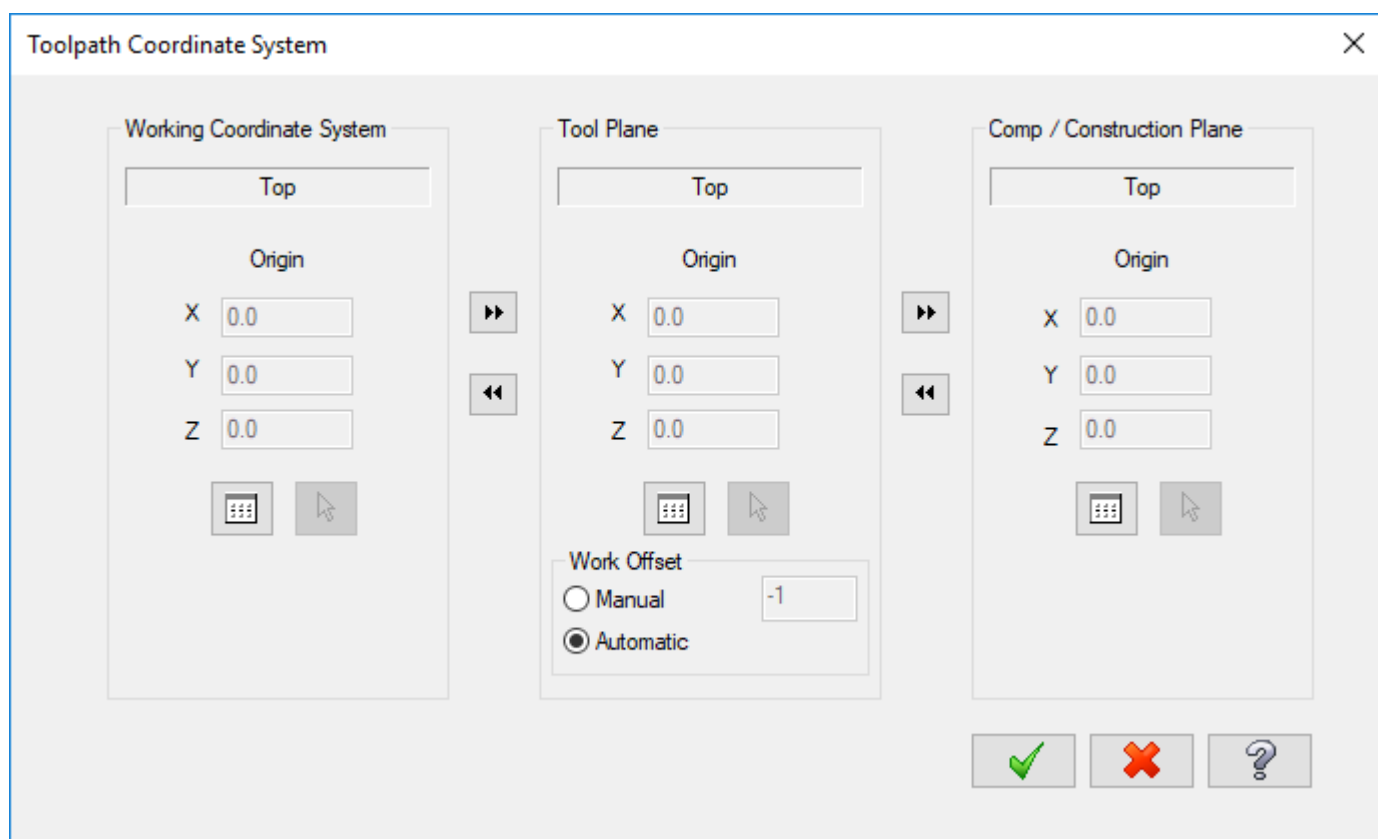
Select Solid Face or Surface


- Shift-click to select tangent solid faces
- Alt-click to vector select
- Ctrl-click to select matching solid fillets/holes
- Ctrl-shift-click to select similar solid faces
- Double-click to select a solid feature
- Ctrl-shift-double-click to select similar solid features
- Triple-click to select the solid body

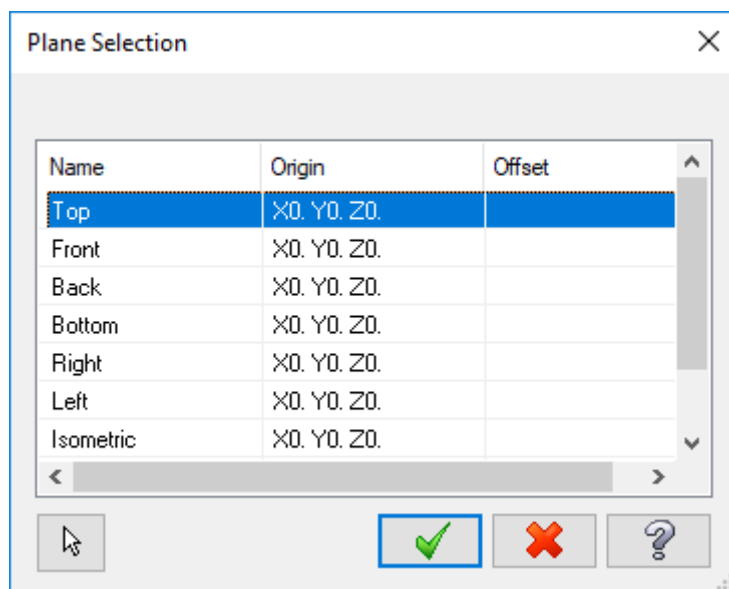
2. **Toolpath/Surface selection** logā izvēlieties .

3. Izvēlieties **12 ball endmill** no instrumentu bibliotēkas.

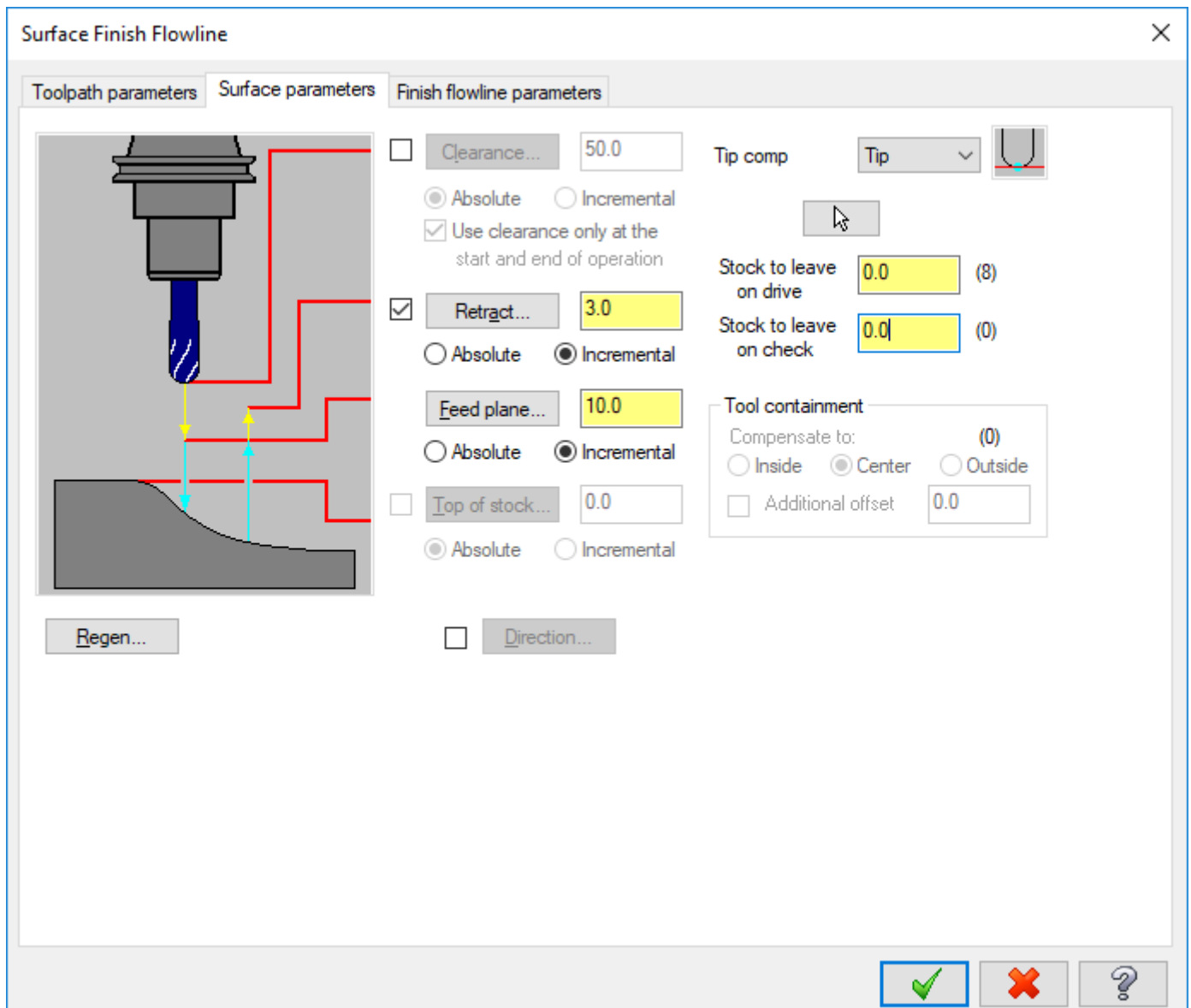
4. **Toolpath parameters** lappusē izvēlieties **Planes** pogu. Atveras **Toolpath Coordinate System** (instrumenta trajektorijas koordinātu sistēma) iestatīšanas logs. Pārliecinieties, ka visas plaknes ir iestatītas **Top** novietojumā.



Ja tas tā nav, klikšķiniet uz  ikonas. Atveras plakņu izvēles (**Plane Selection**) logs. Iezīmējiet **Top** un apstipriniet ar **OK**.

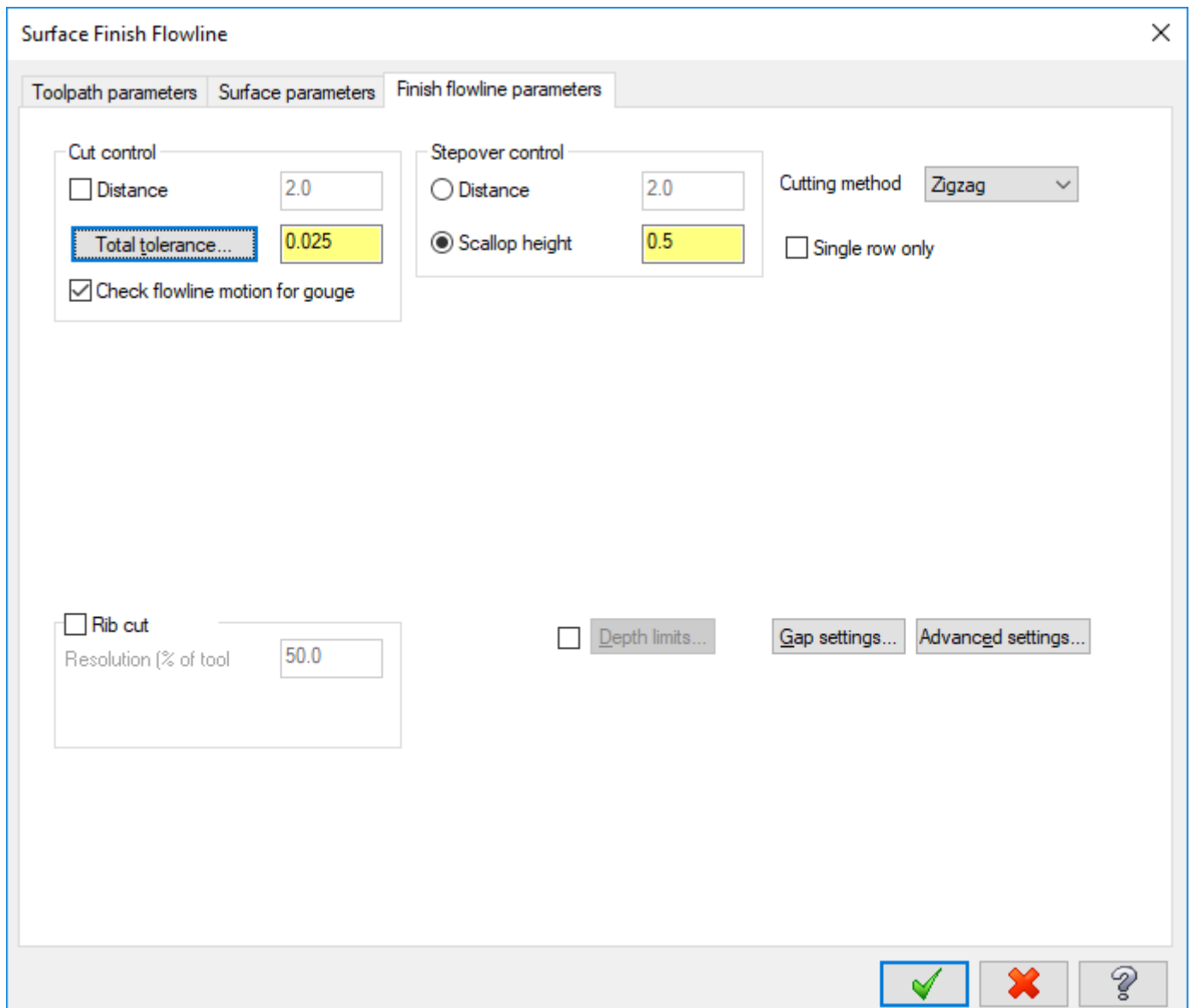


5. Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.
6. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



7. Izvēlieties **Finish flowline parameters** dialoga lappusi.

8. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

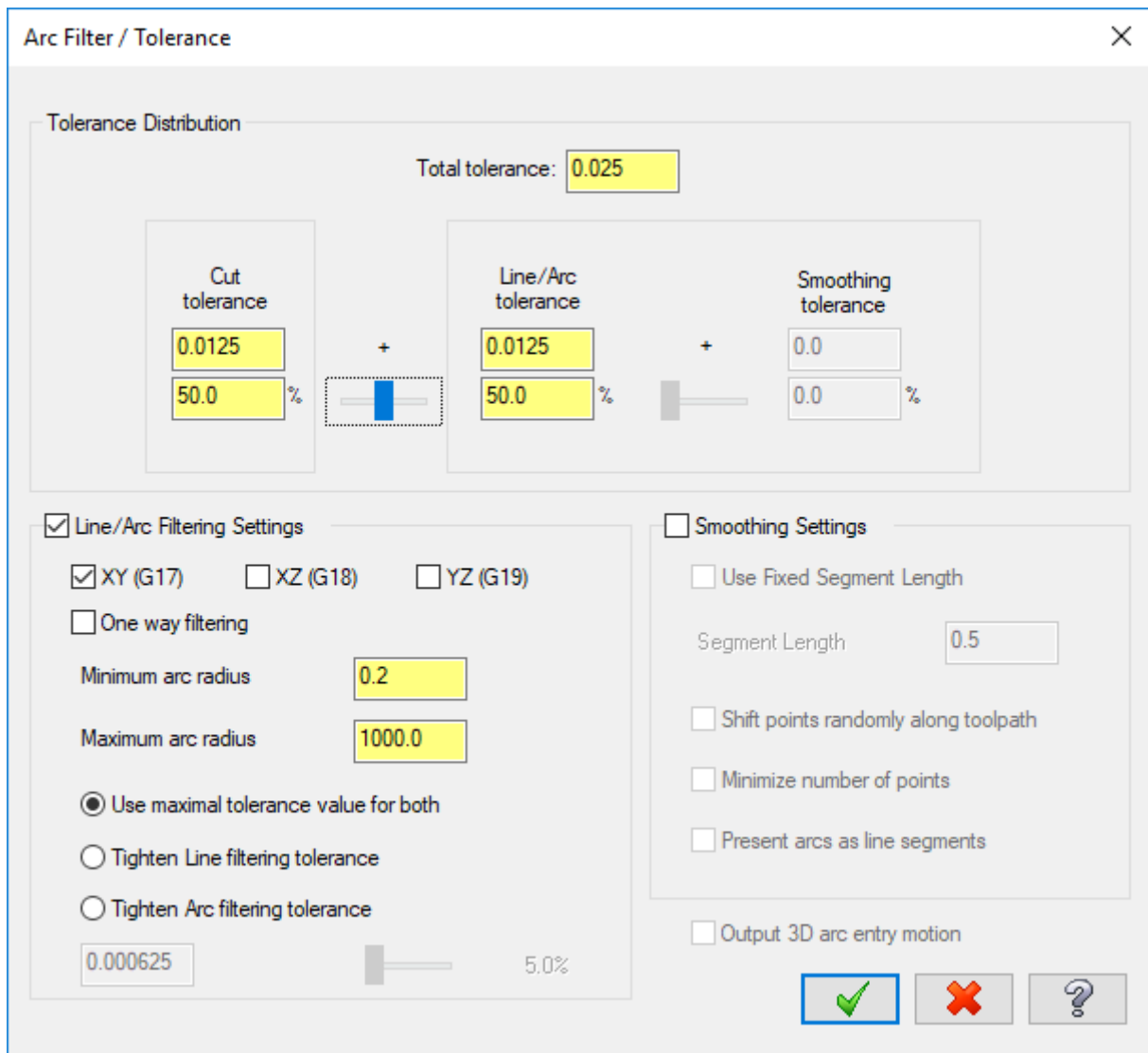


9. Izvēlieties **Total tolerance** (kopējās pielaides) pogu. Iestatiet parametrus, kā redzams nākamajā attēlā. Tie nosaka, cik precīzi slaidās līknes pieguļ apstrādājamai detaļai.

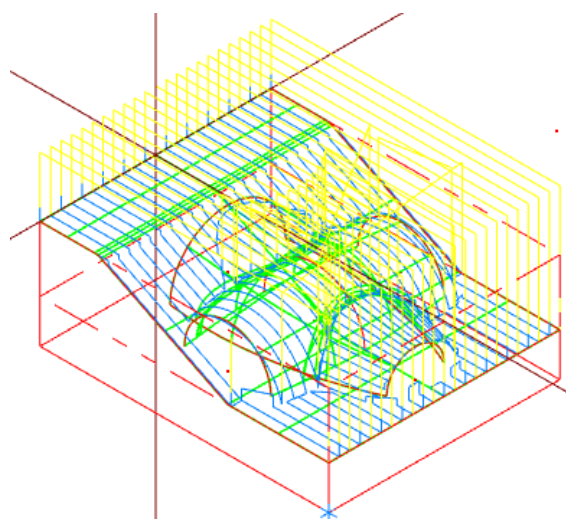
Dažas vadības sistēmas nespēj apstrādāt lokus XZ vai YZ plaknē. Pirms izvēlieties šos variantus, pārbaudiet savas vadības sistēmas dokumentāciju. Pārbaudiet arī, vai pēcprocesors ir konfigurēts XZ un YZ loku apstrādei.

Piezīme. Filtru iestatījums var samazināt NC programmas izmērus. Kolineāri un gandrīz kolineāri gājieni (uzdotās pielaides robežās) tiek aizvākti, to vietā ieliekot lokus, kas ļauj samazināt instrumenta trajektorijas izmēru.

Padoms. Iestatiet **Cut tolerance** (griešanas pielaides) un **Line/Arc tolerance** (loku pielaides) attiecību kā 50 % pret 50 %.



10. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



Pievērsiet uzmanību, cik ilgi šīs instrumenta trajektorijas informācija tiek apstrādāta. Nākamā procedūra rādīs, kā samazināt informācijas apstrādes laiku, piergulējot spraugu iestatījumus.

Spraugas iestatījumu maiņa

Darbības

1. Zem **Surface Finish Flowline** instrumenta trajektorijas izvēlieties **Parameters** ikonu.
2. Izvēlieties **Finish Flowline parameters** dialoga lappusi.
3. Izvēlieties **Gap settings** pogu.
4. **Motion** nomainiet uz **Follow Surface(s)**.
5. Ievadiet **Gap size** uz 10 %. Iezīmējiet **Motion** parametrus, kā norādīts attēlā pa labi.



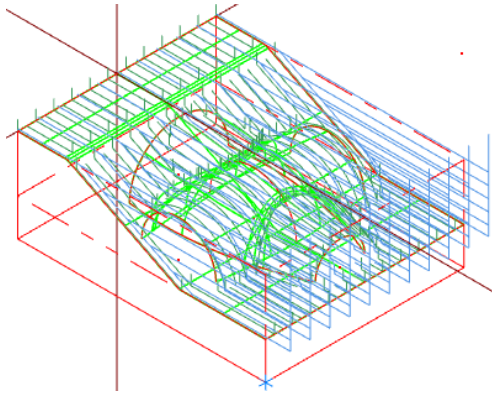
PIEZĪME

Iestatot kustības spraugās (**gap motion**) uz **Follow Surface(s)**, instrumenta kustība seko iepriekšējos apstrādes gājienos iegūtai formai. Tā kā instrumenta kustība starp apstrādes gājieniem notiek uz plaknes, nav nepieciešams speciāli kontrolēt kustību spraugās. Šis iestatījums samazina laiku instrumenta trajektorijas sagatavošanai.

6. Izvēlieties  divreiz.

7. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. Nospiediet **Play**  pogu.

Mastercam reģenerē instrumenta trajektoriju, kurai jāizskatās kā nākamajā attēlā. Neaizmirstiet ievērot griešanas ātruma samazinājumu un slaida kustību starp instrumenta trajektorijas gājieniem.



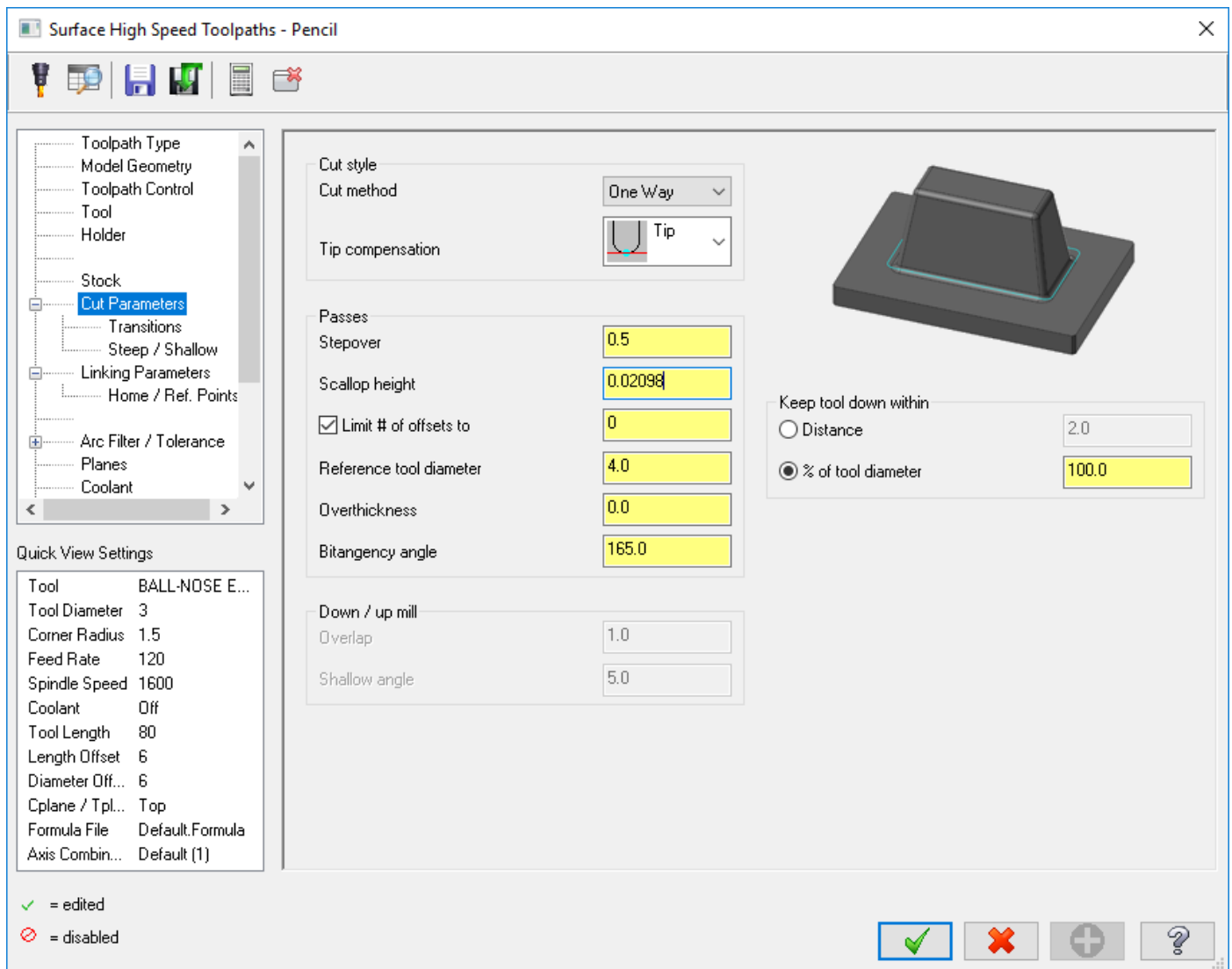
GALĪGĀS APSTRĀDES ZĪMUĻA VEIDA (PENCIL) INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Ar šo ģeometriju galīgās apstrādes zīmuļa veida instrumenta trajektorija, virzot griezējinstrumentu pa pieskari pret divām virsmām vienlaicīgi, izgriež vairāk materiāla nekā **Surface Finish Flowline** instrumenta trajektorija.

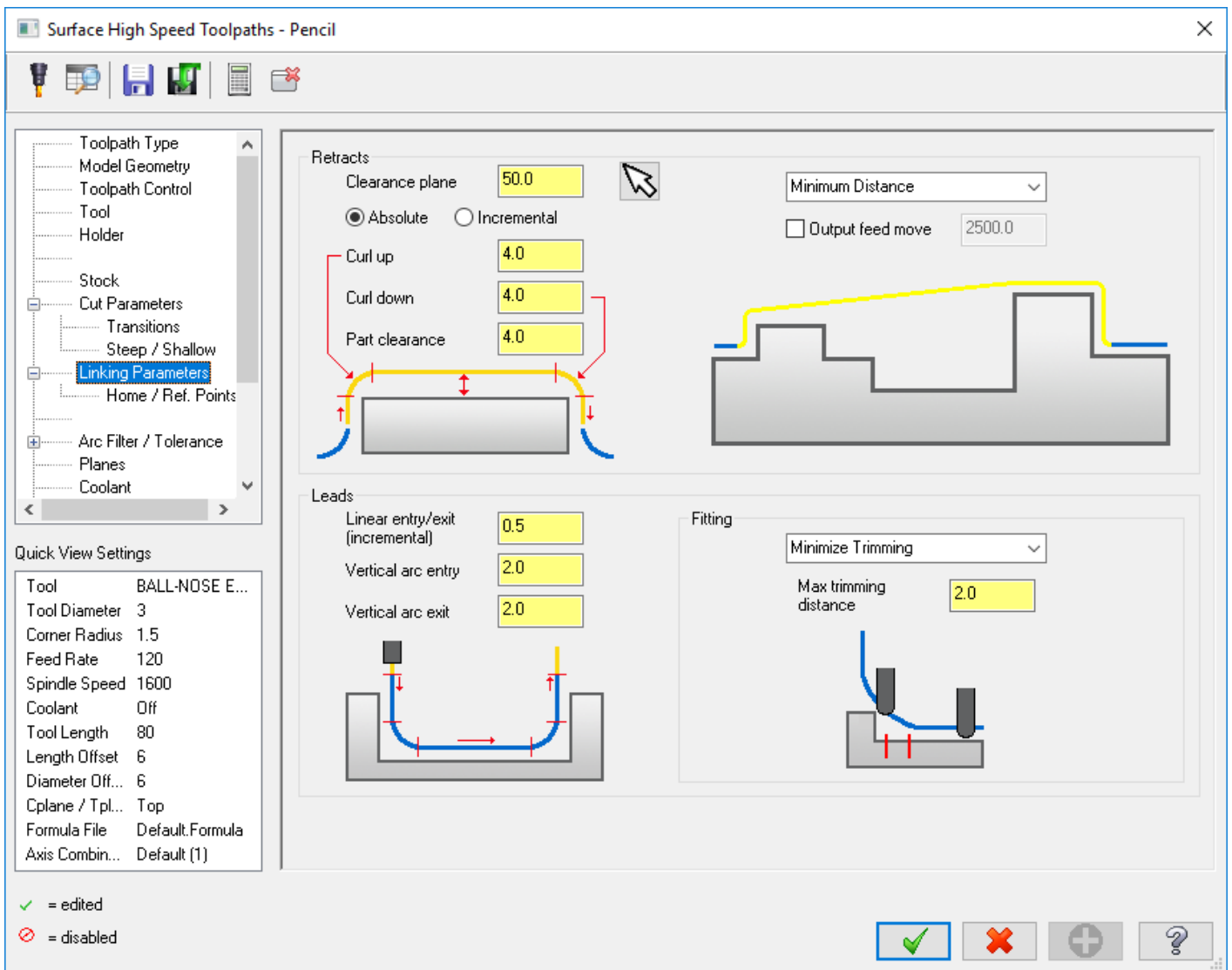
Galīgās apstrādes zīmuļa veida instrumenta trajektorijas veidošana

Darbības

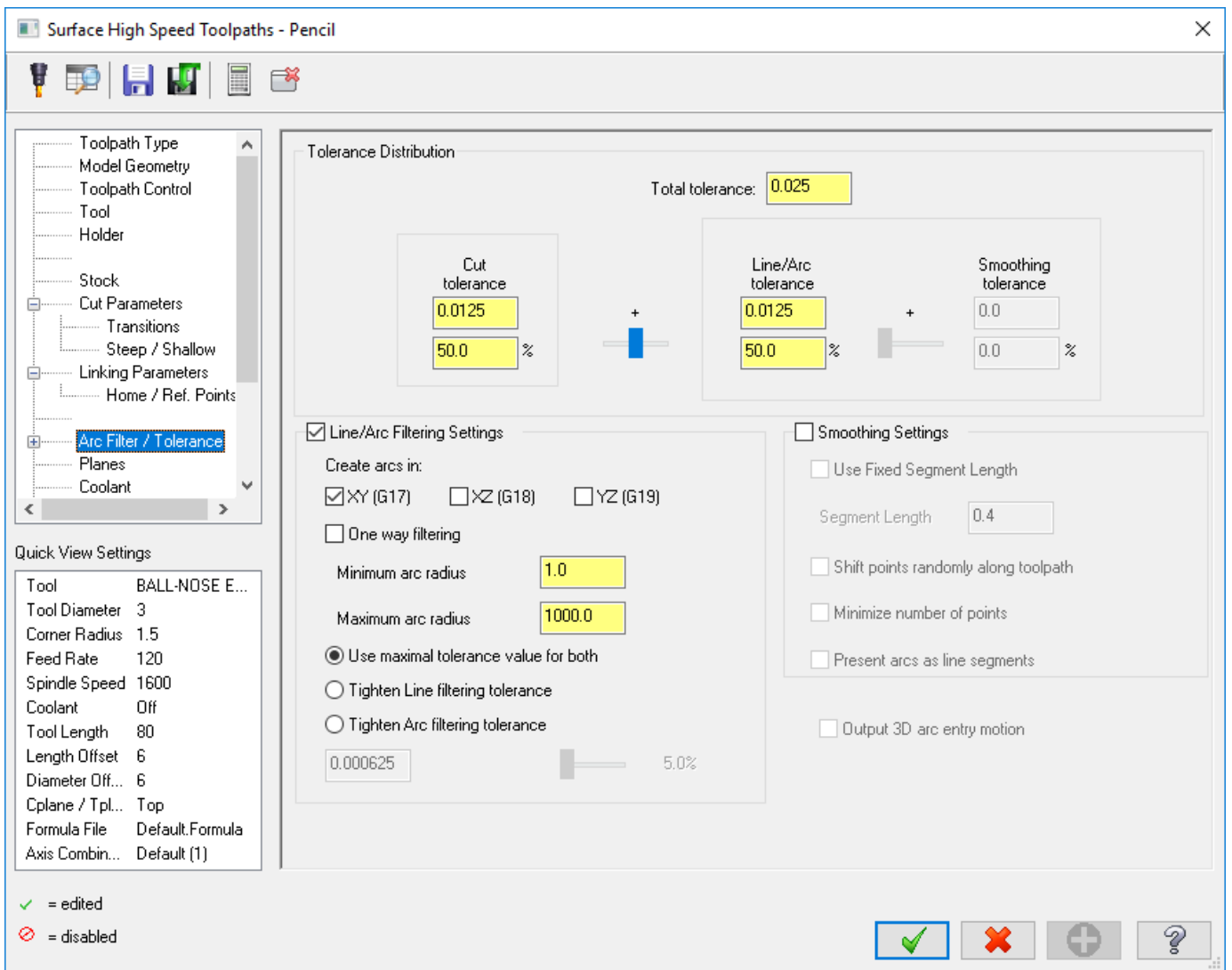
1. Izvēlieties **Toolpaths, 3D; Finishing** sadaļā izvēlieties **Pencil**.
2. **Model Geometry** lappuses **Machining Geometry** nodaļā iezīmējiet **machining**. Klikšķiniet uz bultiņas ar parakstu **Select entities**. Nospiežot [**Ctrl + A**], izvēlieties apstrādājamās virsmas (**Drive Surfaces**), tad nospiediet [**Enter**].
3. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select Library Tool**, pēc tam **3 mm ball-nose end mill** instrumentu.
4. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.
5. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



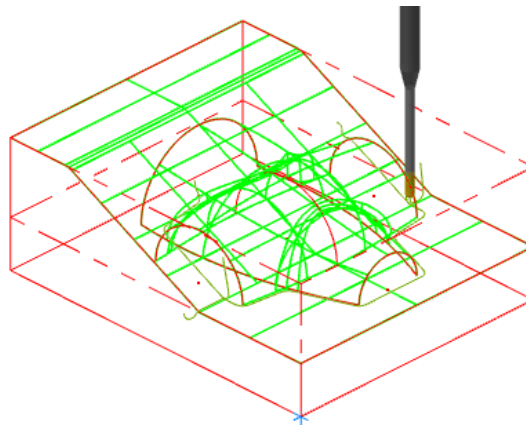
6. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
7. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



8. Izvēlieties **Arc Filter/Tolerance** dialoga lappusi. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



9. Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



Visu virsmas instrumenta trajektoriju pārbaude

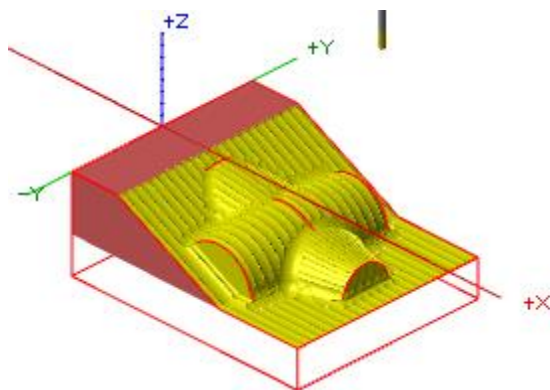
Lai redzētu sagataves materiāla noņemšanu, ir iespējams pārbaudīt instrumenta trajektoriju. Visu instrumenta trajektoriju pārbaude var ilgt vairākas minūtes atkarībā no datora ātruma.

Darbības

1. Izvēlieties **Select all operations, Verify selected operations.**

2. *Verify* loga rīku joslā izvēlieties **Play(R)** pogu .

Mastercam iet pa instrumenta trajektoriju un attēlo pārbaudes rezultātus, kuriem jāizskatās kā parādīts nākamajā attēlā.



3. Nospiediet [**Alt + A**], lai saglabātu failu.

Tagad, kad jau ir pieredze virsmas instrumenta trajektoriju veidošanā, nākamajos divos praktiskajos darbos būs iespējams aplūkot vairākas virsmu instrumenta trajektorijas un to izmantošanas iespējas.

29. PRAKTISKAIS DARBS – VIRSMU RUPJĀ APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt iedobumu frēzēšanas operāciju izveidi un programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ■ Izveidot stieplu režģi pa cieta ķermeņa šķautnēm. ■ Izvēlēties apstrādājamās virsmas. ■ Atrast un izvēlēties piemērotu instrumentu. ■ Veidot dažādas rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot iedobumu rupjās frēzēšanas operācijas, neļaujot instrumentam iecirsties sagatavē.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests24.emcam</i> frēzēt visus iedobumus. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto programmu, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kādas detaļu ģeometrijas elementu grupas izmanto virsmu apstrādes programmēšanā?

DARBA GAITA

Iepriekšējā praktiskajā darbā detaļa tika rupji apstrādāta ar rupjās apstrādes paralēlo (**rough parallel**) instrumenta trajektoriju. Šajā praktiskajā darbā tiks aplūkotas vairākas virsmas apstrādei izmantojamas rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas: rupjā iedobumu apstrāde (**rough pocket**), rupjā iegriešanās (**rough plunge**), atlikumu frēzēšana (**restmill**) un liela ātruma rupjā iedobumu apstrāde (**high-speed rough pocket**).

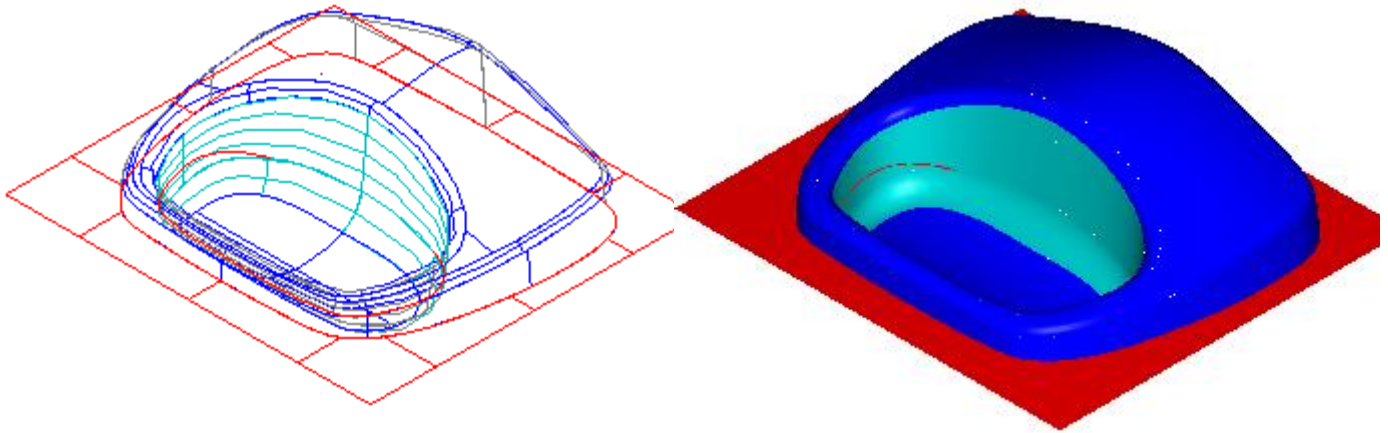
Mastercam ietver arī rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas vienā virzienā (**flowline**), pa kontūru (**contour**) un pa rādiusu (**radial**). Tās ir tādas pašas kā galīgās apstrādes gadījumos, izņemot to, ka rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas pieļauj griešanu vairākos Z dziļumos. Galīgās apstrādes **flowline**, **contour** un **radial** instrumenta trajektorijas tiks aplūkotas nākamajā praktiskajā darbā.

RUPJĀS IEDOBUMU APSTRĀDES INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Rupjās iedobumu apstrādes instrumenta trajektorija ātri noņem lielu sagataves materiāla daudzumu un sagatavo detaļu galīgās apstrādes instrumenta trajektorijai. Ieguvums no rupjās iedobumu apstrādes instrumenta trajektorijas lietošanas detaļai ir tāds, ka instrumenta trajektoriju var sākt punktā ārpus detaļas un nepieļaut instrumenta ieciršanos materiālā. Rupjās iedobumu apstrādes

instrumenta trajektorija arī izveido plakānu griezumu virknes (ar konstantu Z koordinātu), kas ir ieteicamākais veids vairumam rupjās apstrādes instrumentu.

Darbam izmantosiet nākamajā attēlā doto detaļu.

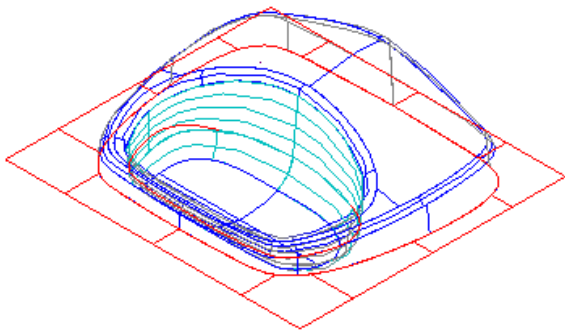


Instrumenta aptveres robežas veidošana

Iepriekšējā praktiskajā darbā tika izvēlēta ģeometrija, kuru *Mastercam* izmantoja kā instrumenta aptveres robežu. Tā kā instrumenta aptveres robežai jābūt ar stieplu režģa ģeometriju, bet šai detaļai ir tikai virsmas, tiks veidota stieplu režģa robeža, kuru var izmantot kā instrumenta aptveri.

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet failu *rupja_iedobe.emcam*.
2. Izvēlieties **Curve All Edges**.
3. Iezīmējiet visas virsmas, nospiežot [**Ctrl + A**], tad [**Enter**].



4. *Mastercam* izveido taisnes apkārt ārējām kontūrām un līknes pa iekšējo kontūru.


Piezīme. Iespējams, vajadzēs pārzīmēt ekrānu, lai redzētu jauno ģeometriju. Rīku joslā izvēlieties pogu **Fit**.

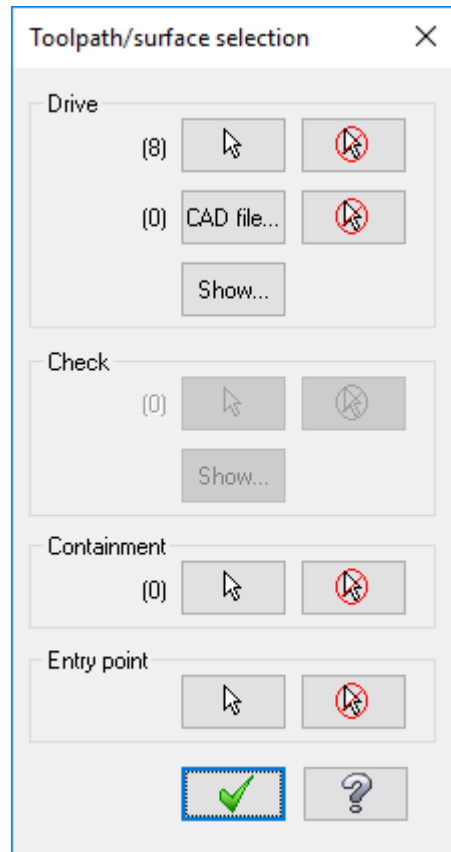
Virsmas parametru izvēle

Darbības

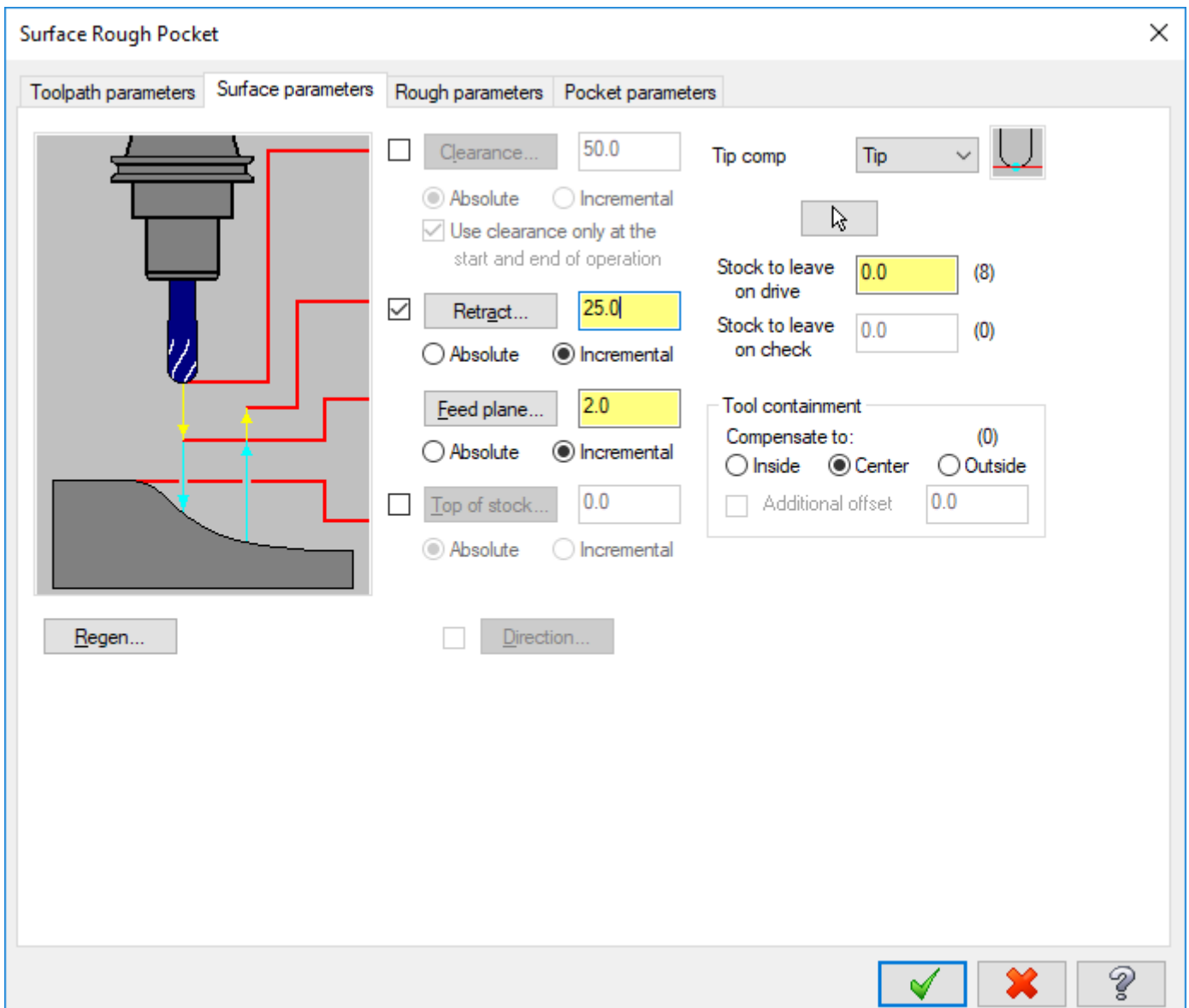
1. Izvēlieties **Toolpaths, Roughing, Pocket**.

2. Iezīmējiet visas virsmas ar **[Ctrl + A]**, apstipriniet ar **[Enter]**. Izvēlieties **Entry Point** bultiņu no attēlā parādītā loga.

Norādiet apstrādes sākuma punktu plakanās virsmas stūrī. Apstipriniet ar .



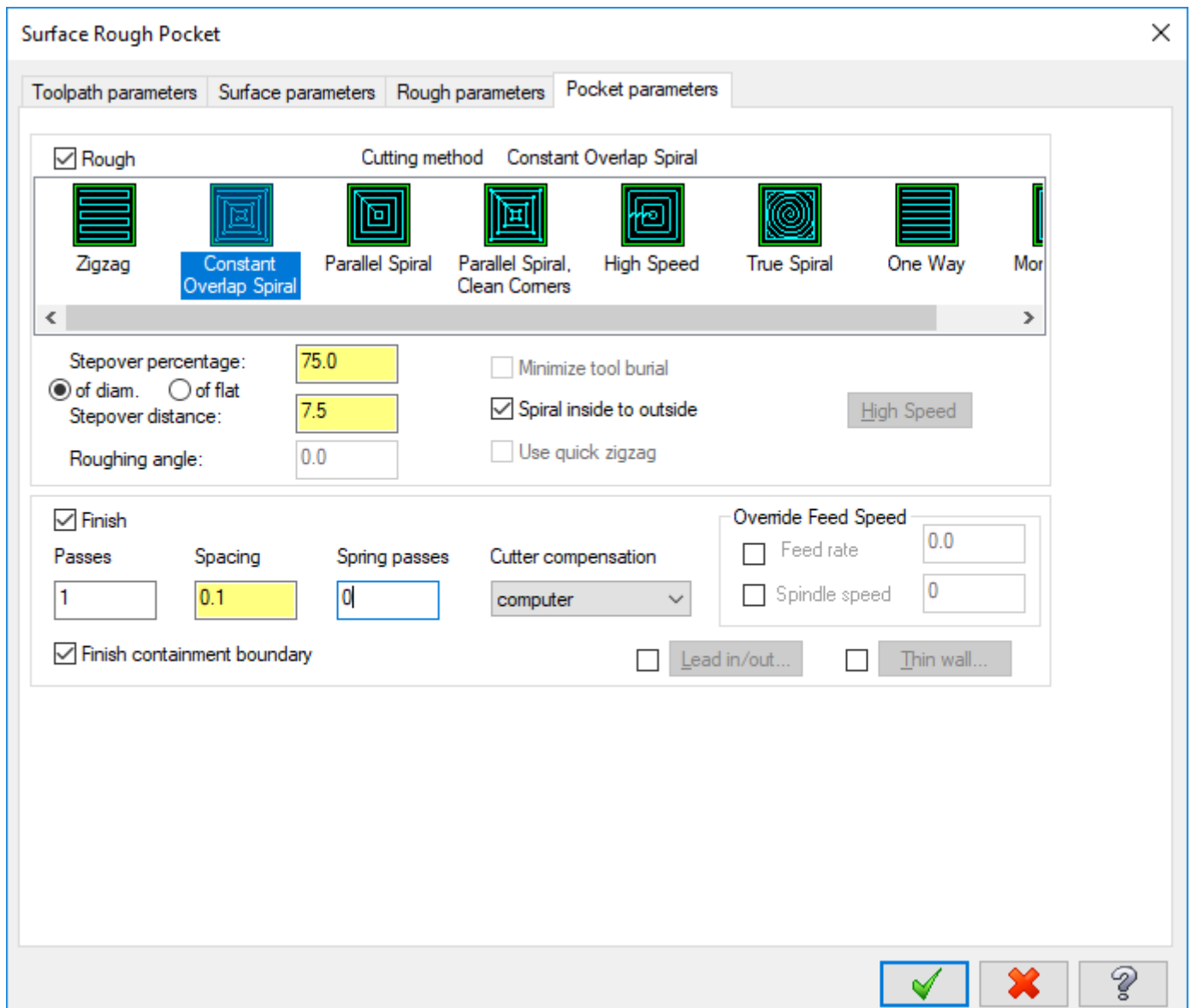
3. Klikšķinot uz **Select Library Tool**, izvēlieties **10 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.
4. Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.
5. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



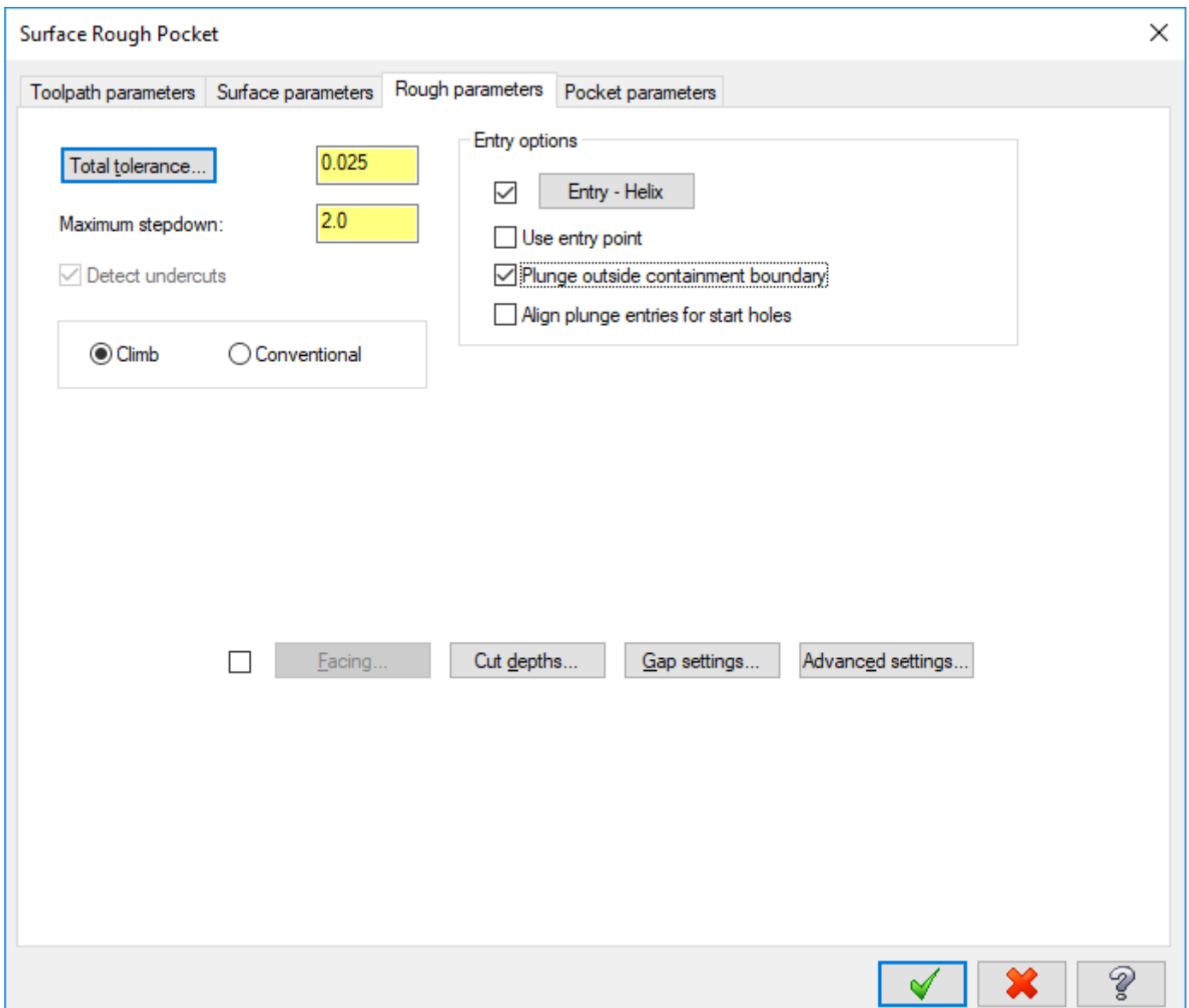
Rupjās apstrādes parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Pocket parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.




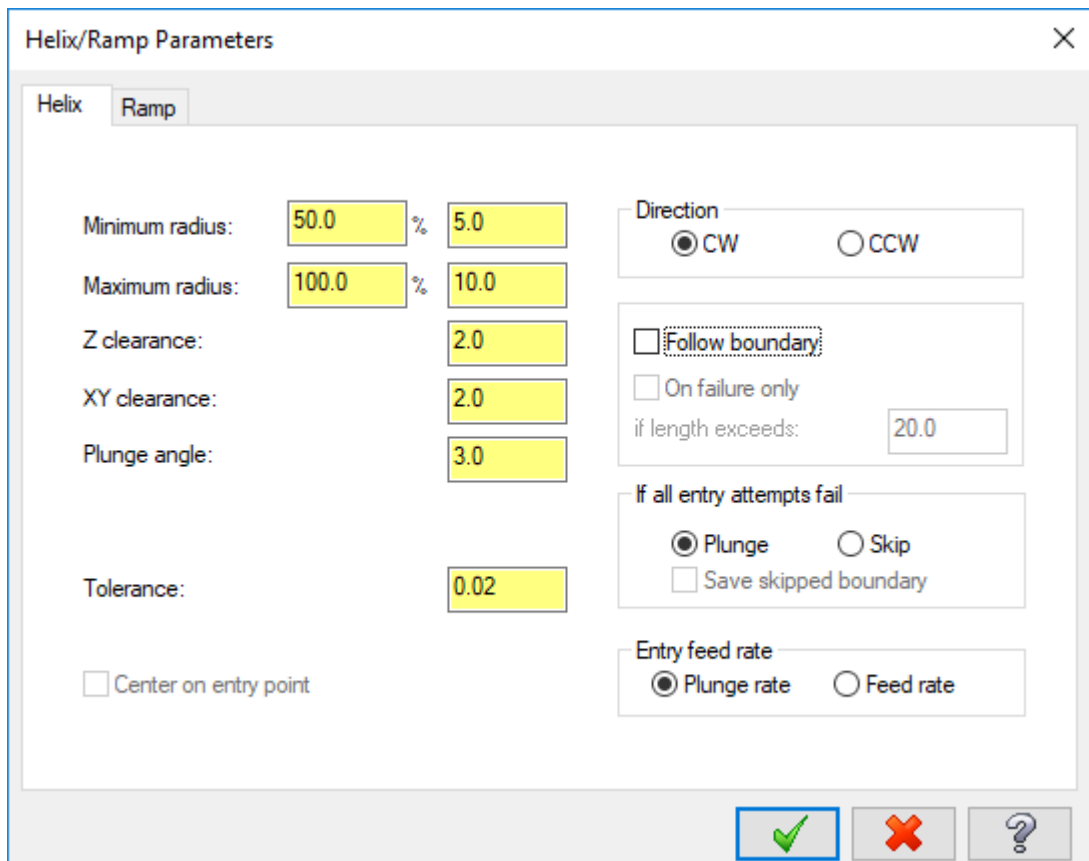
3. Izvēlieties **Rough parameters**.



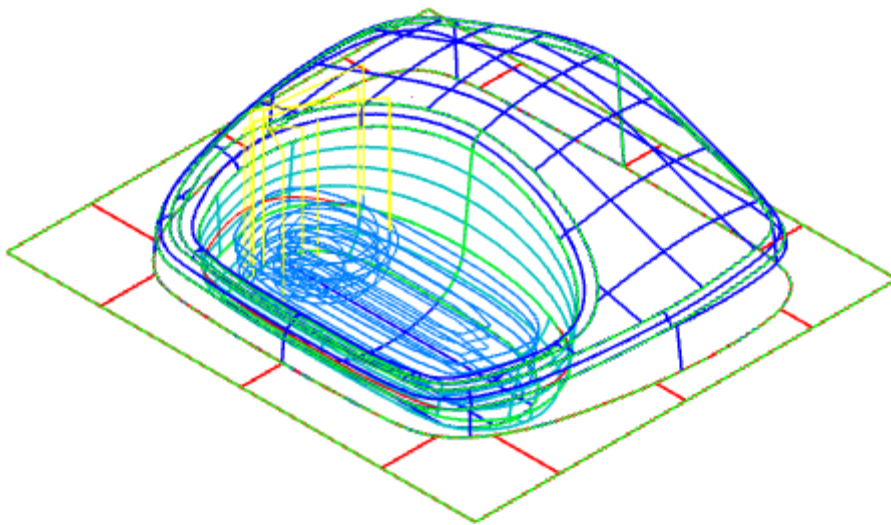
PIEZĪME

Iepriekšējā attēlā izvēlētais instruē Mastercam veikt divas lietas – iegriezties materiālā ārpus instrumenta aptveres robežām (**Plunge outside containment boundary**) un veidot ieejas kustību pa spirāli (**Entry - helix**). Mastercam lietos ieeju pa spirāli tikai tur, kur nav iespējama iegriešanās ārpus detaļas; šai detaļai tas nozīmē tukšuma apstrādi detaļas priekšpusē.

4. Izvēlieties **Entry - helix** iezīmju lauku un pogu.
5. Izvēlieties **Helix** dialoga lappusi.
6. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.
7. Izvēlieties  divreiz.



Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



Tā vietā, lai izmantotu taisnus lineārus griezumus, kā tas bija iepriekšējā praktiskajā darbā, šī instrumenta trajektorija lieto **Constant Overlap Spiral** griešanas metodi, kura daudz vairāk tuvina detaļas kontūru efektīvākai rupjās apstrādes operācijai.

8. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *rupja_spirale.emcam*.

RUPJĀS APSTRĀDES IEGRIEŠANĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

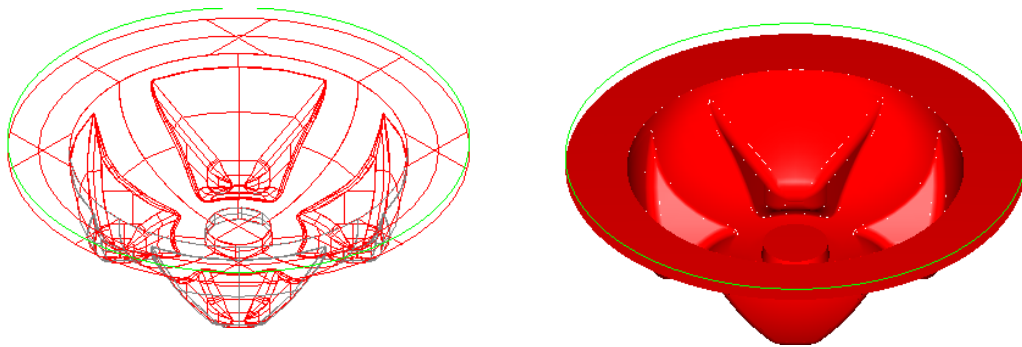
Rupjās apstrādes iegriešanās instrumenta trajektorija rupji apstrādā detaļu ātri, izmantojot urbšanai līdzīgu kustību.

Cehos, kur lieto šādas instrumenta trajektorijas, bieži ievieš speciālu gala griešanas instrumentu ar plakānu apakšu, lai noņemtu sagataves materiālu ātri, bet pa instrumenta centru var padot dzesēšanas šķidrums skaidu novākšanai. Iegriešanās rupjā apstrādē ir piemērotākā instrumenta trajektorija dziļiem dobumiem.

Mastercam dod divus rupjās apstrādes iegriešanās instrumenta trajektoriju veidošanas paņēmienus:

- zigzaga metode nosaka taisnstūra tīklu, un instruments iegriežas atstarpēs gar to;
- NCI metode ļauj instrumentam iegriezties atstarpēs gar iepriekš izveidotu instrumenta trajektoriju.

NCI variants dod daudz vairāk iespēju vadīt iegriešanās darbības, un par to varēs pārieicināties šajā vingrinājumā. Stieplu režģis un virsmas ģeometrija šai detaļai ir parādīta nākamajos attēlos.



Šajā vingrinājumā iespējams apgūt vairākas iemaņas: rupjās apstrādes iegriešanās instrumenta trajektorijas veidošanu, izmantojot NCI failu, absolūtā griešanas dziļuma lietošanu, kontroles (*check*) virsmu izmantošanu instrumenta trajektorijas ierobežošanai.

Padziļinājuma instrumenta trajektorijas veidošana

1. darbība

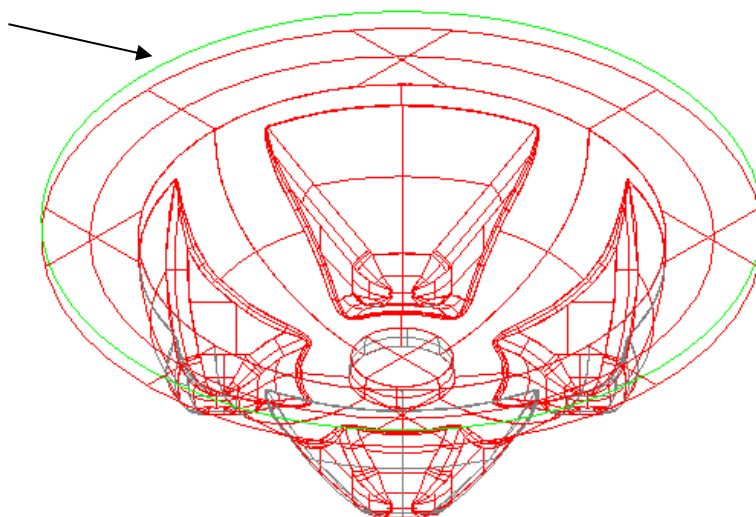
Savā darba mapē atveriet failu *rupja_iegriesanas.emcam*. Izvēlieties izometrisko skatu.

2. darbība

Izvēlieties **Machine, Mill, Default, Toolpaths, 2D, Pocket**.

3. darbība

Izvēlieties zaļo apluci virs detaļas.



4. darbība

Izvēlieties .

5. darbība

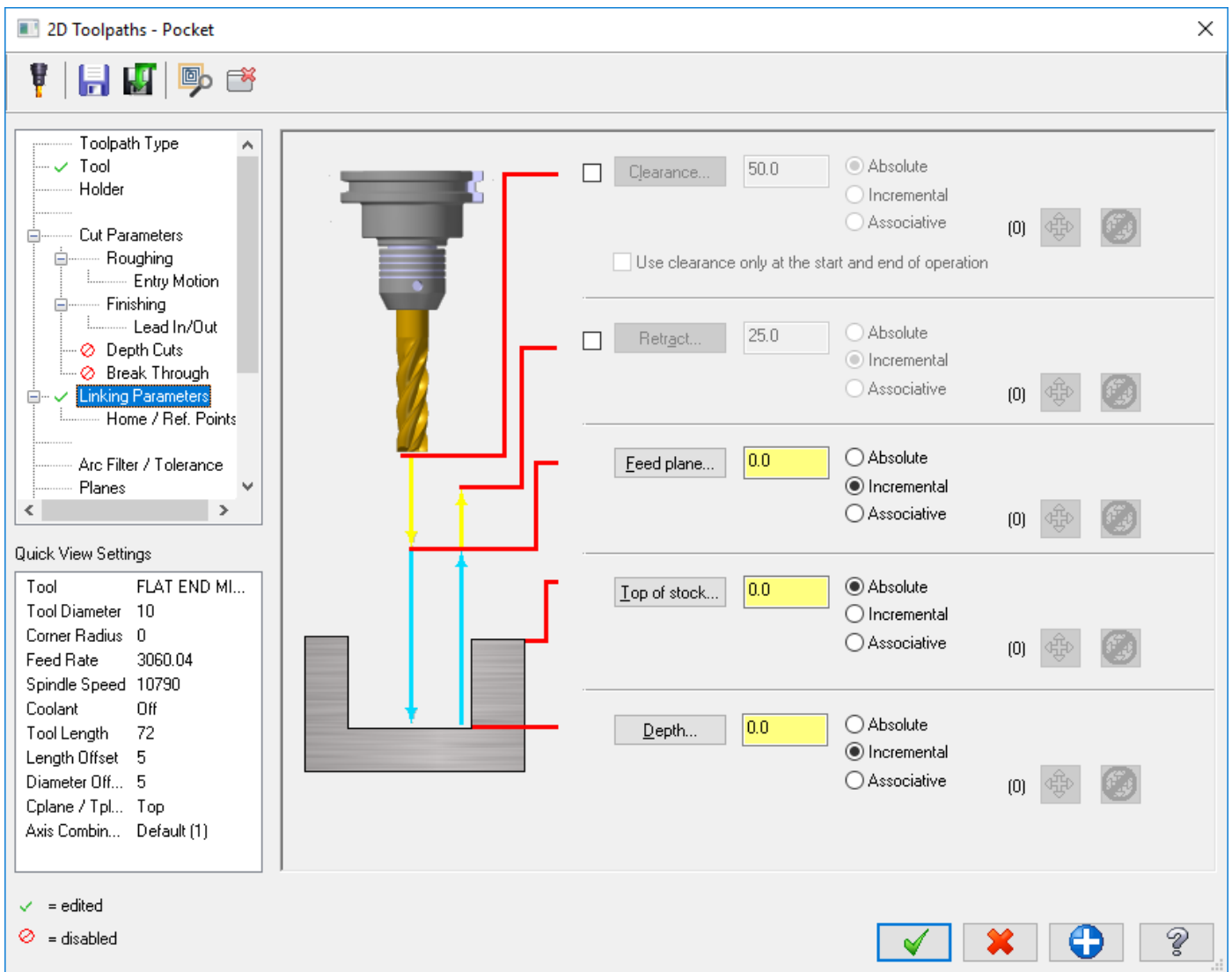
Izvēlieties **10 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.

6. darbība

Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

7. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā attēlā.



PIEZĪME

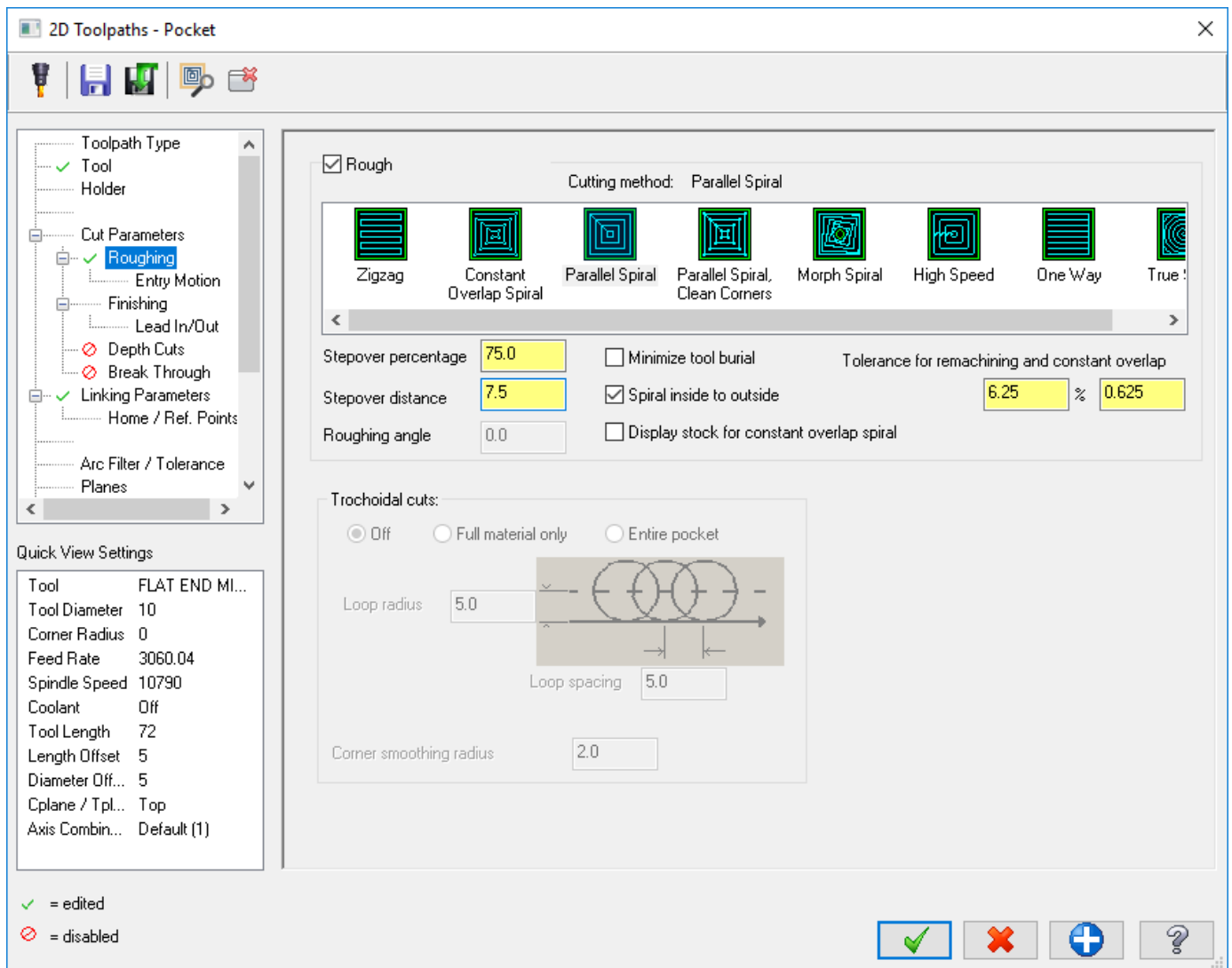
Dziļuma (**depth**) vērtības nav svarīgas, jo nav nepieciešams griezt detaļu noteiktos dziļumos. Tā vietā Mastercam projicēs šo instrumenta trajektoriju uz detaļas, kad tiks veidota virsmas instrumenta trajektorija.

8. darbība

Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.

9. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā attēlā.

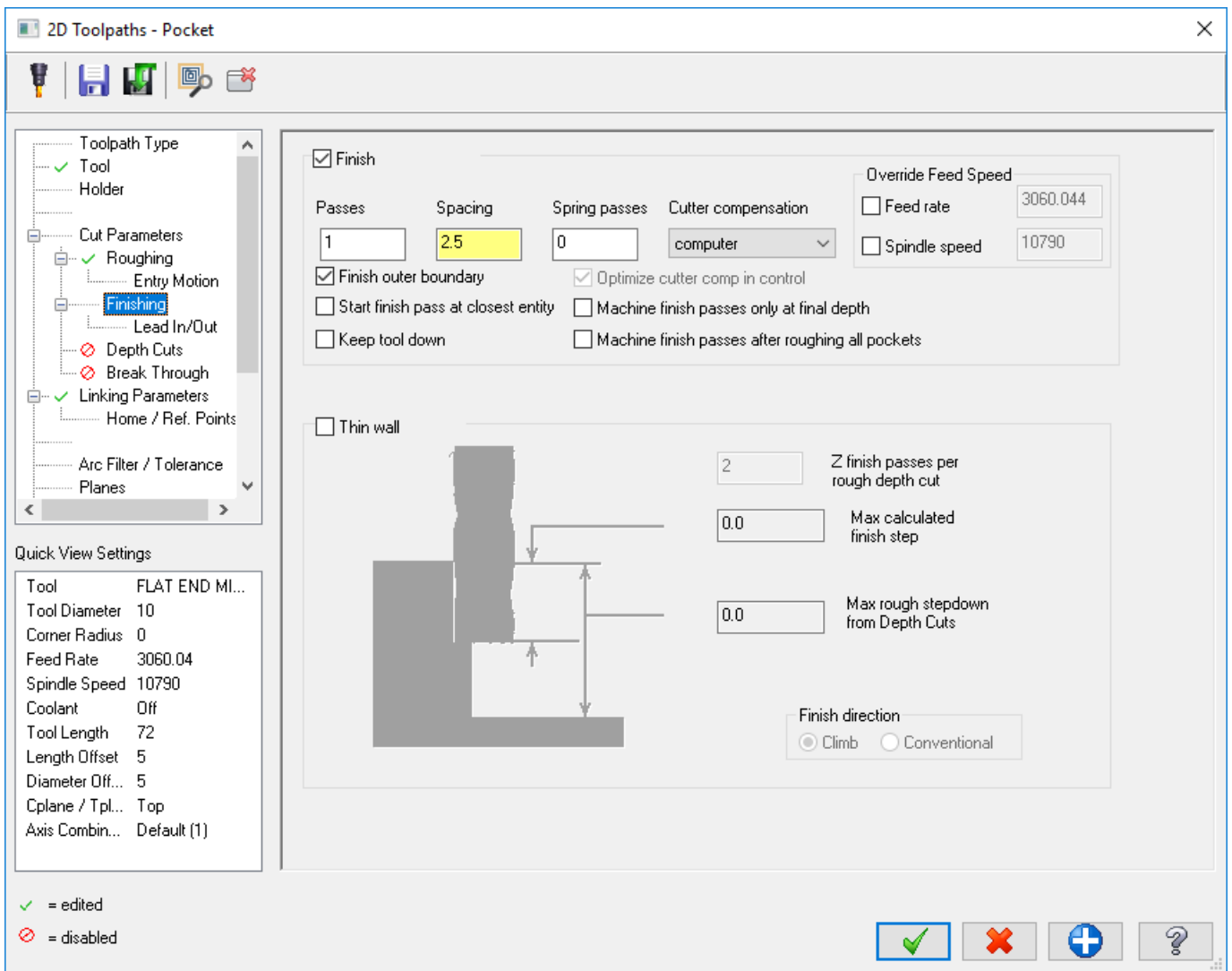


10. darbība


Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi.

11. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā attēlā.

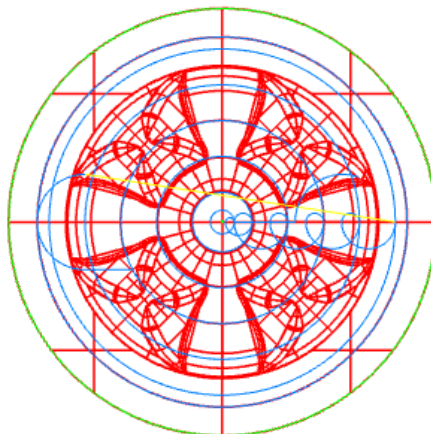


12. darbība

Izvēlieties . *Mastercam* izveido instrumenta trajektoriju.

13 darbība

Izvēlieties **Top** pogu no izvēlnes, lai redzētu instrumenta trajektoriju skaidrāk. Instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



14. darbība


Nospiediet [**Alt + T**], lai attīrītu instrumenta trajektoriju no ekrāna.

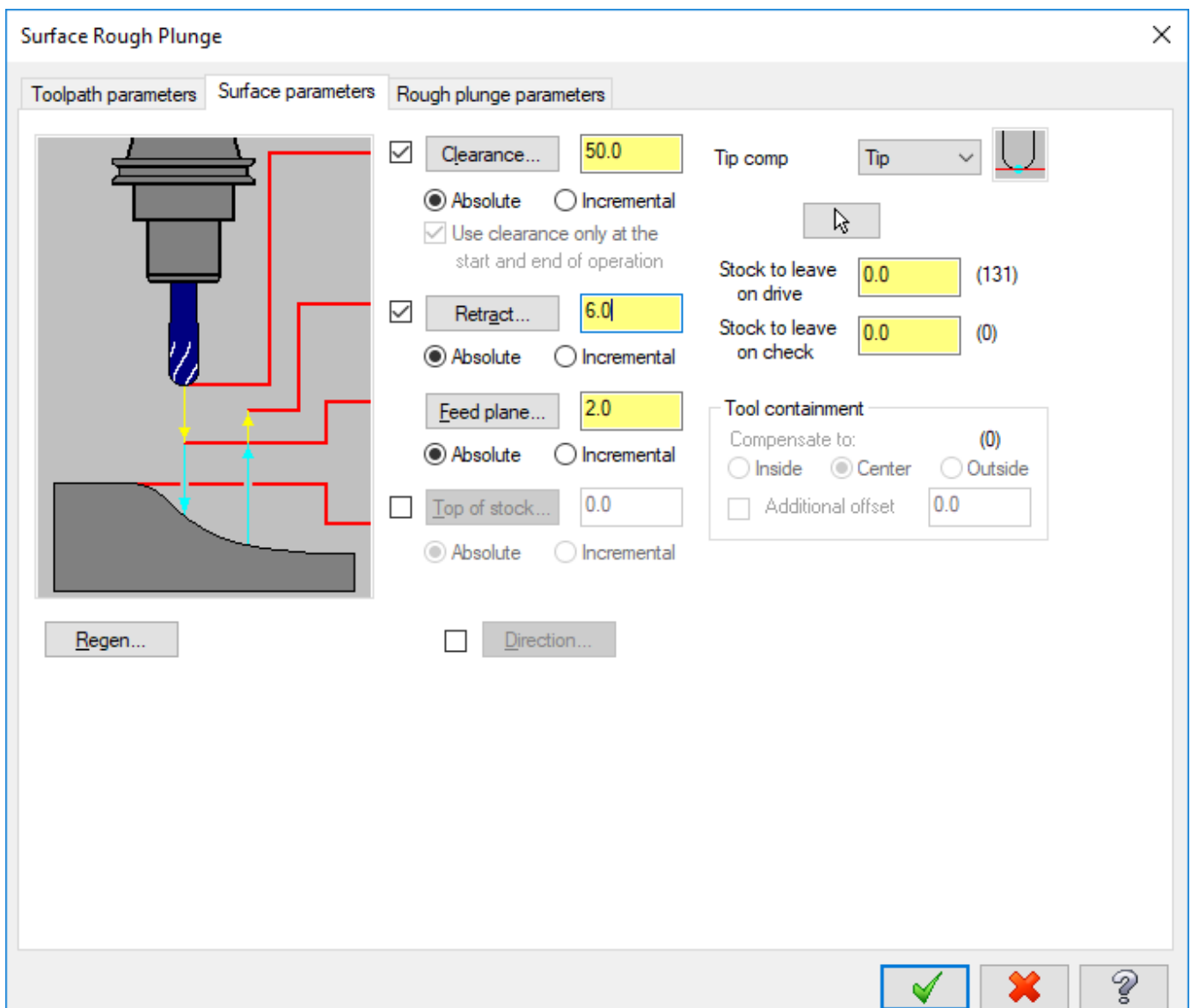
15. darbība

Izvēlieties **Isomctric** pogu no izvēlnes, lai atgrieztu ekrānu uz izometrisku skatu.

Virsmas instrumenta trajektorijas veidošana

Darbības

1. Izvēlieties **Toolpath, 3D, Roughing, Plunge**.
2. Iezīmējiet visas apstrādājamās virsmas, nospiežot [**Ctrl + A**], apstipriniet ar [**Enter**], tad izvēlieties .
3. Izvēlieties **10 mm HSS flat endmill**.
4. Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.
5. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

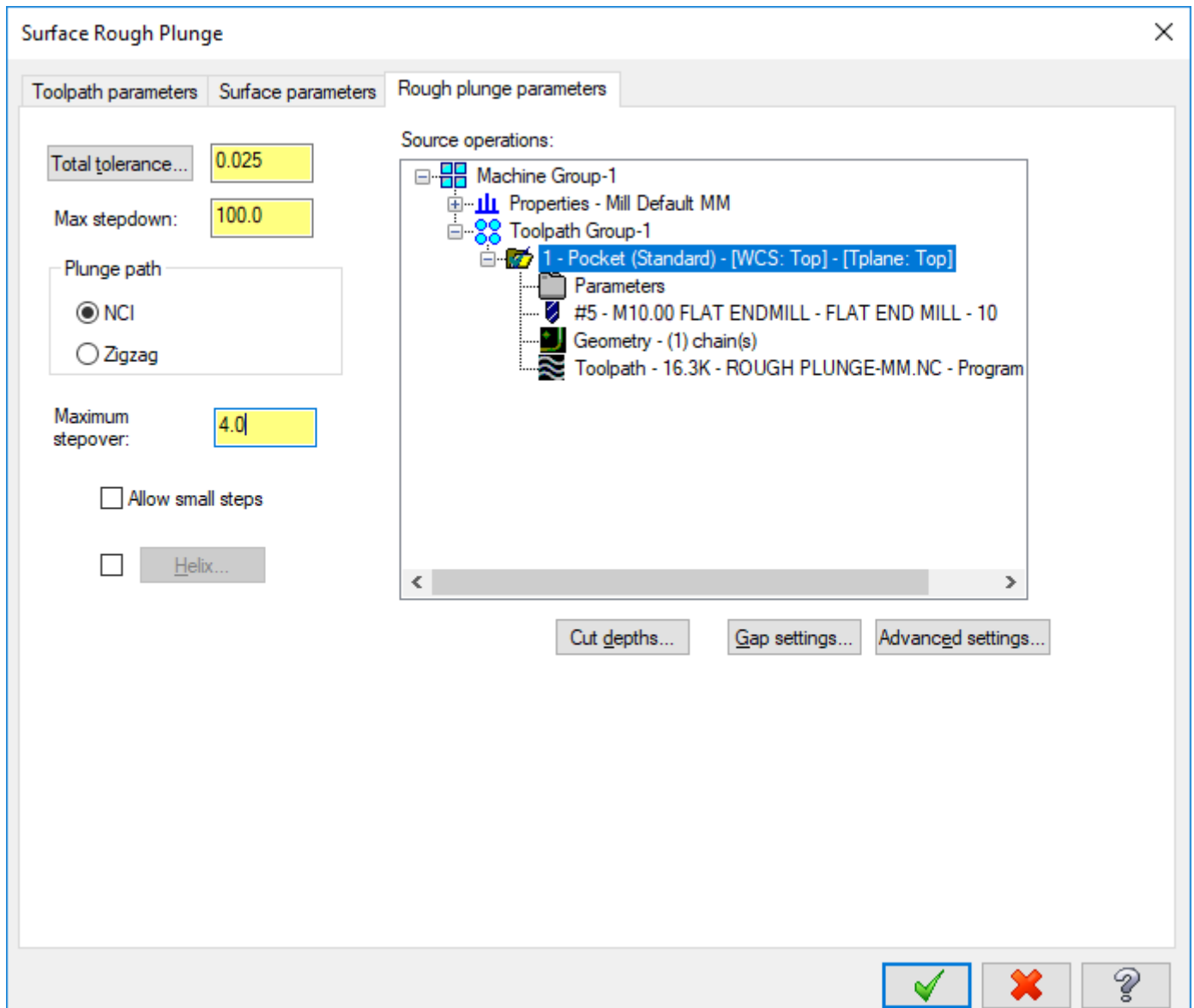


Piezīme. Rupjās iegriešanās instrumentu trajektorijas nelieto instrumenta aptveres robežas, tāpēc **Tool Containment** iestatījumam nav nozīmes.

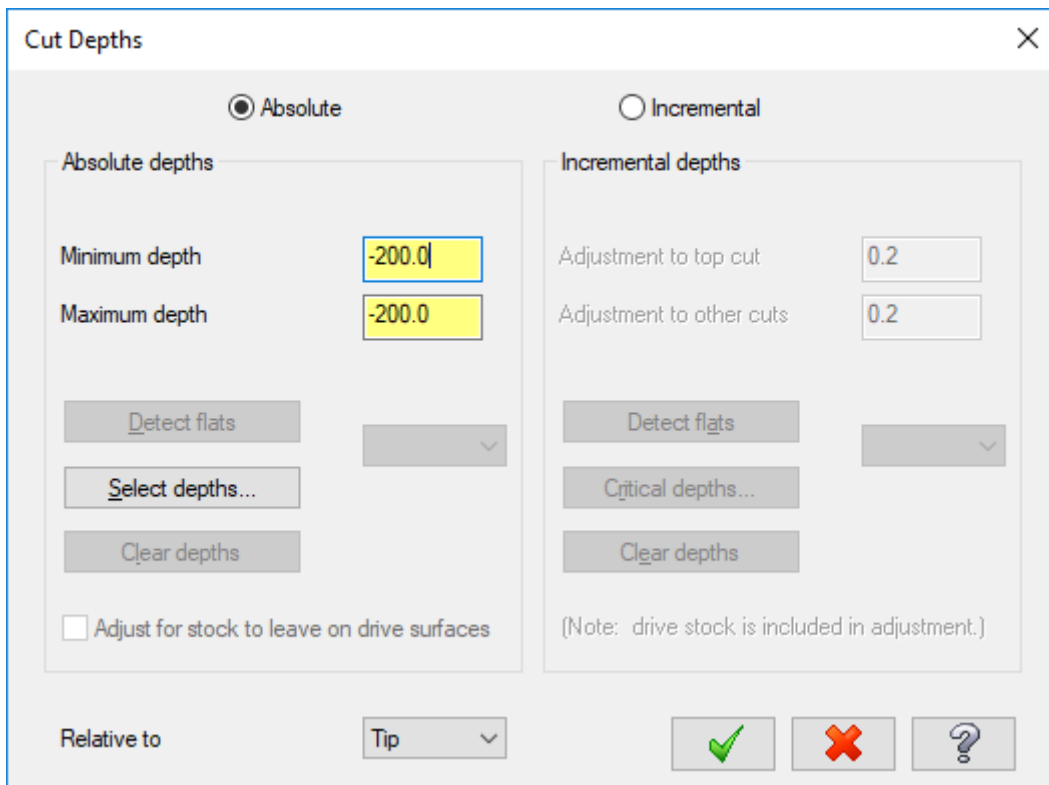
Rupjās apstrādes iegriešanās parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Rough plunge parameters** dialoga lappusi.
2. Pie **Plunge path** izvēlieties **NCI** variantu.
3. Izvēlieties padziļinājumu instrumenta trajektoriju **Pocket (Standard)** no operāciju saraksta **Source** logā. *Mastercam* no šīs operācijas izmantos NCI failu, lai projicētu instrumenta trajektoriju uz izvēlētais apstrādājamās virsmas.
4. Ievadiet pārējās vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



5. Izvēlieties **Cut depths** pogu.
6. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

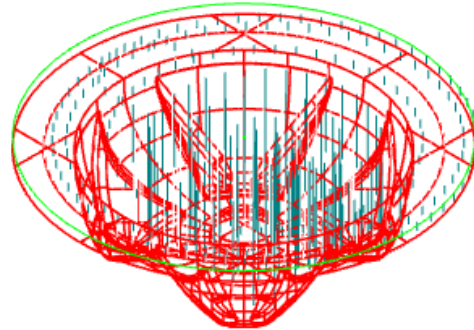


PIEZĪME

Iestatījumi mazākajam un lielākajam griešanas dziļumam (**minimum un maximum depth**), kas atrodas stipri zem detaļas apakšas, kā noteikts šeit, nodrošina instrumenta pārvietojumu tieši uz detaļas apakšu bez cikliskas atvirzīšanās (**pecking**) kustībām.

7. Izvēlieties divreiz.

Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



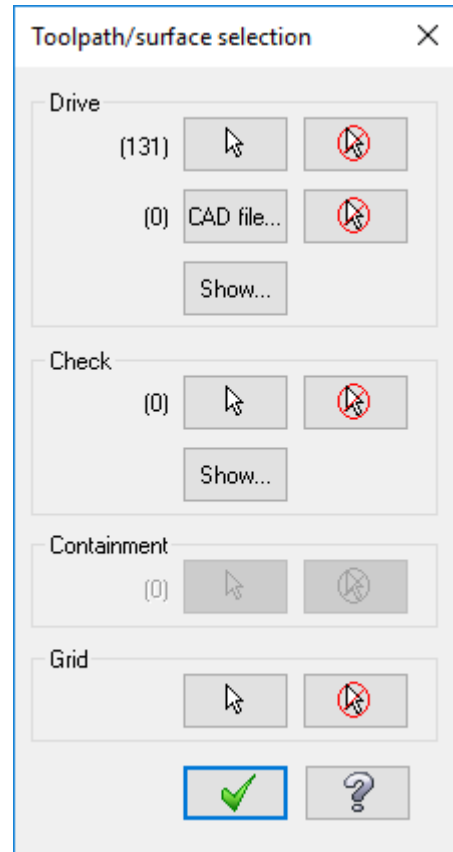
8. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *NCI_iegriesanas.emcam*.

Kontroles (check) virsmu lietošana instrumenta trajektorijas ierobežošanai

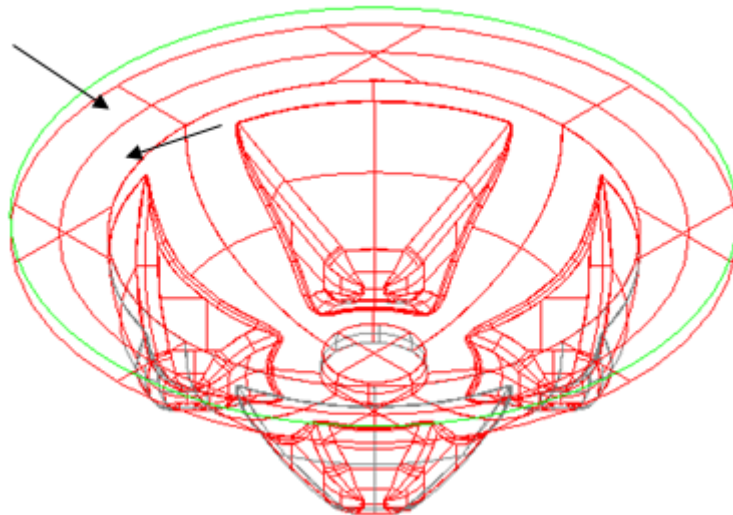
Apskatot instrumenta trajektoriju, var redzēt, ka instruments iegriežas ārējā detaļas gredzenā. Iegriešanās instrumenta trajektorijai ir lieka instrumenta aktivitāte. Šajā procedūrā tiks rediģēta virsmas izvēle tā, lai instrumenta trajektorija izvairītos no šīs virsmas.


Darbības

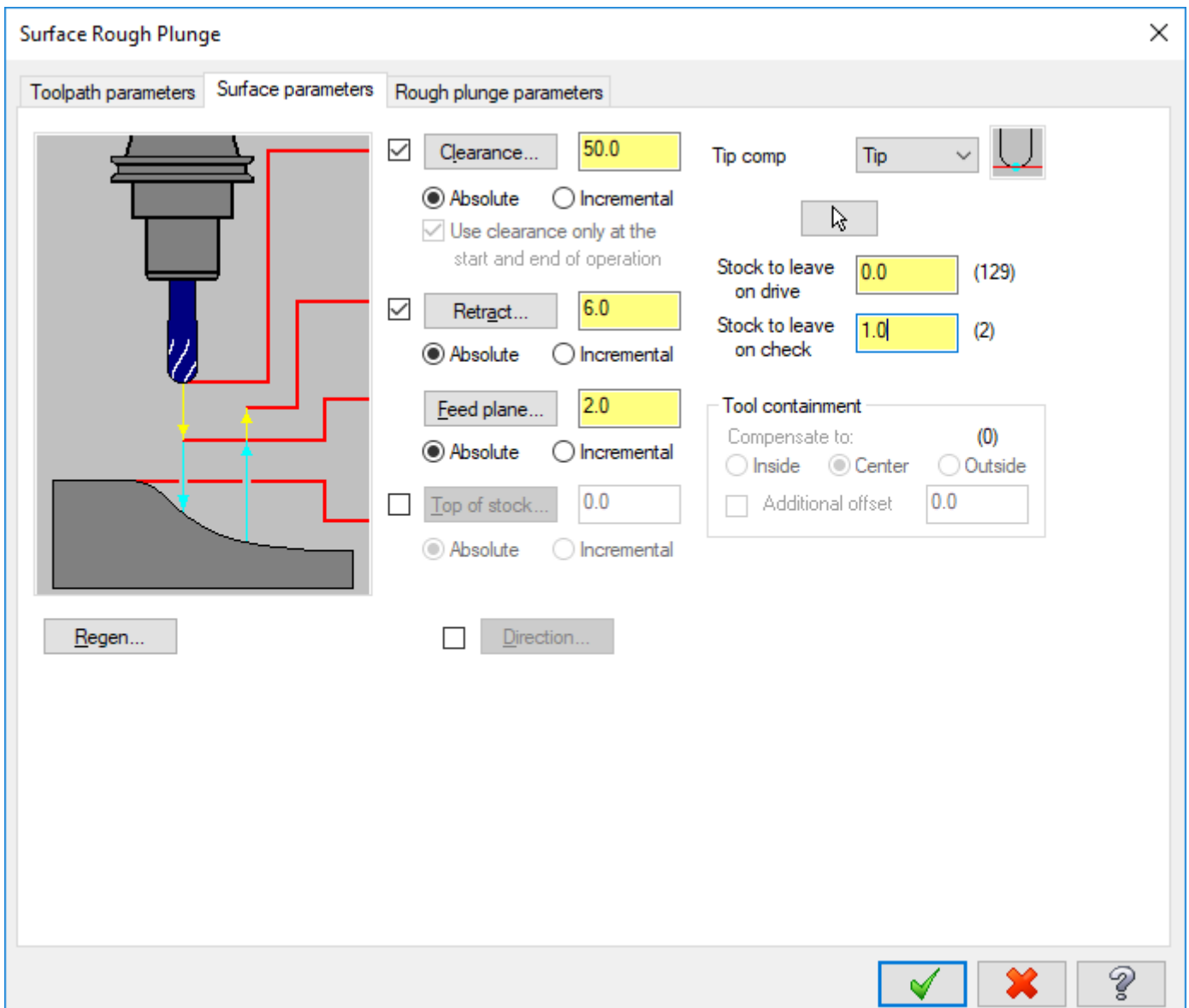
1. Operāciju pārvaldnieka logā pa kreisi izvēlieties **Parameters** ikonu zem **Surface Rough Plunge** operācijas.
2. **Surface parameters** laukā izvēlieties pogu ar slīpo bultiņu virs **Stock to leave on drive** sekcijas. Atveras nākamā attēla dialoga logs.
3. Izvēlieties bultiņu **Check** sekcijā.



4. Izvēlieties divas ārējās virsmas, kā parādīts nākamajā attēlā, apstipriniet ar **[Enter]**. **Check** sekcijā parādās skaitlis 2.



5. Izvēlieties , lai atgrieztos uz **Surface parameters** dialoga lauka. Tagad *Mastercam*, veidojot instrumenta trajektoriju, izvairīsies no šīm divām virsmām.
6. Ievadiet **1.0** kā **Stock to leave on check**. Jaunajiem iestatījumiem jāsakrīt ar nākamo attēlu.

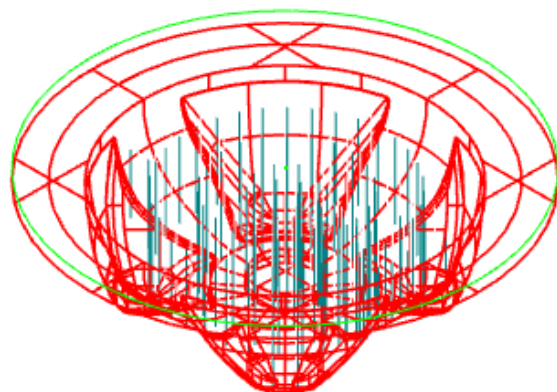


PIEZĪME

Pievērsiet uzmanību, ka Mastercam automātiski atjaunina apstrādājamo virsmu skaitu.

7. Izvēlieties .

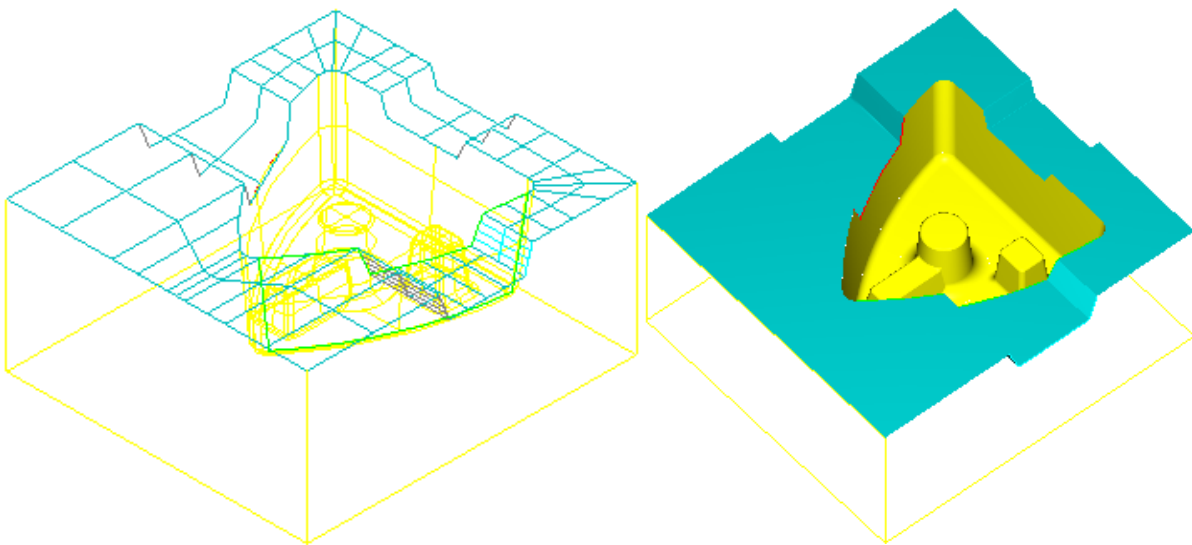
8. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. Jaunajai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā. Var redzēt, ka visi jaunie iegriešanās punkti ir iekšējā detaļas dobumā.



9. Nospiediet [**Alt + A**], lai saglabātu failu.

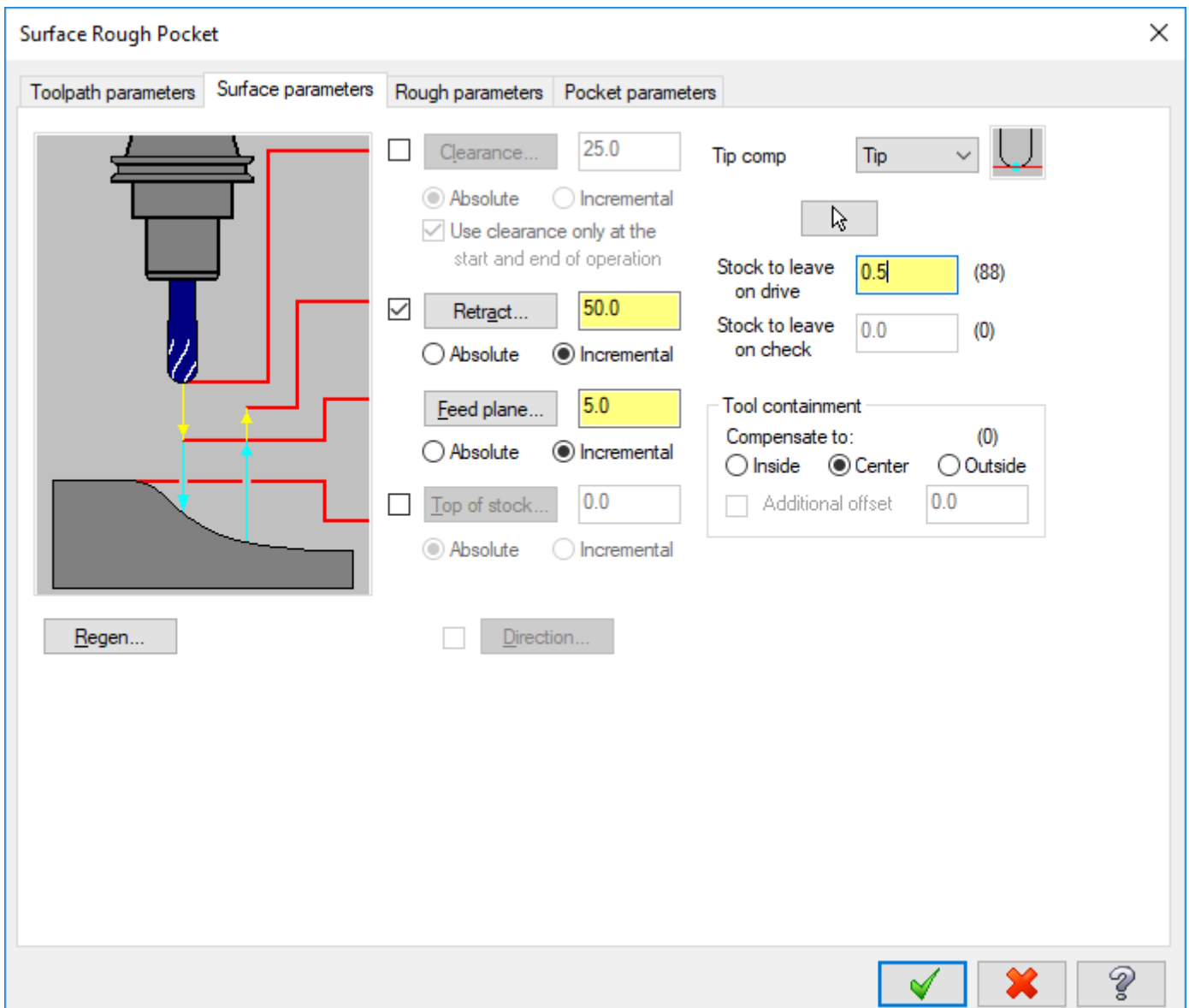
ATLIKUMU FRĒZĒŠANAS (RESTMILL) INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Atlikumu frēzēšana ir tikai rupjās apstrādes instrumenta trajektorija, kura iztīra atlikušo sagataves materiālu ar rupjās apstrādes plaknē novietotu (konstanta Z vērtība) griešanas kustību. Tā kā atlikumu frēzēšana izmanto vairākus atkārtotus Z griezumus atlikušā sagataves materiāla novākšanai, tā ir daudz efektīvāka nekā galīgās apstrādes atlikušā materiāla noņemšanas instrumenta trajektorija operācijām, kur rupjās apstrādes operācija ir atstājusi daudz sagataves materiāla noņemšanai. Galīgās apstrādes atlikušā materiāla noņemšanas instrumenta trajektorija virzās tieši uz atlikušā sagataves materiāla apakšu, tādēļ tā ir vairāk piemērota galīgās apstrādes operācijām, kur ir atlicis mazāks sagataves materiāla apjoms. Nākamie attēli rāda stieplu režģi un virsmas ģeometriju šai detaļai.



Darbības

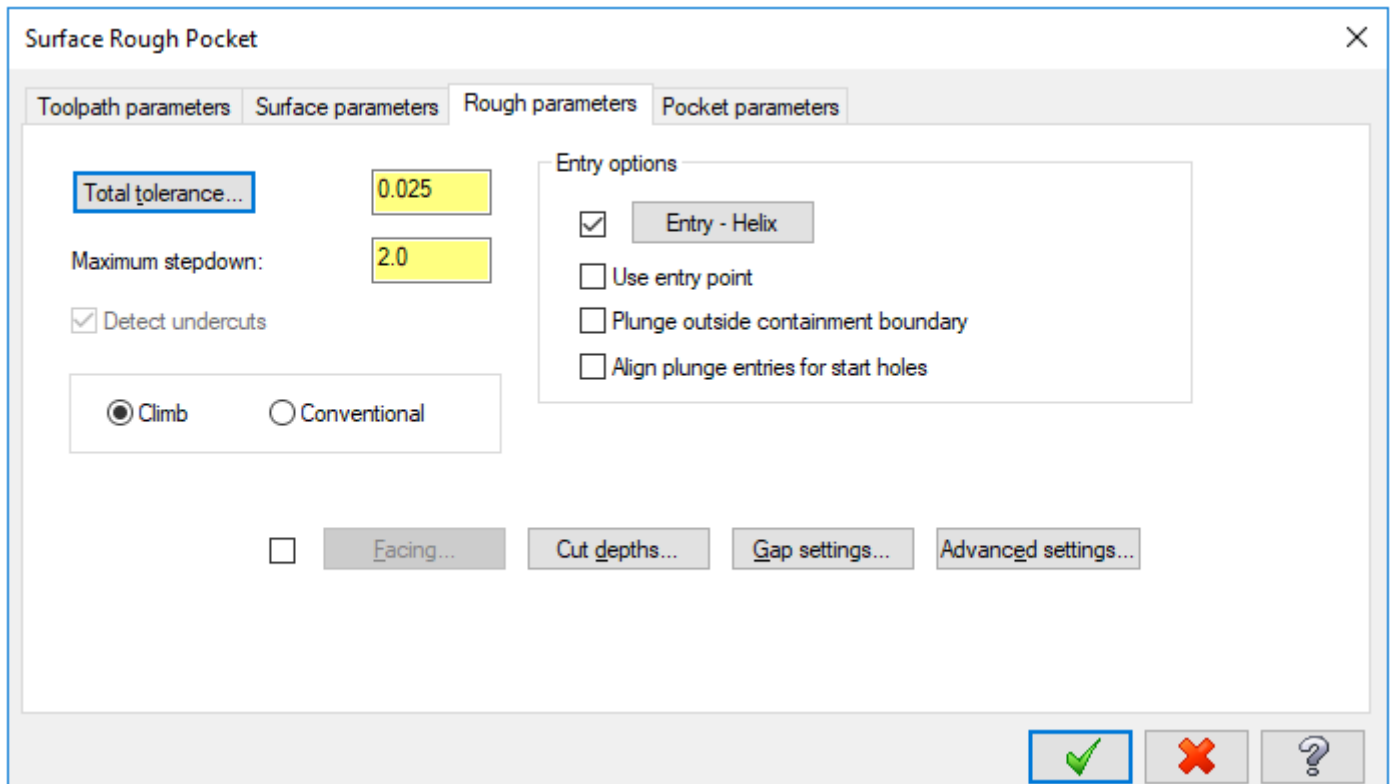
1. Savā darba mapē atveriet failu *atlikum_freze.emcam*.
2. Izvēlieties **Machine, Mill, Toolpaths, 3D, Roughing, Pocket**. Ar **[Ctrl + A]** iezīmējiet visas apstrādājamās virsmas, apstipriniet ar **[Enter]**, tad spiediet **OK**.
3. Izvēlieties **18 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.
4. Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.
5. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



Padziļinājumu parametru ievadišana

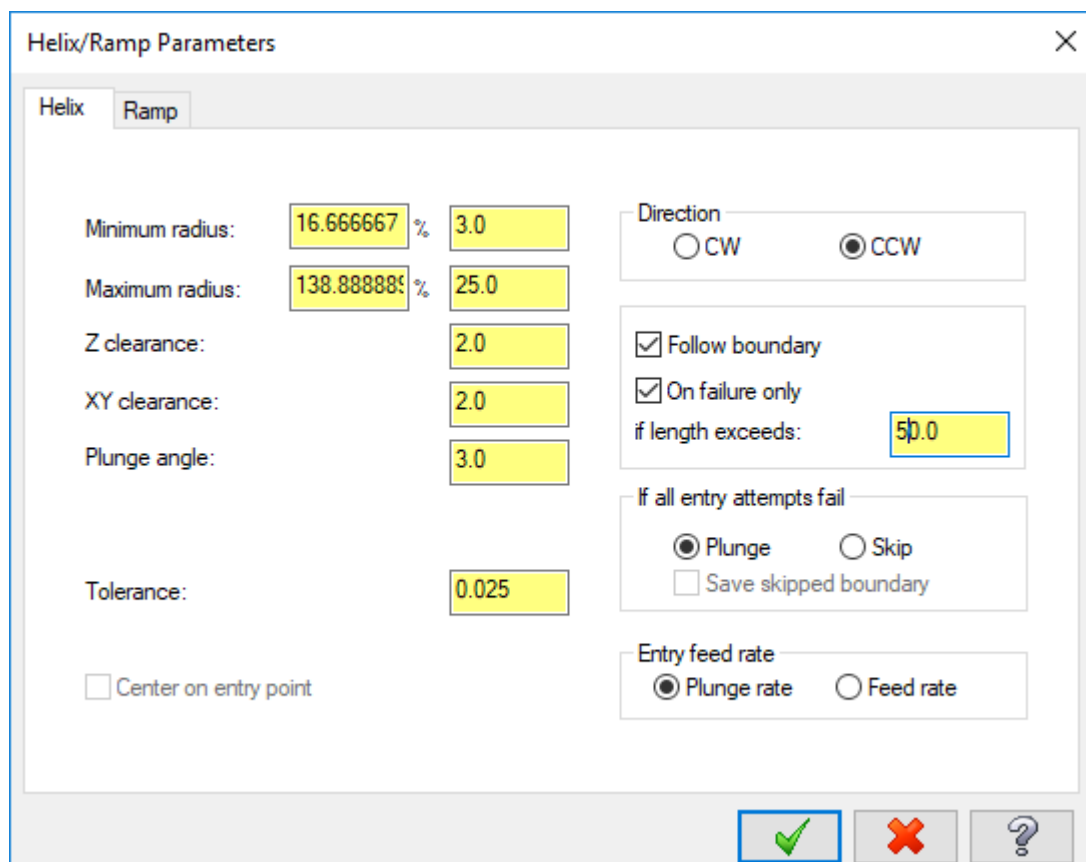
Darbības

1. Izvēlieties **Rough parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



3. Izvēlieties **Entry - Helix** (vai **Entry - Ramp**) iezīmju lauku un pogu.

4. Izvēlieties **Helix** dialoga lappusi.



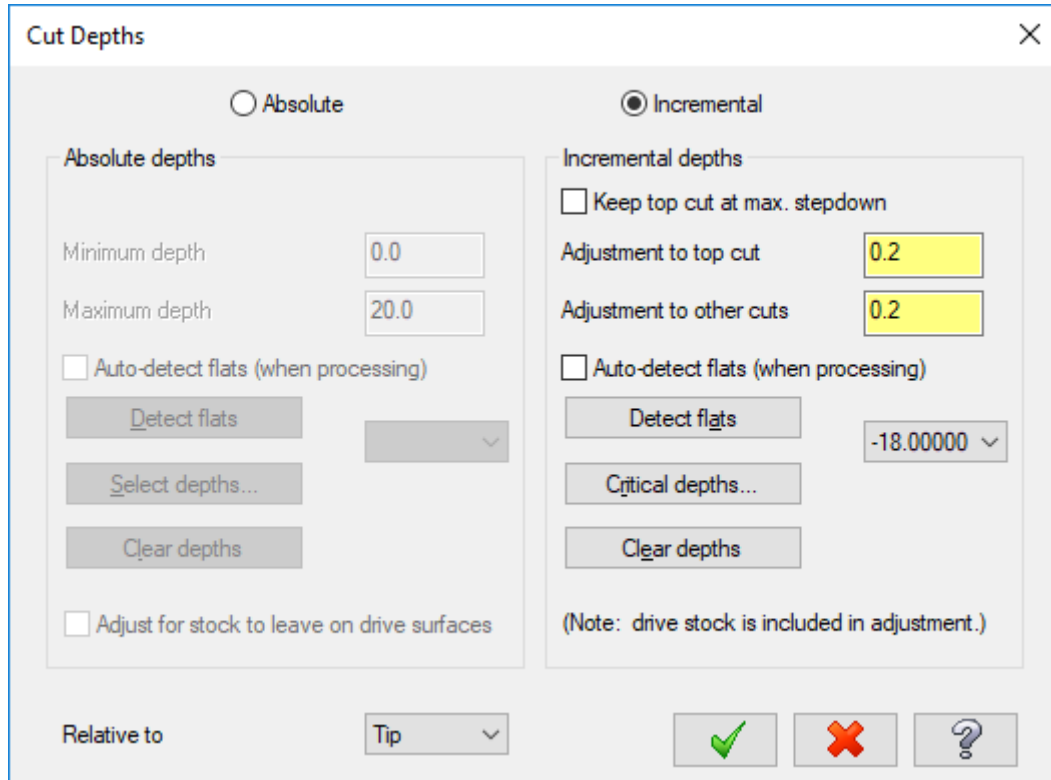
5. Ievadiet **3** kā **Minimum radius**.

6. Ievadiet **25** kā **Maximum radius**. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo dialoga lauku.

7. Izvēlieties .

8. Izvēlieties **Cut Depths**.

9. **Incremental depths** sekcijā izvēlieties **Detect flats**, tad **-18.00000**. *Mastercam* automātiski izveido griešanas gājienu virspuses augstumos. Pārējiem iestatījumiem jāsakrīt ar nākamo attēlu.



Cut Depths

Absolute Incremental

Absolute depths

Minimum depth: 0.0

Maximum depth: 20.0

Auto-detect flats (when processing)

Detect flats

Select depths...

Clear depths

Adjust for stock to leave on drive surfaces

Incremental depths

Keep top cut at max. stepdown

Adjustment to top cut: 0.2

Adjustment to other cuts: 0.2

Auto-detect flats (when processing)




Detect flats


Critical depths...

Clear depths

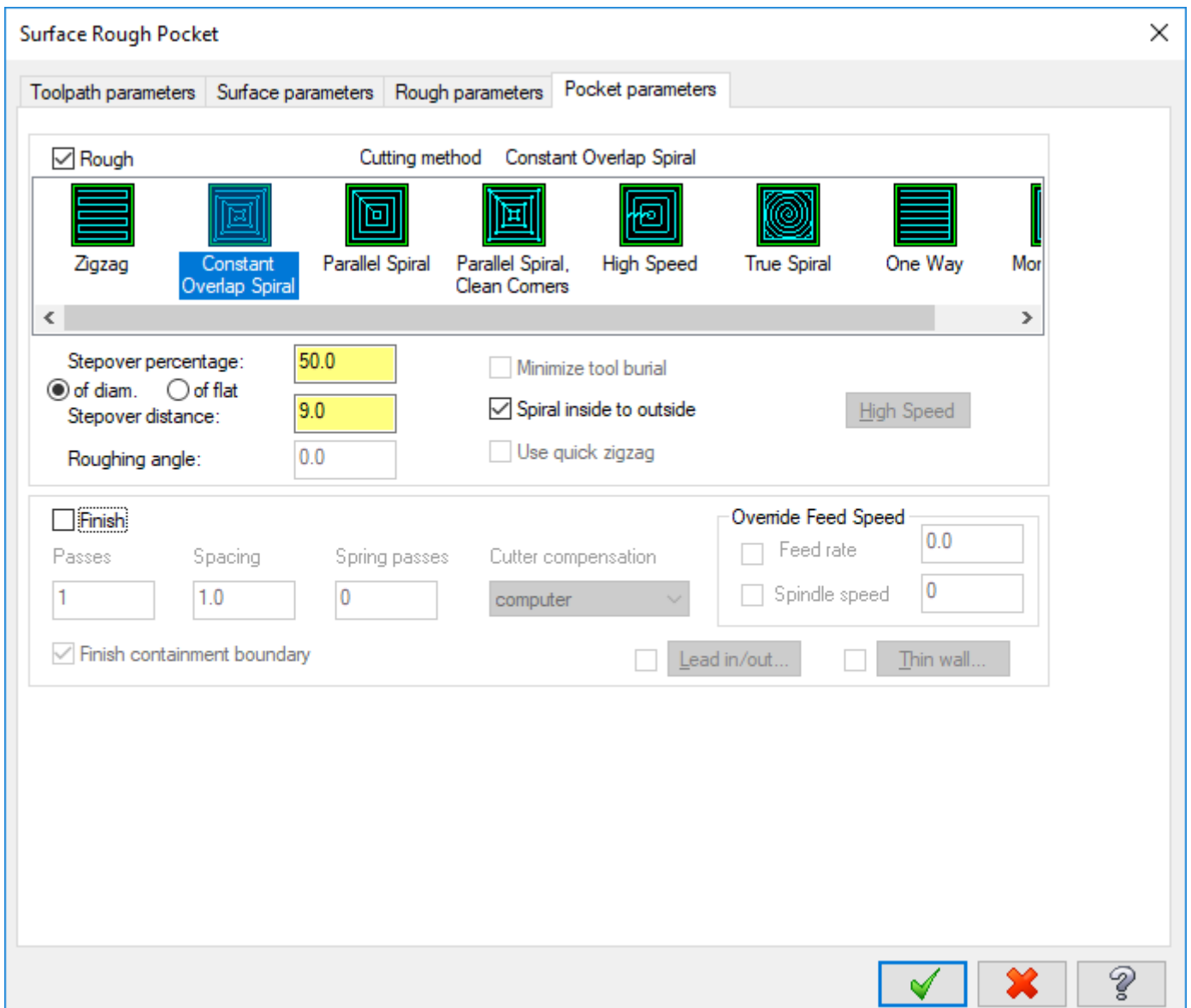
(Note: drive stock is included in adjustment.)

Relative to: Tip

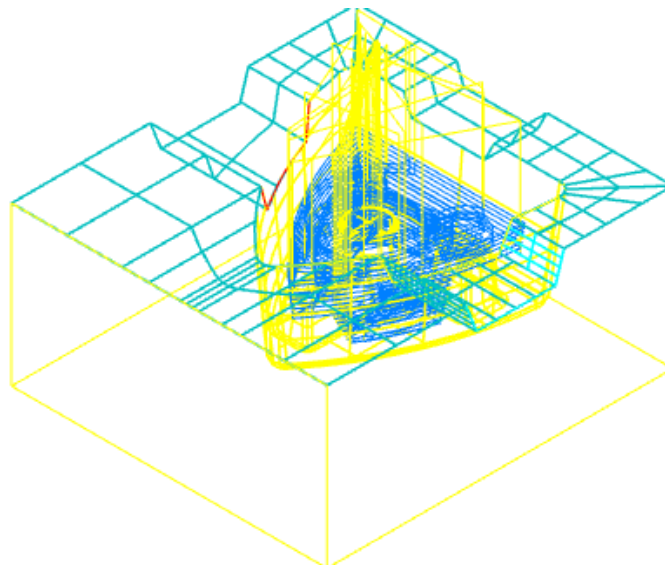
10. Izvēlieties .

11. Izvēlieties **Pocket parameters**. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



12. Izvēlieties  divreiz.

Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

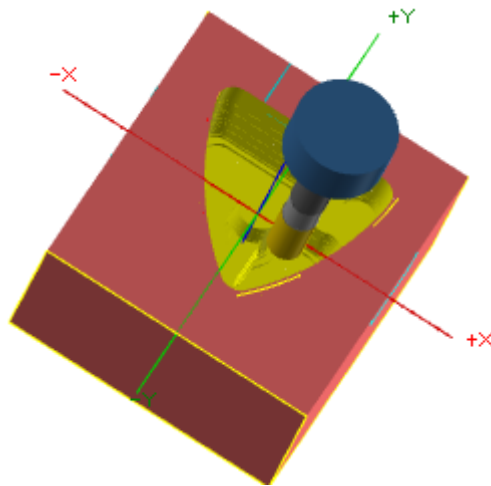


Instrumenta trajektorijas pārbaude

Izmantojiet **Verify** funkciju, lai skaidrāk redzētu instrumenta trajektoriju.

Darbības

1. Operāciju pārvaldnieka logā pa kreisi izvēlieties **Verify selected operations**.
2. **Verify** rīku joslā izvēlieties **Play(R)** pogu.
3. Kad pārbaude ir veikta, grafiskajā logā ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Dynamic rotation**.
4. Lai varētu redzēt sagataves materiāla noņemšanu padziļinājuma iekšienē, virziet peli, lai grozītu detaļu, kā parādīts nākamajā attēlā. Uzklīkšķiniet kreiso peles pogu, lai fiksētu skatu. Iespējams aplūkot vietas, kuras instruments nevarēja sasniegt. Nākamā procedūra rādīs, kā tās iztīrīt ar atlikuma frēzēšanas instrumenta trajektoriju.



5. Aizveriet *Verify* rīku joslu, lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

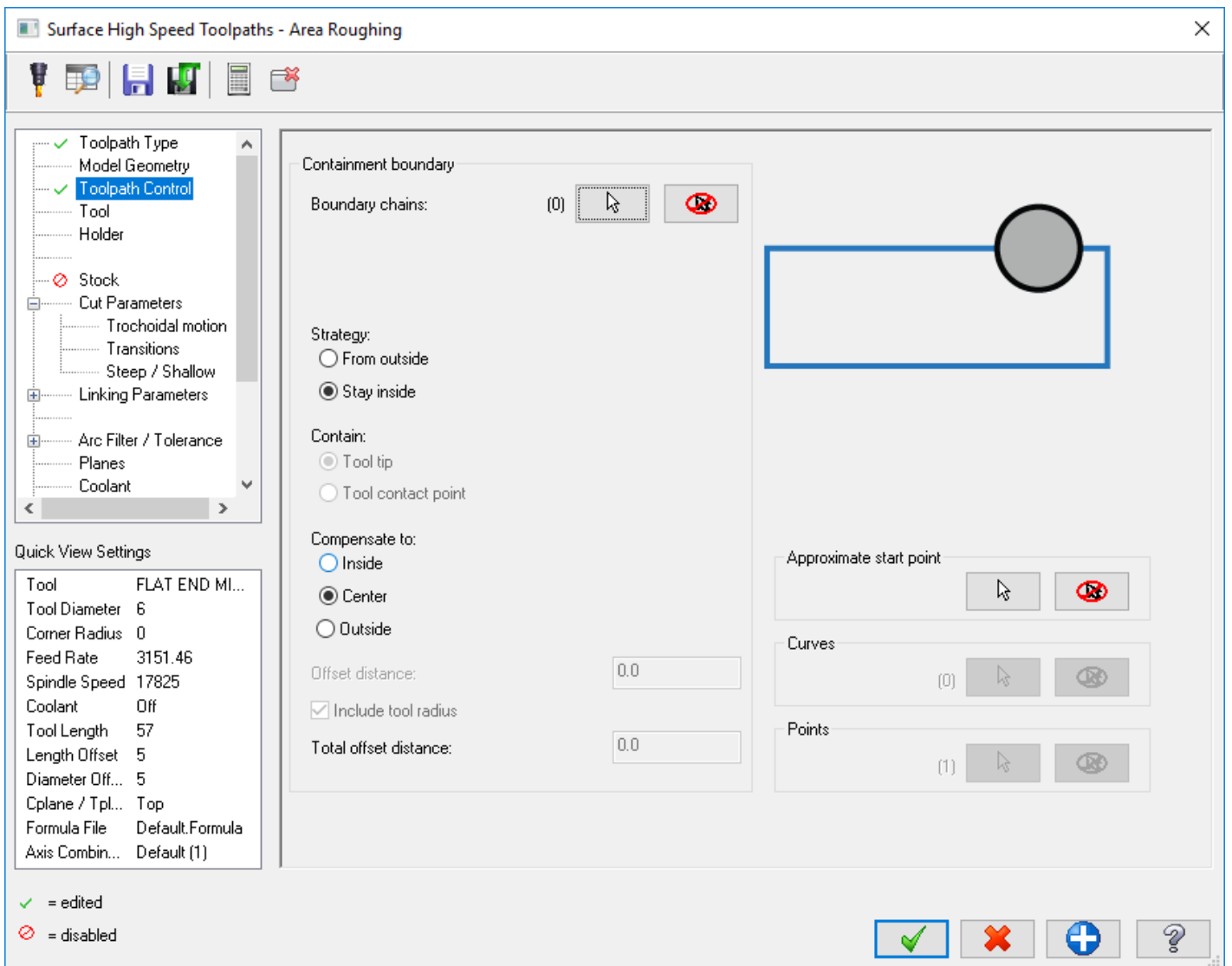
Atlikuma frēzēšanas instrumenta trajektorijas veidošana

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu operāciju pārvaldnieka logā un izvēlieties **Toolpaths, 3D, Area roughing**. Iezīmējiet visas apstrādājamās virsmas ar **[Ctrl + A]**. Apstipriniet ar **[Enter]**, izvēlieties

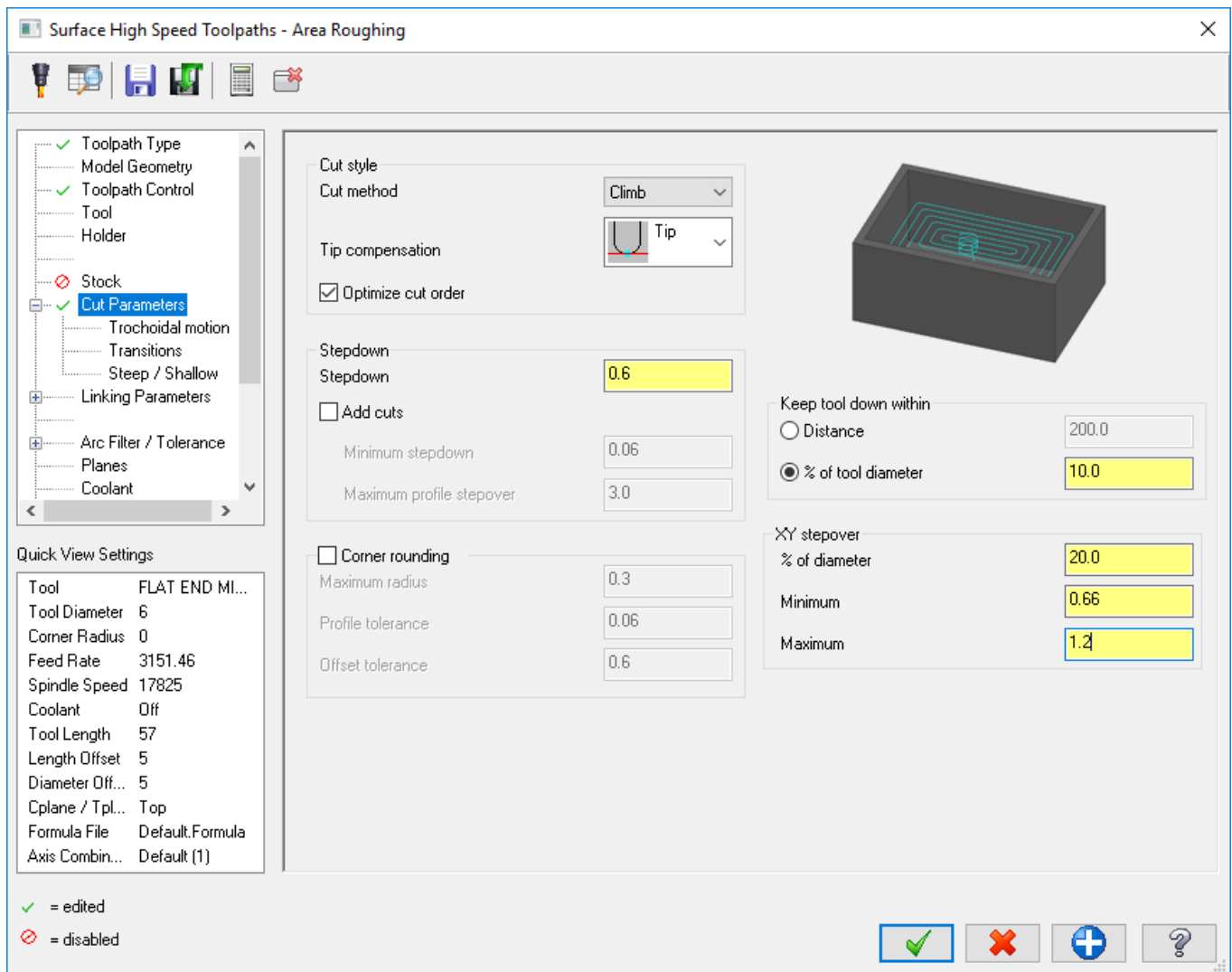


2. Izvēlieties **6 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.
3. Izvēlieties **Toolpath Control** dialoga lappusi. Pie **Aproximate start point** izvēlieties bultiņu. Uzklīkšķiniet tuvākajam sagataves augšpusē stūrim.
4. Iestatiet režīmus, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

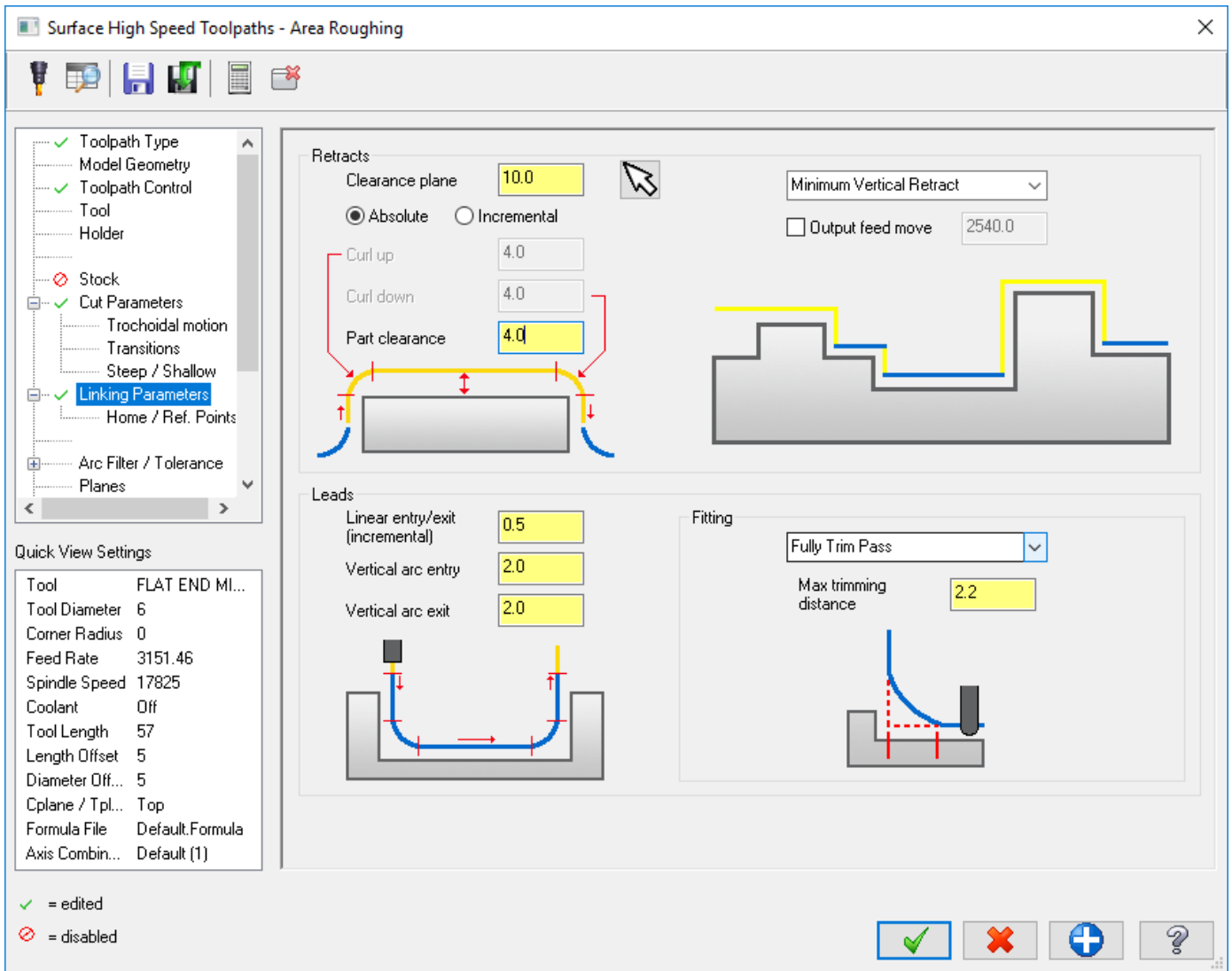


5. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.

6. Pārliecinieties, ka izvēlētais sakrīt ar nākamo dialoga lauku.



- Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
- Pārliecinieties, ka izvēlētais sakrīt ar nākamo dialoga lauku.

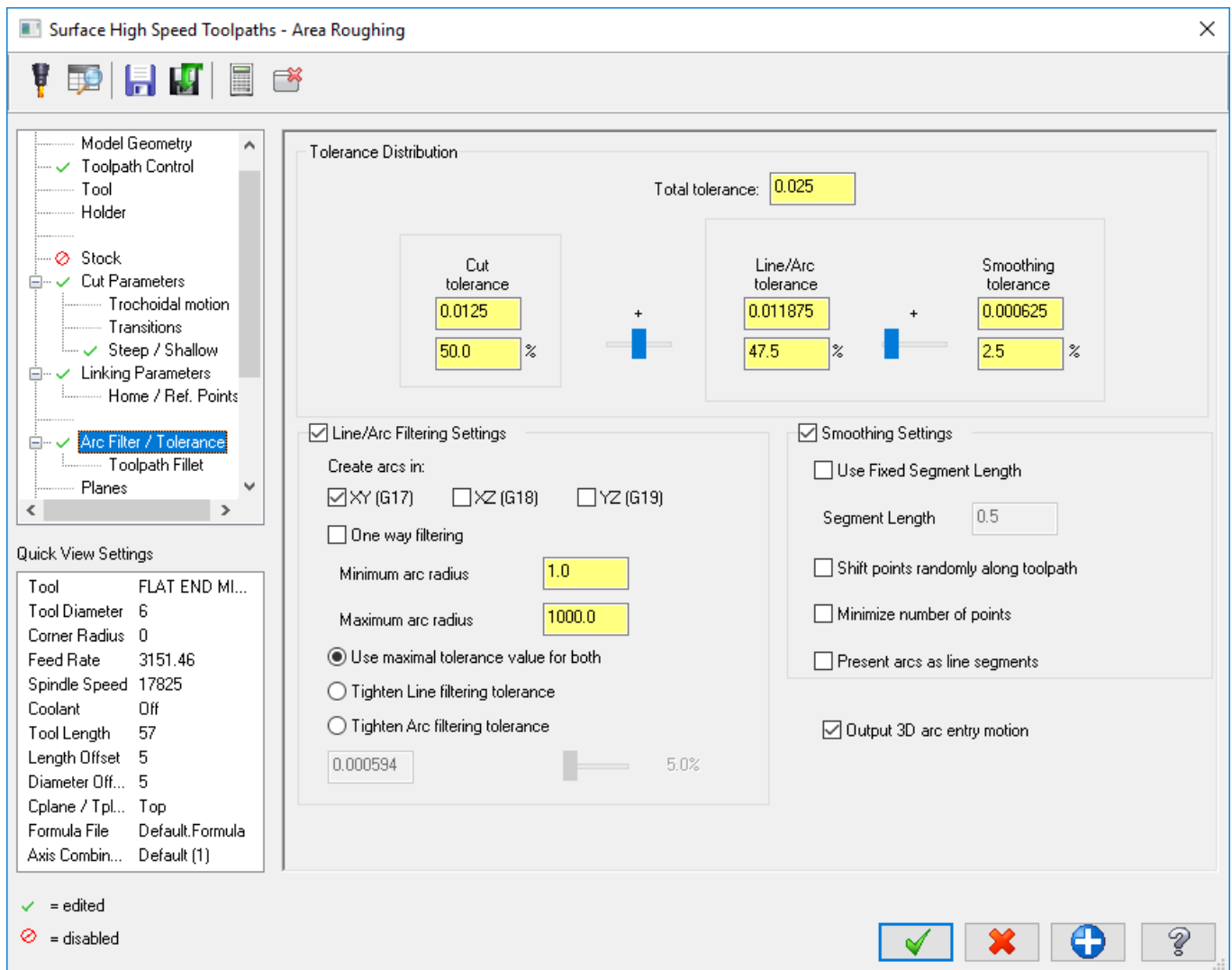


PADOMS

Lai novāktu sagataves materiālu, kas pašreizējā failā palicis no vairāk nekā vienas agrākas operācijas, varat izmantot atlikuma frēzēšanu vai arī likt Mastercam simulēt iepriekšējās rupjās apstrādes operācijas, izvēloties **Roughing tool** variantu un ievadot instrumenta izmērus.

9. Izvēlieties **Steep/Shallow** dialoga lappusi. Iezīmējiet **Use Z depths**, klikšķiniet uz **Detect limits**.

10. Atveriet **Arc filter/Tolerance** dialoga lappusi. Iestatiet parametrus, kā redzams nākamajā attēlā.

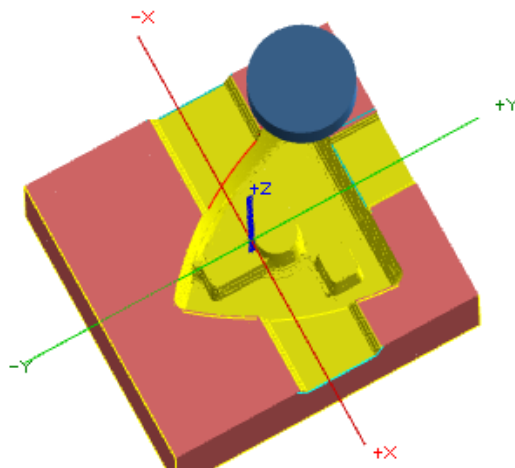


11. Izvēlieties .

Atlikuma frēzēšanas instrumenta trajektorijas pārbaude

Darbības

1. Operāciju pārvaldnieka logā pa kreisi izvēlieties **Select all operations, Verify**.
2. **Verify** rīku joslā izvēlieties **Play(R)** pogu.
3. Kad pārbaude ir veikta, ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Dynamic spin**.
4. Virziet peli, lai grozītu detaļu, kā rādīts nākamajā attēlā, un lai varētu redzēt atlikuma frēzēšanas instrumenta trajektorijas iegūto rezultātu. Uzklikšķiniet peli, lai fiksētu skatu.

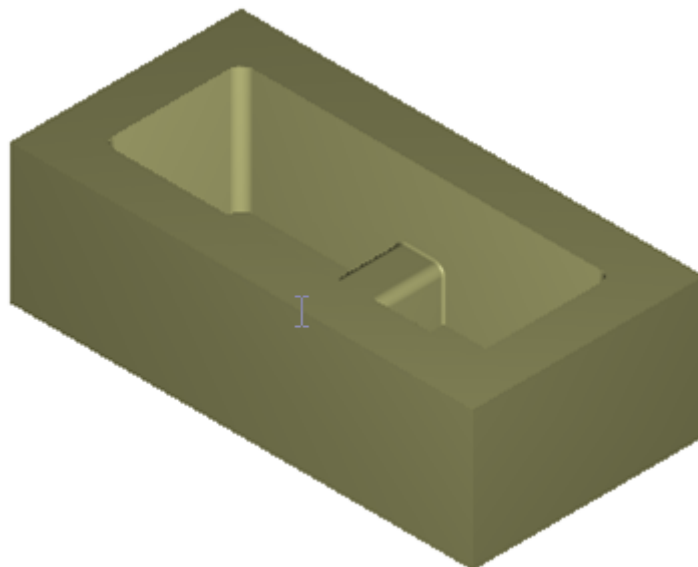


5. Aizveriet **Verify** rīku joslu, lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.
6. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *atlikum_rupji.emcam*.

LIELA ĀTRUMA PADZIĻINĀJUMU INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Liela ātruma virsmas apstrādi bieži veic, izmantojot slaidu instrumenta kustību, kas nozīmē to, ka pa visu instrumenta trajektoriju loki vai mazi taisņņu segmenti tiek slaidi savienoti bez asiem stūriem. *Mastercam* nodrošina vairākus variantus pēc iespējas gludākai instrumenta kustībai pa atstarpēm instrumenta trajektorijā un starp griezumiem dziļumā pa Z asi. Šajā vingrinājumā tiks veidota trohoidāla instrumenta trajektorija, kurā instruments, kad tas ir pilnā kontaktā ar materiālu, kustas pa mazām cilpām, lai minimizētu instrumenta ieciršanos un optimizētu skaidas biezumu.

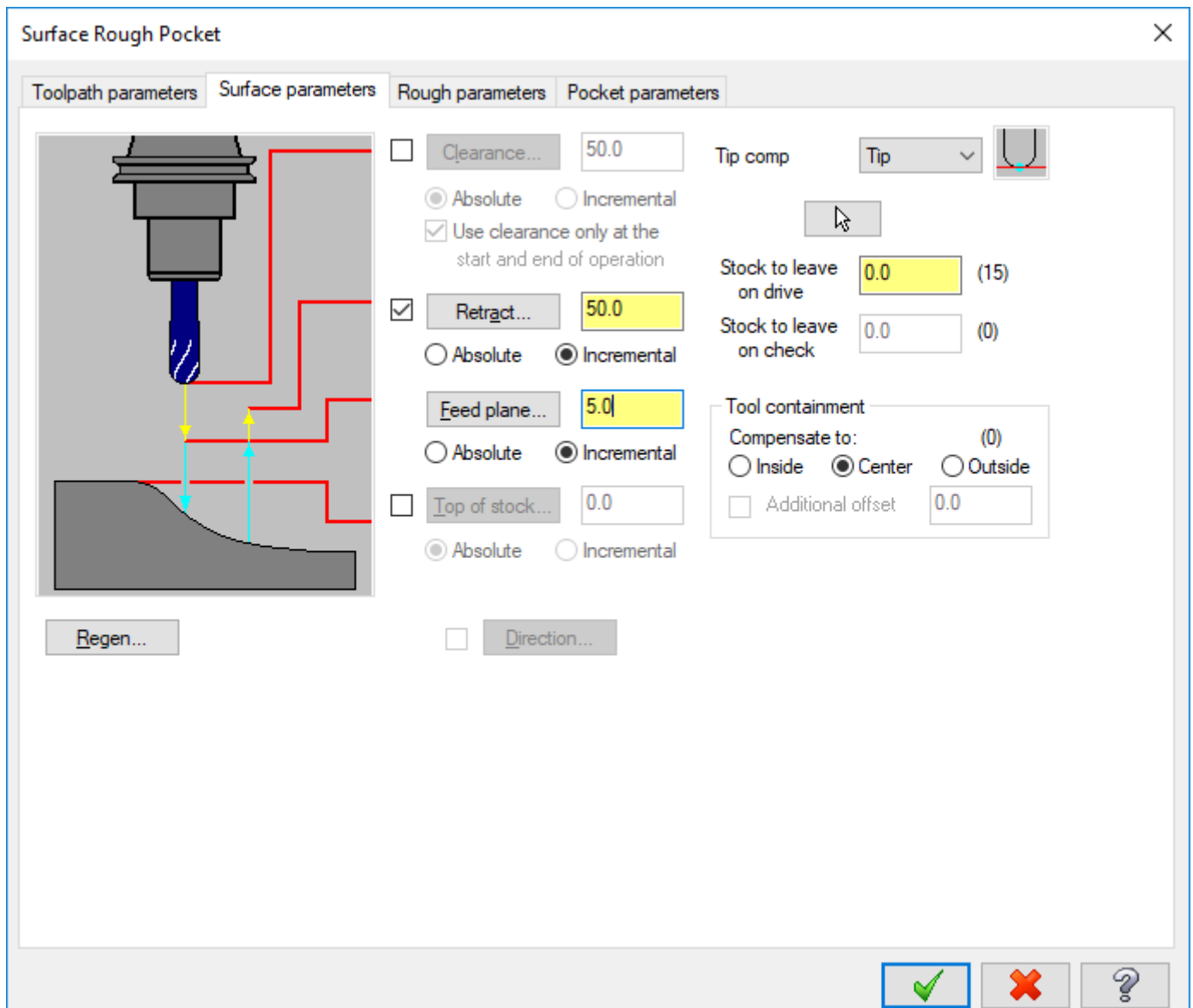
Tiks veidota arī atsevišķa operācija, kura automātiski aprēķina visus iegriešanās punktus, kas nepieciešami instrumenta trajektorijai un iepriekšējai ieurbšanai. Lai veidotu instrumenta trajektoriju vēl efektīvāku, *Mastercam* var automātiski savietot iegriešanās punktus katrā griešanas dziļumā. Apstrādājamā detaļa ir parādīta nākamajā attēlā.



Virsmas un virsmas parametru izvēle

Darbības

1. Savā darba mapē atveriet failu *liela_atr_raupja.emcam*.
2. Lai ieslēgtu virsmas ēnojumu, spiediet [**Alt + S**].
3. Izvēlieties **Toolpaths, Roughing, Pocket**.
4. Dubultklikšķiniet uz visiem padziļinājuma elementiem – sānu virsmām, pamatni, liektajiem stūriem – pavisam 15 elementiem. Izvēles beigās spiediet [**Enter**].
5. Izvēlieties **12 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.
6. Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.
7. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



Padziļinājumu parametru ievadīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Pocket parameters** dialoga lappusi.
2. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

Surface Rough Pocket

Toolpath parameters | Surface parameters | Rough parameters | **Pocket parameters**

Rough

Cutting method High Speed

Zigzag Constant Overlap Spiral Parallel Spiral Parallel Spiral, Clean Corners **High Speed** True Spiral One Way Mor

Stepover percentage: 75.0 Minimize tool burial
 of diam. of flat Spiral inside to outside High Speed
 Stepover distance: 9.0 Use quick zigzag
 Roughing angle: 0.0

Finish

Passes: 1 Spacing: 0.25 Spring passes: 0 Cutter compensation: computer

Override Feed Speed
 Feed rate: 0.0
 Spindle speed: 0

Finish containment boundary Lead in/out... Thin wall...

[OK] [Cancel] [Help]



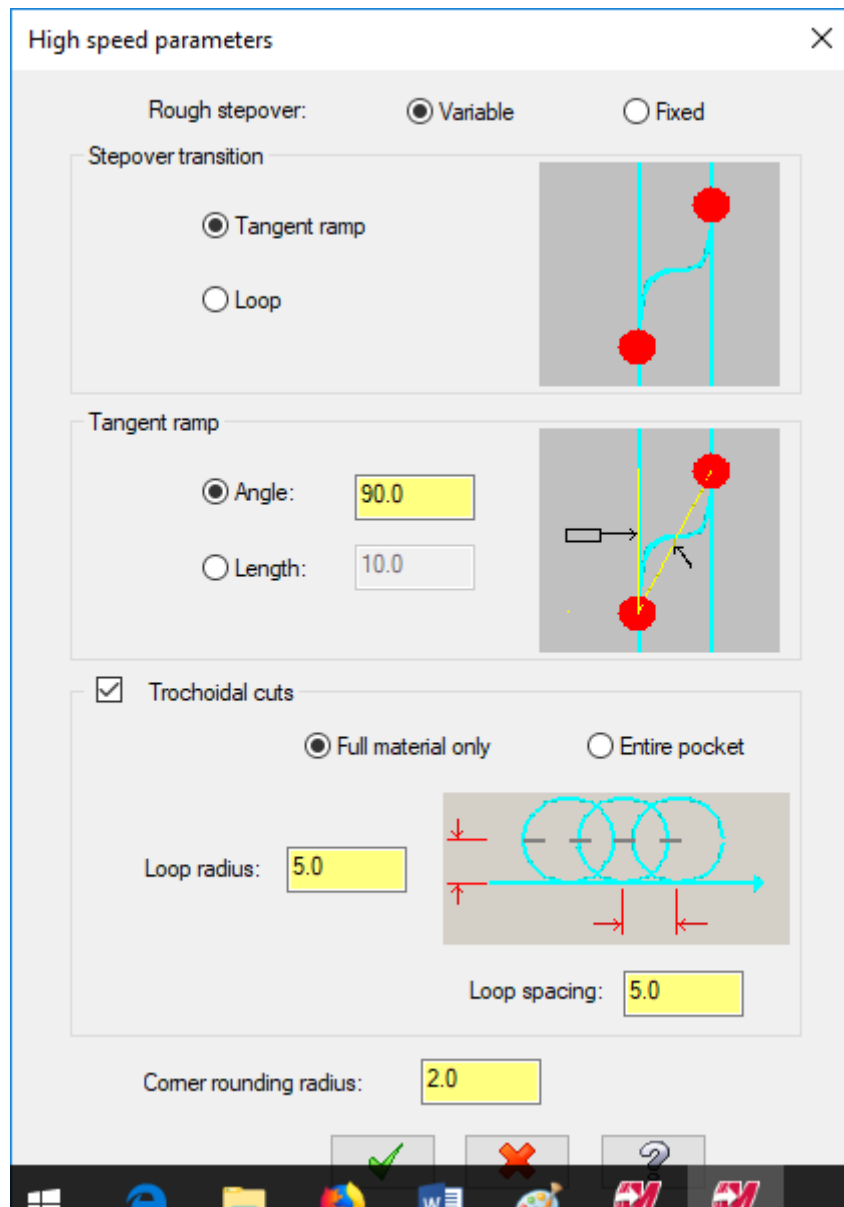
PIEZĪME

Tā kā padziļinājuma sienas ir slīpas, iegriešanās punkti katram griešanas gājienam un katram jaunam dziļumam tiks pa sienas normāli nedaudz pārbīdīti.

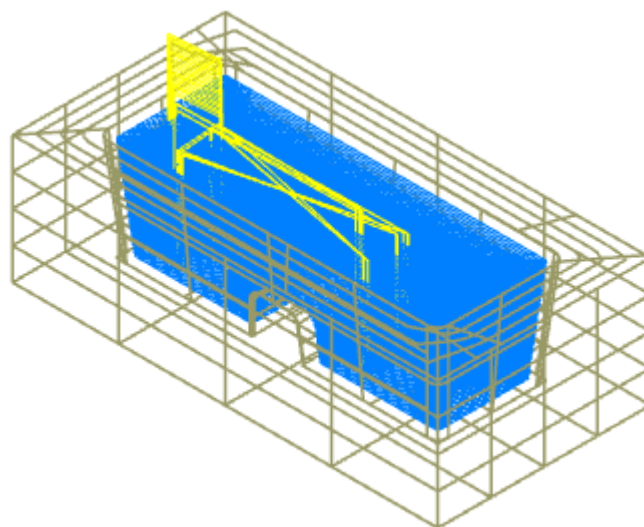
3. Izvēlieties **High speed** pogu.

4. Pie **Trochoidal cuts** izvēlieties **Full material only** variantu. Tas nozīmē, ka instruments veidos cilpas tikai tad, kad tas atradīsies pilnā kontaktā ar materiālu, savukārt, kad instruments būs daļējā kontaktā, tas ies pa trajektoriju normāli.

5. Ievadiet cilpas izmērus, kas parādīti nākamajā dialoga laukā.



6. Izvēlieties  divreiz. *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju, kā parādīts nākamajā attēlā.




Saliņas detaļas vidū viens vienīgs iegriešanās punkts griešanas gājieniem lielākajā dziļumā var radīt nerealizējamu instrumenta trajektoriju.

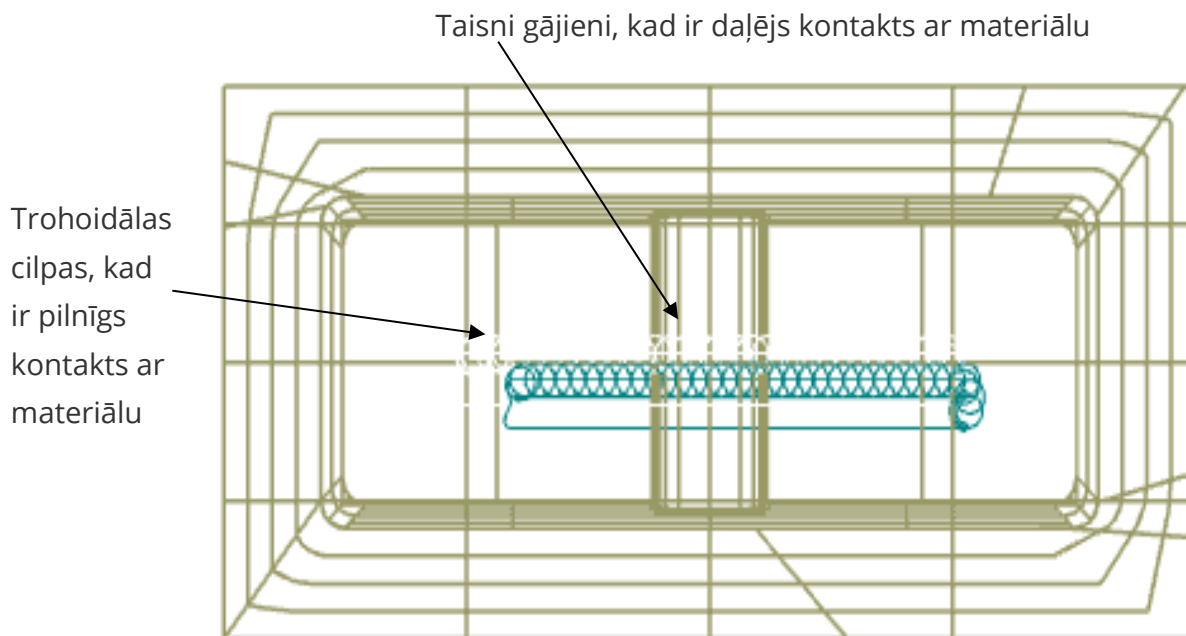
Mastercam atpazīst saliņas un automātiski ievieto otru iegriešanās punktu. Tomēr saglabājas arī iegriešanās punktu izvietojums uz vienas taisnes katrā padziļinājuma daļā, tādējādi minimizējot sākuma caurumu urbšanu.


Instrumenta trajektorijas zīmēšana

Uzzīmējiet instrumenta trajektoriju, lai redzētu, kā *Mastercam* veido cilpas.

Darbības

1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Pārslēdziet skatu uz **Top**.
3. Nospiediet **Step forward**  vairākas reizes. Iespējams aplūkot instrumenta trajektorijas veidošanās sākumu (skatīt nākamo attēlu).

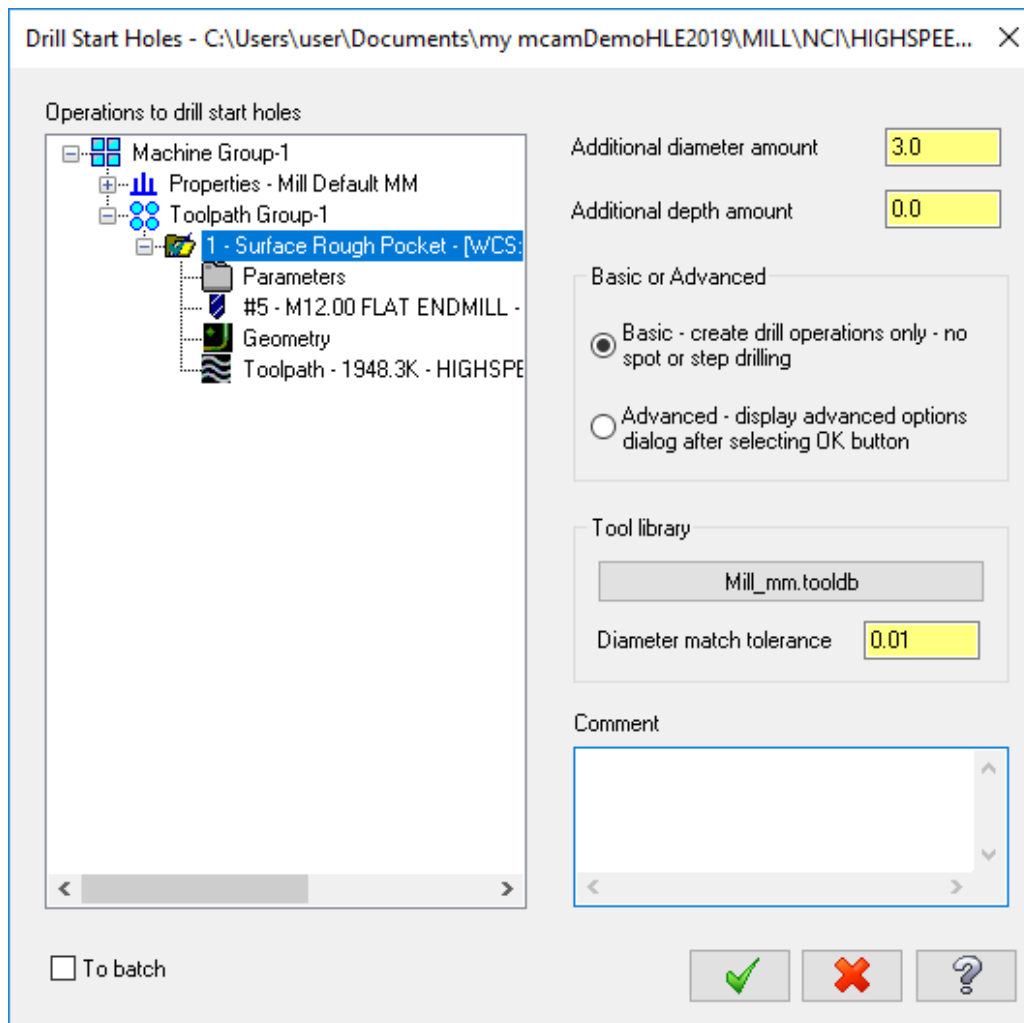



4. Izvēlieties , lai pabeigtu zīmēšanu.
5. Pārslēdzieties atpakaļ uz **Isometric**.

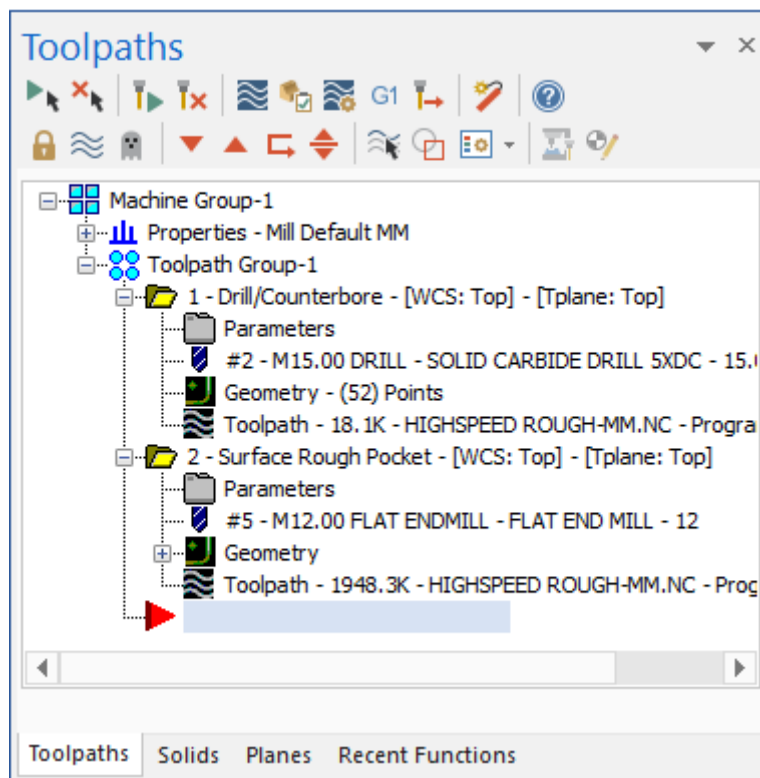
Sākuma urbumu veidošanas operācija

Darbības

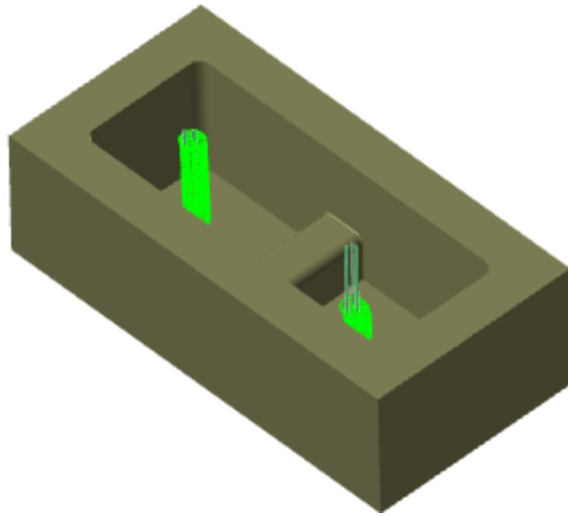
1. Uzklīkšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Toolpaths, Hole making, Start Hole**.
2. Ievadiet **3** kā **Additional diameter amount**, lai nodrošinātu noteiktu attālumu līdz instrumentam.
3. Izvēlieties **Basic** variantu. Izvēlētajam jāsakrīt ar nākamo dialoga lauku.



4. Izvēlieties . *Mastercam* izveido jaunu urbšanas operāciju. Novietojiet to kā pirmo, lai operācijas ir pareizā apstrādes secībā (skatīt nākamo attēlu).



Mastercam automātiski aprēķina urbja atvirzīšanās lielumu un citus parametrus. Izvēloties **Parameters** ikonu urbšanas operācijai, iespējams rediģēt jebkurus urbšanas parametrus. Urbšanas instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Piezīme. Sākuma cauruma operācija un padziļinājuma operācija viena ar otru nav saistītas. Tas nozīmē, ka tad, kad tiek mainīta padziļinājuma instrumenta trajektorija, nepieciešams nodzēst sākuma cauruma operāciju un izveidot to no jauna.

5. Saglabājiet failu savā darba mapē kā *liela_atr_saviet.emcam*.

Tagad, kad ir aplūkoti piemēri, kā darbojas *Mastercam* virsmas rupjās apstrādes iespējas, Jūs esat gatavi apgūt arī dažas virsmas galīgās apstrādes metodes. Nākamajā praktiskajā darbā tiks aplūkoti vairāki piemēri.

30. PRAKTISKAIS DARBS – VIRSMAS GALĪGĀ APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt sarežģītas formas virsmu gludās frēzēšanas operāciju izveidi.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektēt kombinēto instrumenta trajektoriju. ▪ Projektēt radiālo instrumenta trajektoriju. ▪ Projektēt projicēto instrumenta trajektoriju. ▪ Projektēt kontūras instrumenta trajektoriju. ▪ Projektēt seklās kontūras instrumenta trajektoriju. ▪ Projektēt izroboto instrumenta trajektoriju. ▪ Projektēt savienojošu līniju instrumenta trajektoriju.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izmantot dažādas gludās frēzēšanas operācijas sarežģītas formas virsmu apstrādei.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests17.emcam</i> izmantot High Speed operāciju visas telpas apstrādei. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto programmu, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Uzskaitiet neregulāru virsmu griešanas metodes!

DARBA GAITA

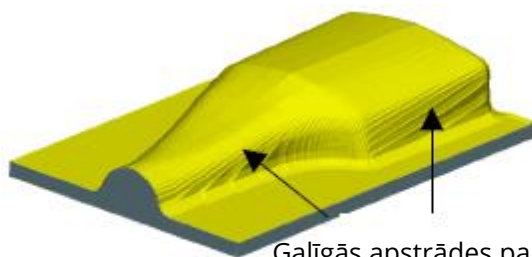
Šajā praktiskajā darbā varēs iepazīties ar dažām galīgās apstrādes instrumenta trajektorijām, ko iespējams izmantot virsmas apstrādei. Galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas noņem materiālu, kas palicis pēc iepriekšējās rupjās apstrādes instrumenta trajektorijas. Praktiskajā darbā ir atrodami piemēri vairākām galīgās apstrādes instrumenta trajektorijām:

- kombinētajai (**hybrid**),
- radiālajai (**radial**),
- projicētajai (**projected**),
- kontūras (**contour**),
- seklās kontūras (**shallow contour**),
- izrobojošajai (**scallop**),
- savienojošu līniju (**flowline**).

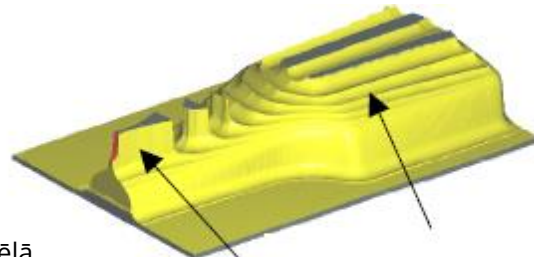
Citas virsmas galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas ietver galīgās apstrādes paralēlo, atlikuma (**leftover**) un zīmuļa veida (**pencil**) instrumenta trajektorijas.

GALĪGĀS APSTRĀDES KOMBINĒTĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS LIETOŠANA

Nākamajai detaļai ir gan stāvas, gan seklas vietas, kuras nevar apstrādāt ar galīgās apstrādes paralēlo vai kontūras instrumenta trajektoriju, jo tā vienlaicīgi nerasnēgs materiālu visās detaļas vietās (skatīt nākamās attēlus). Galīgās apstrādes kombinētā instrumenta trajektorija parasti tiek izmantota pēc rupjās apstrādes paralēlās instrumenta trajektorijas.



Galīgās apstrādes paralēlā instrumenta trajektorija ievēro stāvās vietas, kur instrumenta trajektorija nerasnē materiālu.



Galīgās apstrādes kontūras instrumenta trajektorija ievēro seklās vietas, kur instrumenta trajektorija nerasnē materiālu.

1. darbība

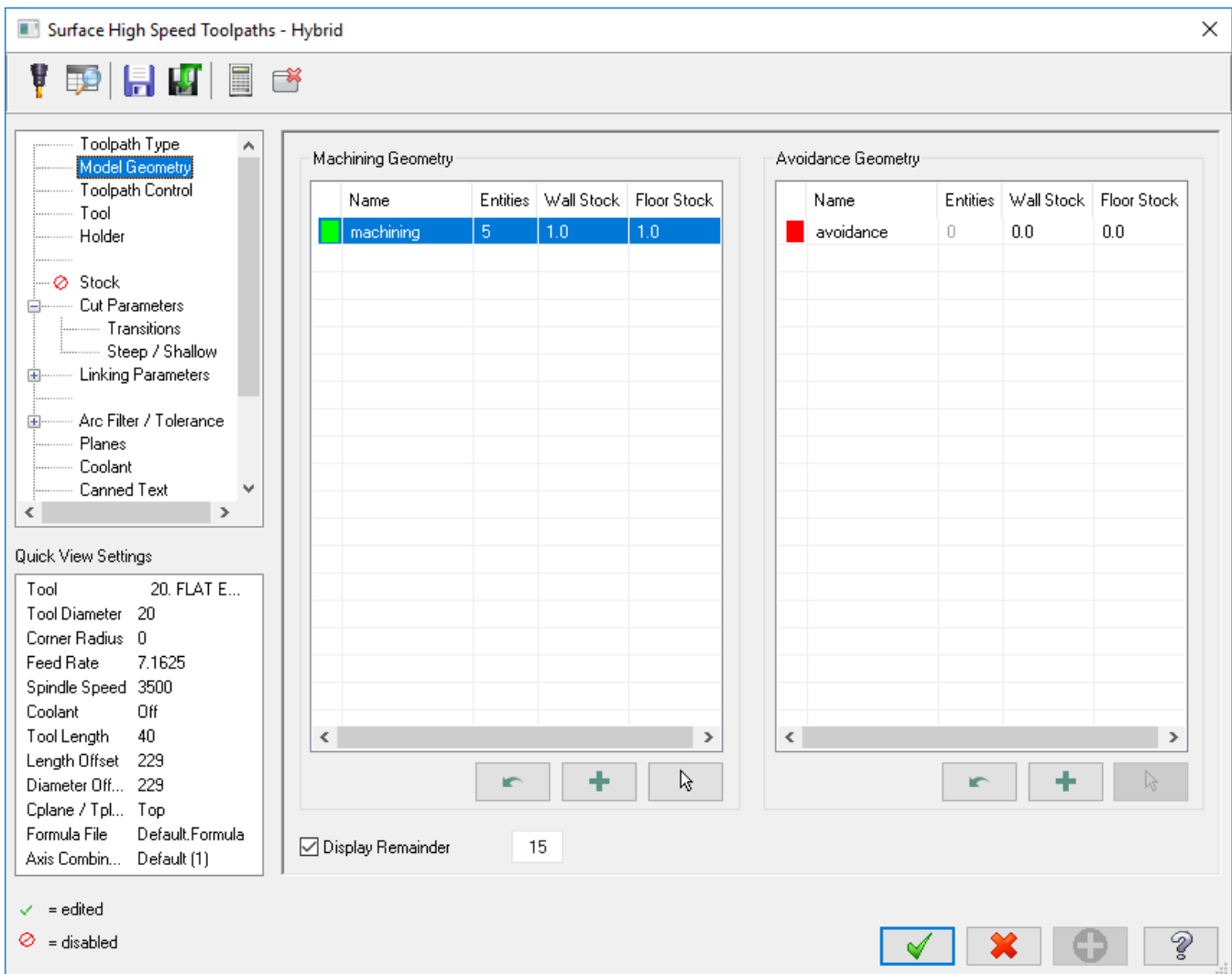
Savā darba mapē atveriet failu *stava_sekla.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Finishing, Hybrid**.

3. darbība

Model Geometry lappuses **Machining Geometry** nodaļā iezīmējiet **machining**. Klikšķiniet uz bultiņas ar parakstu **Select entities** (zem **Machining Geometry**).



4. darbība

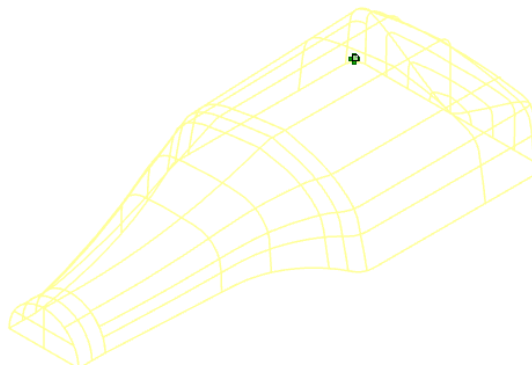
Izvēlieties visas apstrādājamās virsmas (**Drive Surfaces**) ar **[Ctrl + A]**, apstipriniet ar **[Enter]**.

5. darbība

Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, tad **Select library tool**, pēc tam **6 mm HSS ball endmill** no instrumentu bibliotēkas.

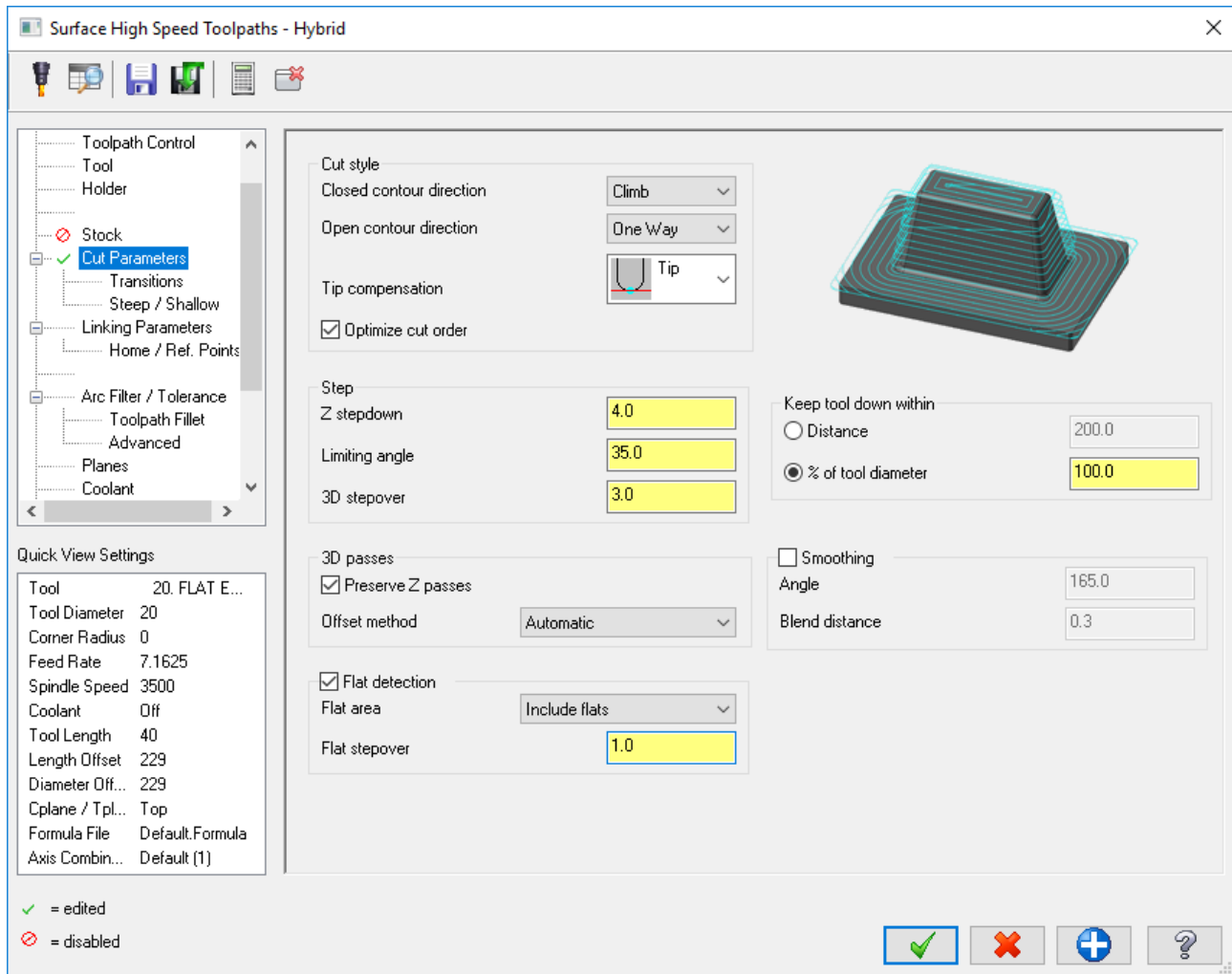
6. darbība

Izvēlieties **Toolpath Control** dialoga lappusi. Klikšķiniet uz bultiņas ar uzrakstu **Approximate start point**. Izvēlieties detaļas stūri (skatīt nākamo attēlu).



7. darbība

Izvēlieties **Cut parameters** dialoga lappusi. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

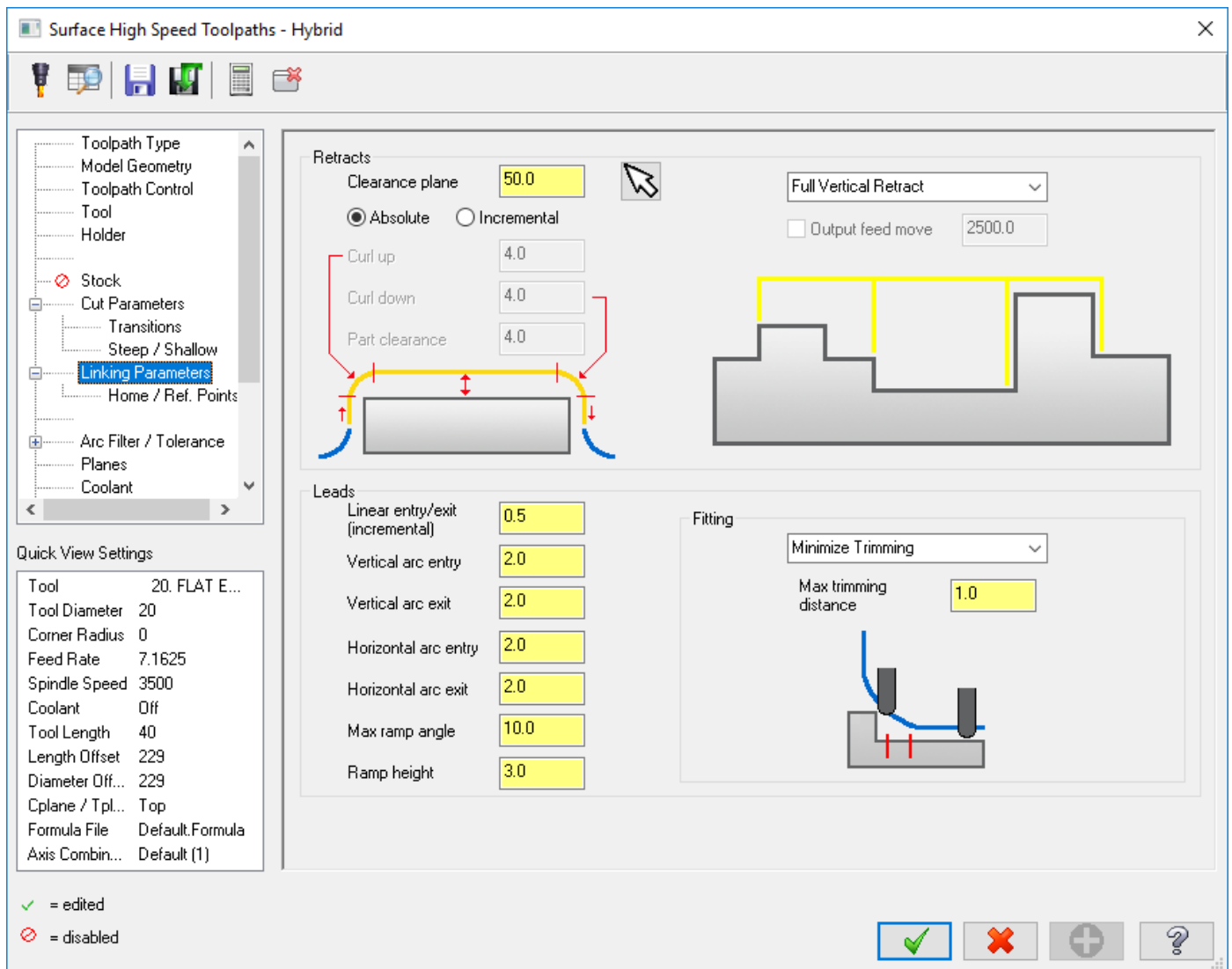


8. darbība

Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

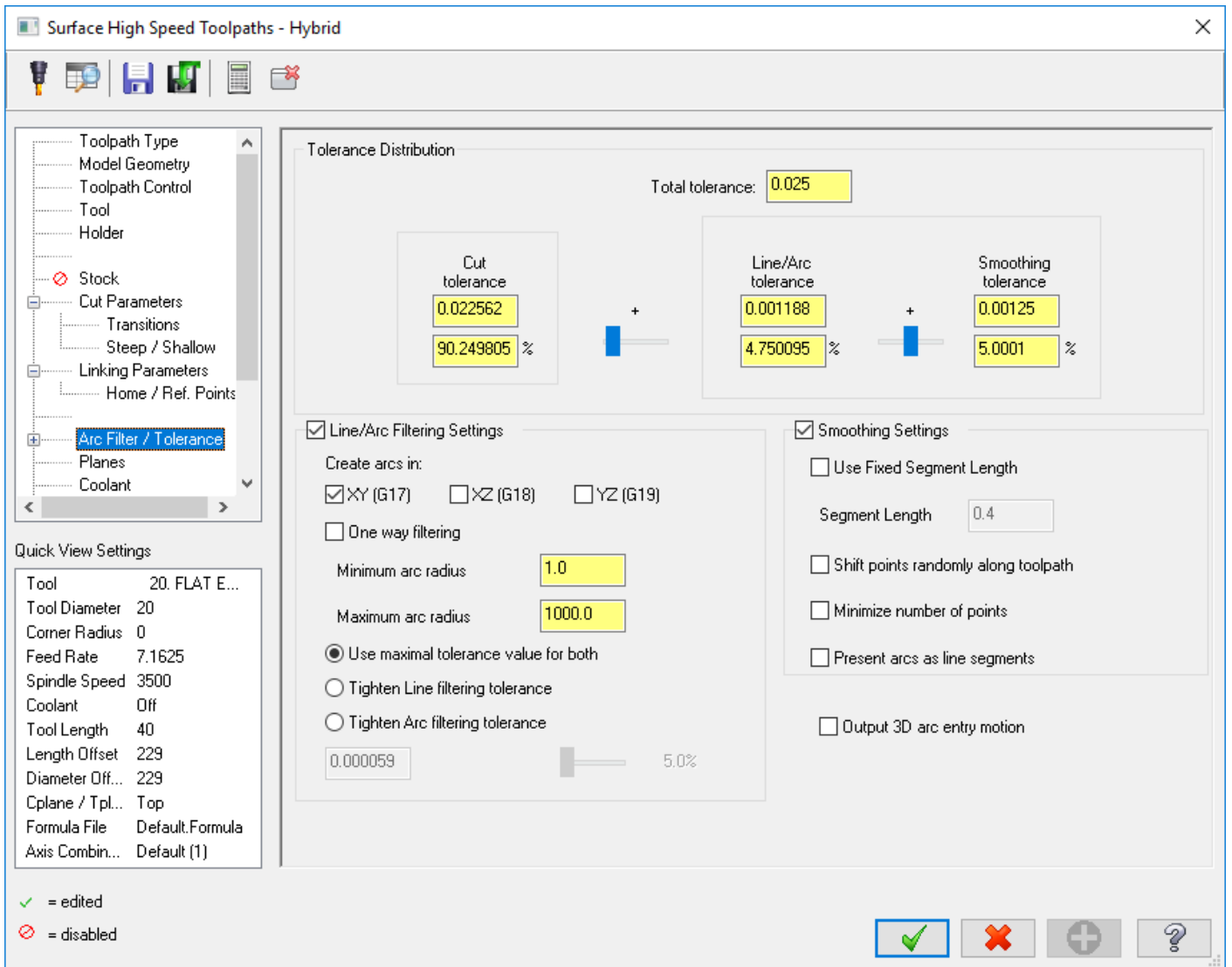
9. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



10. darbība

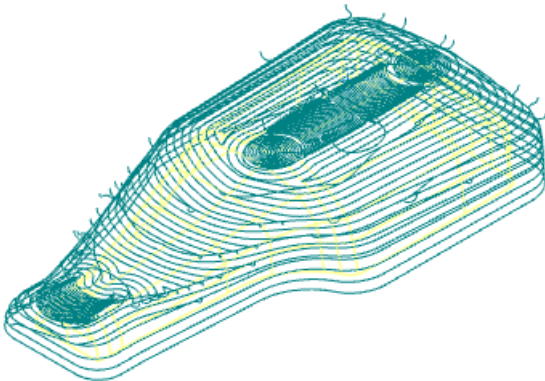
Izvēlieties **Arc Filter / Tolerance** dialoga lappusi. Iestatiet vērtības (skatīt nākamo attēlu). Iestatījumi nosaka trajektorijas pieļaujamo novirzi no ģenerētajām līknēm.



11. darbība

Izvēlieties .

Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju arī stāvajās vietās uz detaļas, t. i., slīpumā starp 50 un 90 grādiem (skatīt nākamo attēlu).

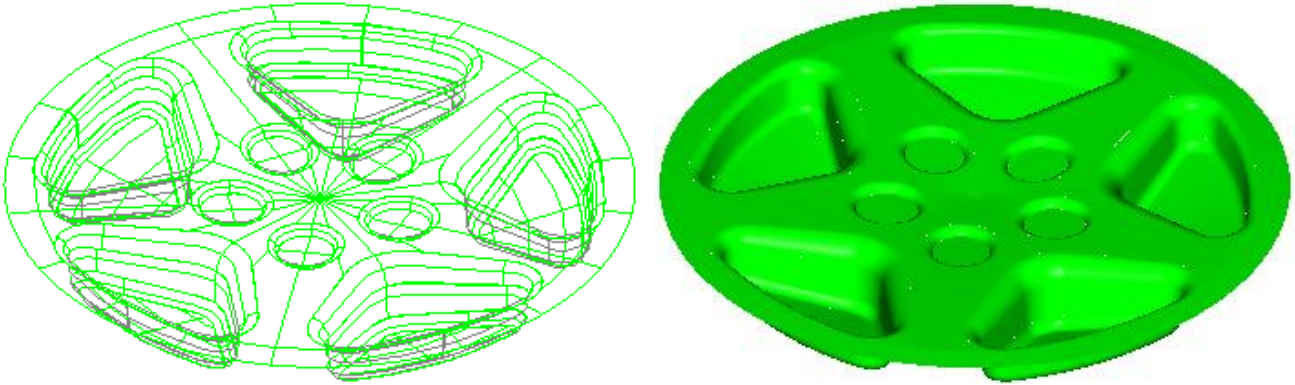


12. darbība

Saglabājiet failu savā darba mapē kā *stava_sekla1.emcam*.

GALĪGĀS APSTRĀDES RADIĀLĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Galīgās apstrādes radiālā instrumenta trajektorija var būt visefektīvākā instrumenta trajektorija apaļām detaļām. Šajā piemērā instruments zigzaga veidā kustas no centra punkta uz ārējo detaļas malu. Stieplu režģa un virsmu ģeometrija šai detaļai ir parādīta nākamajos attēlos.



1. darbība

Savā darba mapē atveriet failu *radiala.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Finishing, Radial**.

3. darbība

Model Geometry lappuses **Machining Geometry** nodaļā iezīmējiet **machining**. Klikšķiniet uz bultiņas ar parakstu **Select entities** (zem **Machining Geometry**). Izvēlieties visas apstrādājamās virsmas ar **[Ctrl+A]**, apstipriniet ar **[Enter]**.

4. darbība

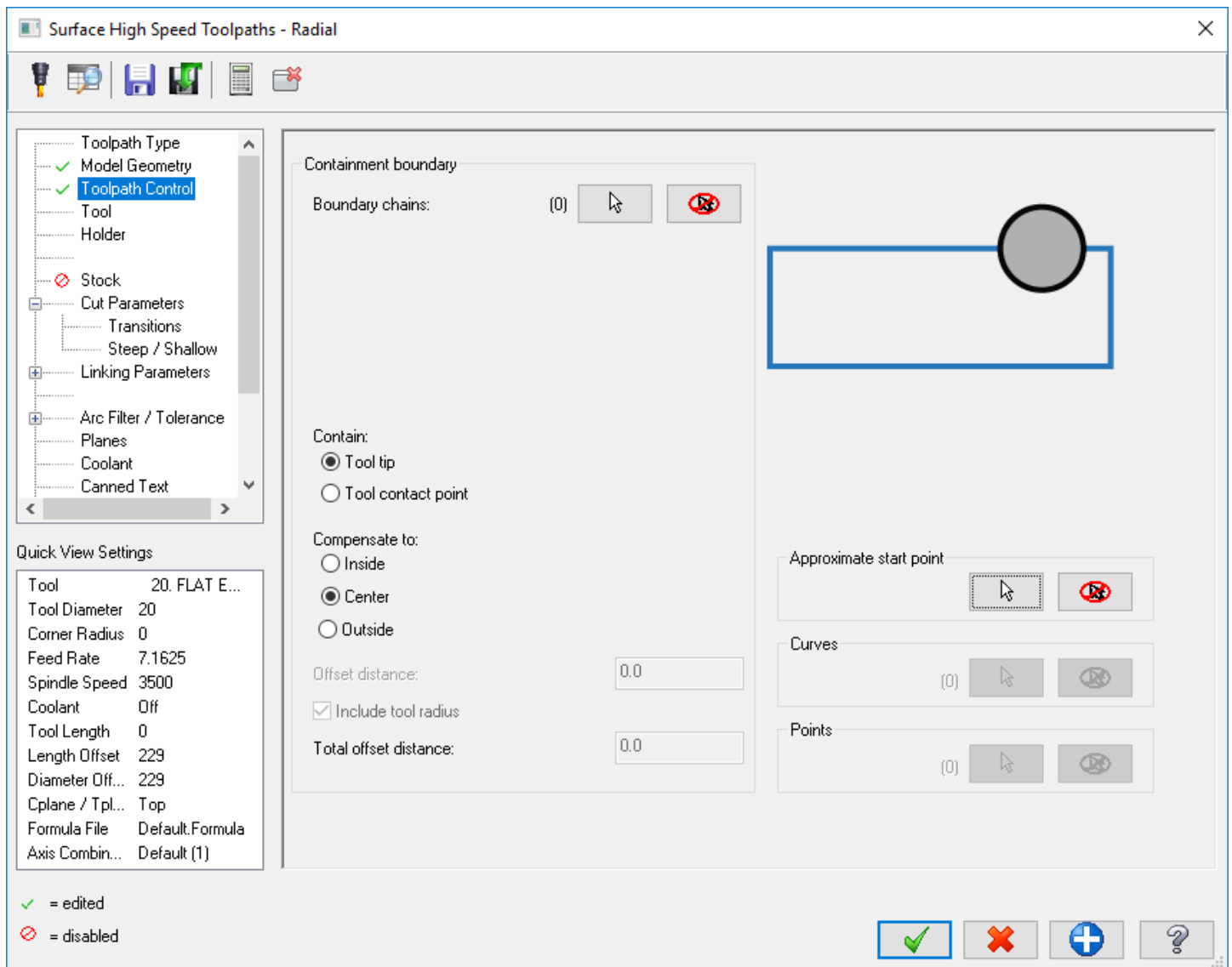
Ieklikšķiniet **Select library tool** laukā un izvēlieties **6 mm ball-nose endmill** no instrumentu bibliotēkas.

5. darbība

Izvēlieties **Toolpath Control** dialoga lappusi.

6. darbība

Nākamajā dialoga laukā klikšķiniet bultiņu blakus **Approximate start point**, iezīmējiet detaļas centru.

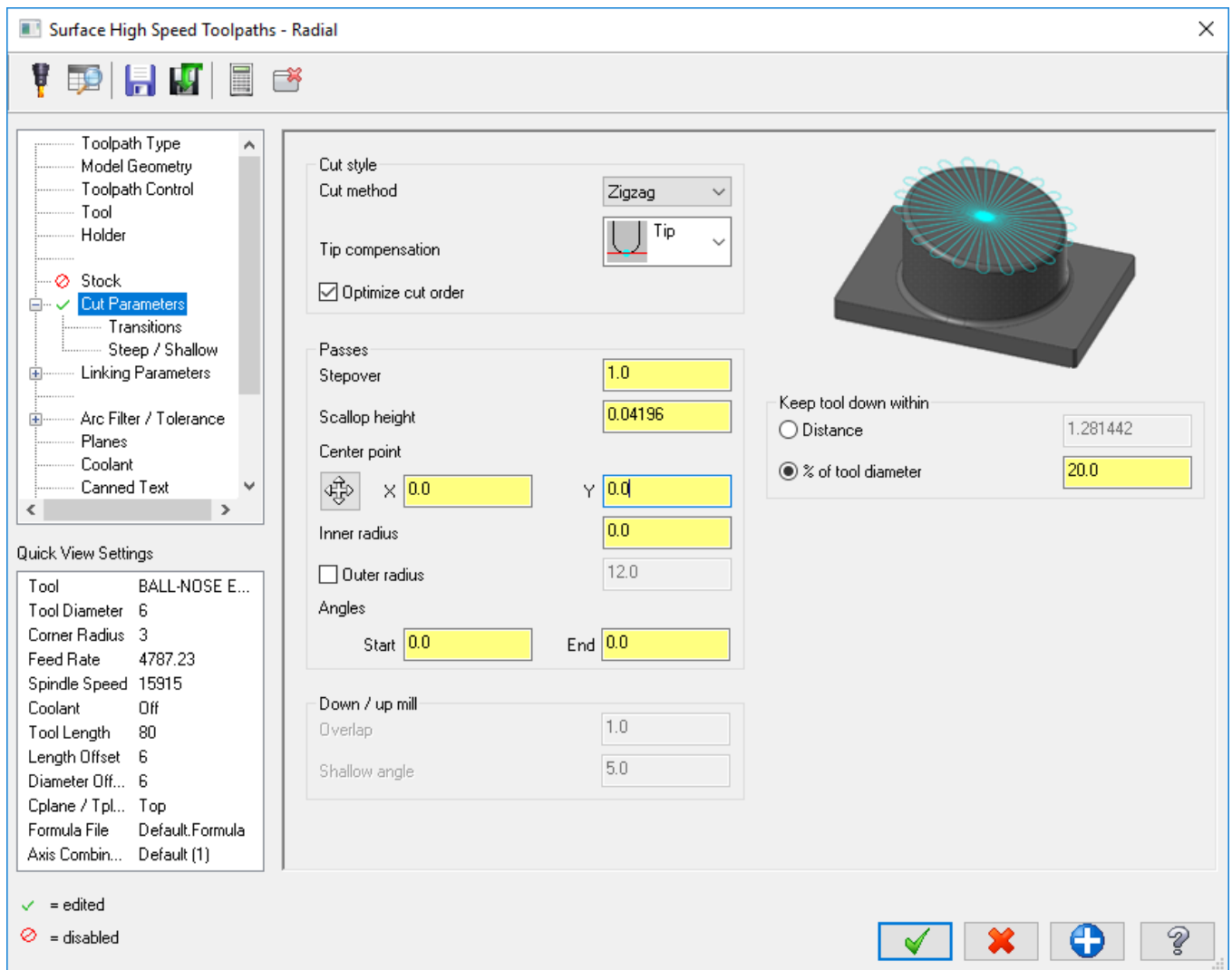


7. darbība

Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.

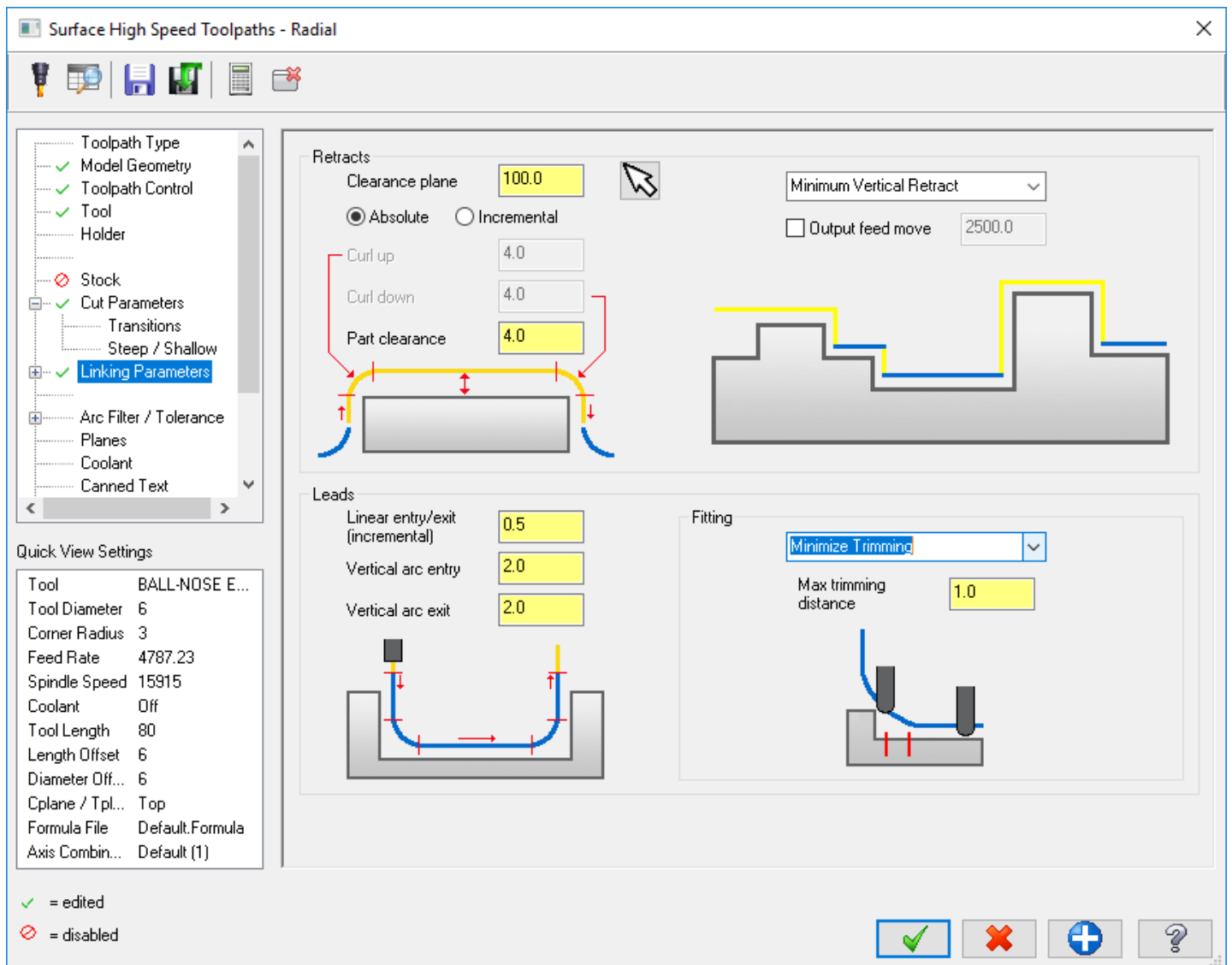
8. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



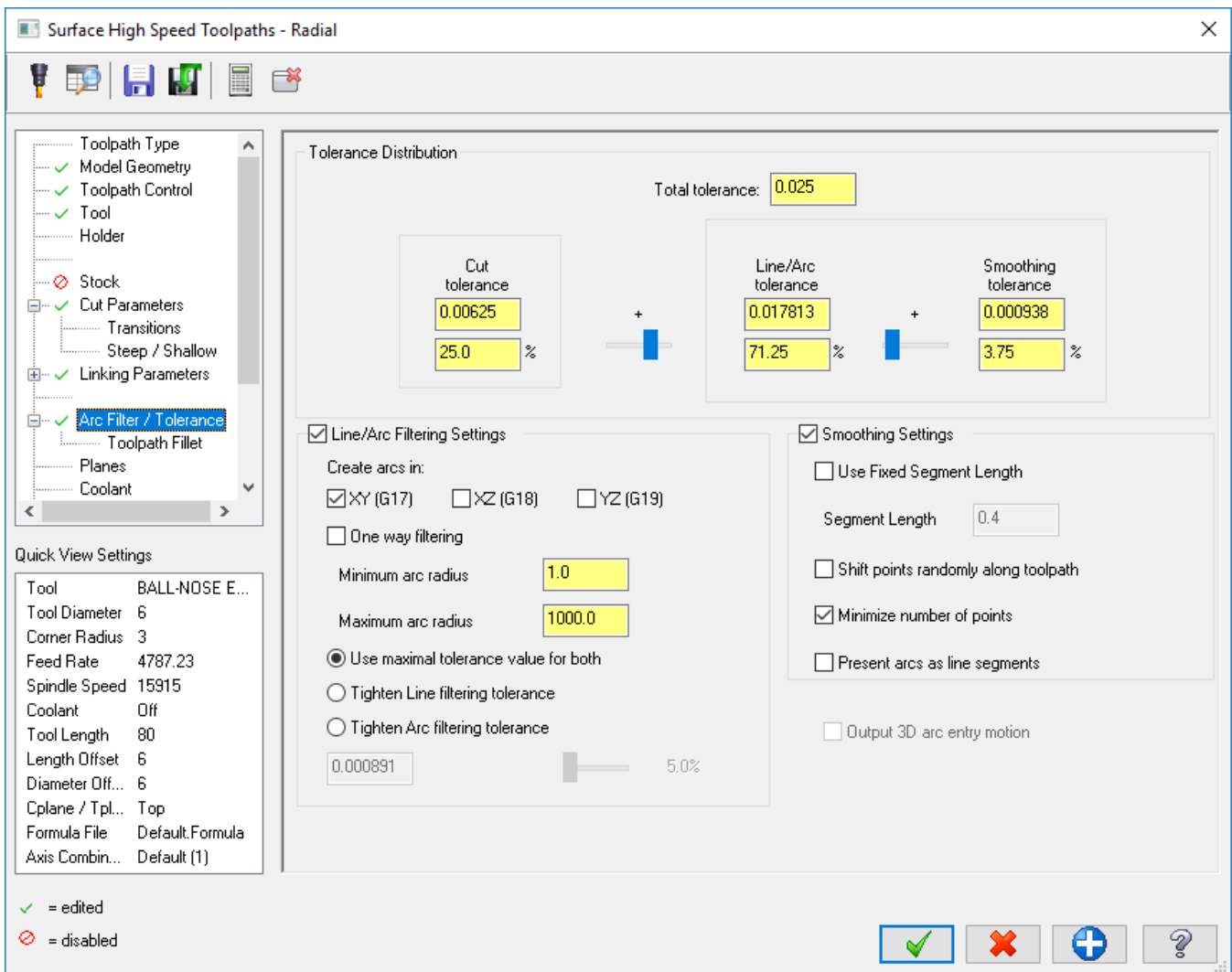
9. darbība

Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi. Ievadiet vērtības, kā redzams nākamajā attēlā.



10. darbība

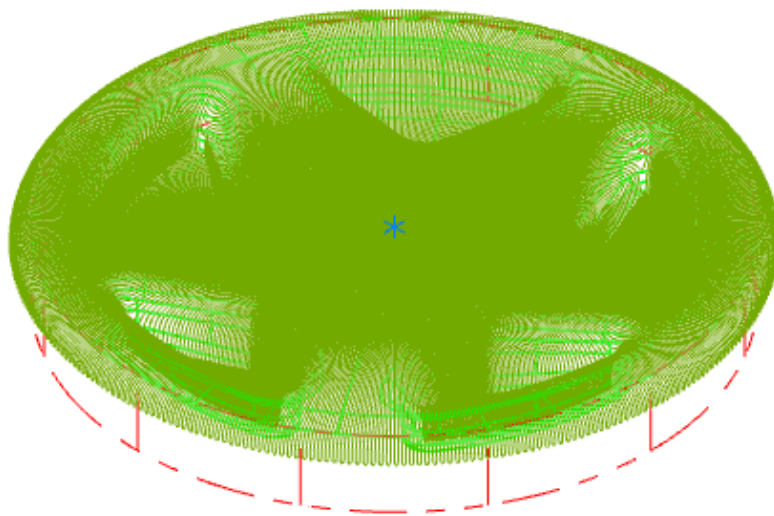
Izvēlieties **Arc Filter / Tolerance** dialoga lappusi. Iestatiet vērtības, kā redzams nākamajā attēlā. Tās nosaka, cik precīzi instrumenta trajektorija sekos detaļas formai.



11. darbība

Izvēlieties .

Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju, kā parādīts nākamajā attēlā.



12. darbība

Saglabāriet failu savā darba mapē kā *radiala-beigu.emcam*.

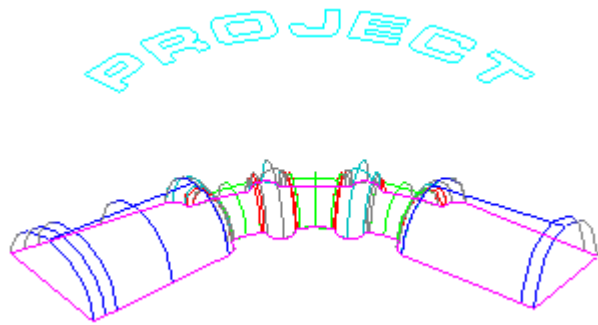
GALĪGĀS APSTRĀDES PROJICĒTĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Galīgās apstrādes projicētās instrumenta trajektorijas projicē ģeometriju vai instrumenta trajektoriju no agrāk izveidotas operācijas uz Jūsu izvēlētām virsmām. Šis galīgās apstrādes instrumenta trajektorijas nodrošina brīvas formas kustības ar spēju saskaņot griešanas kustības ļoti tuvu detaļas formai. To nodrošina arī vairums instrumentu vadības sistēmu. Gravēšanas apstrādē bieži izmanto projicētās instrumenta trajektorijas. Šī vingrinājuma detaļa ir parādīta nākamajā attēlā. Instrumenta trajektorija projicēs vārdu "PROJECT" uz detaļas zem šī vārda.



PIEZĪME

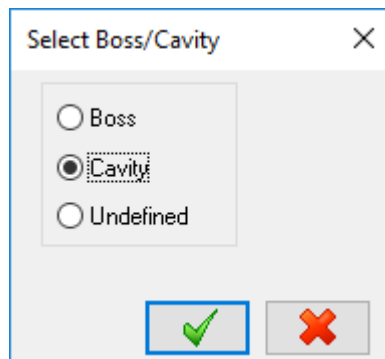
*Pilnveidotu sarežģītu gravēšanu varēsiet izmantot, nopērkot Mastercam **Engraving**, kas darbojas Mastercam **Mill**.*



1. darbība

Savā darba mapē atveriet failu *projekcija.emcam*.

Atveras izvēles logs, kur var izvēlēties izciļņa, iedobuma vai nenoteikta elementa veidošanu. Izvēlieties **Cavity**.

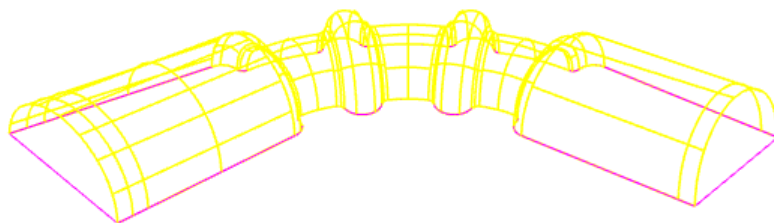


2. darbība


Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Roughing, Project**.

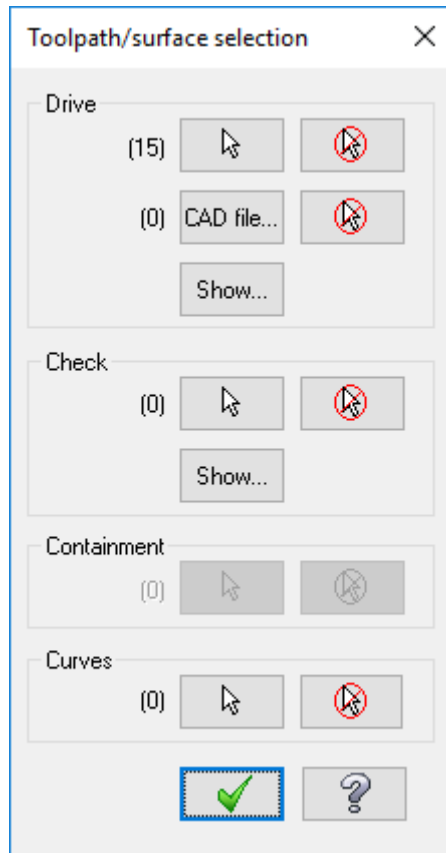
3. darbība

Kad parādās uzaicinājums izvēlēties apstrādājamās virsmas, spiediet **[Ctrl + A]**, lai izvēlētos visas virsmas (skatīt nākamo attēlu), un apstipriniet ar **[Enter]**. Iezīmējas 15 virsmas.



4. darbība

Apstipriniet nākamajā attēlā redzamo virsmu izvēles logu ar .



5. darbība

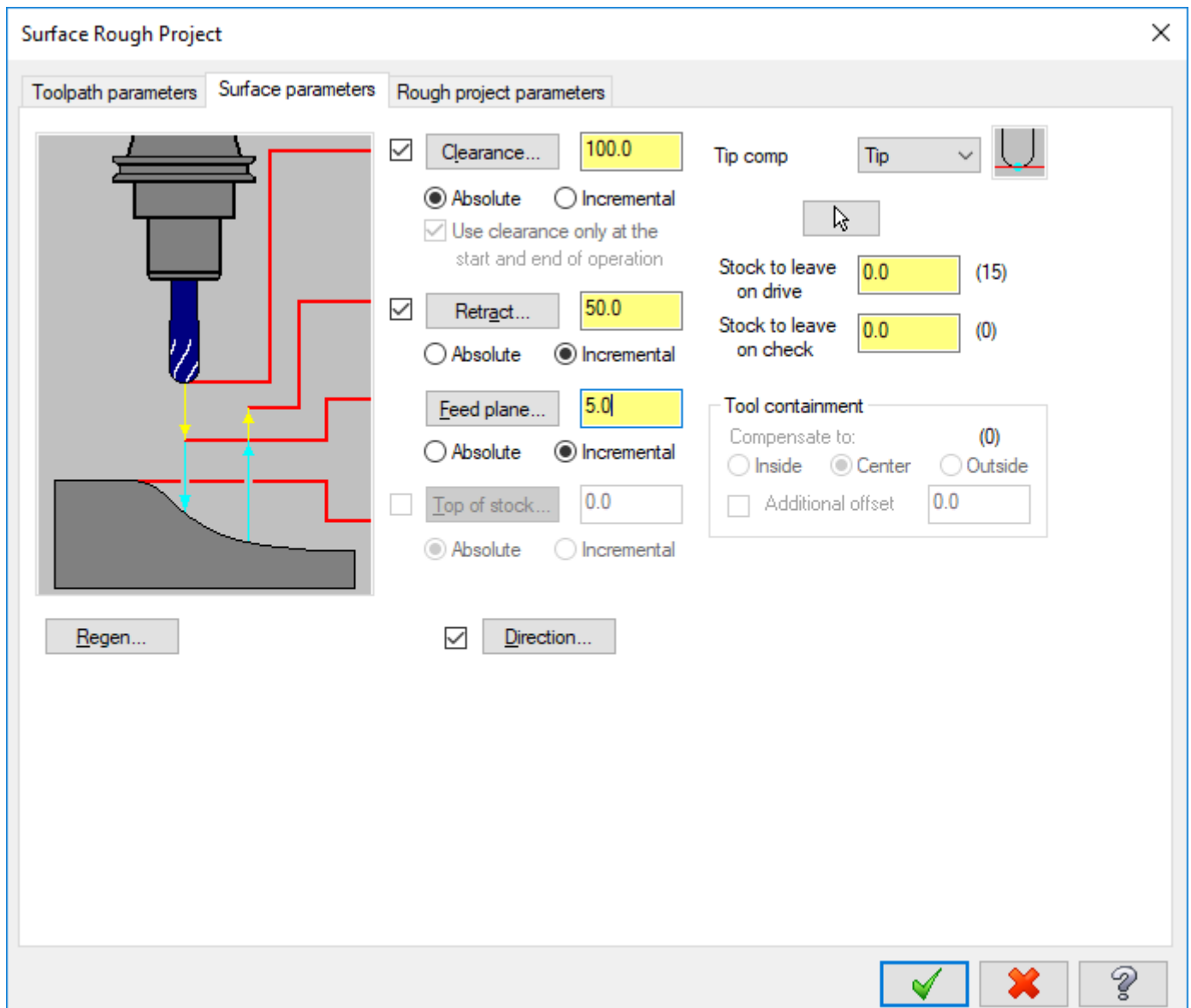
Ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **1 mm ball endmill** no instrumentu bibliotēkas.

6. darbība

Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.

7. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

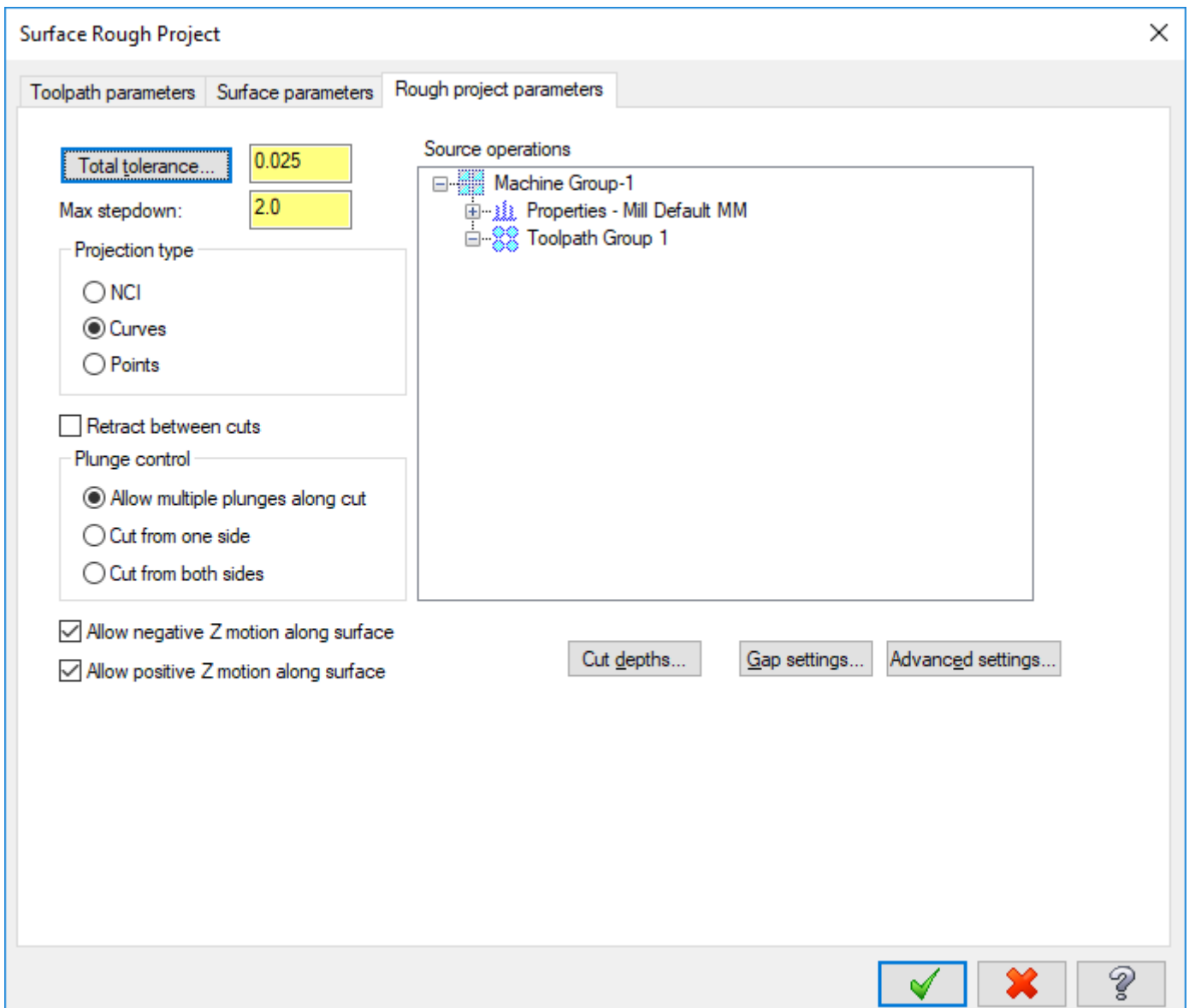


8. darbība

Izvēlieties **Rough project parameters** dialoga lappusi.

9. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



PIEZĪME

*Ja ir iepriekš izveidotas citas instrumenta trajektorijas, iespējams izvēlēties projicējamo trajektoriju no **Source operations** saraksta lauka.*

11. darbība

Izvēlieties .

12. darbība

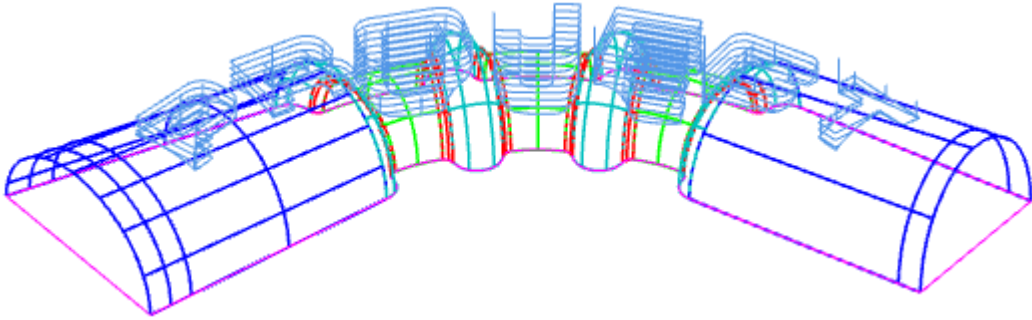
Savirknējiet vārdu "PROJECT", **Chaining** logā izvēloties **Window** un apvelkot ap vārdu taisnstūri (skatīt nākamo attēlu).



Pēc uzaicinājuma **Select approximate start point** izvēlieties burta "P" apakšējo stūri.

13. darbība

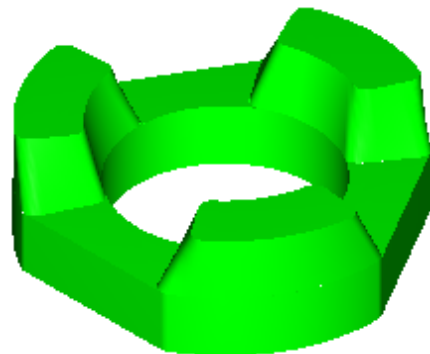
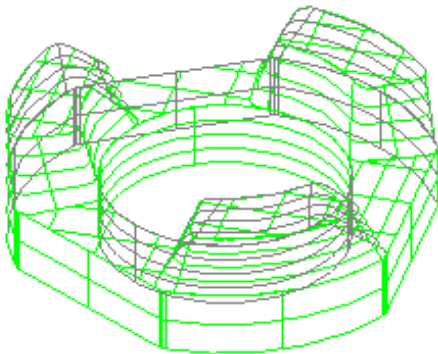
Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

**14. darbība**

Saglabājiēt failu savā darba mapē kā *galapstrade_projekcija.emcam*.

GALĪGĀS APSTRĀDES KONTŪRAS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Galīgās apstrādes kontūra labi darbojas šajā nodaļā aplūkojamai detaļai, jo tai ir vairākas stāvas sienas. Galīgās apstrādes kontūras instrumenta trajektorija ļauj instrumentam pakāpeniski virzīties pa Z asi, nevis pa X un Y asi. Nākamais attēls rāda izmantojamās detaļas stieple un virsmas ģeometriju.

**1. darbība**

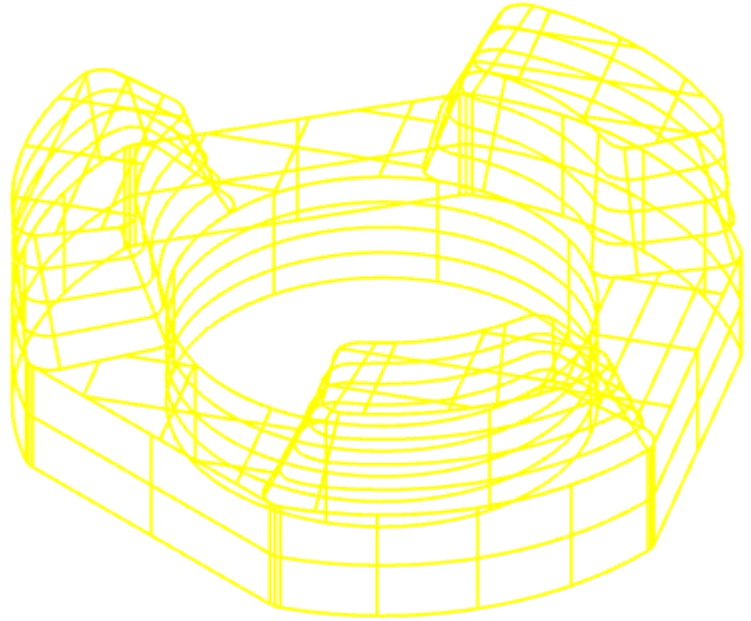
1. Savā darba mapē atveriet failu *kontura_galapstrade.emcam*.

2. darbība


Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Finishing, Contour**.

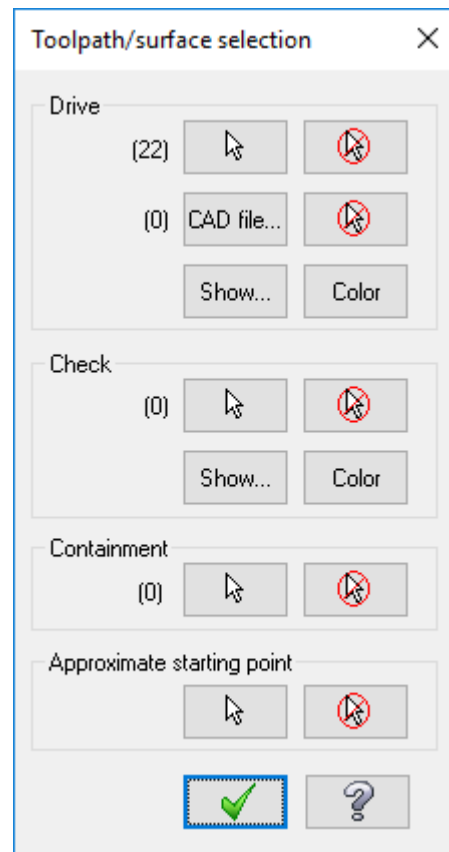
3. darbība

Kad parādās uzaicinājums izvēlēties apstrādājamās virsmas, nospiediet **[Ctrl + A]**, lai izvēlētos visas virsmas (skatīt nākamo attēlu), un apstipriniet ar **[Enter]**. Iezīmējas 22 virsmas.



4. darbība

Apstipriniet nākamajā attēlā redzamo virsmu izvēles logu ar .



5. darbība

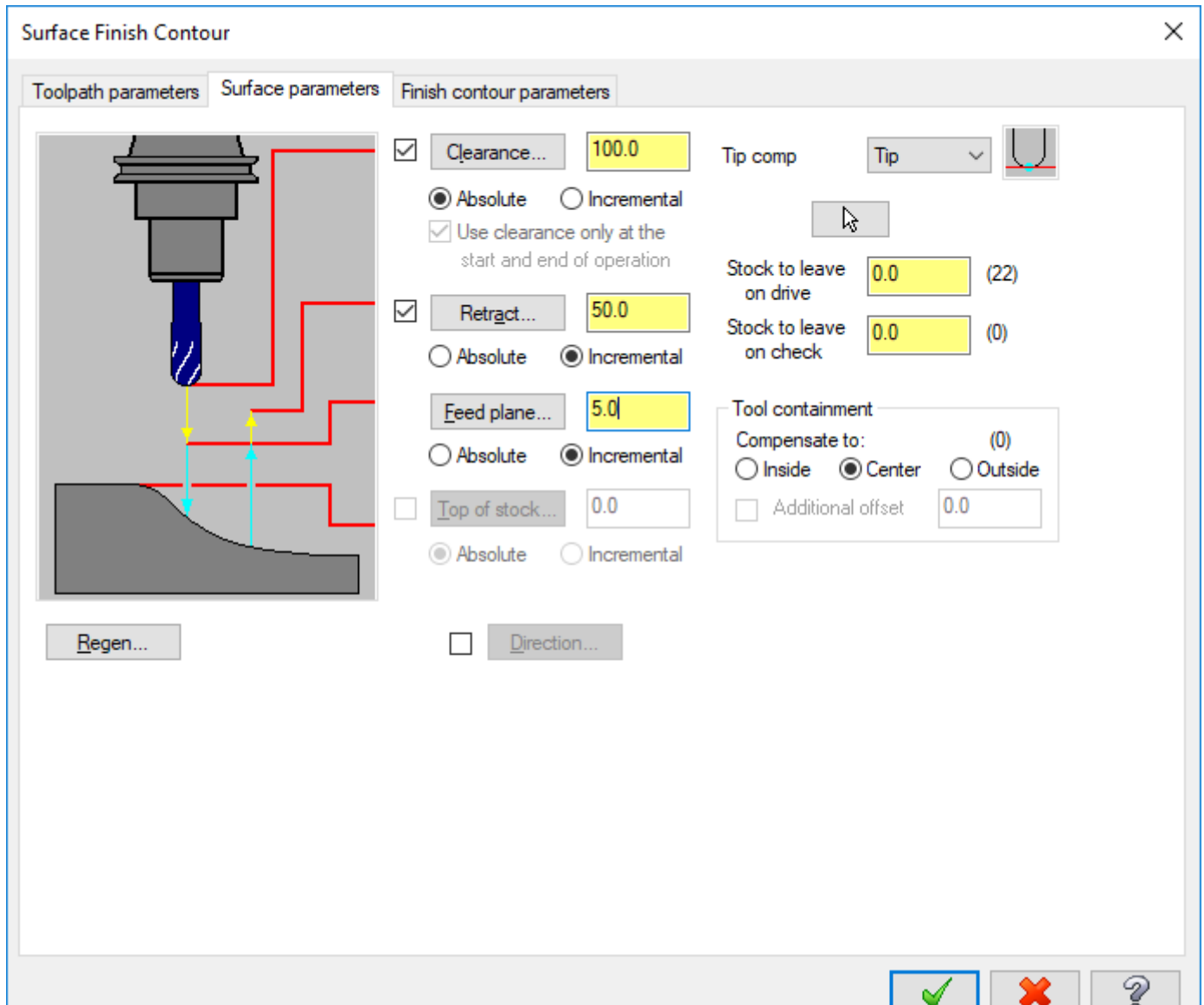
Ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **16 mm (endmill with radius)** **bullnose endmill** ar 2 mm stūra rādiusu no instrumentu bibliotēkas.

6. darbība

Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.

7. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

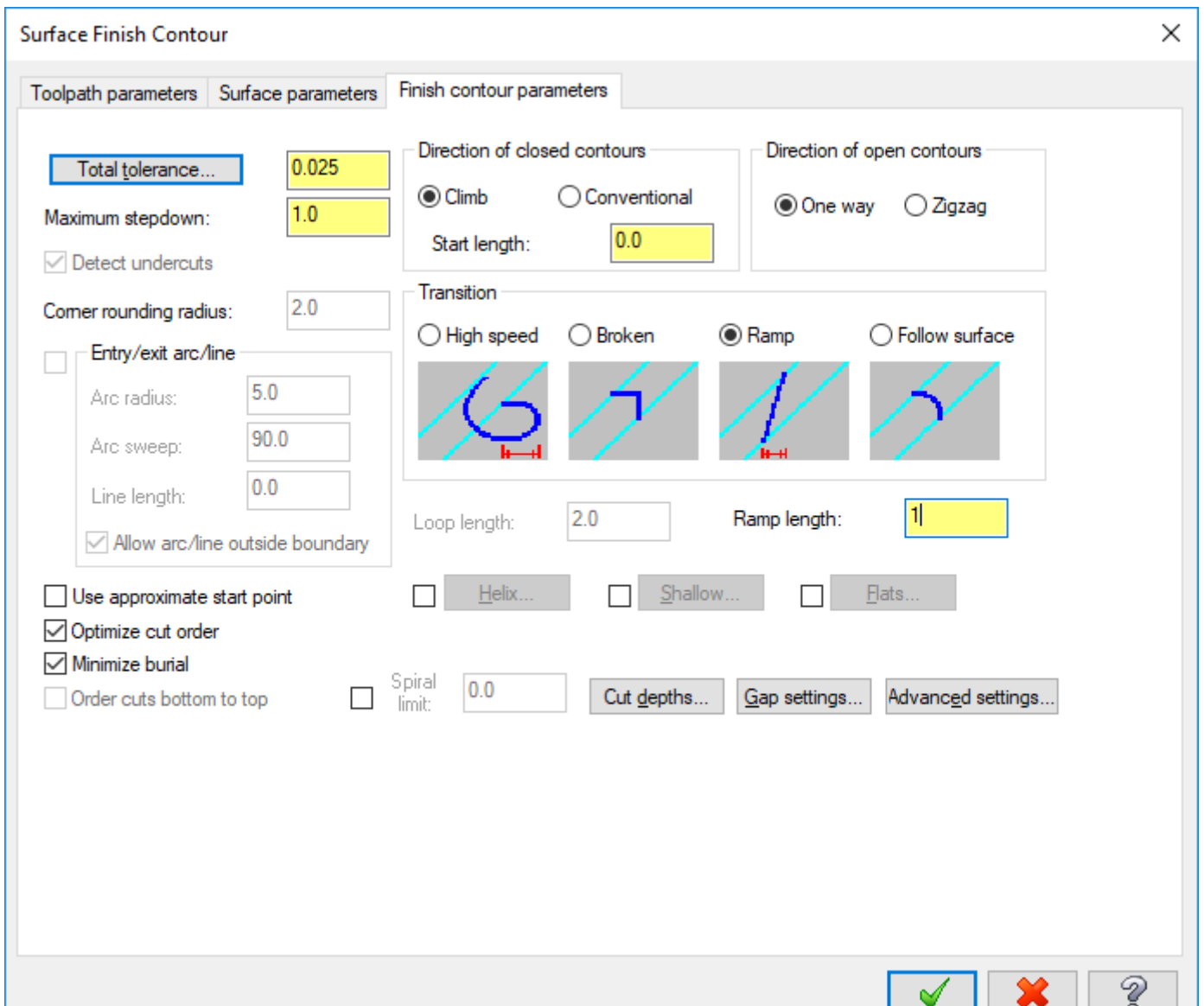


8. darbība

Izvēlieties **Finish contour parameters** dialoga lappusi.

9. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



PIEZĪME

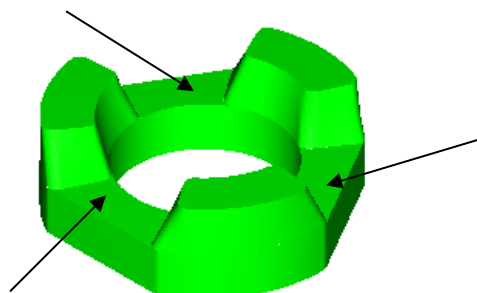
*Pakāpes garums (**ramp length**) nosaka atstatumu starp griezumiem konstantā Z dziļumā. Tāds iestatījums nodrošina slaidu kustību starp dziļuma griezumiem, ļaujot izmantot lielākas padeves.*

10. darbība

Izvēlieties **Cut depths** pogu.

11. darbība

Incremental sekcijā izvēlieties **Detect flats**. *Mastercam* automātiski atrod plaknes (skatīt nākamo attēlu). Kad *Mastercam* izveidojis instrumenta trajektoriju, tas izveidos arī griešanas gājienu šajā dziļumā. Ja uzklikšķināt uz dziļumu saraksta, var redzēt, kādā dziļumā atrodas atrastās plaknes.



12. darbība

Pārliecinieties, ka izvēlētais sakrīt ar nākamo dialoga lauku.

13. darbība

Izvēlieties .

14. darbība

Izvēlieties **Gap settings**.

15. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

16. darbība

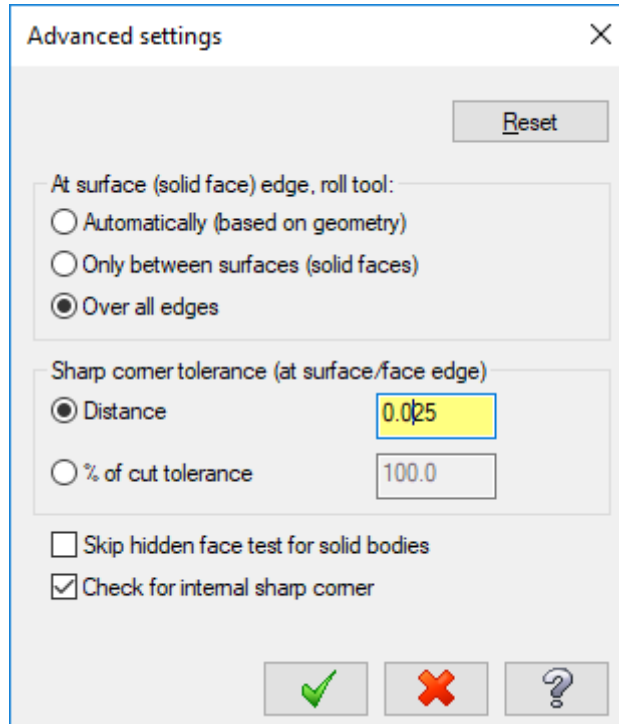
Izvēlieties .

17. darbība

Izvēlieties **Advanced settings**.

18. darbība


Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

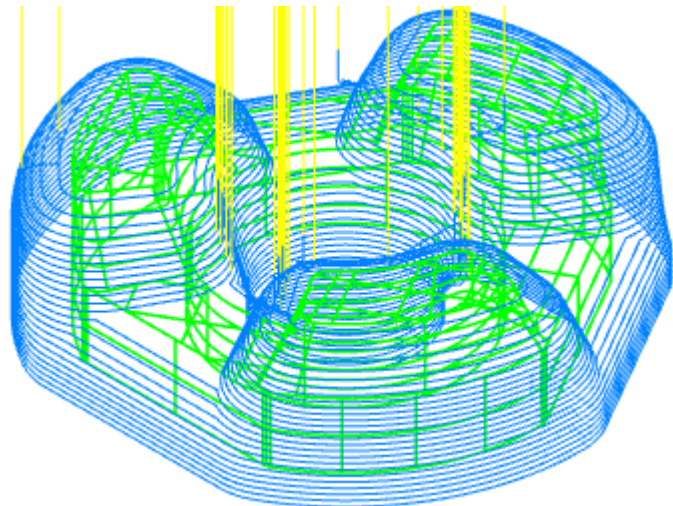


PIEZĪME

Iestatot instrumenta apvelšanos (**roll over**) ap visām virsmas malām (**Over all edges**), tiek panākta labāka vertikālu sienu atrašana. Tikai vertikālas sienas mala skatā no augšas ir redzama kā mala, tādēļ šis iestatījums var būt nepieciešams, ja jāapstrādā vertikāla siena.

19. darbība

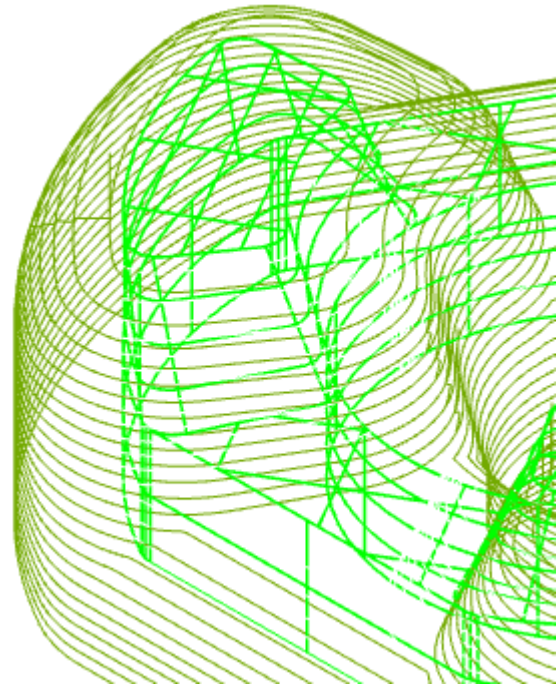
Izvēlieties  divreiz. *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



Nākamajā palielinātajā attēlā detalizētāk redzamas konstanta Z dziļuma kustības.

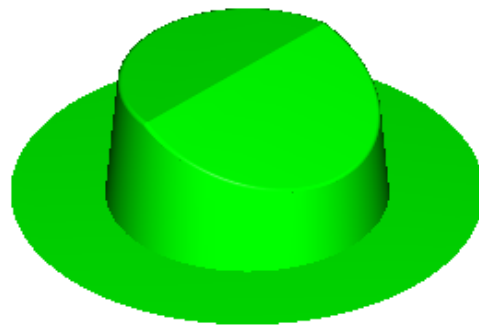
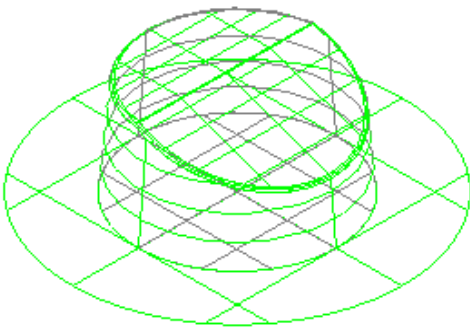
20. darbība

Saglabājiēt detaļu savā darba mapē kā *kontura_galapstrāde1.emcam*.



KONTŪRAS LĒZENĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Iepriekšējā vingrinājumā izveidotā galīgās apstrādes kontūras instrumenta trajektorija ir variants, kas dod iespēju vairāk vadīt instrumentu kustību detaļas lēzenās vietās. Šo instrumenta trajektoriju var izmantot, lai samazinātu vai palielinātu griezumu skaitu lēzenās vietās. Tur pievienotie griezumi var būt daļēji vai pilnīgi. Daļējs griezums izsauc instrumentu kustības pievienošanu tikai lēzenās vietās, kamēr pilnīgie griezumi rada instrumentu kustības pievienošanu lēzenās vietās un, iespējams, arī dažās stāvākās vietās. Nākamajā attēlā parādīts jaunās detaļas stieplu režģis un virsmas geometrija.



1. darbība

Savā darba mapē atveriet failu *griez_pievien.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Finishing, Contour**.

3. darbība

Kad parādās uzaicinājums izvēlēties virsmas, nospiediet [**Ctrl + A**] un apstipriniet ar [**Enter**].

4. darbība

Apstipriniet logu **Toolpath/surface selection**.

5. darbība

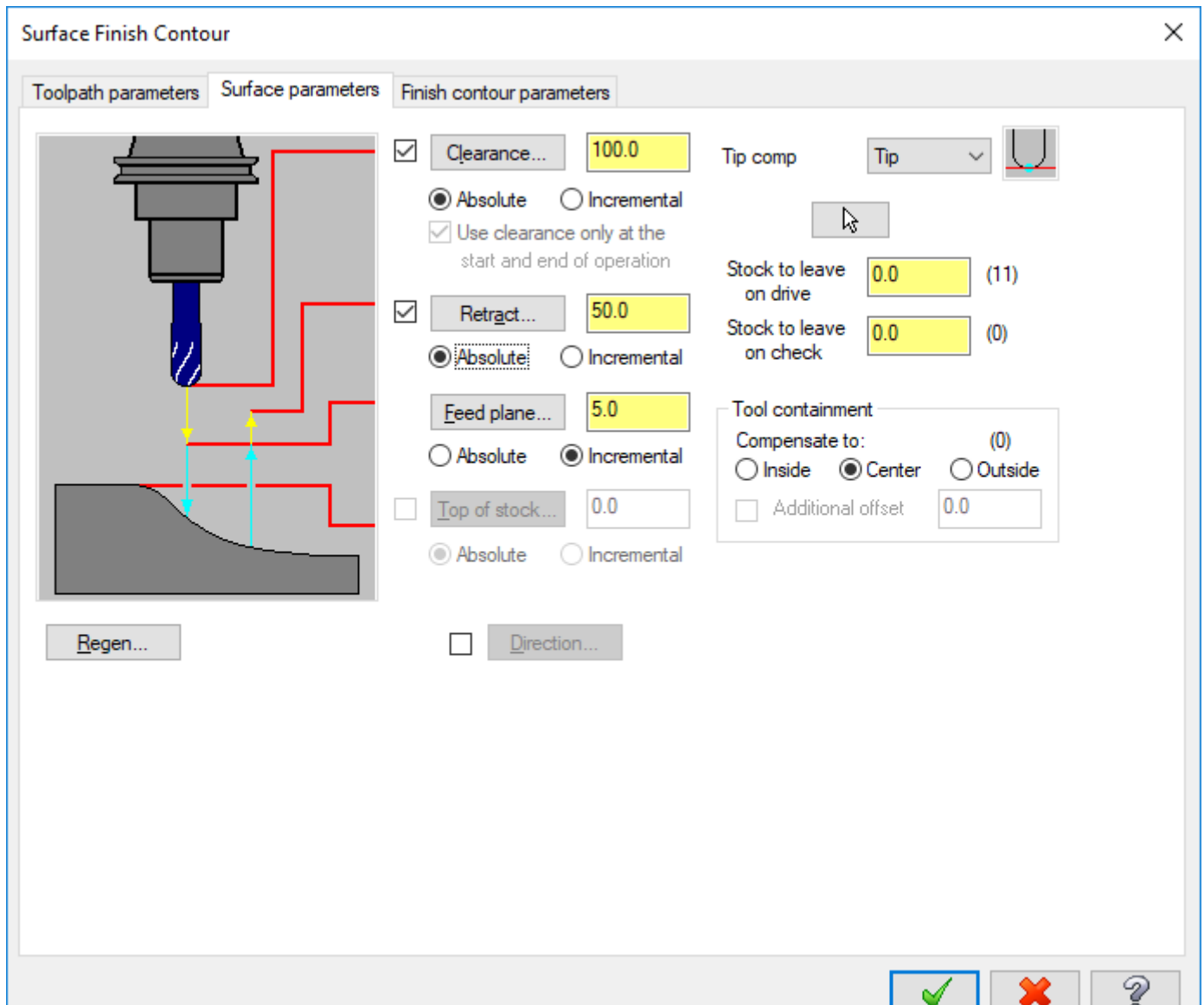
Ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **18 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.

6. darbība

Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.

7. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



8. darbība

Izvēlieties **Finish contour parameters** dialoga lappusi.

9. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

Surface Finish Contour

Toolpath parameters | Surface parameters | **Finish contour parameters**

Total tolerance...: 0.025

Maximum stepdown: 1.5

Detect undercuts

Comer rounding radius: 2.0

Entry/exit arc/line

Arc radius: 5.0

Arc sweep: 90.0

Line length: 0.0

Allow arc/line outside boundary

Use approximate start point

Optimize cut order

Minimize burial

Order cuts bottom to top

Helix...

Shallow...

Flats...

Spiral limit: 0.0

Direction of closed contours: Climb Conventional

Start length: 0.0

Direction of open contours: One way Zigzag

Transition: High speed Broken Ramp Follow surface

Loop length: 2.0

Ramp length: 10.0

Buttons:



PIEZĪME

Minimum stepdown vērtība pievieno vairāk griezumu lēzenās vietās, jo pārvietošanās uz leju notiek par minimālu lielumu.

10. darbība

Izvēlieties **Shallow** iezīmju lauku un pogu.

11. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

Contour Shallow

Remove cuts from shallow areas

Add cuts to shallow areas

Minimum stepdown: 0.25

Limiting angle: 45.0

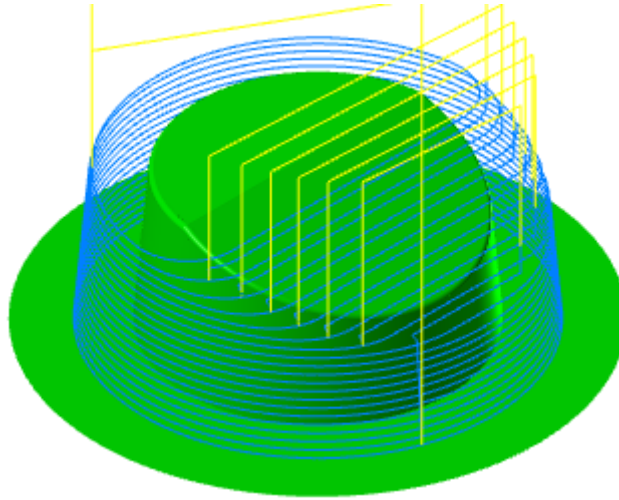
Limiting stepover: 1.5

Allow partial cuts

Buttons:

12. darbība

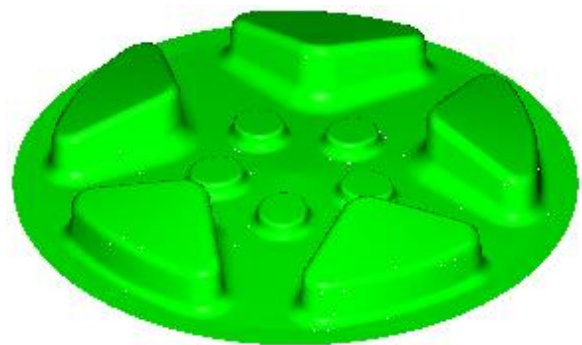
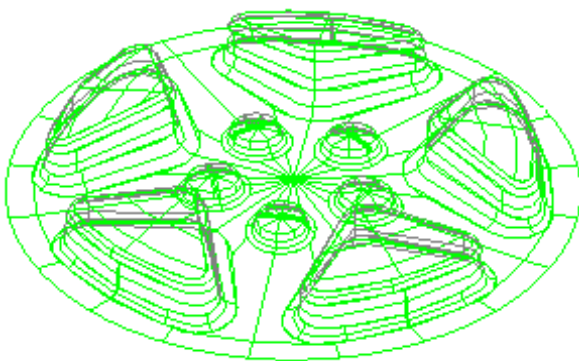
Izvēlieties divreiz. *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

**13. darbība**

Saglabājiēt failu savā darba katalogā mapē kā *sekla_kontura_galapstrade.emcam*.

GALĪGĀS APSTRĀDES ROBOTĀS INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Detālai šajā vingrinājumā galīgās apstrādes robotā instrumenta trajektorija pa visu detaļu izveido noteikta augstuma robus, nevērtējot, vai virsmas kļūst stāvākas vai lēzenākas. *Mastercam* izveido noteikta augstuma robus, nedubultojot pakāpiena izmēru stāvajās vietās. Nākamie attēli rāda izmantojamās detaļas stieplu režģi un virsmas ģeometriju.

**1. darbība**

Savā darba mapē atveriet failu *izrobots.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Finishing, Scallop**.

3. darbība

Model Geometry lappuses **Machining Geometry** nodaļā iezīmējiet **machining**. Klikšķiniet uz bultiņas ar uzrakstu **Select entities** (zem **Machining Geometry**). Izvēlieties visas apstrādājamās virsmas ar **[Ctrl + A]** un apstipriniet ar **[Enter]**. Iezīmējas 80 virsmas.

4. darbība

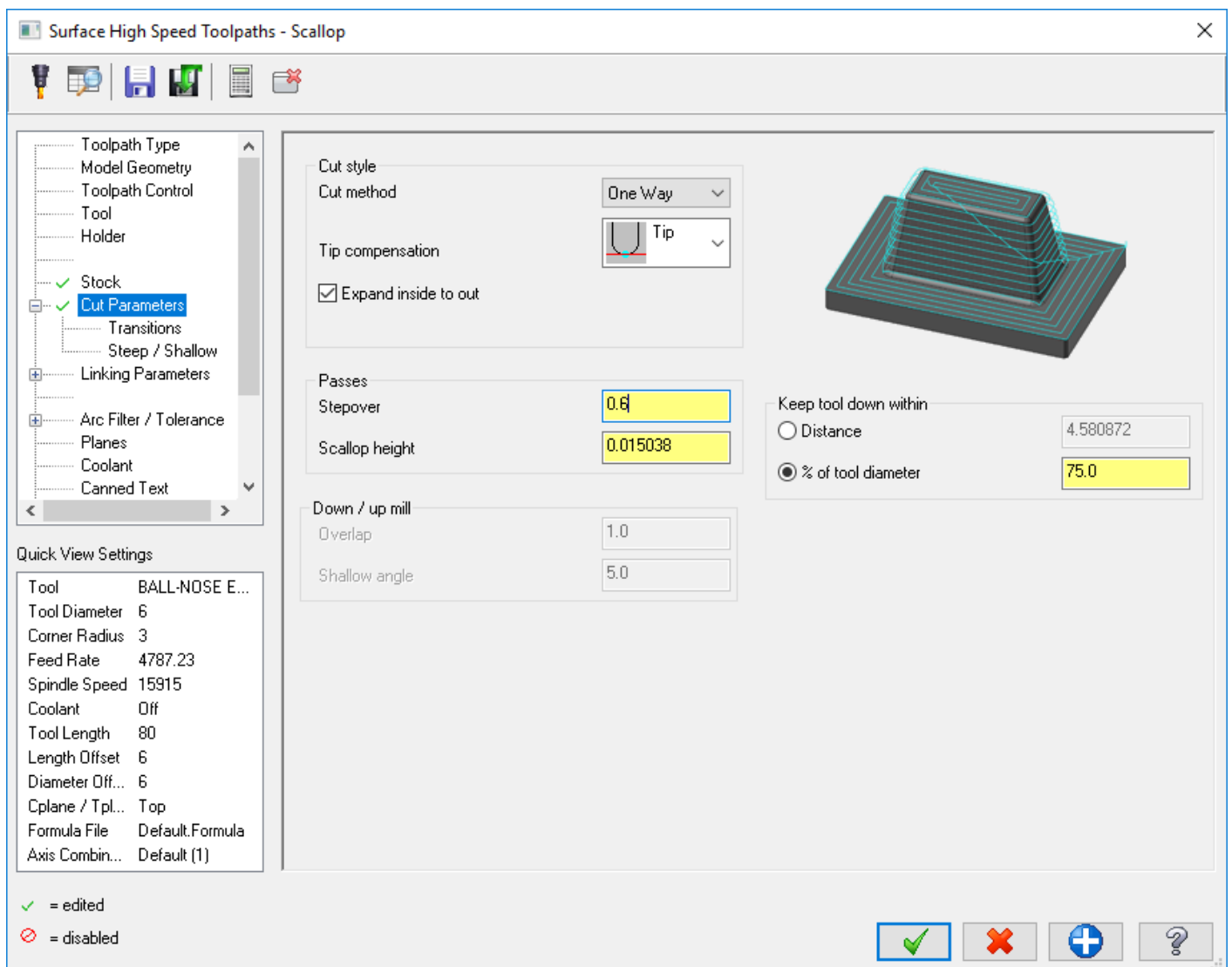
Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi. Ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **6 mm HSS ball endmill** no instrumentu bibliotēkas.

5. darbība

Izvēlieties **Toolpath Control** dialoga lappusi. Klikšķiniet uz bultiņas blakus uzrakstam **Approximate start point**. Izvēlieties detaļas centru.

6. darbība

Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

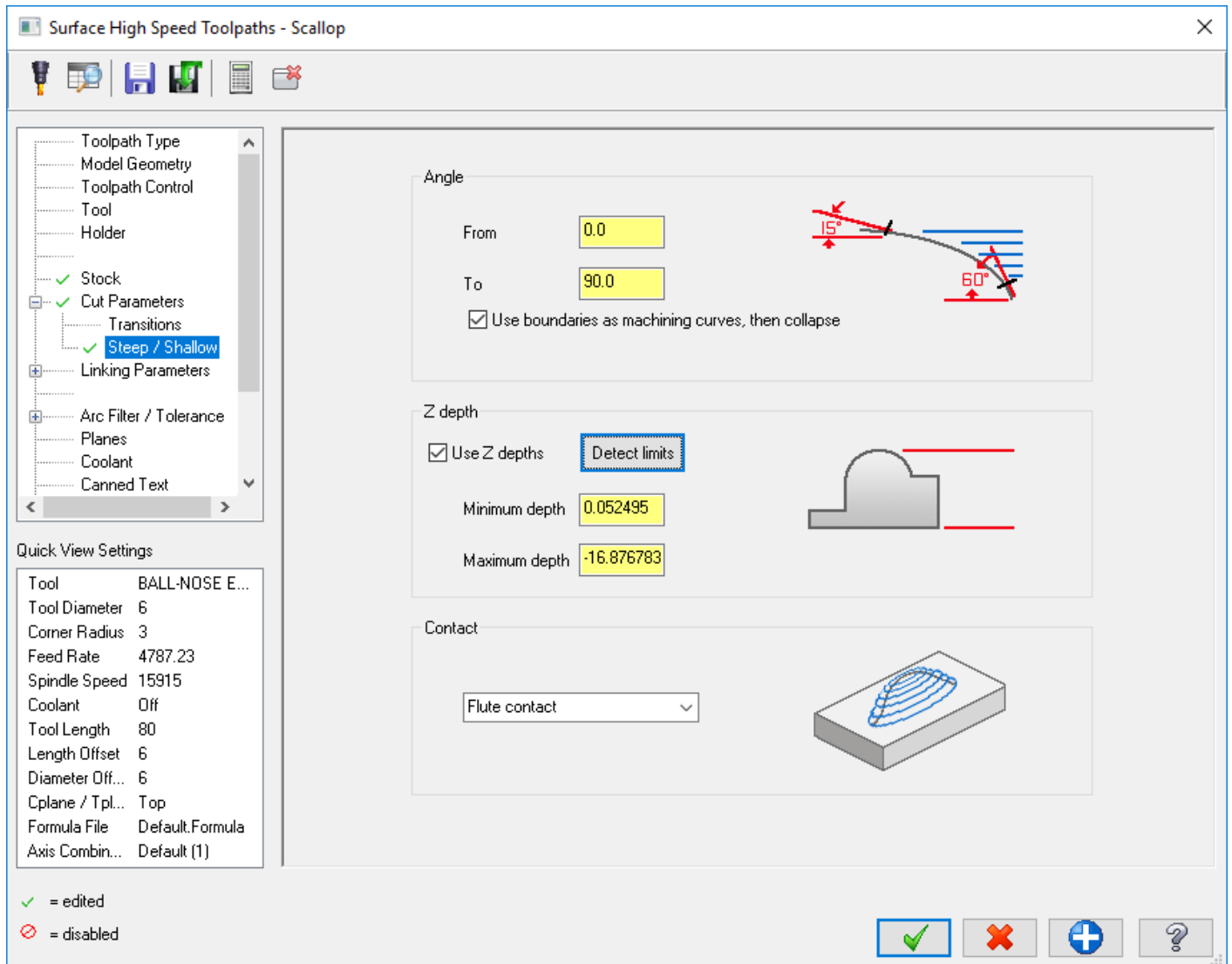


7. darbība

Izvēlieties **Steep / Shallow** dialoga lappusi.

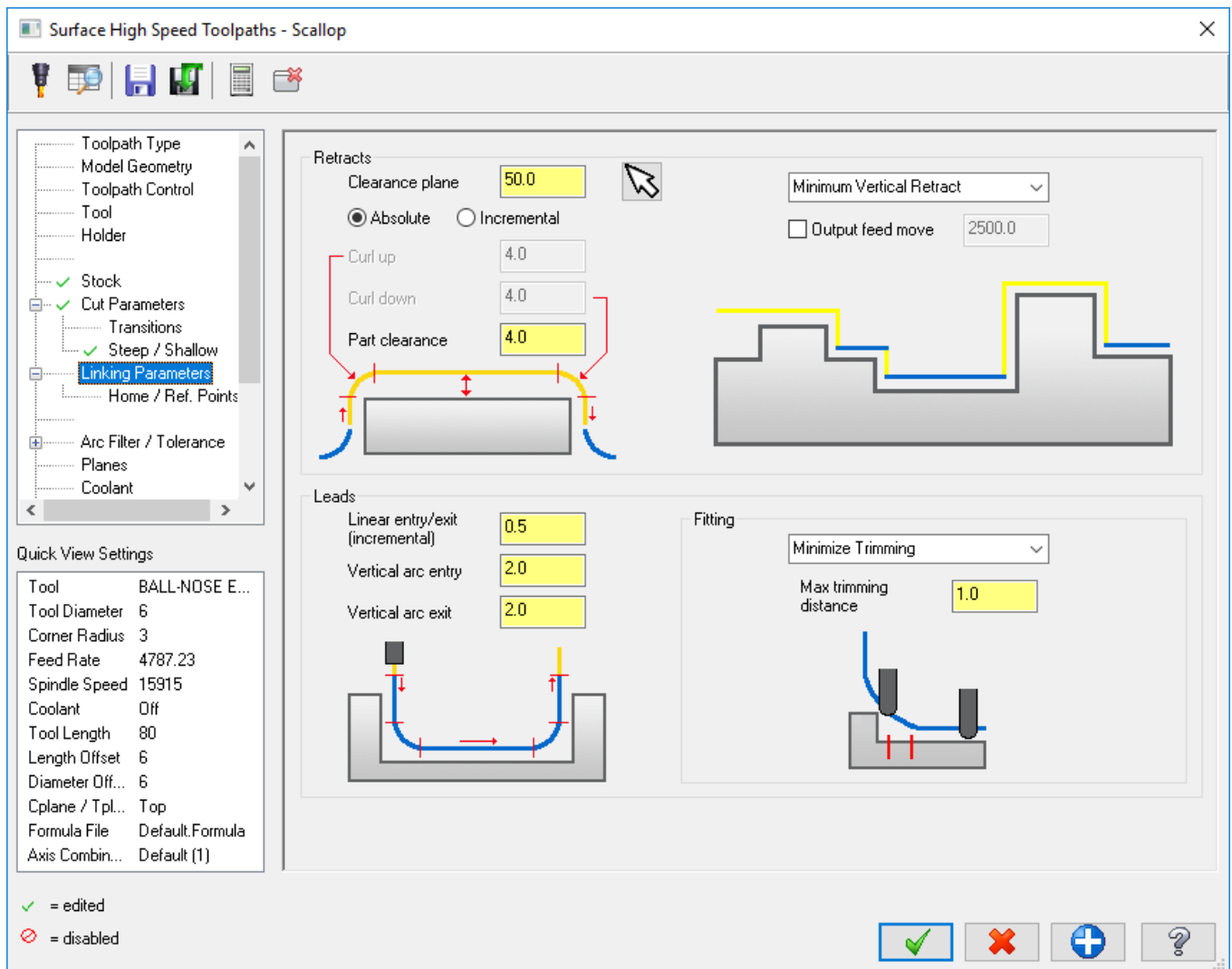
8. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



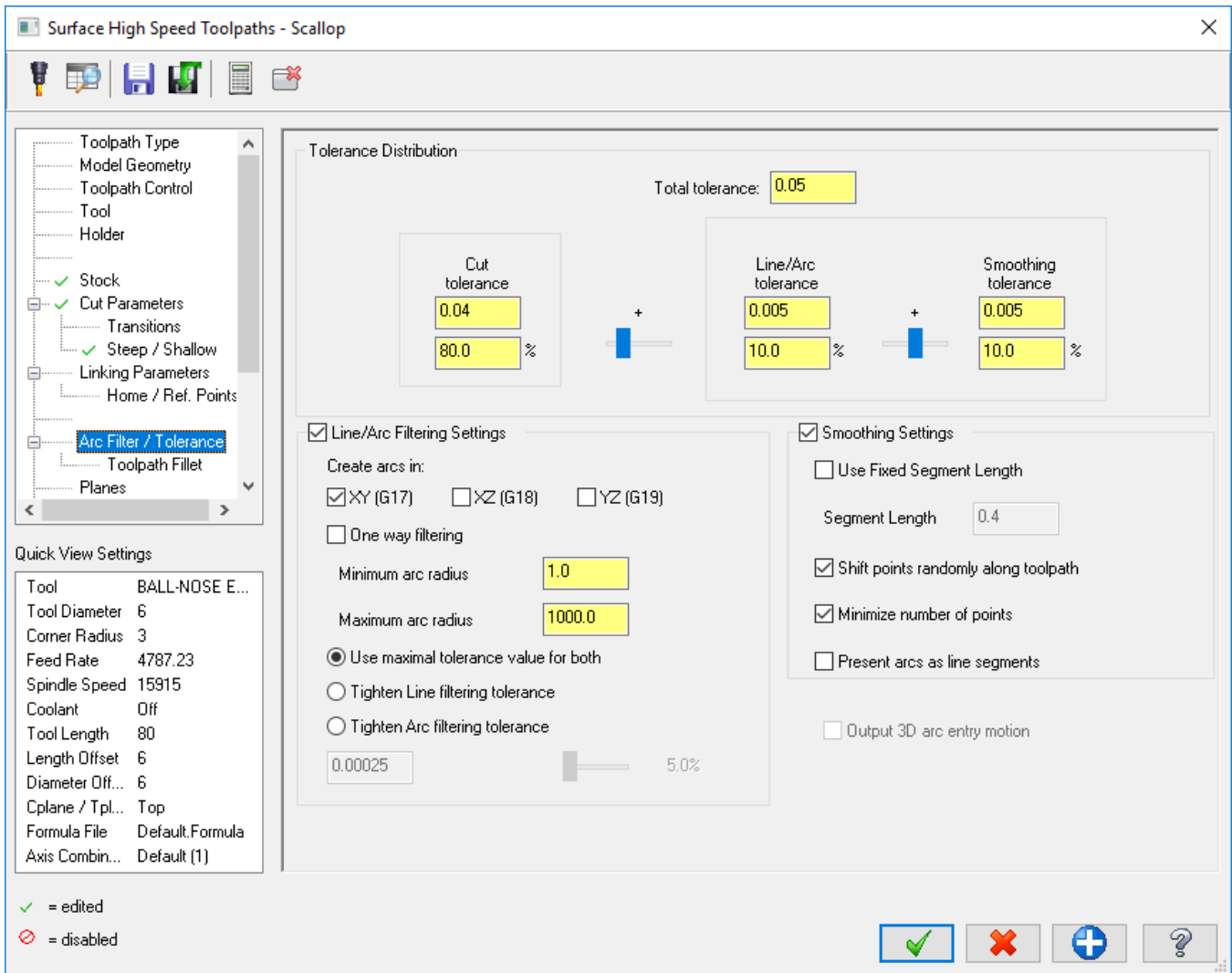
9. darbība

Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



10. darbība


Izvēlieties **Arc Filter / Tolerance** dialoga lappusi. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

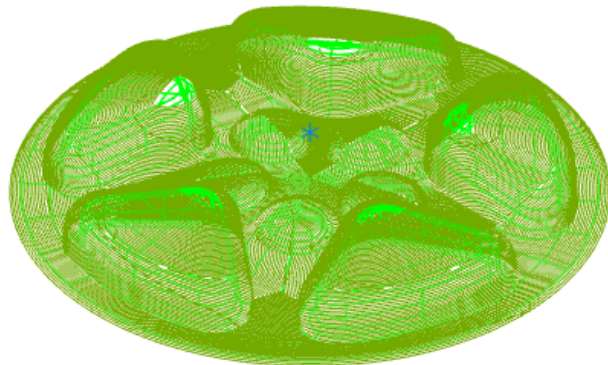


PIEZĪME

Minimālā izšķiršanas spēja (**Tolerance**) nosaka, cik līdzieni ir izveidotas 3D zonas instrumenta trajektorijas posmu sadurvietai likvidēšanai. Sistēma izmanto pārsegšanās procentuālo lielumu "tīkla" veidošanai pār virsmu, tas nosaka, kur tiks novietota instrumenta trajektorija. Mazāka minimālā izšķiršanas spēja izveido ciešāku tīklu un precīzāku instrumenta trajektoriju, bet tas prasa vairāk laika ģenerēšanai un pagarina arī NC programmu.

11. darbība

Izvēlieties . Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

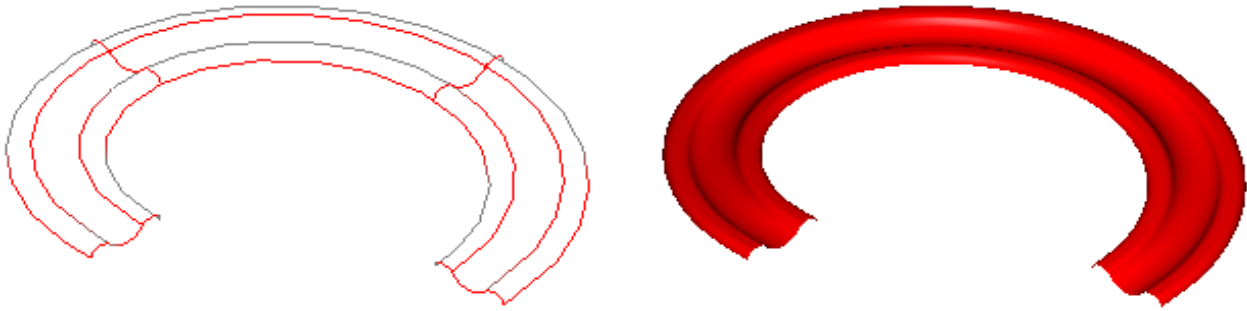


12. darbība

Saglabājiet detaļu savā darba mapē kā *gala_robota.emcam*.

GALĪGĀS APSTRĀDES SAVIENOJOŠO LĪNIJU INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Galīgās apstrādes savienojamo līniju instrumenta trajektorija seko virsmas formai un virzienam un veido gludu un plūstošu kustību pa instrumenta trajektoriju. Galīgās apstrādes paralēlā instrumenta trajektorija apstrādā detaļu pa iestatītu leņķi un “neplūst” gar virsmām, tādējādi veidojot griešanu gaisā. Nākamie attēli rāda izmantojamās detaļas stieņu režģi un virsmas ģeometriju.



Savienojamo līniju instrumenta trajektorijas veidošana

1. darbība

Savā darba mapē atveriet failu *plustosa_apstrade.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Toolpaths, 3D, Finishing, Flowline**.

3. darbība

Kad parādās uzaicinājums **Select drive surfaces**, nospiediet **[Ctrl + A]** un apstipriniet izvēli ar **End selection** vai **[Enter]**.

4. darbība

Apstipriniet logu **Toolpath/surface selection**.

5. darbība

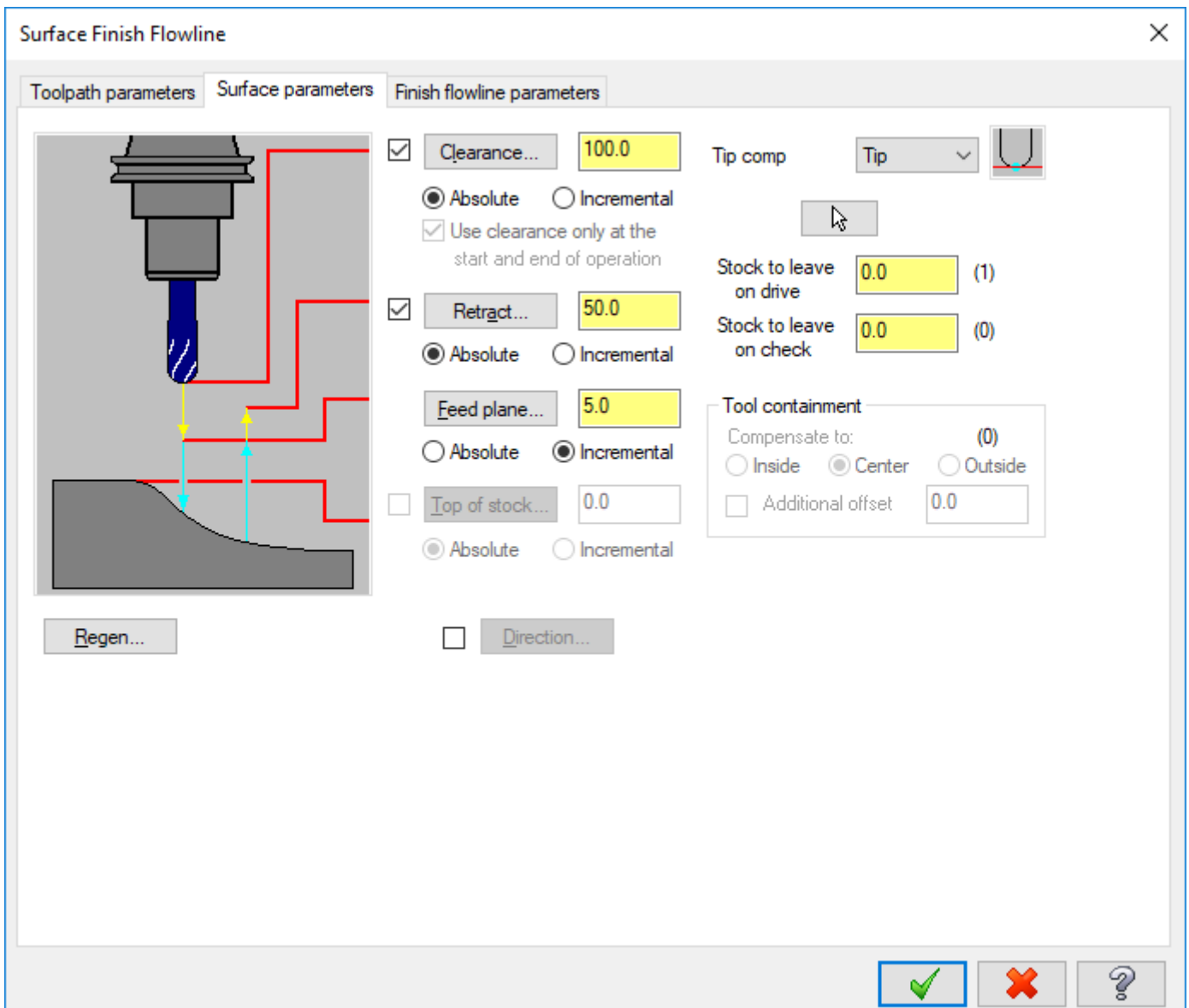
Ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **5 mm HSS ball-nose endmill** no instrumentu bibliotēkas.

6. darbība

Izvēlieties **Surface parameters** dialoga lappusi.

7. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

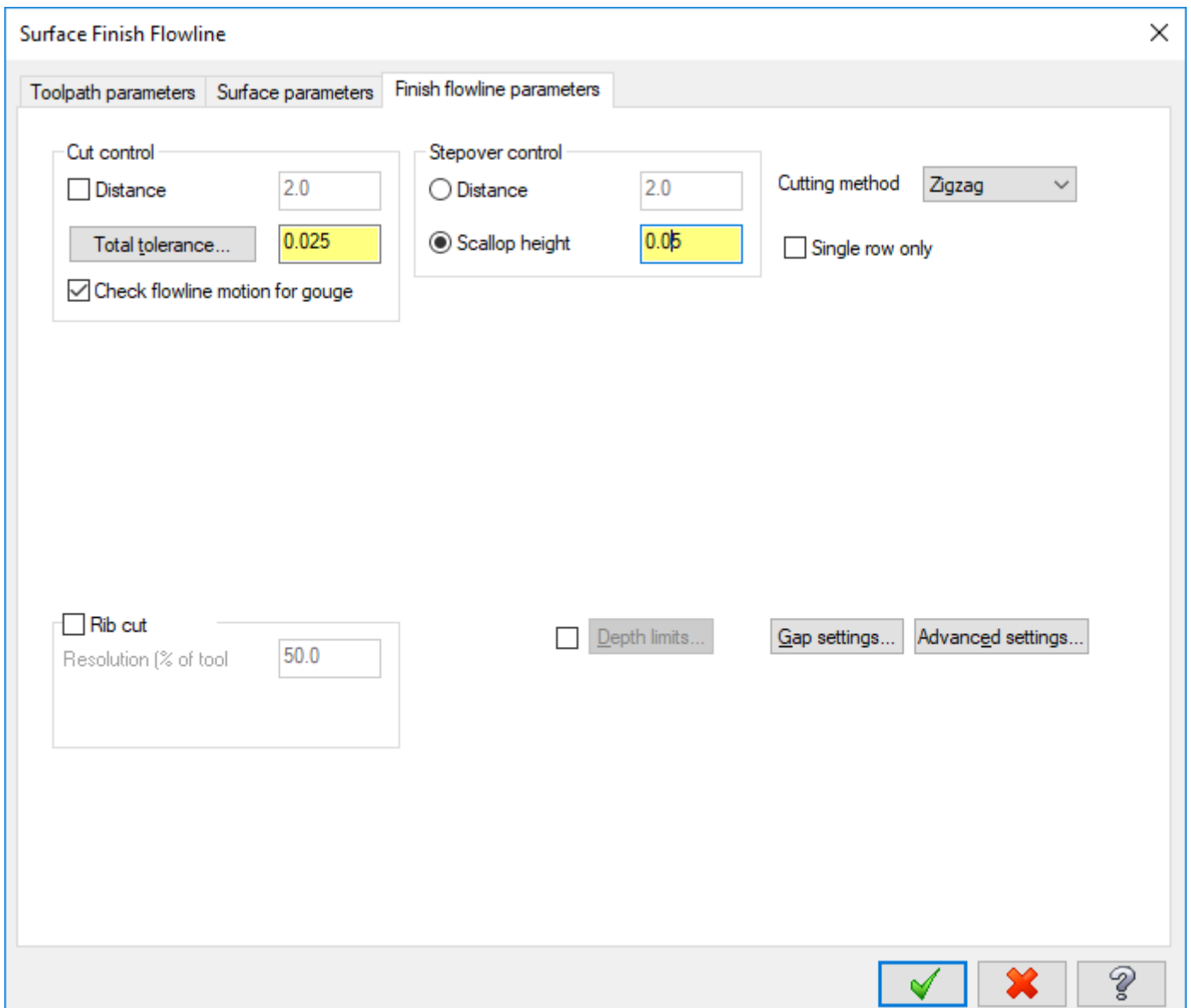


8. darbība

Izvēlieties **Finish flowline parameters** dialoga lappusi.

9. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.

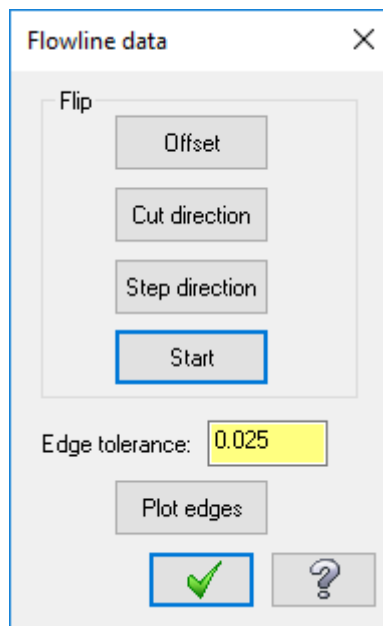


10. darbība

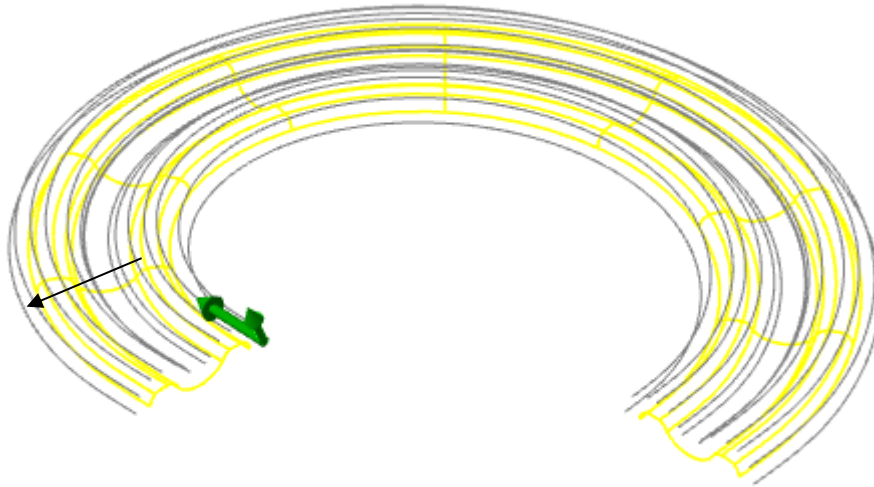
Izvēlieties .

11. darbība

Atgriezieties grafiskajā logā, kur atrodas **Flowline data** izvēlne.

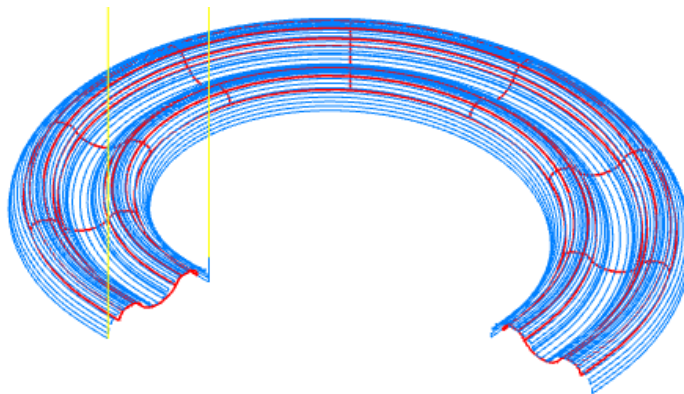


Lai orientētu griešanas kustību, izmantojiet izvēlnes variantus. Pārslēdziet **Cut direction** un **Start** iestatījumus tā, lai savienojošās līnijas un sākuma bultiņas izskatītos kā nākamajā attēlā.



12. darbība

Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



13. darbība

Saglabājiet failu savā darba mapē kā *gala_plustosa.emcam*.

Šajā un iepriekšējos – 28. un 29. – praktiskajos darbos varēja iepazīties, kā *Mastercam* virsmas apstrādes instrumenta trajektorijas piedāvā daudzus variantus, lai pielāgotu instrumenta trajektorijas nepieciešamās detaļas ģeometrijai. Nākamajā praktiskajā darbā būs iespējams aplūkot, kā *Mastercam* izmanto vairāku asu (*multiaxis*) iespējas, ko nodrošina darbgalds, lai izveidotu vēl sarežģītākas ar virsmām saistītas instrumenta trajektorijas.

31. PRAKTISKAIS DARBS – VAIRĀKU ASU INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt apstrādes programmēšanu ar vienlaicīgu instrumenta vadību 3 un 5 asīm.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ■ Izvēlēties apstrādājamo virsmu (ģeometriju). ■ Noteikt instrumenta vadību pa asīm. ■ Noteikt instrumenta iegriešanās un izskrejas veidus. ■ Veidot instrumenta trajektoriju ar tā vadību 5 asīm.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot vairāku asu instrumenta trajektoriju ar vadību pa 3 un 5 asīm.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā tests7.emcam frēzēt visu gliemezi 5 asu režīmā. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto programmu, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kādos gadījumos jāizmanto vairāku asu apstrādes metodes?

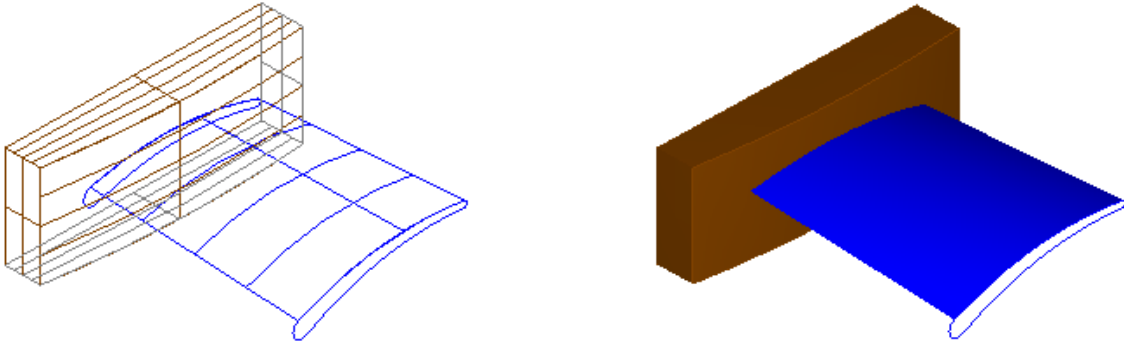
DARBA GAITA

Vairāku asu instrumenta trajektorijas var būt 3, 4, vai 5 asu instrumenta trajektorijas. Ar 3 asu instrumenta trajektoriju detaļu var apstrādāt no vienas puses, apgriezt to un tad apstrādāt no citas puses. Ar 5 asu instrumenta trajektoriju detaļu var apstrādāt, negrozot to ar rokām. Šajā praktiskajā darbā varēs iepazīties ar diviem atšķirīgiem vairāku asu instrumenta trajektorijas tipiem: līkņu 5 asu instrumenta trajektoriju un sīku skaidu (**swarf**) 5 asu instrumenta trajektoriju.

LĪKŅU 5 ASU INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Šajā vingrinājumā varēs redzēt, kā 3D līknes var izmantot kā vienu no 5 asu instrumenta trajektorijas variantiem. Šīs instrumenta trajektorijas noder detaļām ar liektām virsmām, jo ļauj precīzi vadīt instrumenta smaili. Šajā piemērā detaļa – lāpstiņa un pamata detaļa – ir liektas virsmas. Atšķirībā no 3 asu kontūras instrumenta trajektorijas līkņu 5 asu instrumenta trajektorija ļauj veidot daudz precīzāku kontaktu starp instrumentu un virsmas materiālu.

Nākamie attēli rāda stieplu režģi un ieēnotu detaļas skatu.



Instrumenta trajektorijas veidošana ar 3 asu vadību


1. darbība

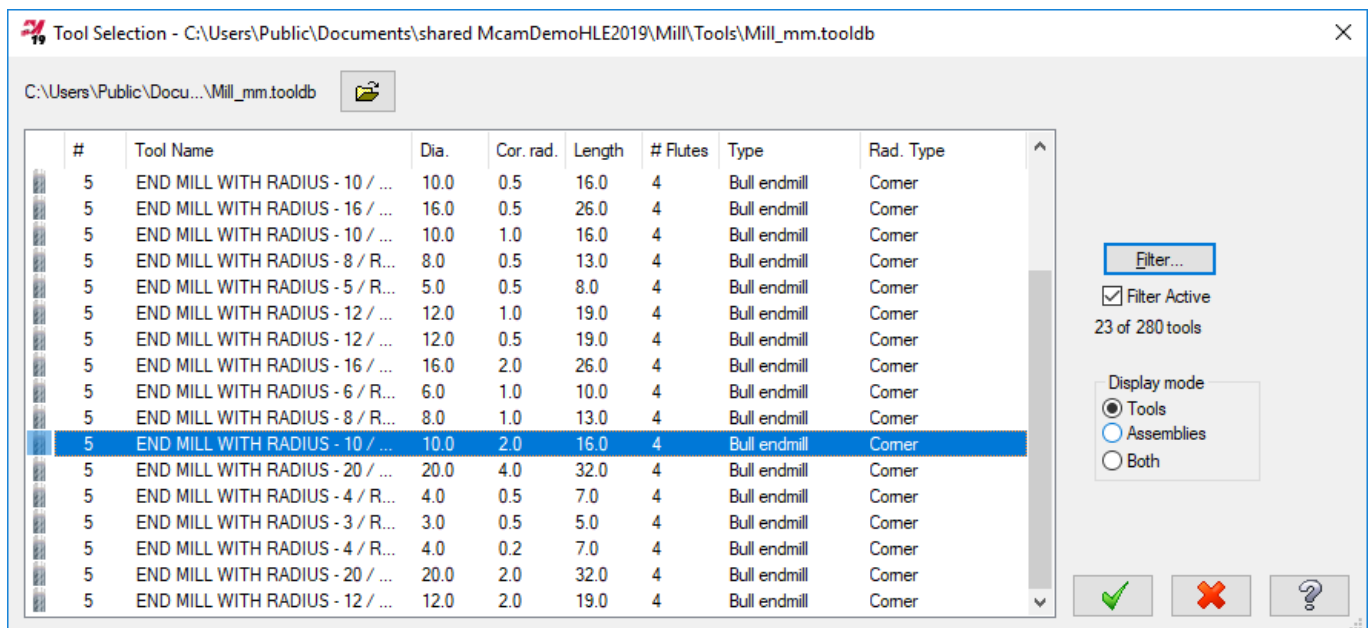
Savā darba mapē atveriet *liekta_lapstina.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Toolpaths**, **Multiaxis**, **Pattern** nodaļā izvēlieties **Curve**.

3. darbība

Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **10 mm bull endmill** ar 2 mm rādiusu no instrumentu bibliotēkas, izvēlieties .



4. darbība

Izvēlieties **Cut pattern** dialoga lappusi.

5. darbība

Izvēlieties **Output format 3axis** no iznirstošās izvēlnes.

6. darbība

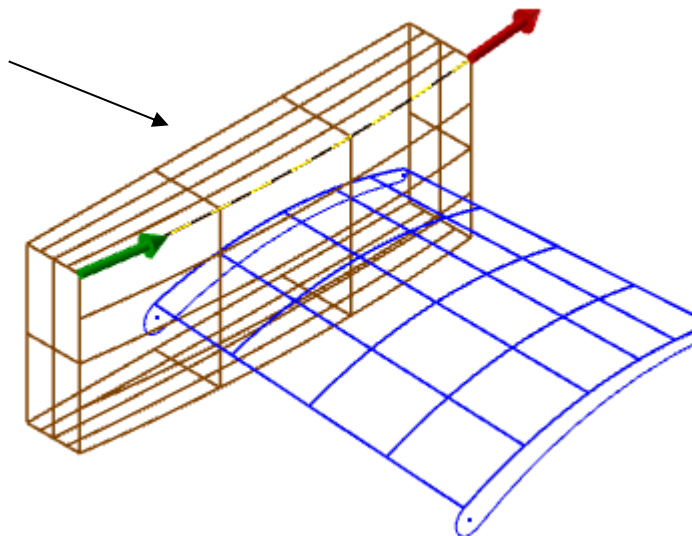
Izvēlieties **Curve Type 3D Curves** no iznirstošās izvēlnes, klikšķiniet bultiņu pa labi, lai izvēlētos virzošo līkni.

7. darbība

Izvēlieties **Single** no izvēlnes.

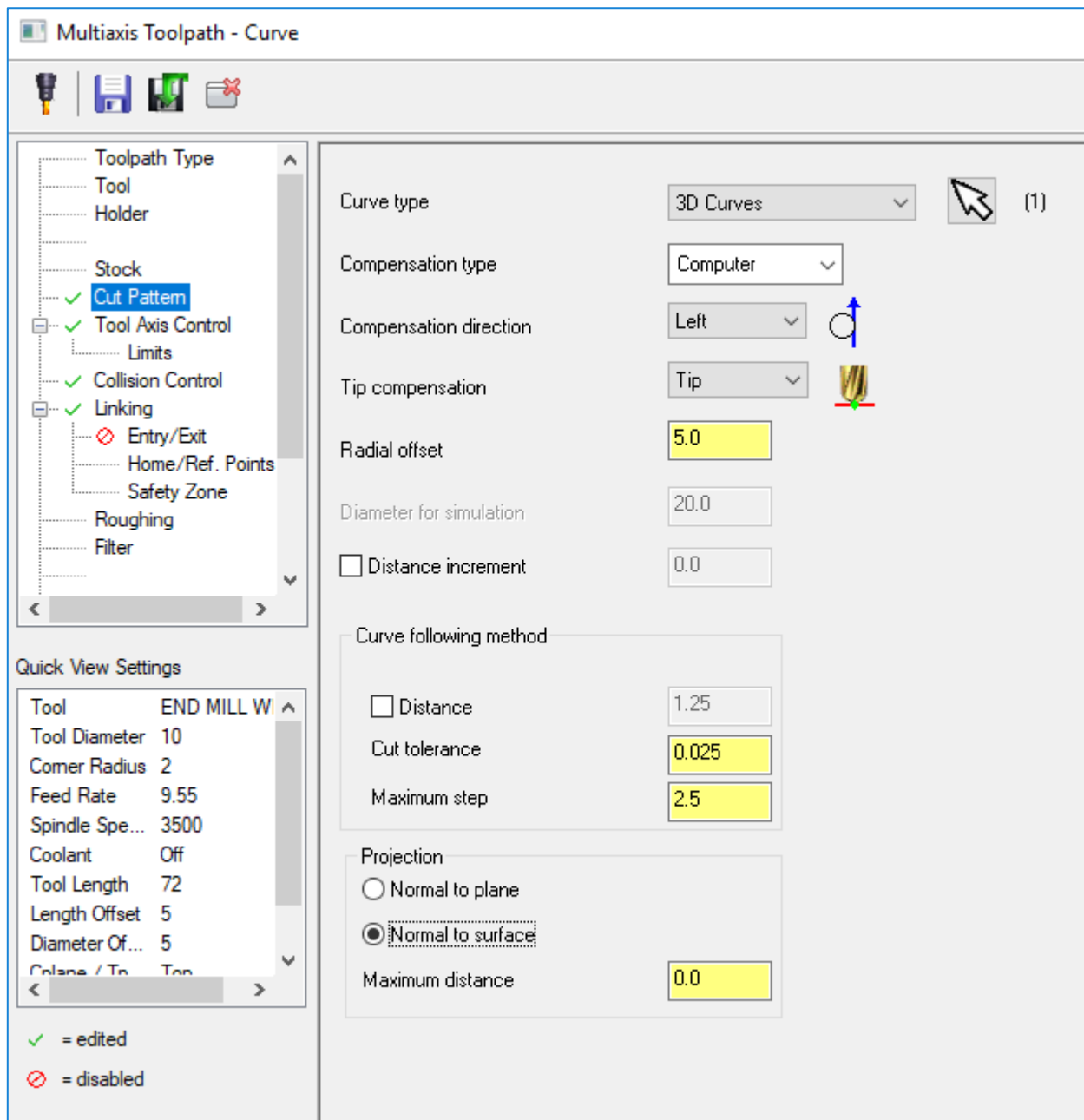
8. darbība

Izvēlieties ribas augšējo malu, kā parādīts nākamajā attēlā.



9. darbība

Izvēlieties . Ievadiet parametrus, kā parādīts nākamajā attēlā.

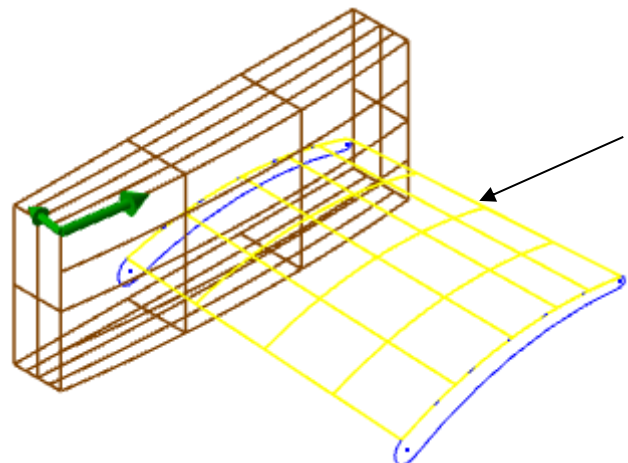


10. darbība

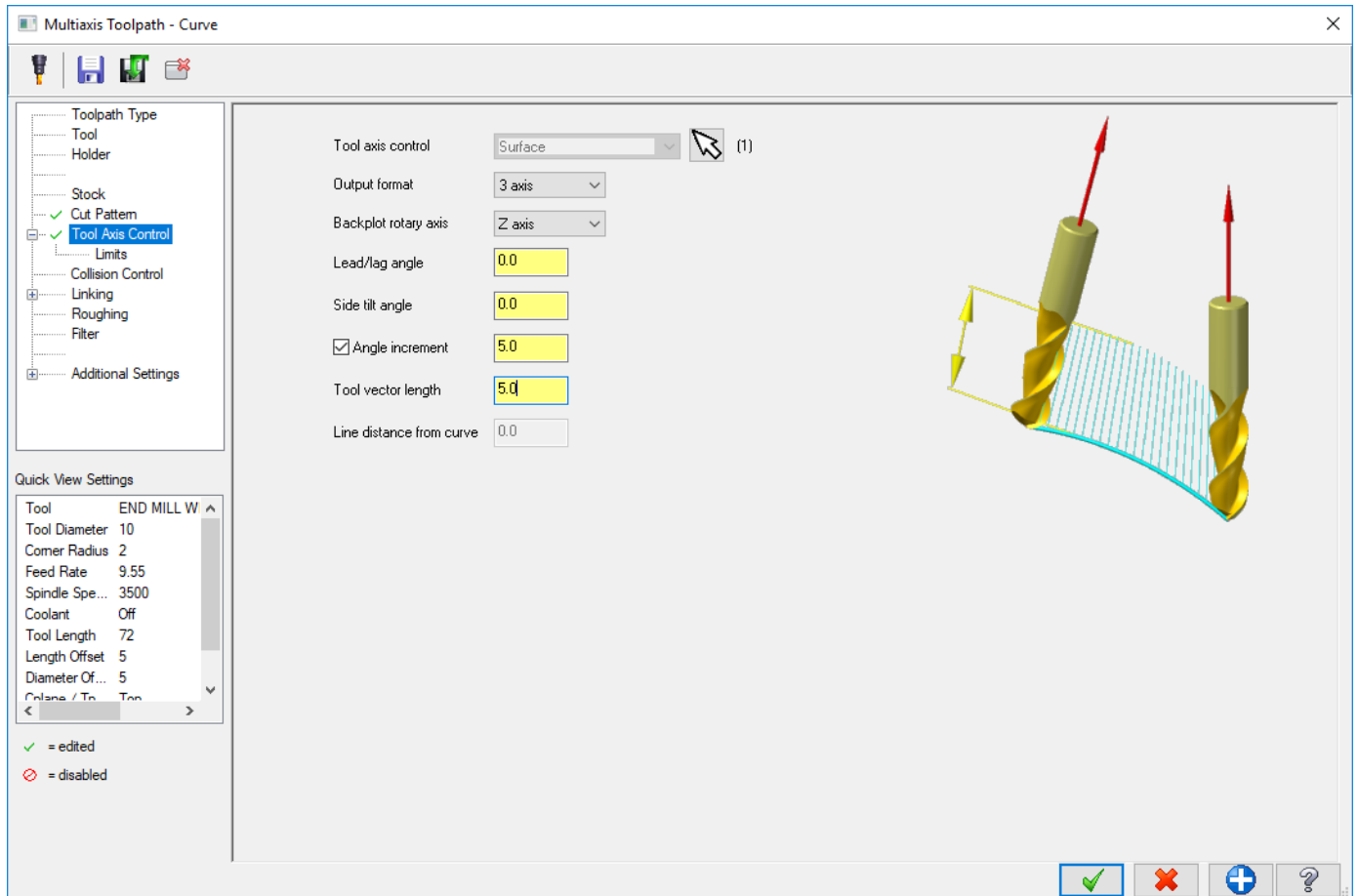
Izvēlieties **Tool Axis Control** dialoga lappusi, no iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Surface**, ieklikšķiniet bultiņu pa labi no pogas, lai izvēlētos virsmu.

11. darbība

Izvēlieties lāpstiņas virsmu, kā parādīts nākamajā attēlā.

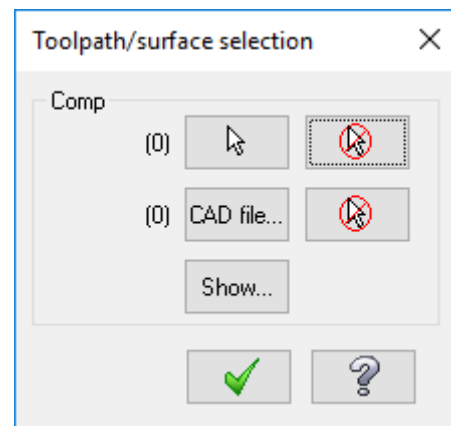


Iestatiet parametrus, kā parādīts nākamajā attēlā.

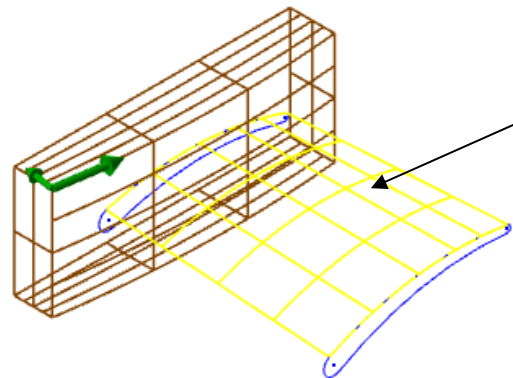


12. darbība

Izvēlieties **Collision Control** dialoga lappusi, iezīmējiet **Comp to Surfaces** pogu, ieklikšķiniet bultiņu pa labi, lai izvēlētos virsmu. Atveras izvēles logs (skatīt nākamo attēlu).

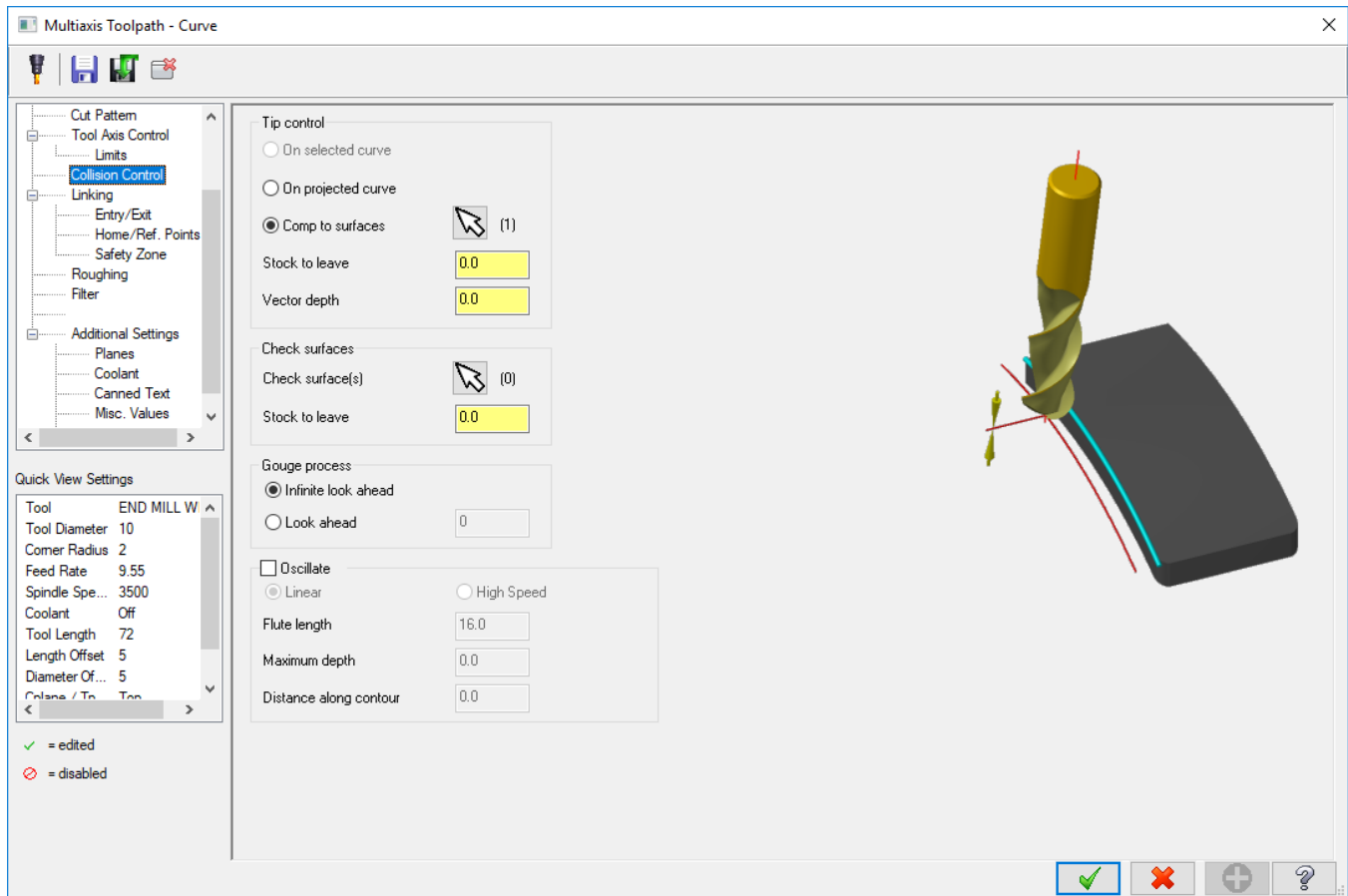


Izvēlieties lāpstiņas virsmu, kā parādīts nākamajā attēlā.



13. darbība

Pārliecinieties, ka vērtības sakrīt ar nākamo dialoga lauku.

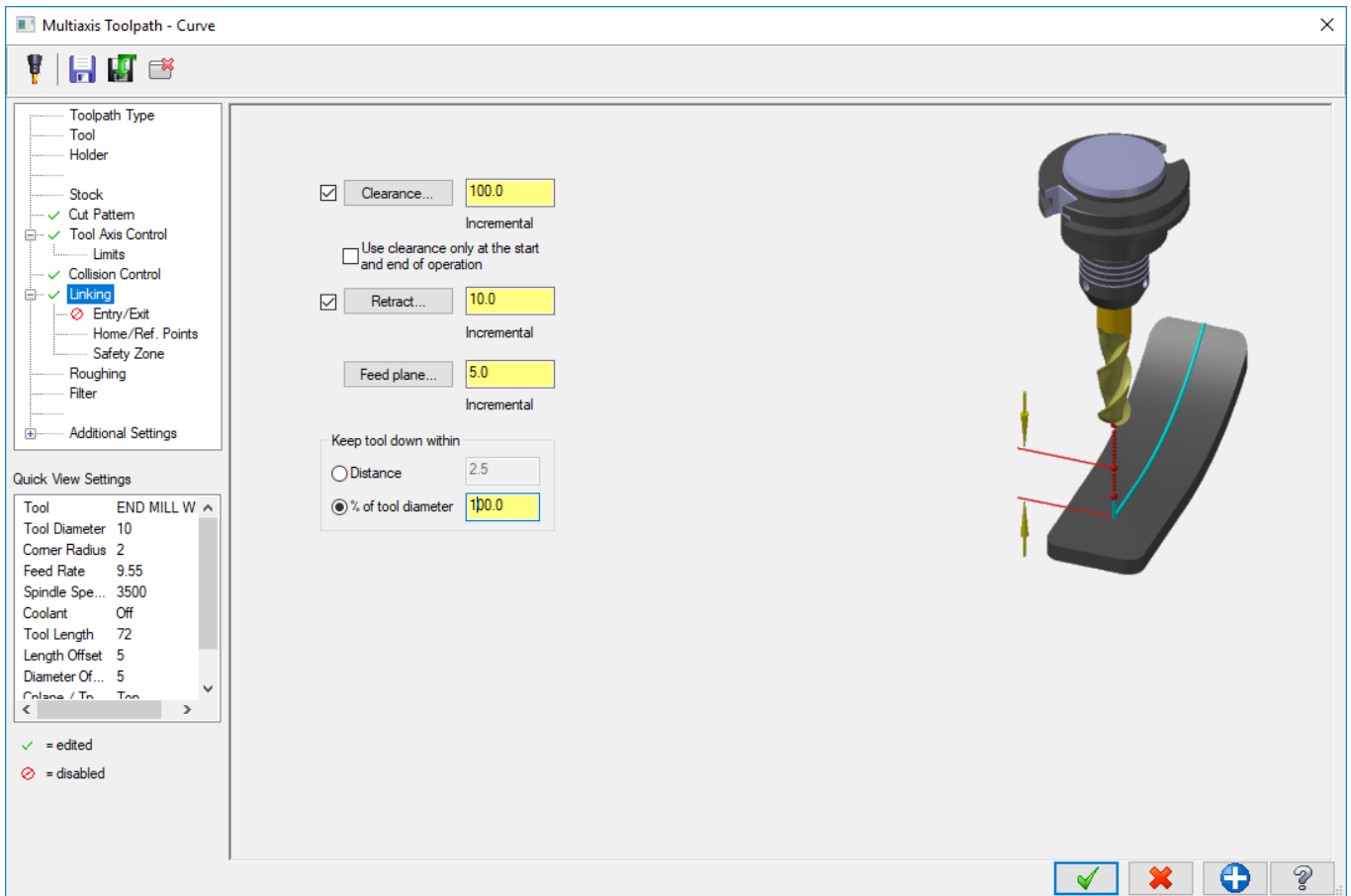


14. darbība

Izvēlieties **Linking** dialoga lappusi.

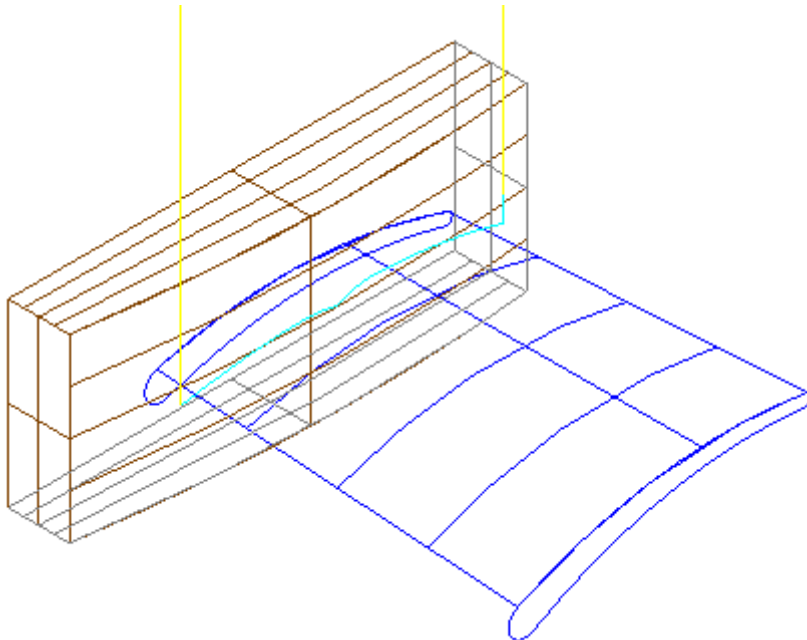
15. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



16. darbība

Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

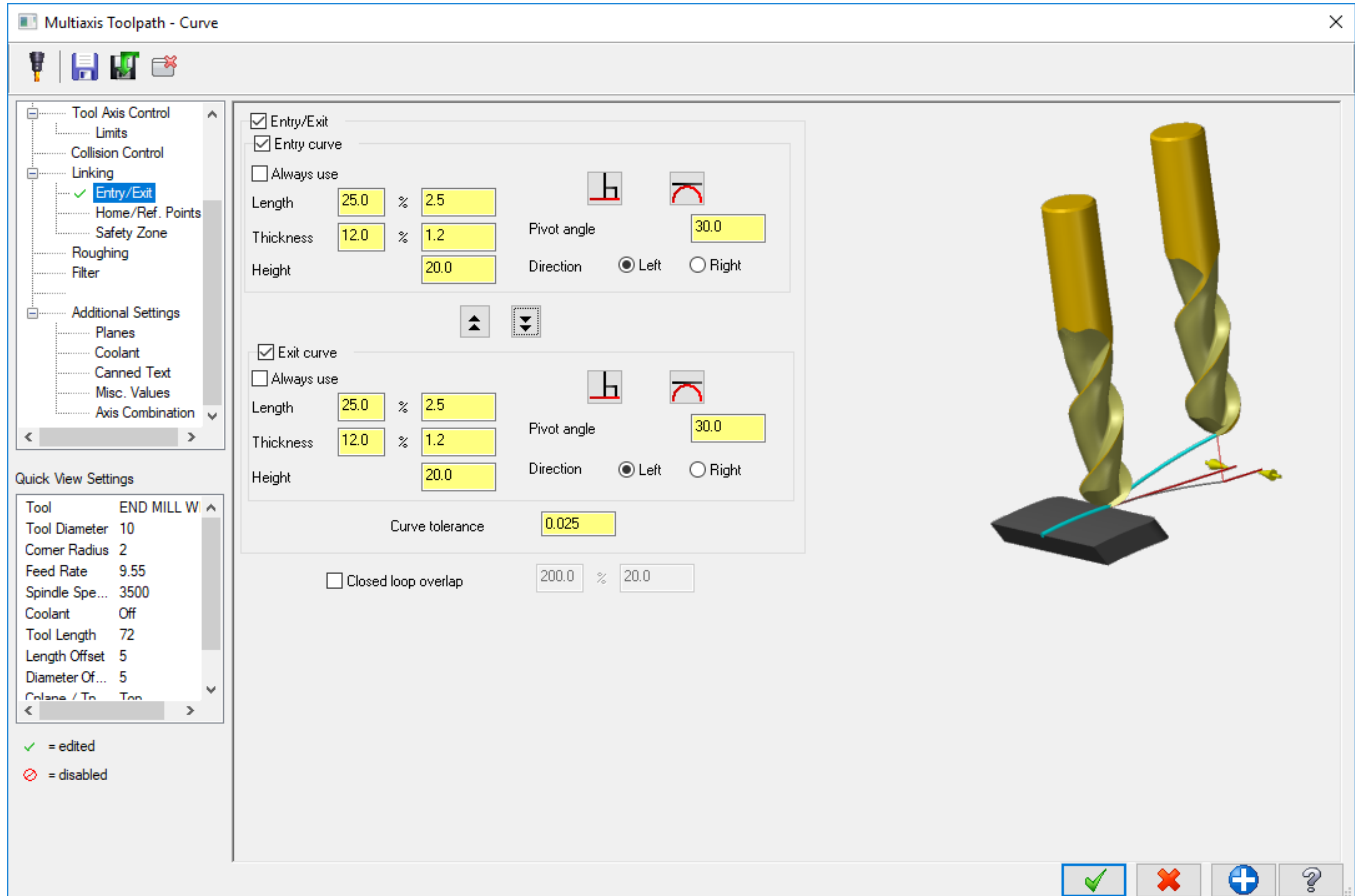


Ieejas/izejas gājienu pievienošana

Instrumenta trajektorija lāpstiņas un pamata detaļas apstrādei iecērtas materiālā pie ieejas tajā. To var mainīt, pievienojot parametrus gludai ieejai un izejai.

Darbības

1. Izvēlieties tikko izveidoto operāciju.
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem instrumenta trajektorijas.
3. Izvēlieties **Entry/Exit** dialoga lappusi, **Entry curve** iezīmju lauku.
4. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



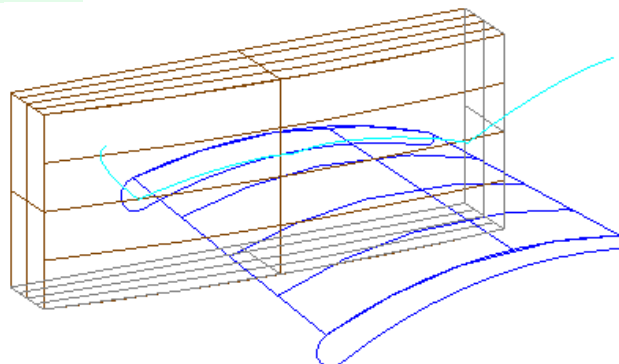
PIEZĪME

Šis attēls ir pagriezts ar **Dynamic Rotation** funkciju, lai skaidrāk parādītu ieejas/izejas gājienu.

5. Izvēlieties .

6. Izvēlieties **Regenerate all selected operations.**

Atjauninātai instrumenta trajektorijai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

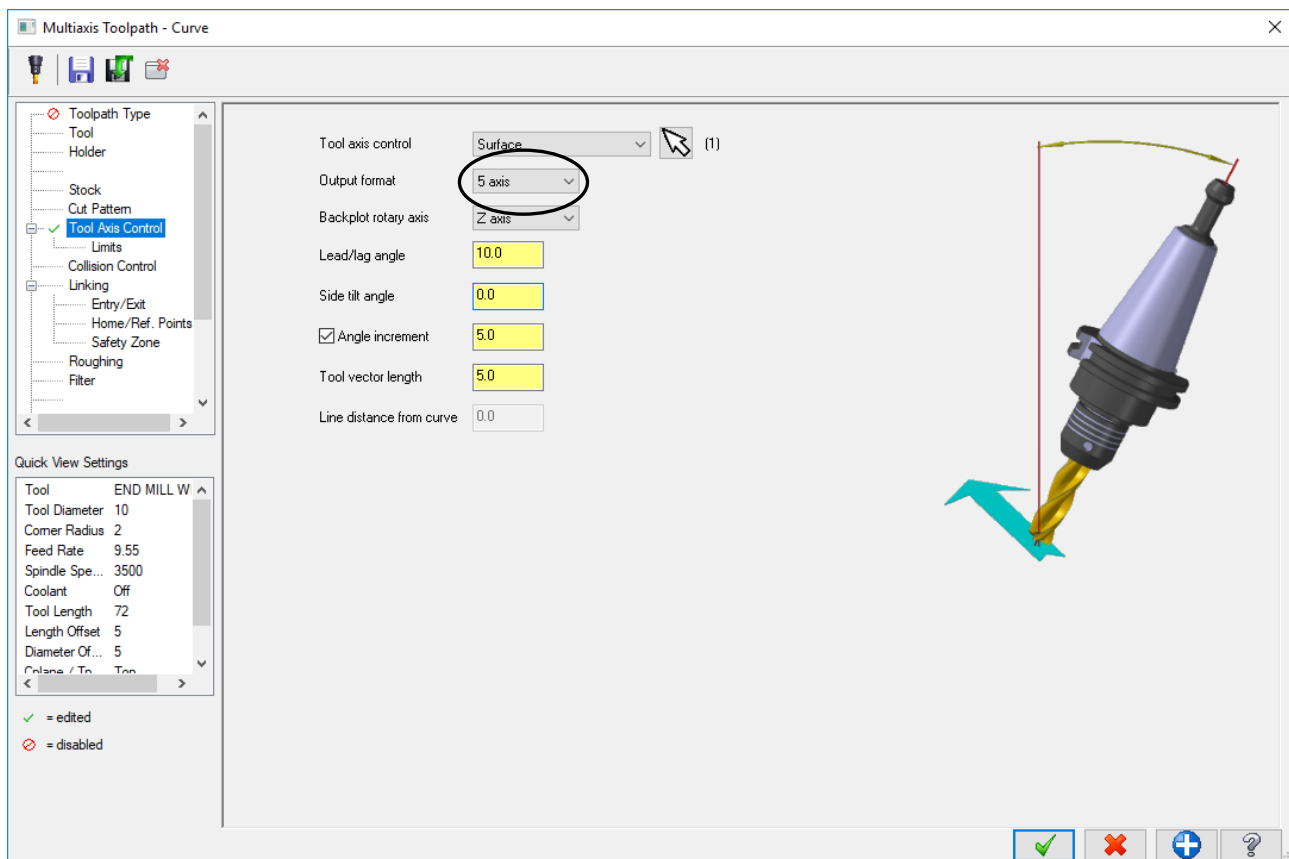


Instrumenta trajektorijas maiņa uz 5 asu rezultāta iegūvi

Pretēji 3 asu instrumenta trajektorijai, kas nupat tika izveidota, 5 asu instrumenta trajektorija ļauj visai detaļas virsmai vadīt instrumenta orientāciju. Tāpat arī ar instrumenta novietojuma leņķa iestatījumu instrumentu var pavērst uz priekšu vai atpakaļ, lai panāktu efektīvāku materiāla izvākšanu.

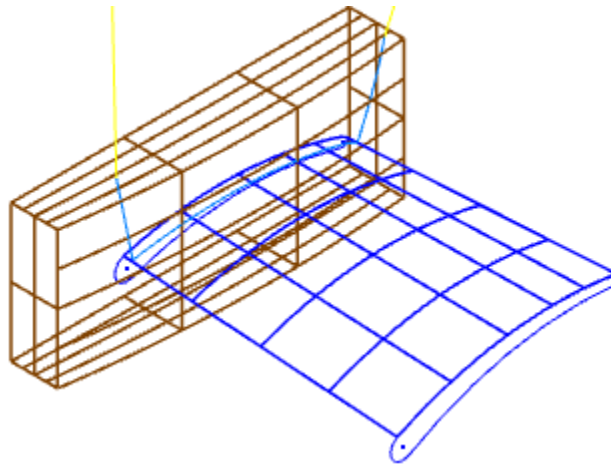
Darbības

1. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieka, izvēlieties **Parameters**.
2. Izvēlieties **Tool Axis Control** dialoga lappusi.
3. Mainiet **Output format** uz **5 axis**.
4. Ievadiet **10** kā **Lead/lag angle**.



5. Izvēlieties .

6. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

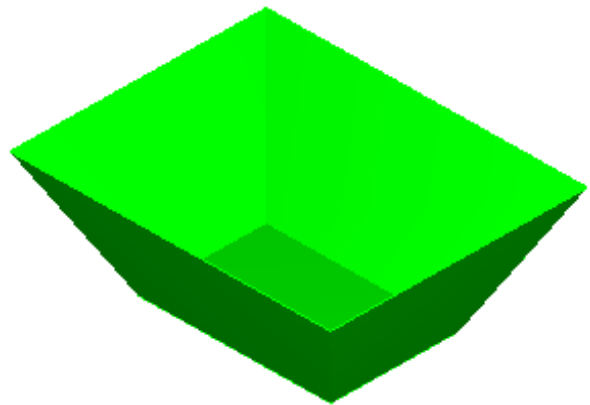
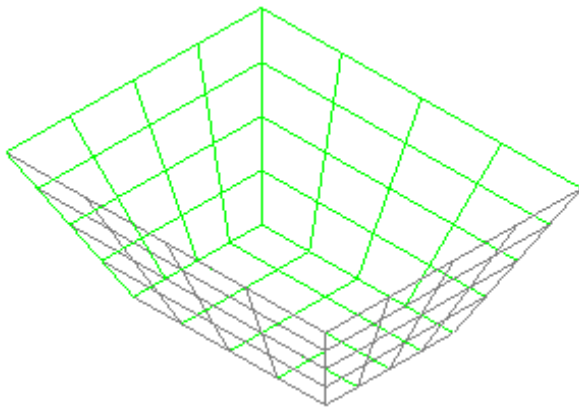


7. Izvēlieties .

8. Saglabāiet failu savā darba mapē kā *5asu_lapstina.emcam*.

SĪKU SKAIDU 5 ASU INSTRUMENTA TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Sīku skaidu 5 asu instrumenta trajektorija izmanto instrumenta sānu materiāla noņemšanai no padziļinājuma ar slīpām sienām. Nākamie attēli rāda stieplu režģa un ieēnotas detaļas skatus.



Virsmu izvēle instrumenta trajektorijai

1. darbība

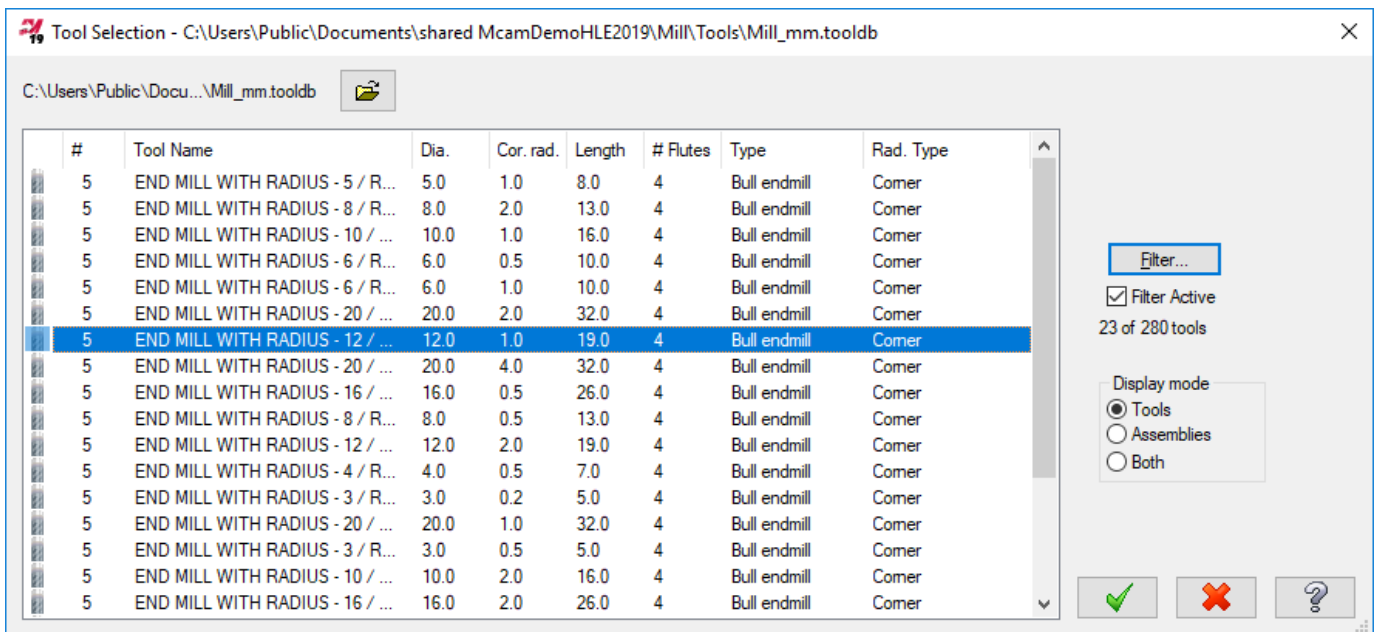
Savā darba mapē atveriet failu *sikskaidu_iedobe.emcam*.

2. darbība

Izvēlieties **Multiaxis, Swarf**.

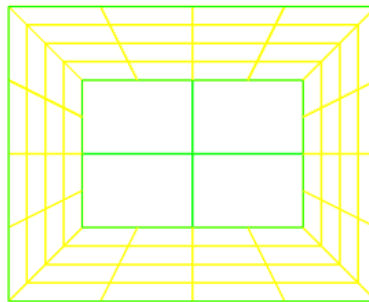
3. darbība

Atveriet **Tool** dialoga lappusi. Ieklikšķiniet **Select library tool** un no instrumentu bibliotēkas izvēlieties **12 mm bullnose endmill** ar 1 mm stūra rādiusu.



4. darbība

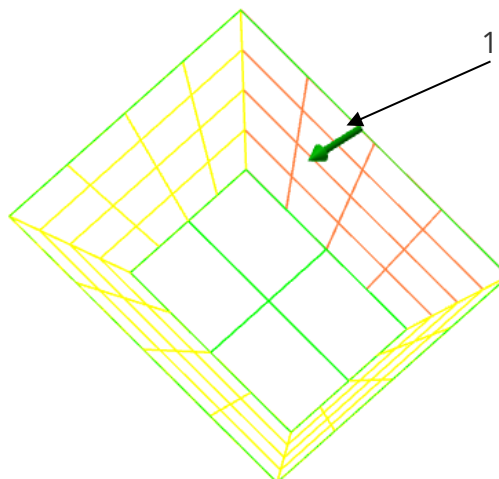
Izvēlieties **Cut Pattern** dialoga lappusi. **Walls** sekcijā iezīmējiet **Surface**, izvēlieties bultiņu pa labi no **Surface**. Dialoga lauks aizveras, tagad varat izvēlēties visas četras apstrādājamās virsmas (skatīt nākamo attēlu).



Pārliecinieties, ka neesat izvēlējušies grīdu. Klikšķiniet uz **End selection**.

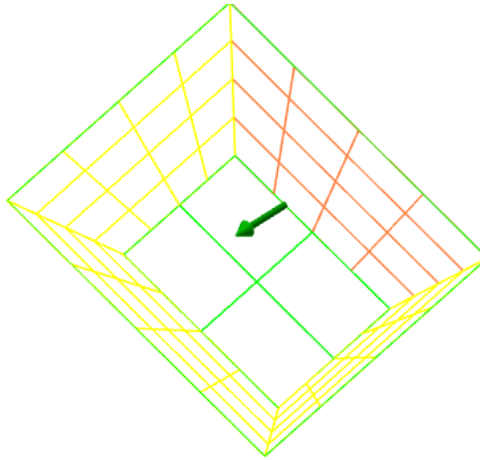
5. darbība

Mastercam aicina norādīt pirmo apstrādājamo virsmu. Izvēlieties novietojumu 1.



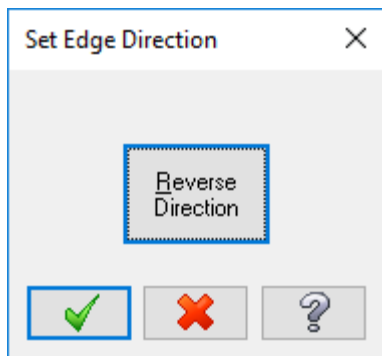
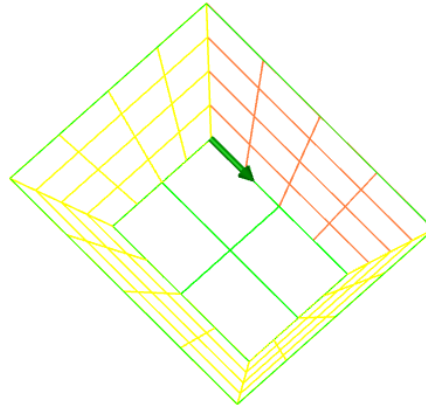
6. darbība

Mastercam aicina norādīt zemāko virsmas malu. Velciet peli uz leju, līdz bultiņa atbalstās pret zemāko virsmas malu (skatīt nākamo attēlu), un uzklikšķiniet.

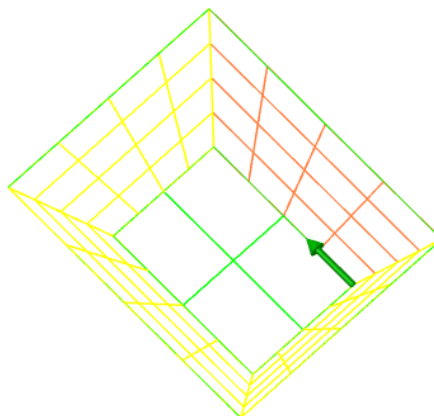


7. darbība

Bultiņai jāvēršas pa kreisi.

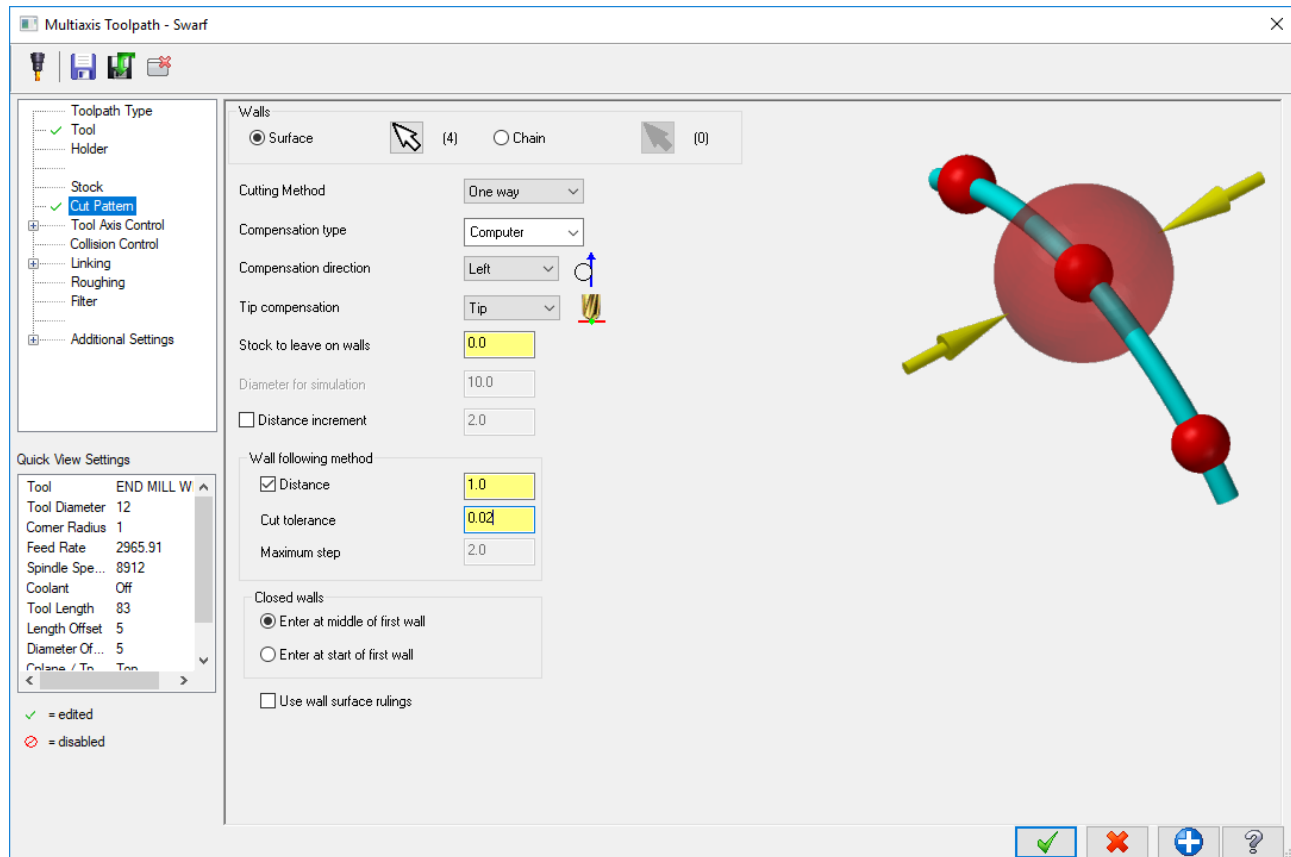


Klikšķiniet uz **Reverse Direction**. Izvēlieties 



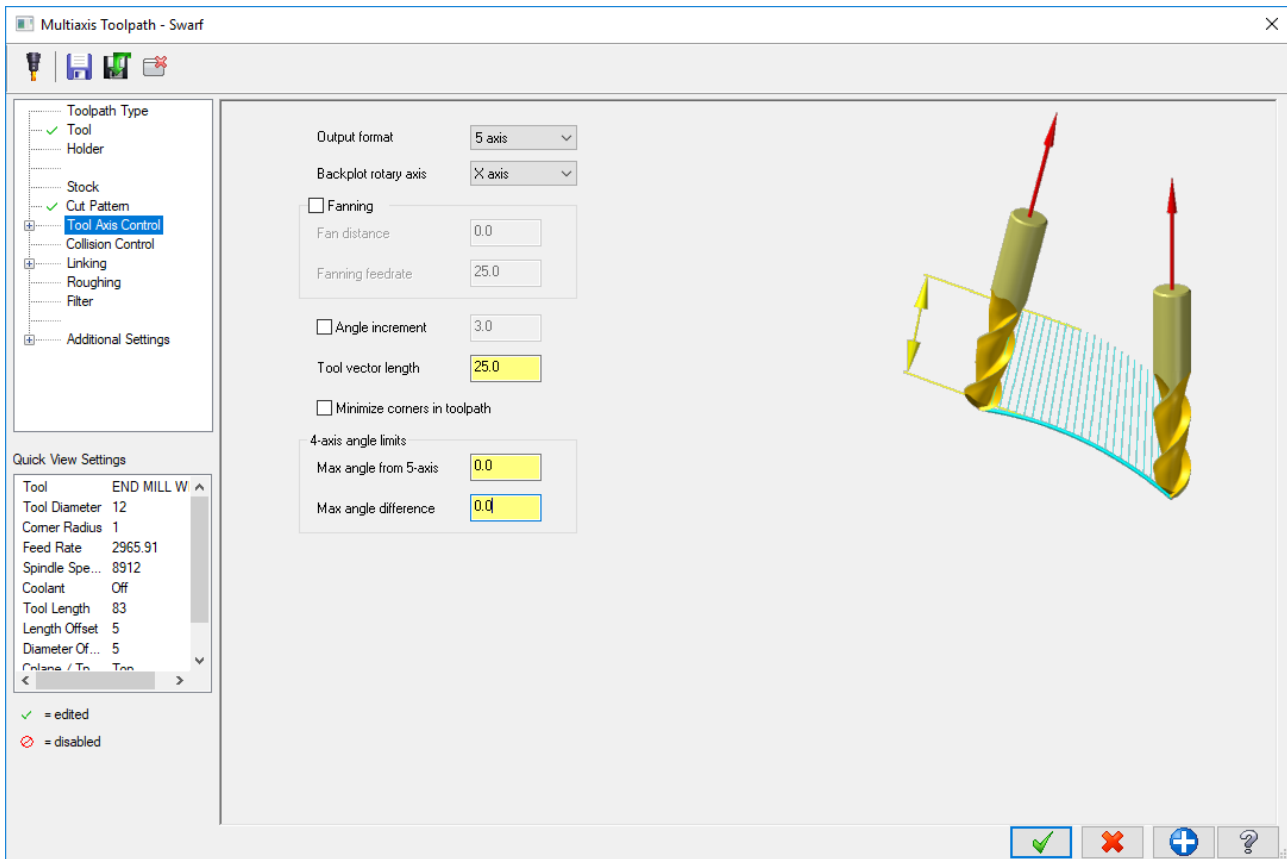
8. darbība

Pārlicinieties, ka iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu.



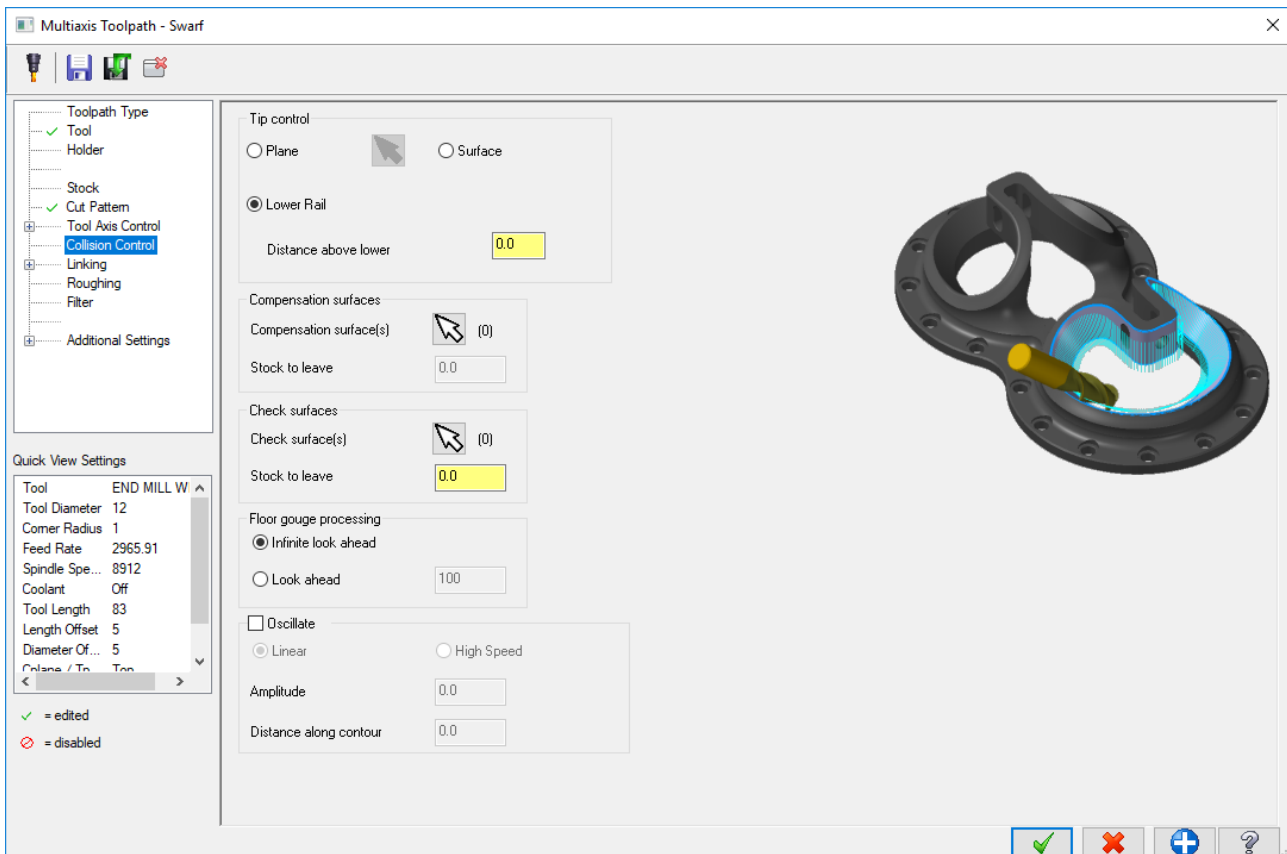
9. darbība

Izvēlieties **Tool Axis Control** dialoga lappusi. Izvēlieties **Output format** kā **5 axis**.



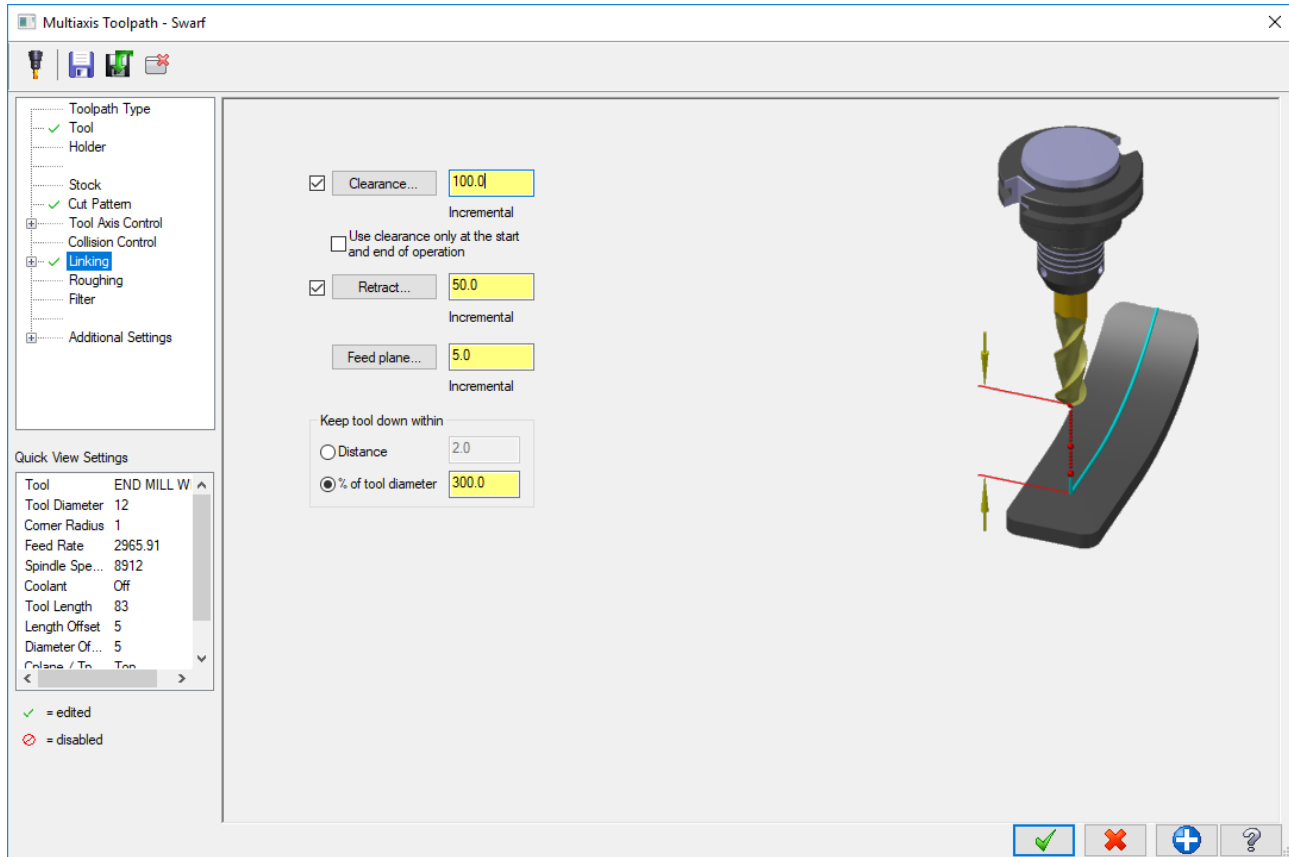
10. darbība

Izvēlieties **Collision Control** dialoga lappusi. Iezīmējiet **Lower Rail**, kā parādīts nākamajā dialoga laukā. Tas ierobežo instrumenta kustību ar apakšējām virsmu malām.



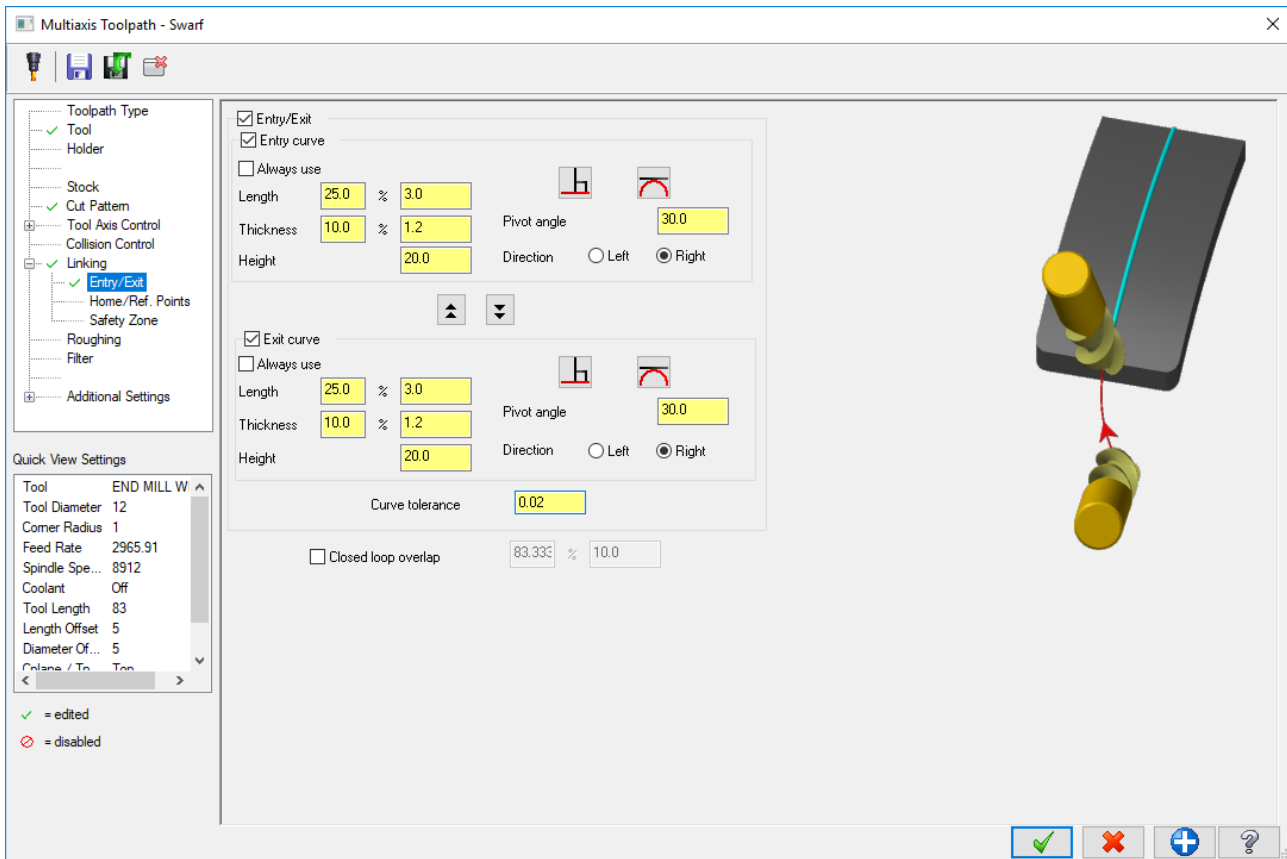
11. darbība

Izvēlieties **Linking** dialoga lappusi. Ievadiet parametrus, kā parādīts nākamajā attēlā.



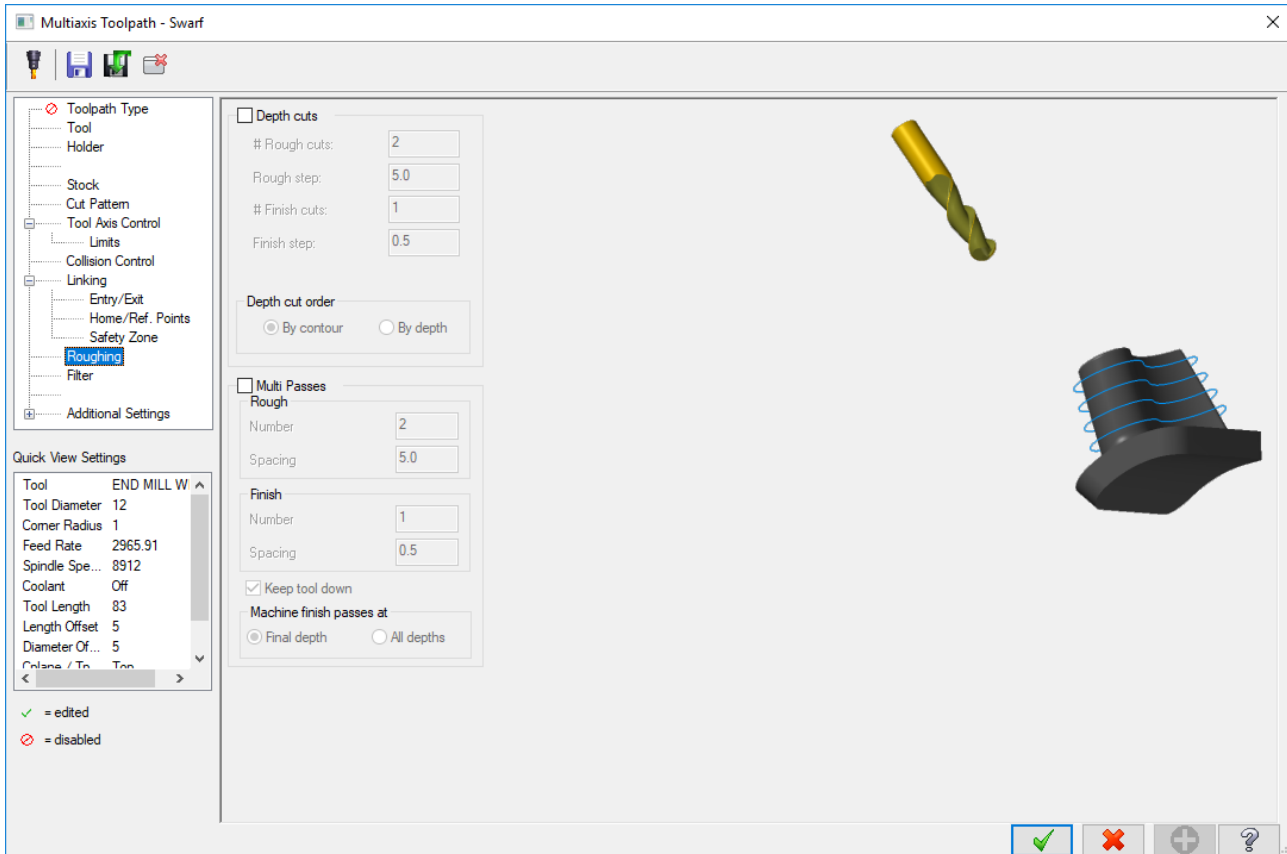
12. darbība

Pie **Linking** izvēlieties **Entry/Exit** dialoga lappusi, iezīmējiet **Entry/Exit**, **Entry curve** iezīmju laukus. Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.




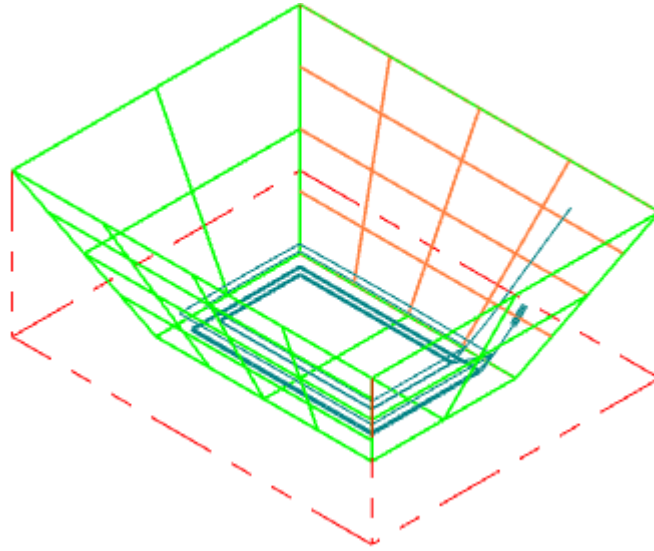
13. darbība

Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi. Iestatiet režīmus, kā norādīts nākamajā attēlā.



14. darbība

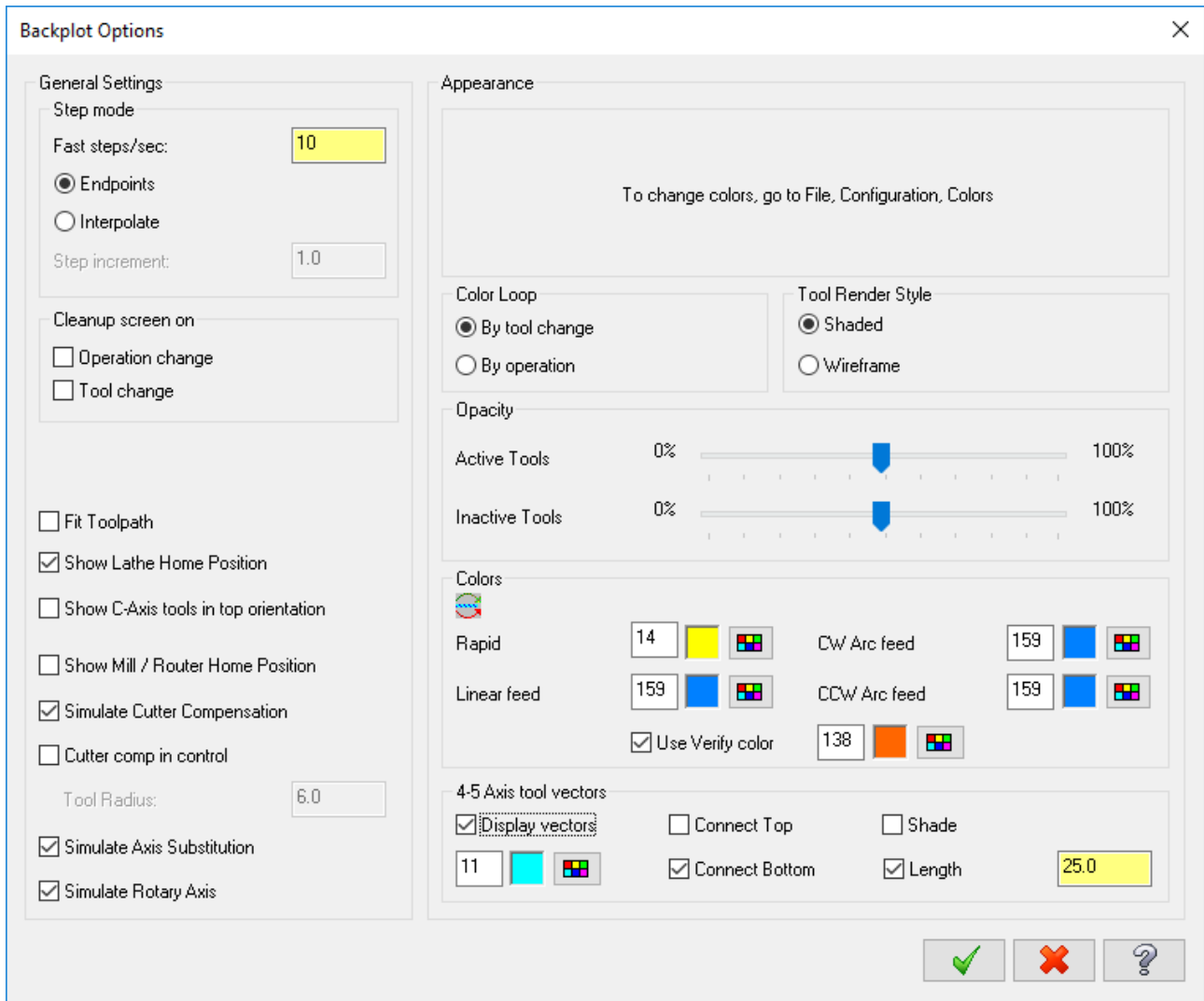
Izvēlieties . *Mastercam* ģenerē instrumenta trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).

**Instrumenta trajektorijas zīmēšana**


Lai labāk novērtētu, kā instrumenta sāns griež padziļinājuma sānus, uzzīmējiet instrumenta trajektoriju.

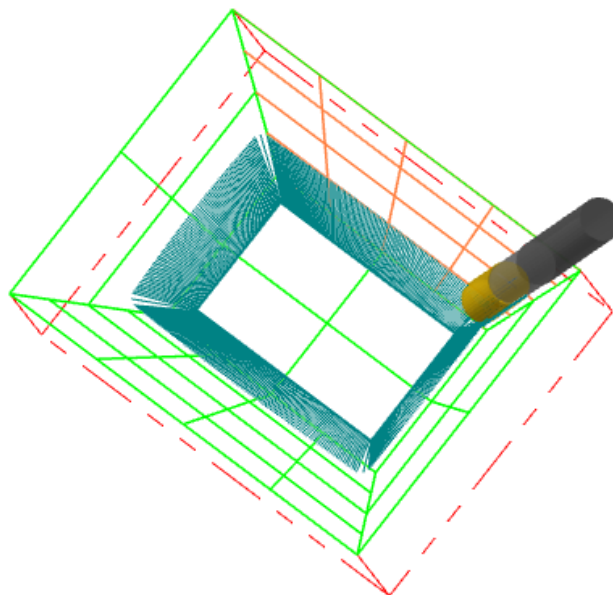
Darbības

1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Izvēlieties **Display Tool**, pēc tam **Options**.
3. **Appearance** laukā uz **Backplot Options** dialoga loga pie **Tool Render Style** izvēlieties **Shaded** variantu, kā parādīts nākamajā attēlā.



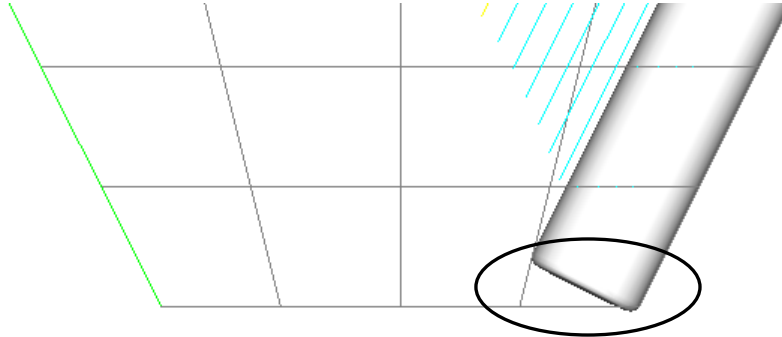
4. Izvēlieties .

5. Nospiediet **Step forward**  atkārtoti instrumenta trajektorijas apskatei. Vajadzētu būt redzamam instrumentam, noteiktā leņķī virzoties apkārt pa padziļinājumu, kā parādīts nākamajā attēlā.



Instrumenta smailes vadības ieregulēšana

Iepriekšējā piemērā instrumenta smailes vadības parametrs bija iestatīts uz apakšējo malu, kas ir taisne, kurā siena saskaras ar grīdu. Tomēr, tā kā instruments ir leņķī, tas pavēršas uz augšu, iecērtot robu grīdā, kā parādīts nākamajā attēlā.



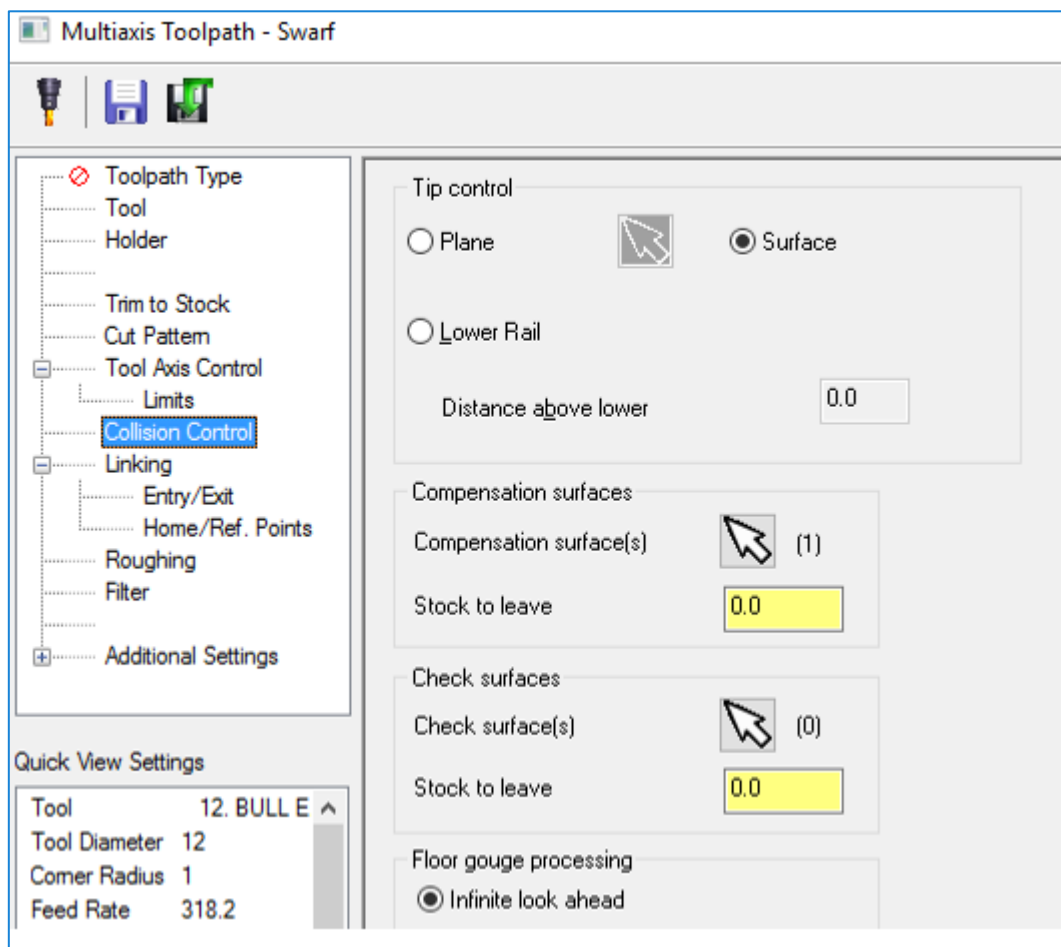
Iestatot instrumenta smailes vadību uz pilnīgi visu grīdu, *Mastercam* var nepieļaut ieciršanos grīdā.

1. darbība

Izvēlieties **Collision Control** dialoga lappusi vēlreiz.

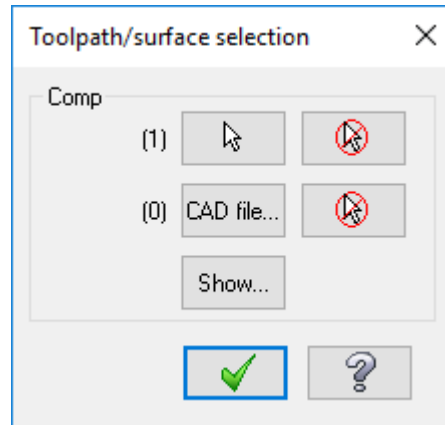
2. darbība

Pie **Tip Control** izvēlieties **Surface** variantu. Klikšķiniet bultiņu **Compensation surfaces** laukā. Dialoga lauks uz laiku aizveras, lai varat izvēlēties virsmu.



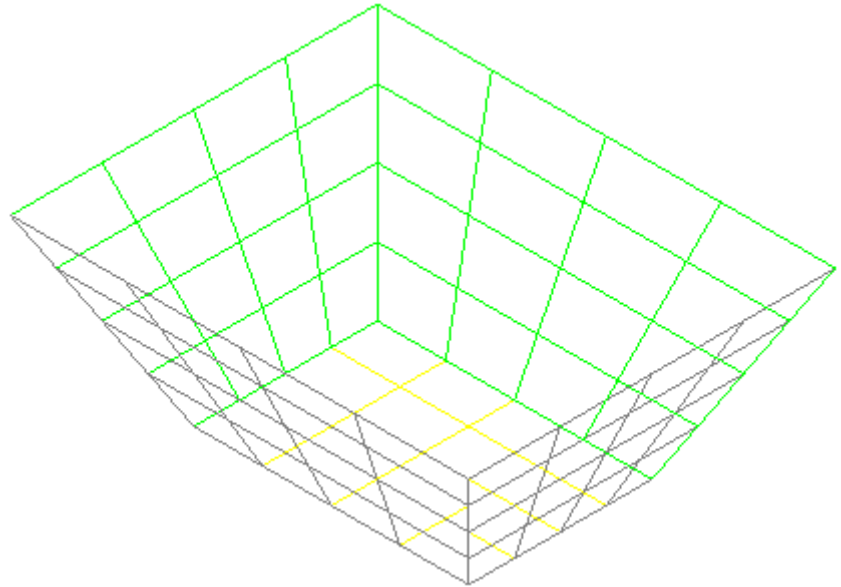
3. darbība

Uzklīkšķiniet bultiņu nākamajā attēlā parādītajā logā.



4. darbība

Izvēlieties padziļinājuma grīdu, kā parādīts nākamajā attēlā.



5. darbība

Izvēlieties .

6. darbība

Kad parādās dialoga lauks, izvēlieties



7. darbība

Izvēlieties **Regenerate all selected operations**.


8. darbība

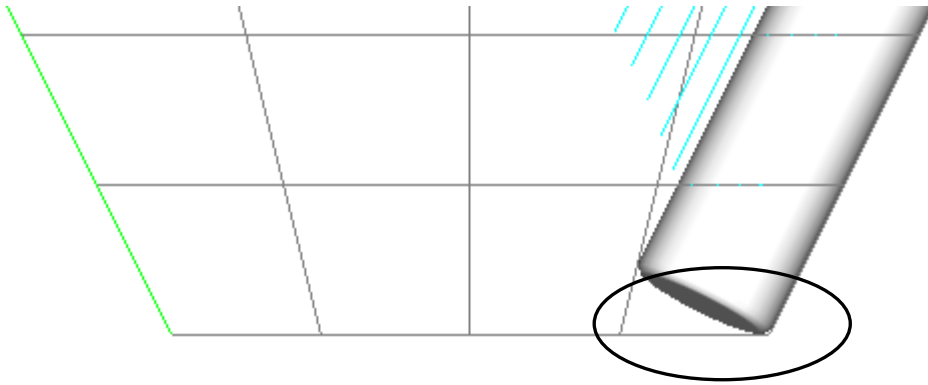
Izvēlieties **Backplot selected operations**.

9. darbība

Izvēlieties **Right** pogu no izvēlnes un nospiediet **[Page Up]** vairākas reizes, lai palielinātu skatu uz detaļu tā, ka var redzēt instrumenta pieeju padziļinājuma dibenam.

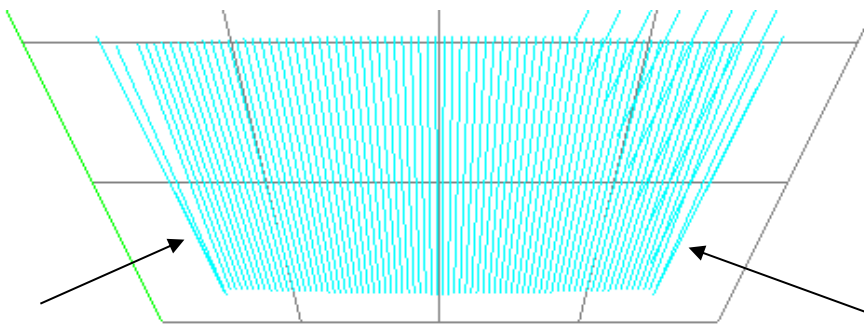
10. darbība

Nospiediet **Step forward**  atkārtoti, lai pa solim virzītos caur instrumenta trajektoriju. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā. Tā kā instrumenta smailes vadība ir iestatīta ne tikai uz taisni, bet uz visu apakšējo virsmu, instrumenta smaile nekad neiecirtīsies detaļā.




Stūru pārejas optimizācija

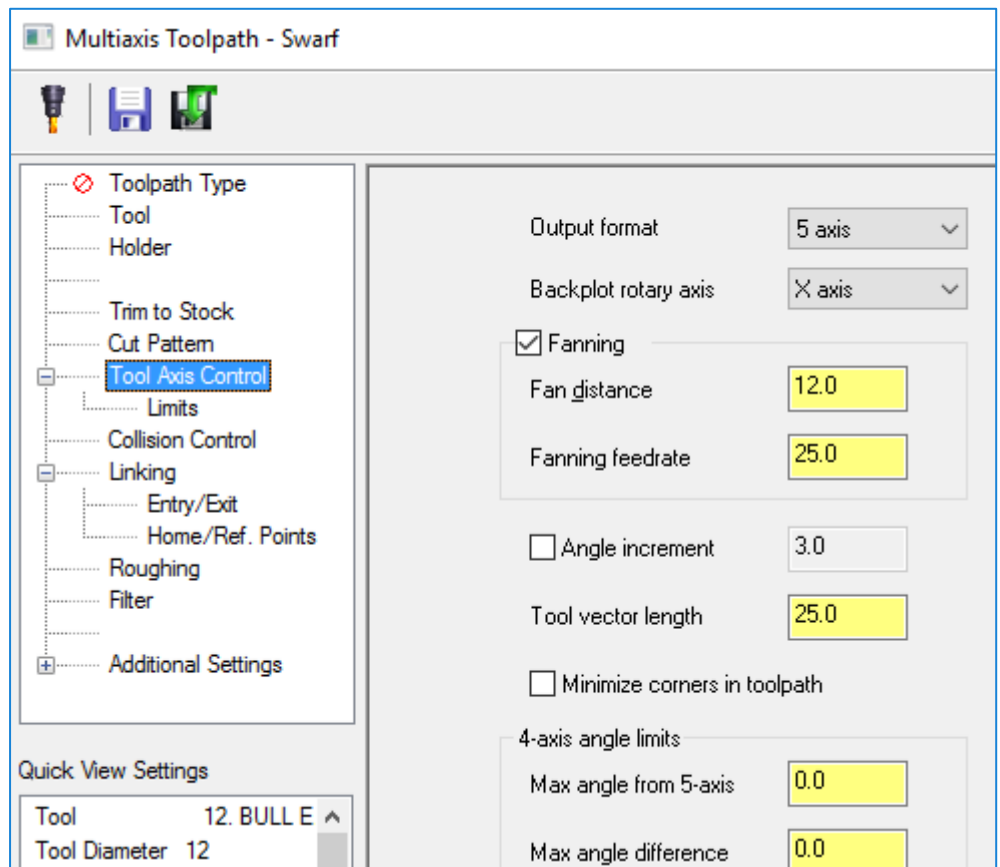
Pašreizējā instrumenta trajektorijā, kad instruments virzās gar sienām, tas nemitīgi pārvietojas starp stūra leņķiem, visu laiku mainot ass leņķi. Tas palielina programmas apjomu un izpildes laiku.



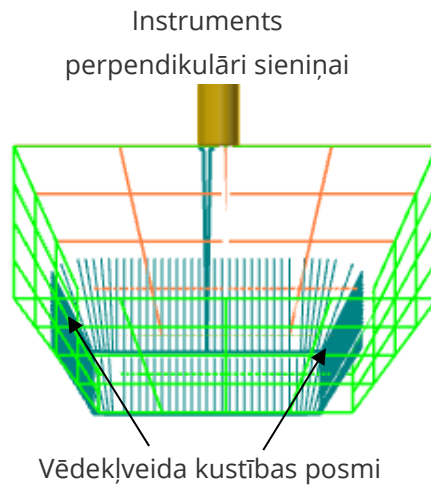
Mastercam ir vēdekļveida kustības iespēja, ko var izmantot šo pārejas vietu apzīmēšanai. Šādā veidā sienu apstrādes laikā instruments būs perpendikulāri grīdai. Instruments pāries uz stūra leņķi tikai tad, kad sasniegs vēdekļveida kustības vietu.

Darbības

1. Izvēlieties **Tool Axis Control** dialoga lappusi vēlreiz.
2. Izvēlieties **Fanning** iezīmju lauku.
3. Ievadiet **12** kā **Fanning distance** (skatīt nākamo attēlu).
4. Izvēlieties .



5. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. Kad instrumenta trajektorija apstrādā sienas, tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



6. Saglabājiēt failu savā darba mapē kā *sikskaidu.emcam*.

Šis vingrinājums pabeidz iepazīstināt *Mastercam* piedāvāto vairāku asu instrumentu trajektorijas veidošanu. Vēl iespējams iepazīties ar *Mastercam* citiem vairāku asu instrumenta trajektoriju tipiem – urbšanas, daudzu virsmu, savienojošu līniju un rotācijas, caur tiešā režīma palīdzību (**online help**). Nākamajā praktiskajā darbā tiks aplūkots cieta ķermeņa apstrādes piemērs, un tas iepazīstina ar *Mastercam* uz detaļas īpašībām pamatotas apstrādes (**FBM** jeb **Feature Based Machining**) funkciju ķermeņu urbšanai.

Piezīme. Lai pabeigtu nākamo praktisko darbu, ir nepieciešama *Mastercam Solids* licence.

32. PRAKTISKAIS DARBS – CIETU ĶERMEŅU APSTRĀDE

Darba mērķis	Apgūt cietu ķermeņu apstrādes operāciju programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ■ Izveidot iedobuma frēzēšanas operāciju, izvēloties iegriešanās paņēmienu. ■ Izveidot caurumu urbšanas operāciju, izmantojot FBM iespējas.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot cieta ķermeņa apstrādes operācijas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests8.emcam</i> frēzēt visu iedobumu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto programmu, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

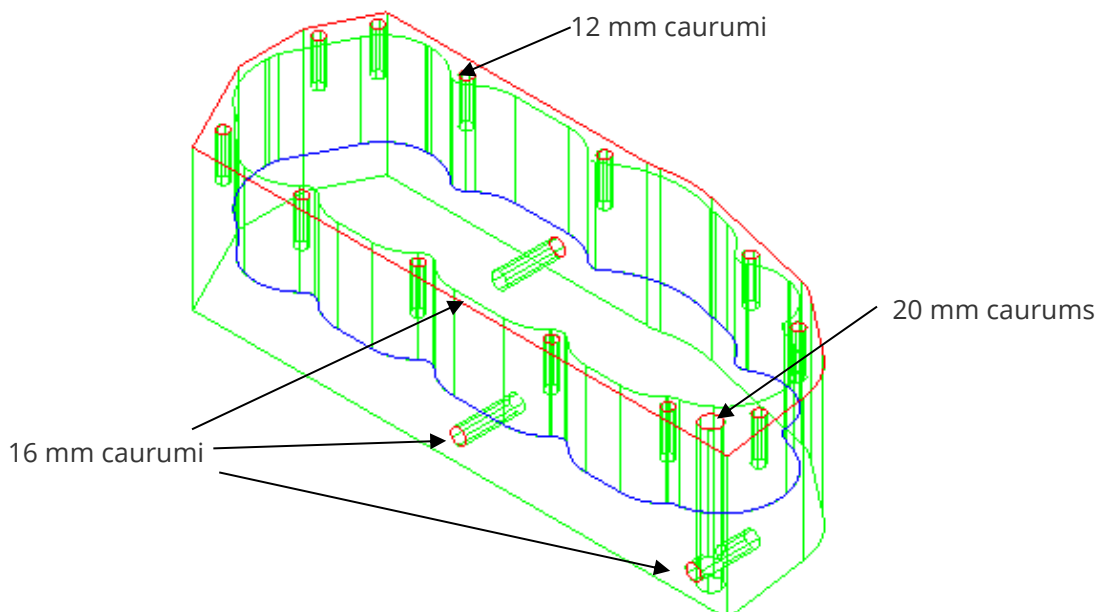
Pārbaudi sevi

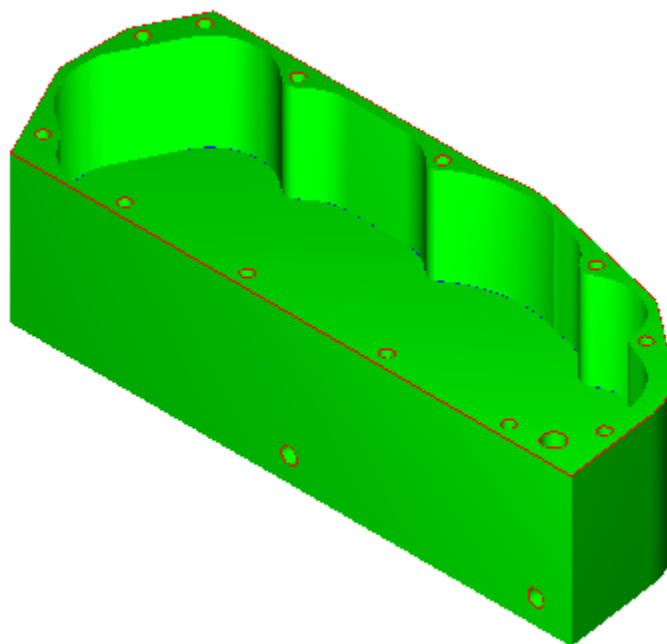
Kādas ir cietu ķermeņu ģeometrijas apstrādes programmēšanas īpatnības?

DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā varēs iepazīties ar ķermeņa ģeometrijas apstrādi. Ķermeņi ir cita tipa *Mastercam* elementi nekā virsmas, taisnes vai loki. Ķermeņus var vai nu veidot ar *Mastercam*, vai importēt no citas programmas. Šajā praktiskajā darbā netiek aplūkots, kā veidojas cieti ķermeņi. Par to, kā veidot ķermeņa ģeometriju, skatieties **Mastercam Solids Tutorial**, kas nāk kopā ar **Mastercam Solids**, vai tiešā režīma palīdzību.

Šajā praktiskajā darbā apstrādājamā detaļa ir zobratu kārba. Nākamie attēli rāda stieplu režģi un ieēnotu skatu ģeometrijai.





Iedobumu apstrādei izveidosiet iedobuma instrumenta trajektoriju un caurumu urbšanai izmantosiet **Solid Drilling** funkciju.

Piezīme. Lai pabeigtu šīs nodaļas vingrinājumus, ir nepieciešama *Mastercam Solids* licence.

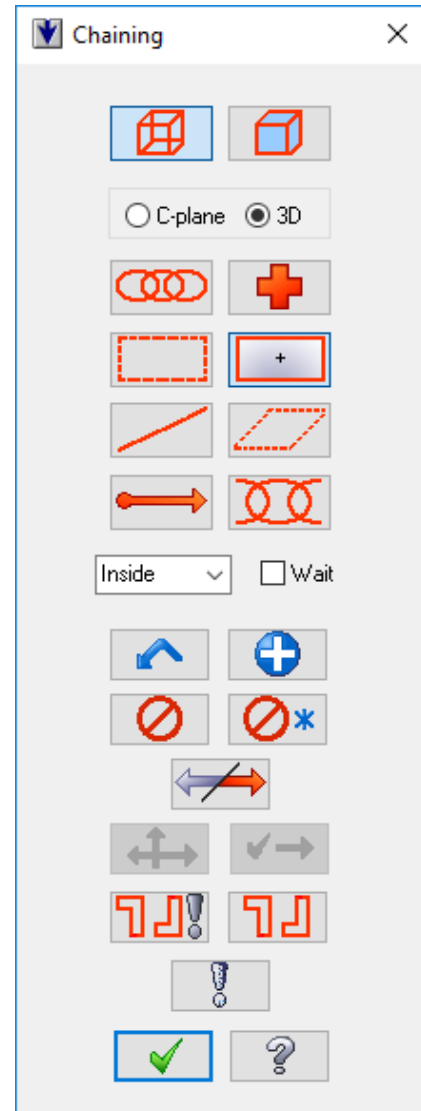
IEDOBUMA APSTRĀDE

Šajā vingrinājumā tiks veidotas rupjās apstrādes un galīgās apstrādes operācijas, kas apstrādās detaļas centrālo iedobumu. Tiks izmantota tāda paša tipa padziļinājuma instrumenta trajektorija, kāda tika lietota stieplu režģa ģeometrijai, bet tagad to piemēros cietam ķermenim.

Ķermeņa un iedobuma veidošanas parametru izvēle

Darbības

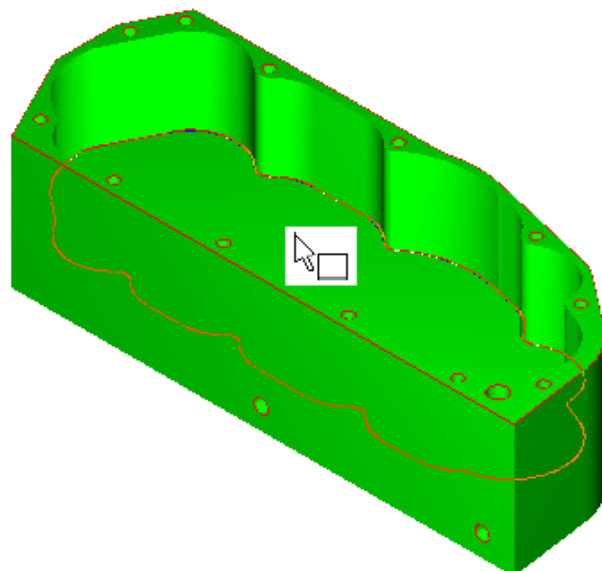
1. Savā darba mapē atveriet failu *zobratkarba.emcam*.
2. Nospiediet [**Alt + S**], lai redzētu detaļu kā ieēnotu ķermeni.
3. Izvēlieties **Toolpaths, 2D, Pocket**.
4. Pārslēdziet izvēlnes variantus uz **Area**, lai tie sakristu ar attēlu.



PADOMS

Virkne, ko izmanto ķermeņa apstrādes instrumenta trajektorija, būs būvēta no ķermeņa virsmām. Iespējams izvēlēties virsmu, lai iekļautu visas malas ap to, un var arī izvēlēties malas pa vienai. Tā kā ķermeņa modelis var būt ļoti sarežģīts, lietojiet izvēlnes variantus, kas parādīti iepriekšējā attēlā, lai atvieglotu pareizas ģeometrijas izvēli instrumenta trajektorijai.

5. Izvēlieties iedobuma grīdu, kā parādīts nākamajā attēlā.



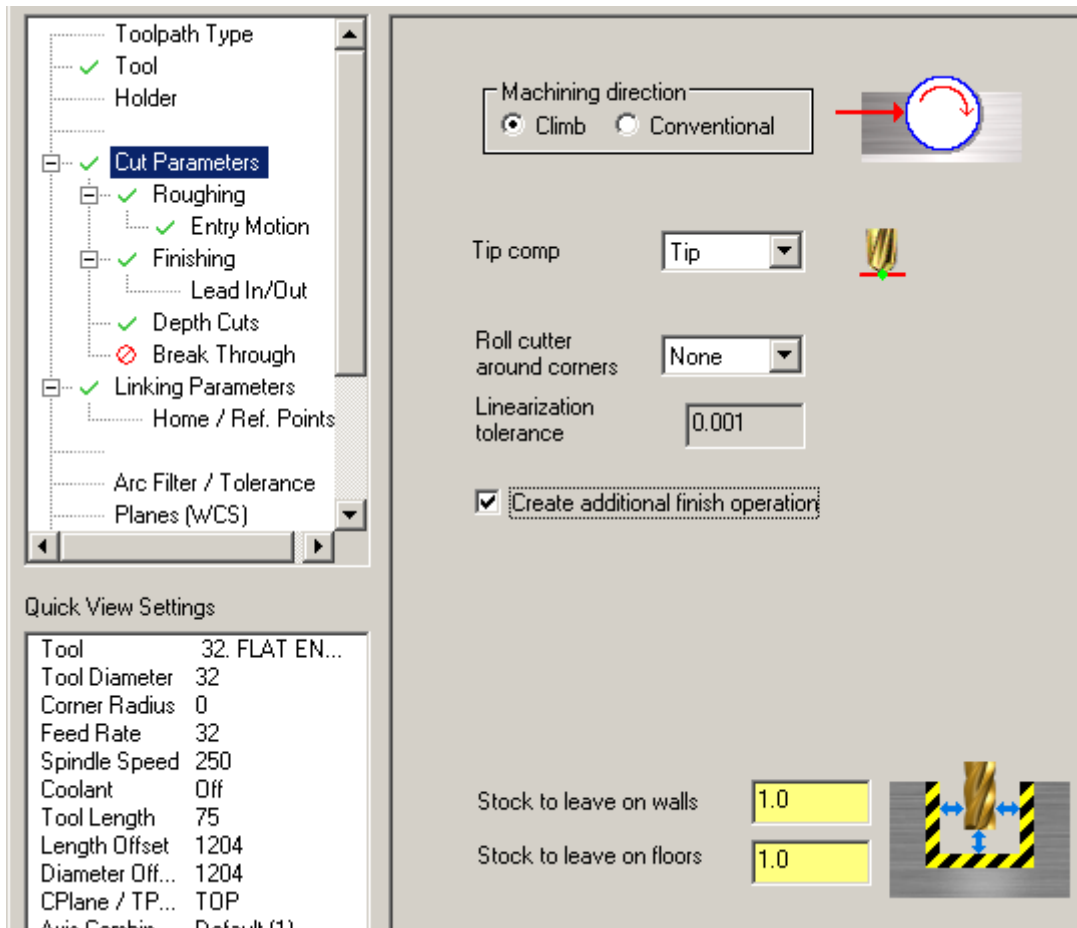
6. Izvēlieties .

7. Izvēlieties **Tool** dialoga lappusi, ieklikšķiniet **Select library tool** un izvēlieties **32 mm HSS flat endmill** no instrumentu bibliotēkas.

8. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.

9. Ievadiet **1.0** gan **Stock to leave on walls**, gan **Stock to leave on floors**.

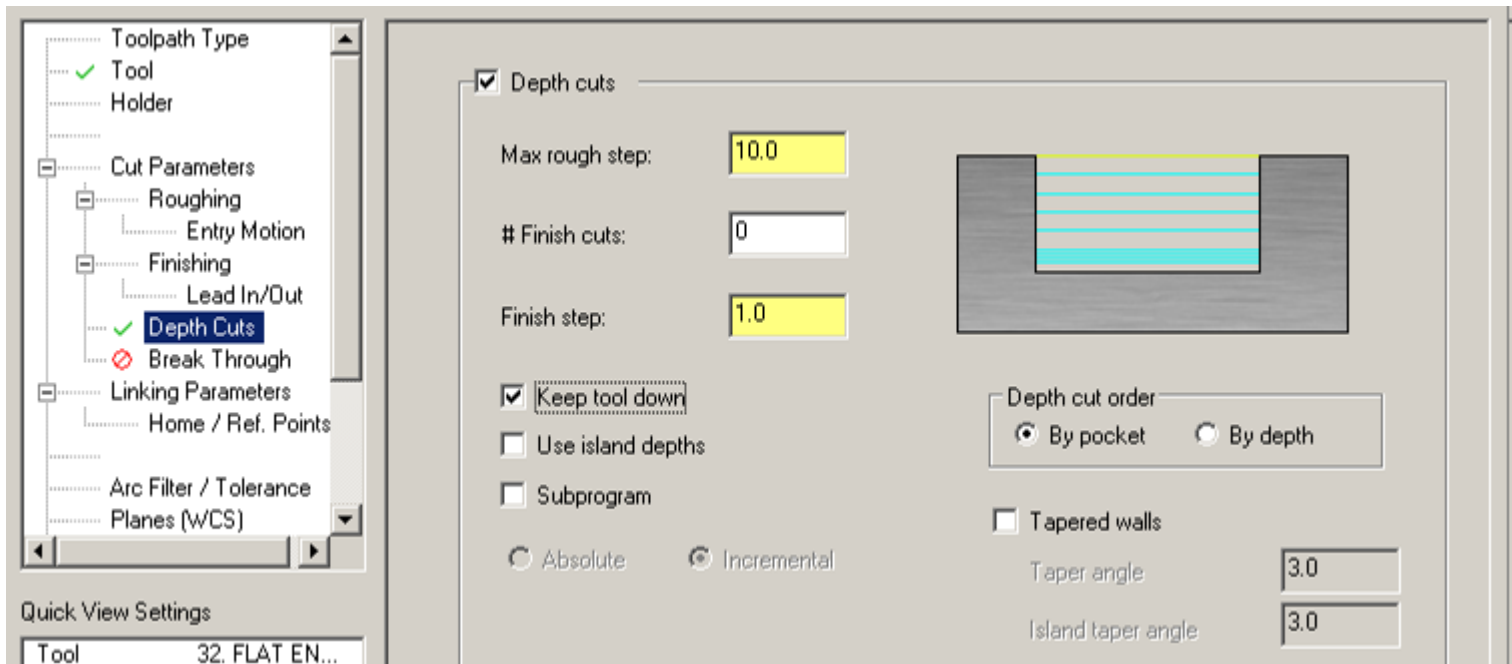
10. Izvēlieties **Create additional finish operation** iezīmju lauku (skatīt nākamo attēlu).



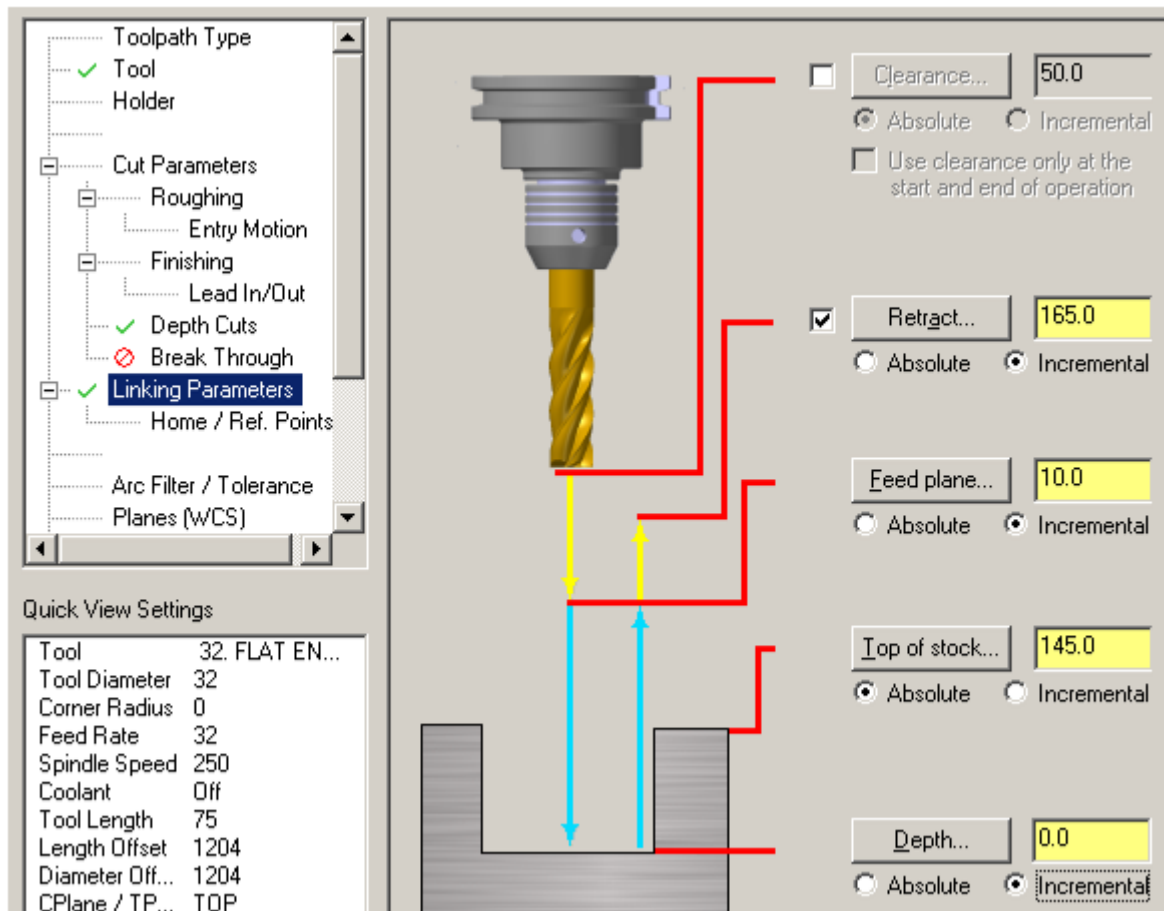
11. Izvēlieties **Depth Cuts** dialoga lappusi un iezīmju lauku.

12. Izvēlieties **Keep tool down**.

13. Pārlicinieties, ka pārējās vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.



14. Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.
15. Ievadiet **165** kā **Retract**.
16. Pie **Depth** izvēlieties **Incremental** variantu. Dziļumam jāizmainās uz **0.0**.
17. Ievadiet **145** kā **Top of stock**.
18. Pārbaudiet, ka citi iedobuma veidošanas parametri sakrīt ar nākamo attēlu.



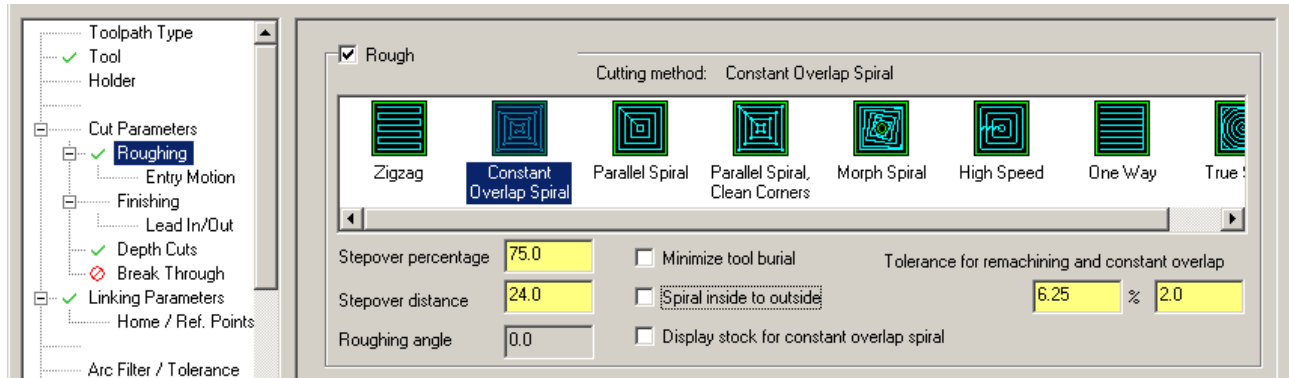
Rupjās apstrādes un galīgās apstrādes parametru izvēle

1. darbība

Izvēlieties **Roughing** dialoga lappusi.

2. darbība

Izvēlieties **Constant Overlap Spiral** griešanas metodi.

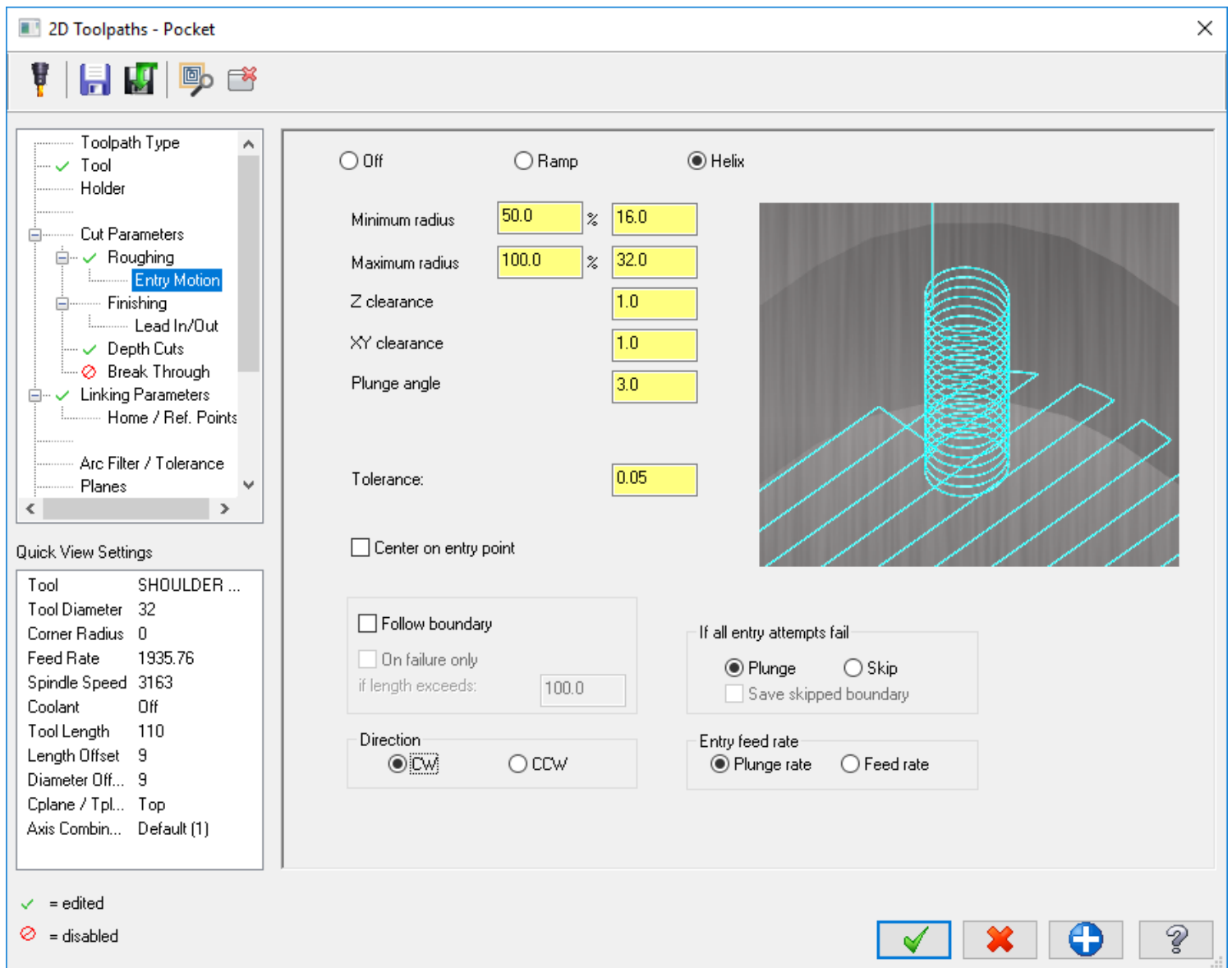


3. darbība

Izvēlieties **Entry motion** dialoga lappusi, **Helix** iezīmju pogu.

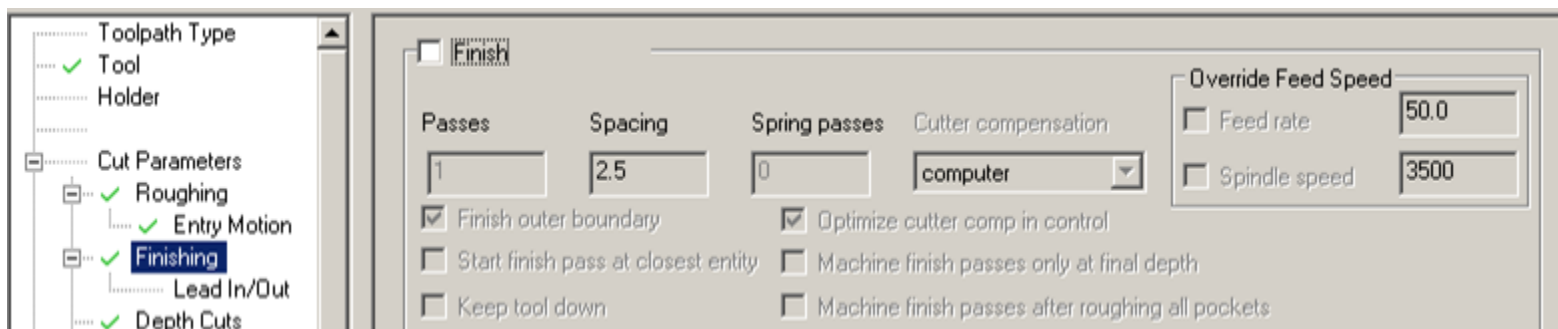
4. darbība

Ievadiet vērtības, kā parādīts nākamajā dialoga laukā.



5. darbība

Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi, attīriet **Finish** iezīmju lauku.




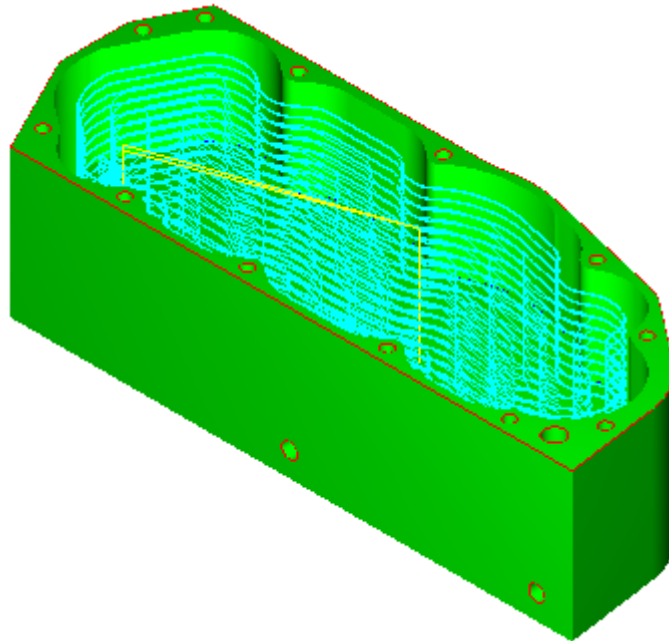
6. darbība

Izvēlieties .

Mastercam ģenerē instrumenta trajektoriju.

7. darbība

Izvēlieties **Regenerate Display List** pogu  rīku joslā, lai redzētu instrumenta trajektoriju skaidrāk. Tai jāizskatās kā nākamajā attēlā.



7. darbība

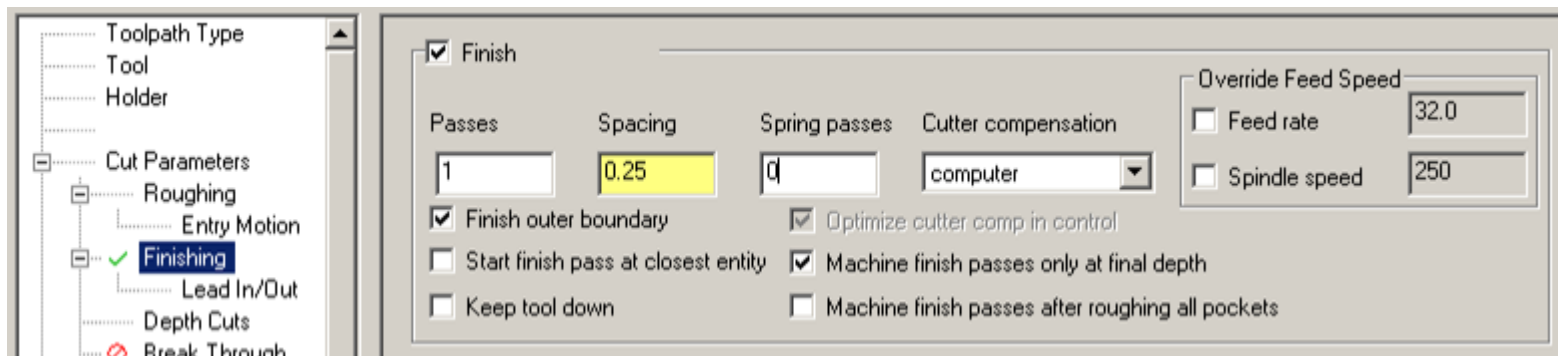
Nospiediet [**Alt + T**], lai novāktu instrumenta trajektorijas attēlojumu.

Galīgās apstrādes operācijas parametru rediģēšana

Tā kā *Mastercam* tika uzdots veidot atsevišķu operāciju galīgās apstrādes gājienam, iespējams rediģēt tās parametrus. Šajā procedūrā tiks noteikti ieejas/izejas gājieni.

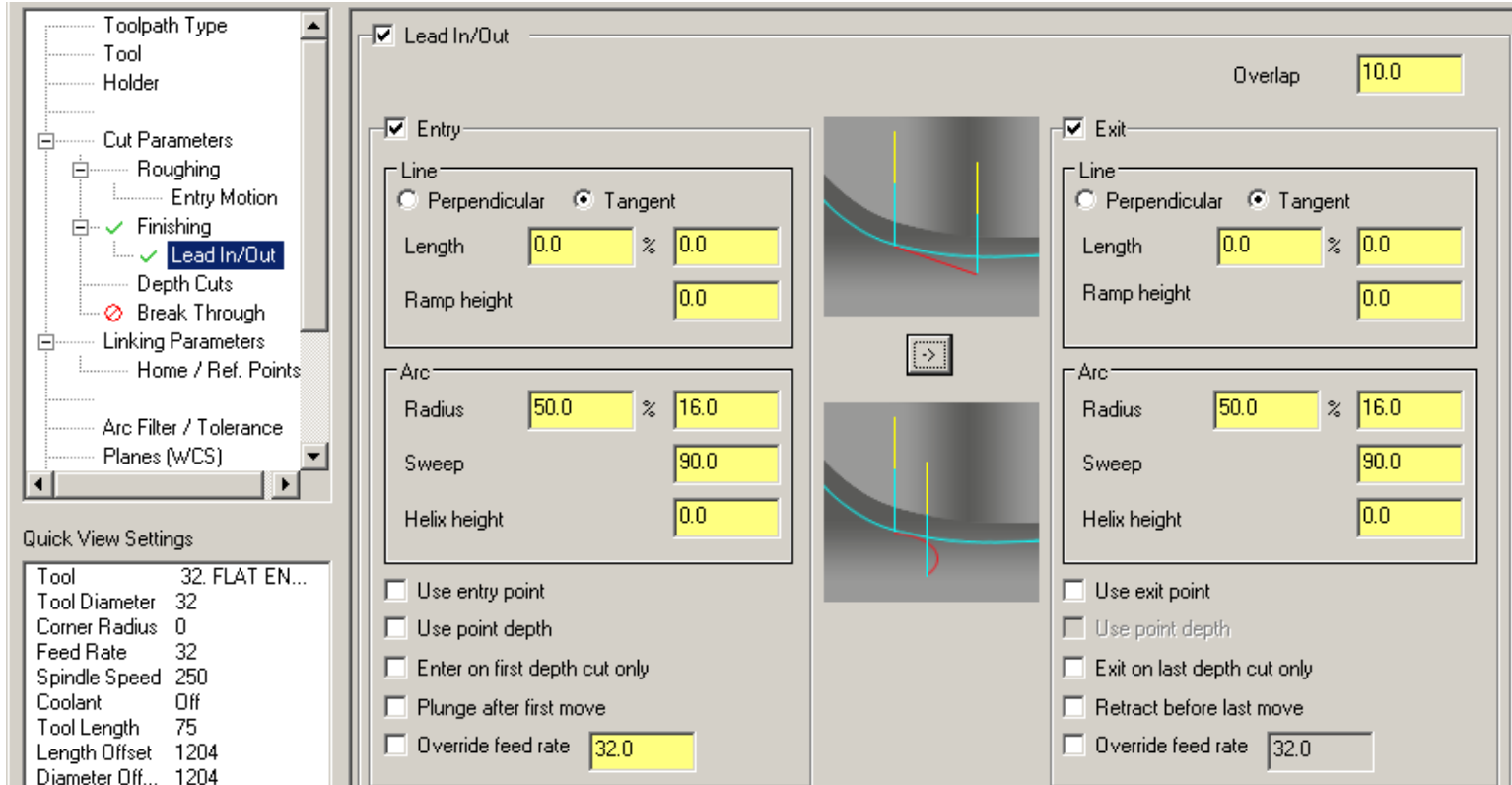
Darbības

1. Pārejiet uz operāciju pārvaldnieka logu pa kreisi. Būs redzamas divas iedobuma frēzēšanas operācijas.
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu otrajai operācijai. Izvēlieties **Finishing** dialoga lappusi un ievadiet vērtības, kas redzamas nākamajā attēlā.



3. Izvēlieties **Lead In/Out** dialoga lappusi.

4. Ievadiet **10** kā **Overlap**.
5. Ievadiet **0 %** **Entry** lauka **Line** nodalījuma **Length** lodziņā.
6. Ievadiet **50 %** **Entry** lauka **Arc** nodalījuma **Radius** lodziņā.
7. Kopējiet vērtības uz **Exit** sekciju. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.



8. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi, attīriet **Create additional finish operation** iezīmju lauku.

9. Ievadiet **0** kā **Stock to leave on floors**.

10. Izvēlieties .

11. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. *Mastercam* galīgās apstrādes gājienam reģenerē instrumenta trajektoriju ar jauniem ieejas/izejas gājieniem.

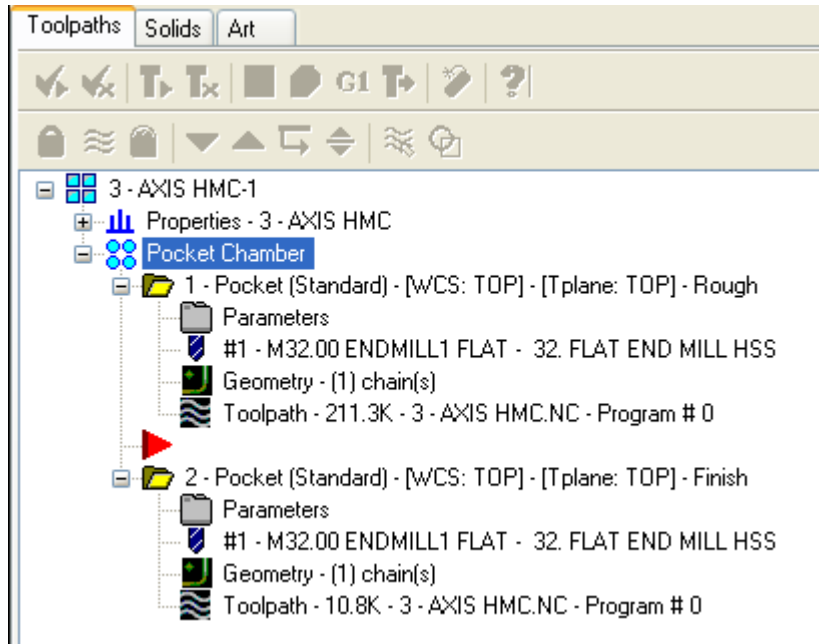
Operācijas nosaukuma maiņa

Tā kā tiks veidotas daudzas detaļas apstrādes operācijas, operācijām un grupām jādod nosaukumi, lai tās varētu labāk organizēt.

Darbības

1. Uzklikšķiniet uz 2. operācijas un ierakstiet nosaukumu **Finish**.
2. Nospiediet [**Enter**], lai fiksētu nosaukumu.
3. Divreiz uzklikšķiniet uz 1. operācijas, ierakstiet nosaukumu **Rough** un nospiediet [**Enter**].
4. Uzklikšķiniet labo peles pogu uz **Toolpath Group 1** un izvēlieties **Groups, Rename**.

5. Ievadiet vārdu **Pocket chamber**. Operāciju sarakstam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



6. Izvēlieties **File, Save** un saglabājiet failu savā darba mapē kā *zobratkarba1.emcam*.

CAURUMU URBŠANA

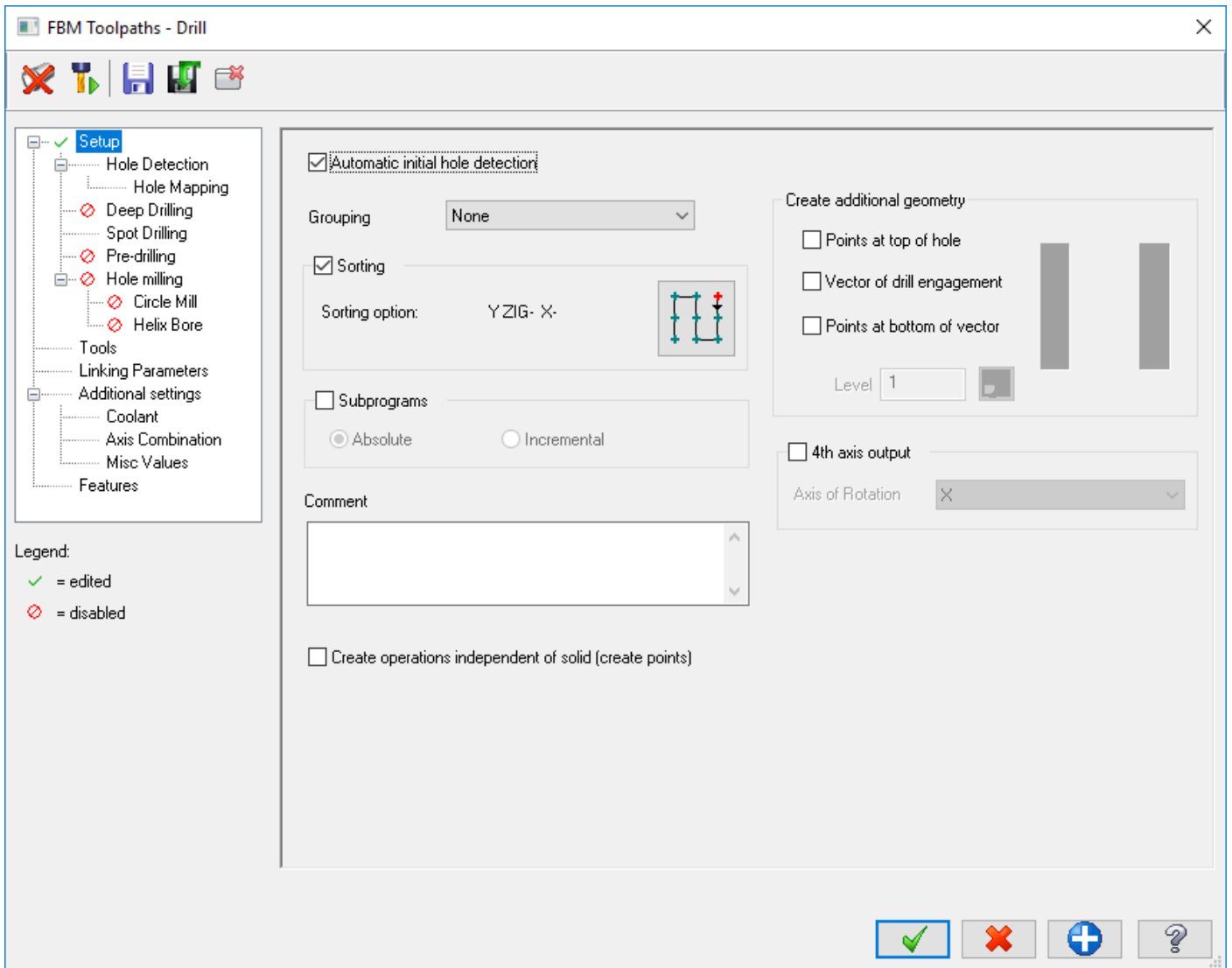
Mastercam **Feature Based Machining (FBM)** funkcija ietver īpašību atpazīšanas tehnoloģiju, lai automātiski atrastu visus caurumus ķermenī un veidotu pabeigtu urbšanas operāciju to apstrādei. Tā ir līdzīga 24. praktiskajā darbā izmantotajai **Auto drilling** funkcijai. Vispirms vajadzēs urbt un griezt vītņi 12 mm caurumos detaļas augšējā malā. Tad būs jāurbj atlikušie caurumi, kuri ir novietoti uz dažādām detaļas virsmām.

Caurumu urbšana un vītņošana

Pirmā urbšanas operāciju kopa būs nepieciešama divpadsmit 12 mm caurumiem detaļas augšējā malā. Tie būs jāizurbj un jāvītņo. Būs nepieciešams izveidot arī atsevišķas operācijas centrēšanai un apmales iegremdēšanai.

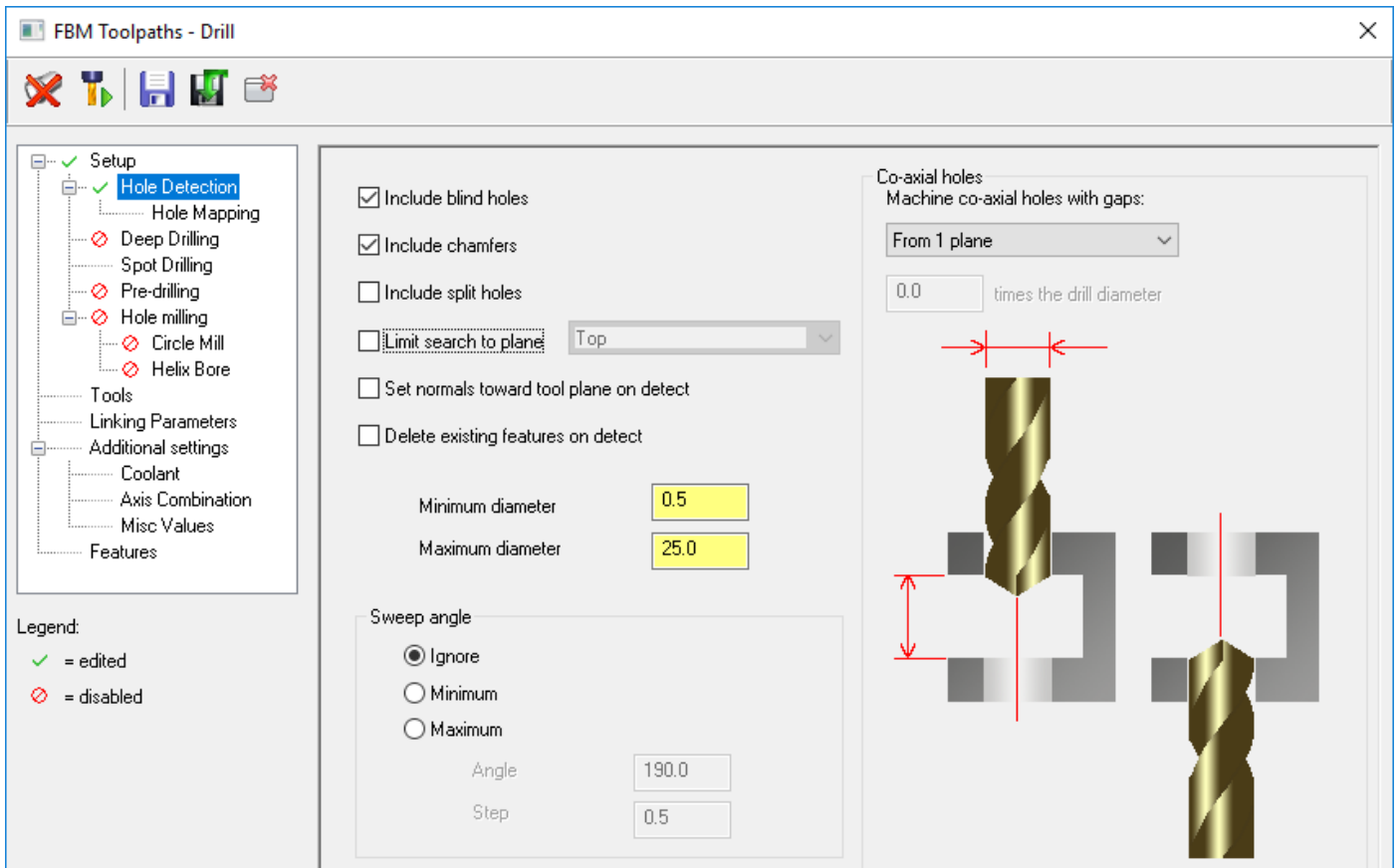
1. darbība

Izvēlieties **Toolpaths, FBMDrill**. Atveras dialoga **Setup** lappuse, kur nepieciešams iestatīt detaļas īpašību atpazīšanas veidu, iezīmējot **Automatic initial hole detection** iezīmju lauku.



2. darbība

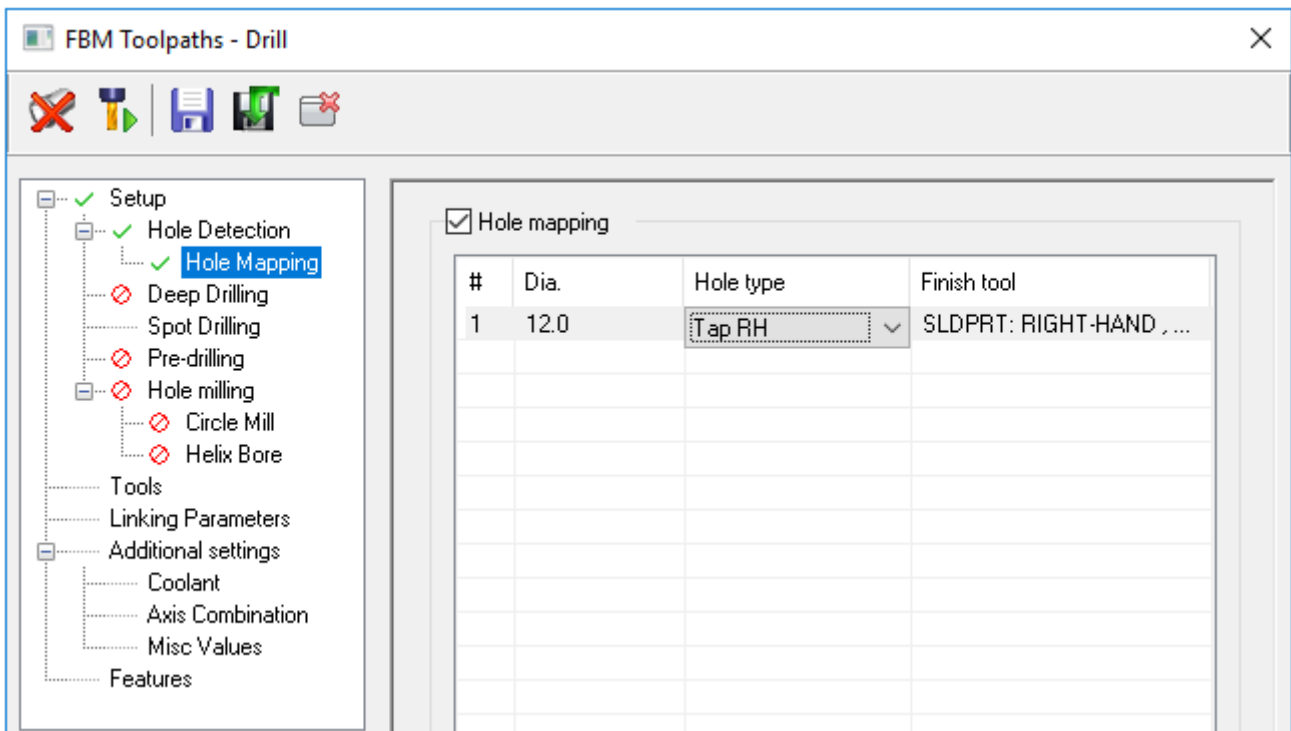
Izvēlieties **Hole Detection** dialoga lappusi. Ievadiet parametrus, kā redzams nākamajā attēlā, lai *Mastercam* atrastu visus detaļas elementus – urbumus ar diametru norādītās robežās.



Mastercam automātiski atrod visus caurumus detaļas ķermenī.

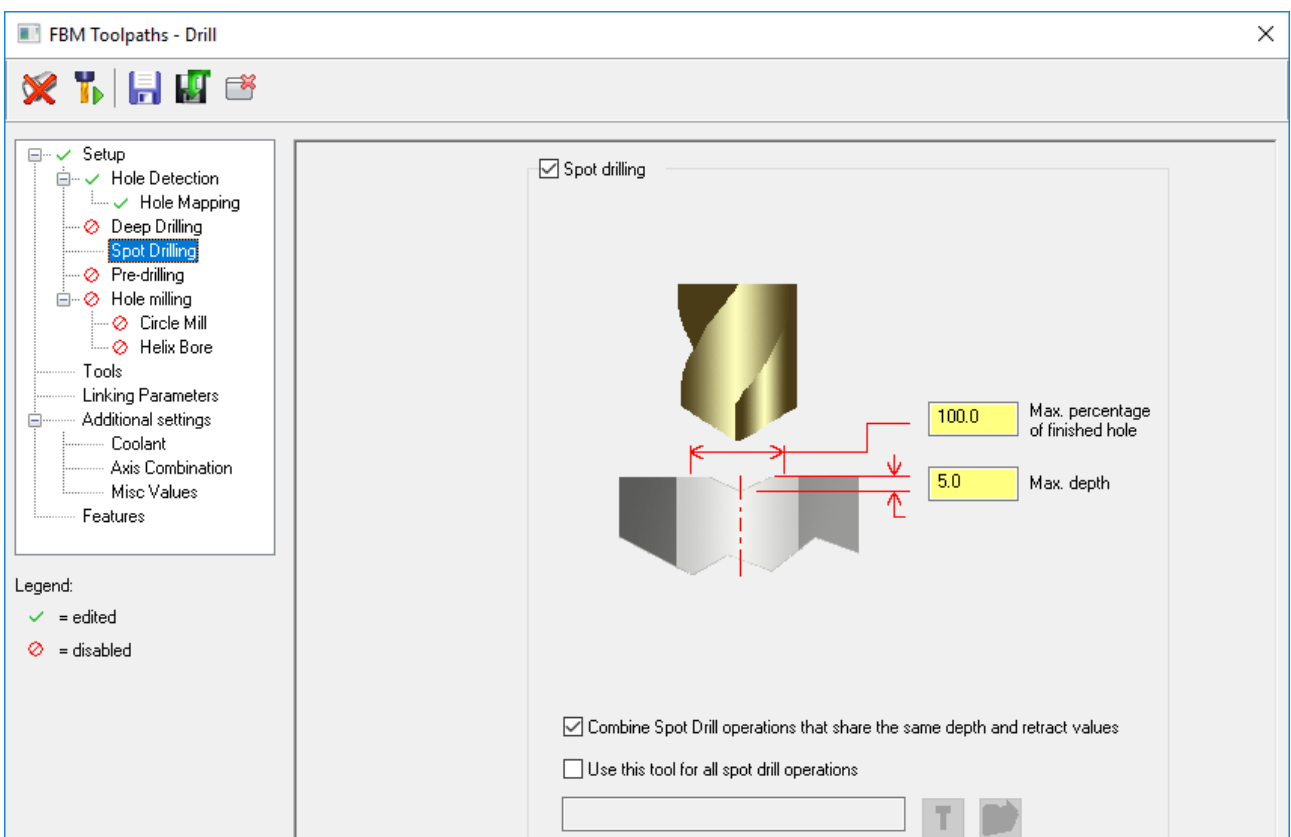
3. darbība

Izvēlieties **Hole Mapping** dialoga lappusi. Tā kā 12 urbumos ir jāiegriež vītne M12, tad operācijas izpildei nepieciešams pievienot vītņurbī (vītne nebija izveidota konstrukcijā, tāpēc *Mastercam* to neatrada automātiski). Lai to izdarītu, iezīmējiet **Hole mapping** lodziņu, izvēlieties **Create new hole definition** pogu apakšā un ievadiet **12** kā diametru, izvēlieties **Tap RH** no iznirstošās izvēlnes, kā redzams nākamajā attēlā.



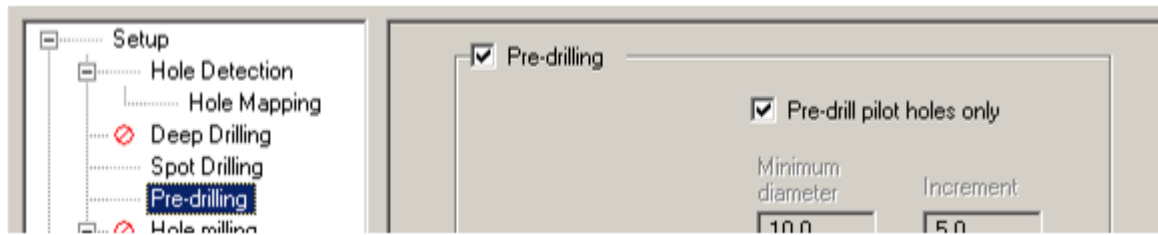
4. darbība

Izvēlieties **Spot Drilling** dialoga lappusi un iezīmju lauku, lai *Mastercam* automātiski izveidotu ieurbšanas operāciju visiem urbumiem.



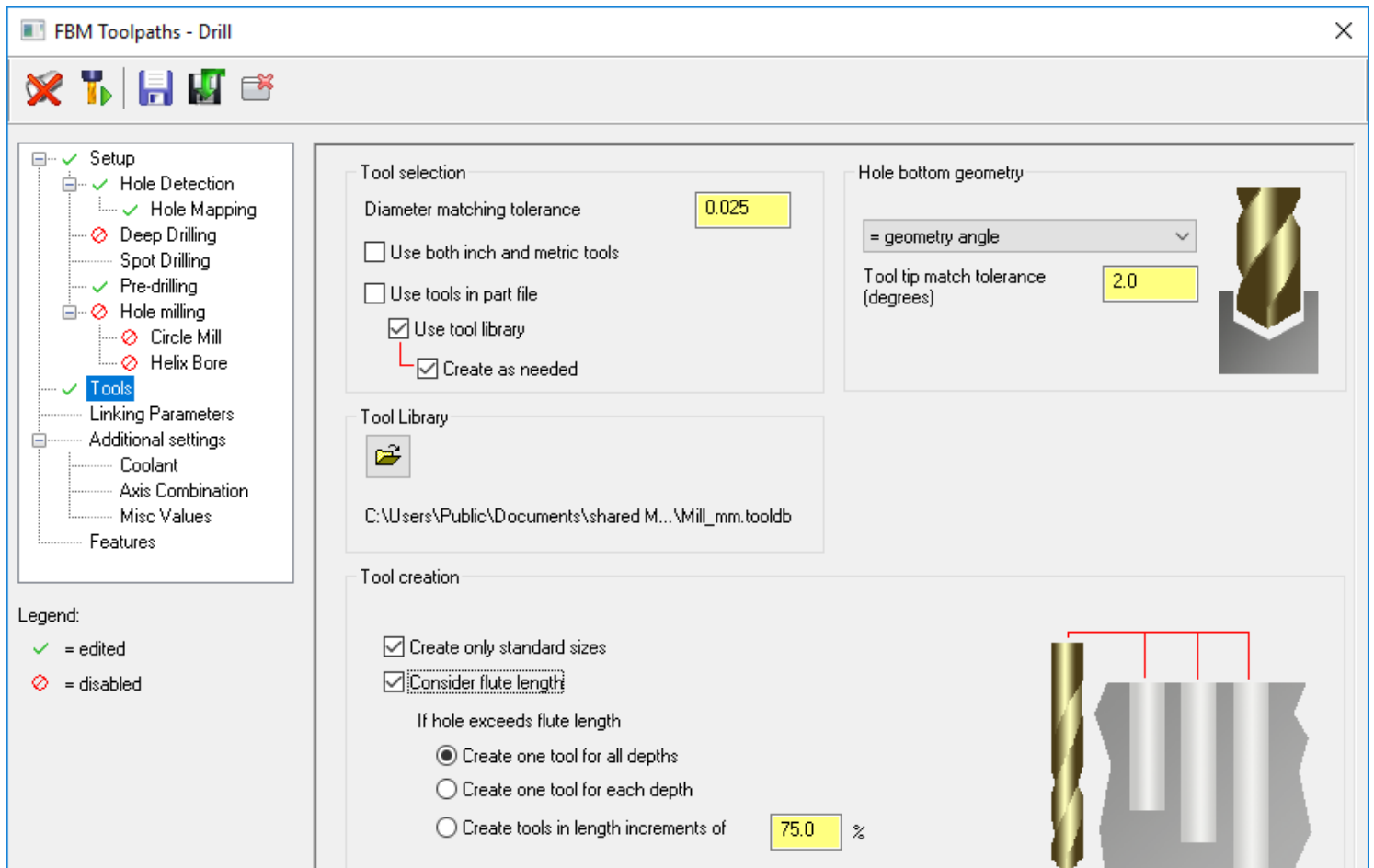
5. darbība

Izvēlieties **Pre-drilling** dialoga lappusi, iezīmējiet **Pre-drilling** un **Pre-drill pilot holes only** iezīmju laukus. Tas nepieciešams vītņotu urbumu izveidei.



6. darbība

Izvēlieties **Tools** dialoga lappusi. Ievadiet urbju atlasē parametrus, kā parādīts nākamajā attēlā.

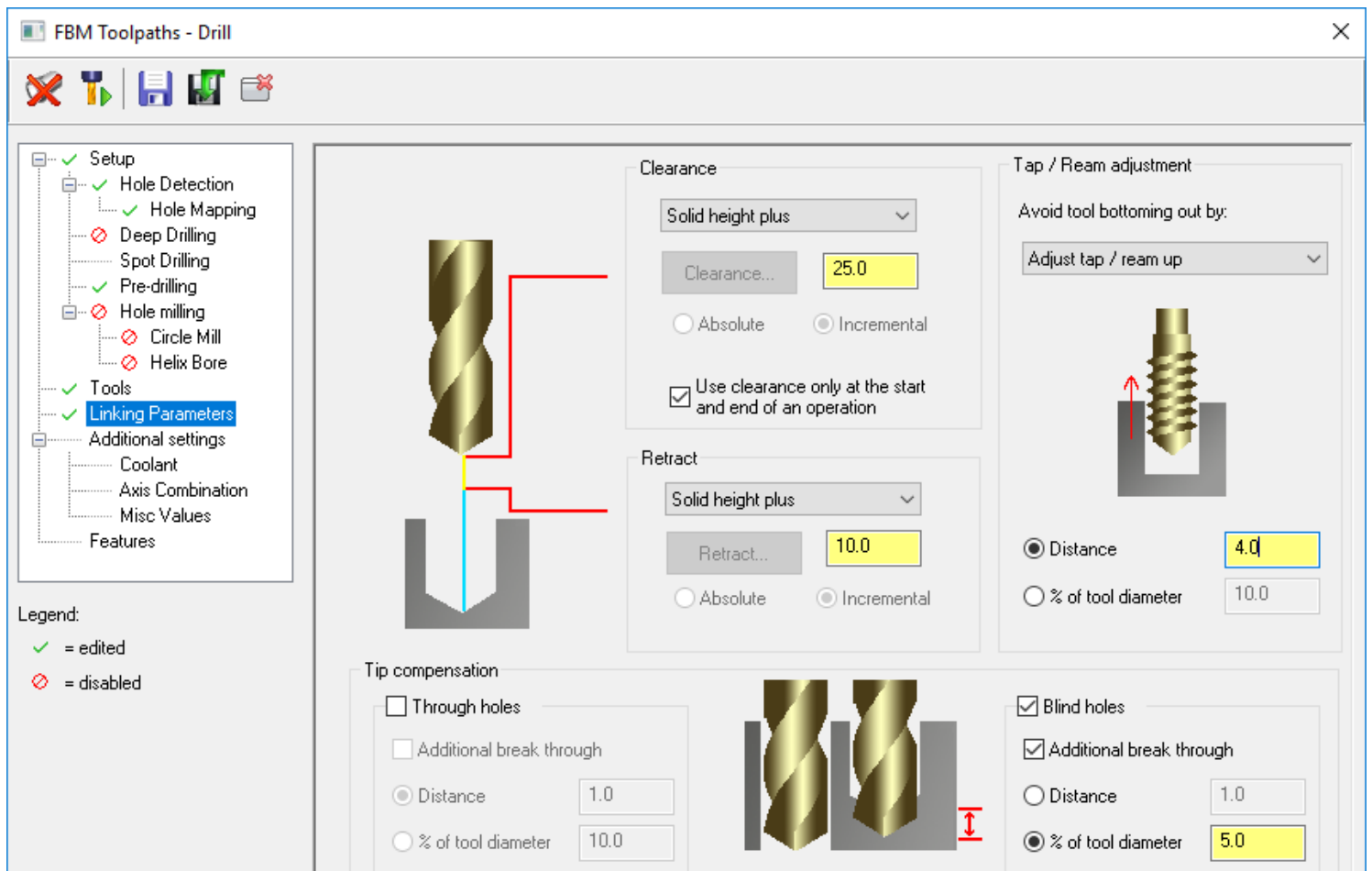


7. darbība

Izvēlieties **Linking Parameters** dialoga lappusi.

8. darbība

Izvēlieties **Tip compensation** sadaļas **Blind holes** iezīmju lauku, lai aktivizētu smailes kompensāciju necaurejošu caurumu urbjiem. Vērtībām jāsakrīt ar nākamo attēlu.

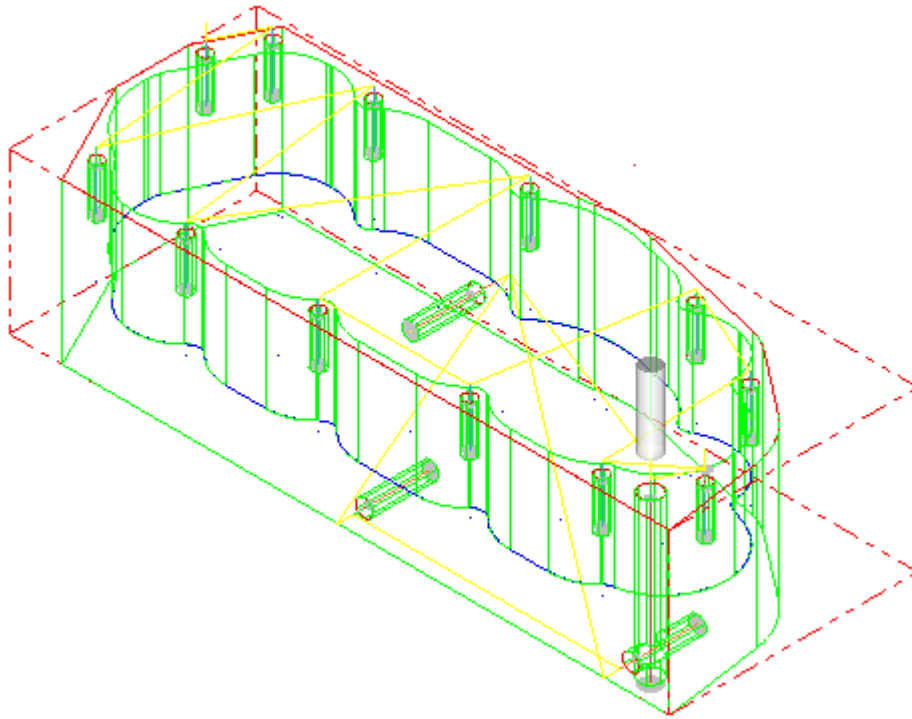


9. darbība

Izvēlieties .

10. darbība

Mastercam izveidos atsevišķu instrumentu trajektoriju grupu urbšanas operācijām, kā parādīts nākamajā attēlā.



11. darbība

Izvēlieties .

12. darbība

Nospiediet **[Alt + A]**, lai saglabātu failu.

33. PRAKTISKAIS DARBS – VIENAS KONTŪRAS STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt elektroerozijas operāciju programmēšanas pamatus.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaļas iestatīšana. ▪ Ģeometrijas virknēšana stieples trajektorijai. ▪ Kontūras iestatīšana stieples trajektorijai. ▪ Stieples trajektorijas zīmēšana. ▪ Detaļas saglabāšana un izeja no <i>Mastercam</i>.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot operāciju vienkāršas detaļas izgriešanai, izmantojot elektroerozijas darbgaldū.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests22.emcam</i> veidot T veida izgriezumu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

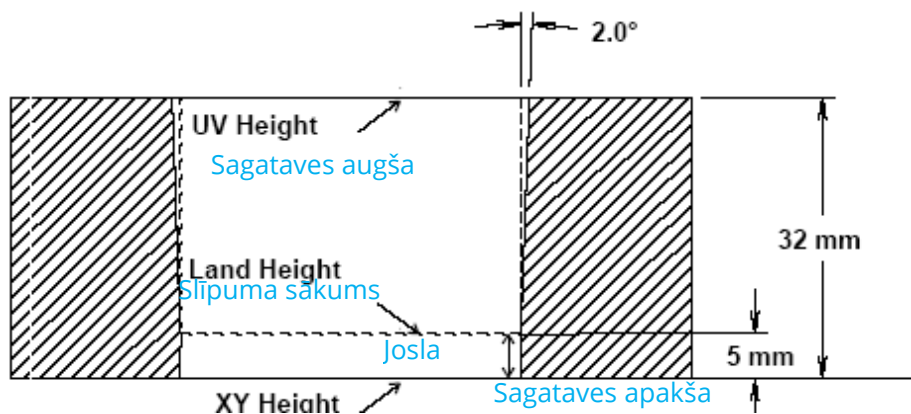
Pārbaudi sevi

Kāpēc jāveido izgriežamās kontūras slīpums?

DARBA GAITA

Kontūras stieples trajektorijas izmanto, lai no sagataves gabala izgrieztu detaļu robežas tādām detaļām kā štanču puansonu un matricas. Kontūras stieples trajektorijas lieto tādu detaļu apstrādei, kurām ir vienāds pamata izmērs un forma detaļas augšā un apakšā atkarībā no tā, vai ir speciāli noteikts slīpums vai stūru forma.

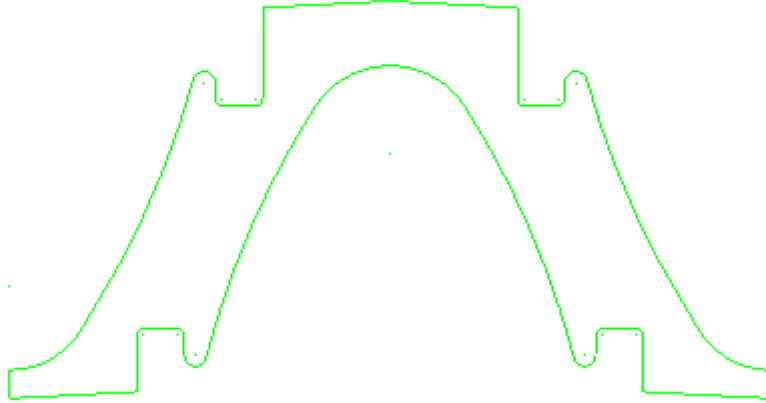
Šajā praktiskajā darbā tiks veidota kontūras stieples trajektorija izciršanas štances matricas apstrādei. Detaļas augšpusē ir vertikāla josla, un ir slīpa sieniņa līdz apakšai, detaļas apstrāde tiks programmēta apvērsta orientācijā, lai vieglāk būtu novākt apstrādes produktus. Nākamajā attēlā redzams šāda tipa detaļas šķērsriezuma skats.




DETAĻAS IESTATĪŠANA

Darbības

1. Sava darba mapē atveriet failu *el_eroz_konturs.emcam*. Detaļas ģeometrija attēlota grafiskajā logā.



2. Ja attēls pilnībā neievietojas grafiskajā logā, izvēlieties **Fit**  pogu no *Mastercam View* izvēlnes vai ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties to no izvēlnes.

Zaļās līnijas pārstāv detaļas profilu.

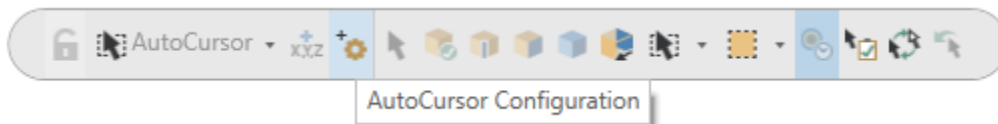
Pirms stieples trajektorijas noteikšanas sagatavojiet sākumu kontūrai, kur stieple sāk griezt detaļas robežu, un novietojiet stieples novietojuma punktu un griešanas sākumu novietojumā, kurš ir piemērots šīs detaļas apstrādei.

AutoCursor un AutoHighlight īpašību ieslēgšana


Mastercam vidē **AutoCursor** funkcija palīdz punktu ievadīšanas procesā, automātiski atrodot tādas elementa pozīcijas kā, piemēram, viduspunkti un galapunkti. **AutoHighlight** atvieglo elementu atpazīšanu, automātiski izgaismojot elementu, kad kursoris ir virs tā.

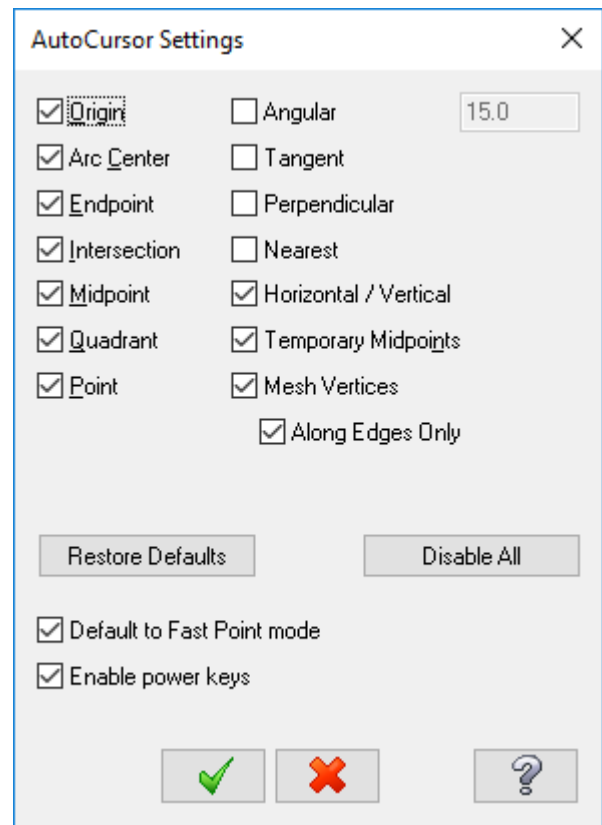
Darbības

1. Izvēlieties **AutoCursor Configuration**, klikšķinot uz atlasē veidu izvēlnes, kā redzams nākamajā attēlā.



Mastercam atver izvēlni, kur var atzīmēt kursora piesaistes opcijas.

2. Pēc atzīmju veikšanas (iezīmējot lodziņus) izvēlieties .

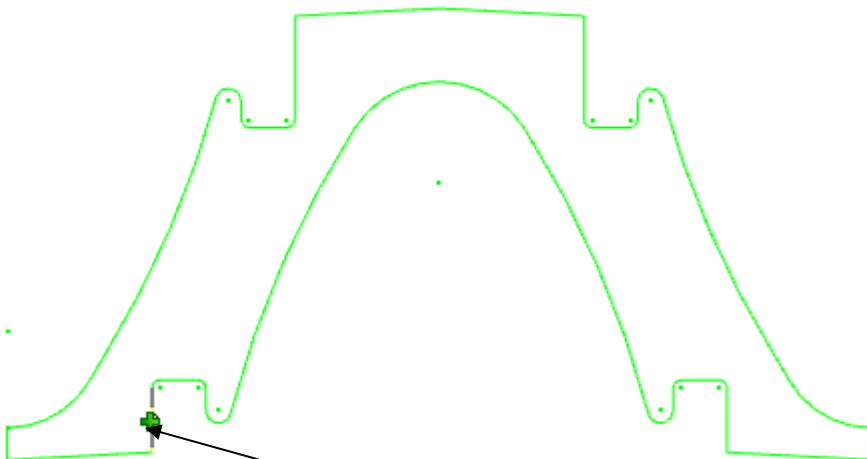


Ģeometrijas pārtraukšana rokas režīmā

Lai iestatītu kontūras sākumu, pārtrauciet ģeometriju punktā, kur sāksies kontūra. Vienlaicīgi šis būs arī stieples ievēršanas (**Thread**) un griešanas (**Cut**) punkts jeb TC punkts. Labākā pārtraukuma vieta ir uz detaļas robežas plakanā posmā. Novietojot kontūras sākumu uz detaļas ģeometrijas plakanās vietas, tiek atvieglota jebkura asuma noslīpēšana, kas šajā novietojumā rodas no stieples iegriešanās materiālā.

Darbības

1. Izvēlieties **Wireframe**, **Trim Break Extend**, **Break Two Pieces**.
2. Novietojiet kursoru pusceļā uz taisnes (skatīt nākamo attēlu), lai izvēlētos taisnes viduspunktu.



3. Kad kursorš nomainās uz bultiņu un *Mastercam* izgaismo **Midpoint**, uzklikšķiniet, lai izvēlētos šo novietojumu, nospiediet [**Esc**]. *Mastercam* pārtrauc elementu izvēlētais taisnes viduspunktā.

4. Lai pārlicinātos, ka *Mastercam* sadala divās daļās elementu, virziet kursoru uz leju un augšu pāri taisnei. *Mastercam* izgaismo taisni katrā pārtraukuma pusē, norādot, ka tagad te ir divi atsevišķi elementi. Iespējams pārtraukt arī citus elementus, bet tas šajā vingrinājumā nebūs nepieciešams.

ĢEOMETRIJAS VIRKNĒŠANA STIEPLES TRAJEKTORIJAI

Kad ir izveidots pārtraukuma punkts, var veidot stieples trajektoriju. Pirmais solis ir stieples trajektorijas ģeometrijas virknēšana. Virknēšana ir ģeometrisko elementu (taisnes, loki, punkti u. c.) sasaistīšana noteiktā secībā un virzienā, kurš nosaka sākotnējo virzienu, kā stieple pārvietosies. Šajā vingrinājumā vispirms virkne tiks sākta ar punktu, kurš izveidots kā TC novietojums, tad detaļas robežai tiks virknēta kontūra.



PIEZĪME

*Nav nepieciešams stieples trajektoriju sākt ar punkta virknēšanu. Tomēr, ja nesāk ar punktu, **Mastercam** lieto noklusējuma TC novietojumus, kuri ne visām detaļām būs labākie.*

Papildu tam stieples trajektorijas var sastāvēt no vairāk nekā vienas virknes vai kontūras, kur katrai no tām jā sākas ar punkta elementu, un tām var būt vairāk par vienu TC novietojumu, kā to var redzēt nākamajos praktiskajos darbos.

Virknēšanas variantu iestatīšana

Mastercam nodrošina vairākus variantus, kuri vienkāršo stieples trajektoriju ģeometrijas virknēšanu. Pirms šīs stieples trajektorijas elementu virknēšanas iestatiet virknēšanas variantu.

Darbības

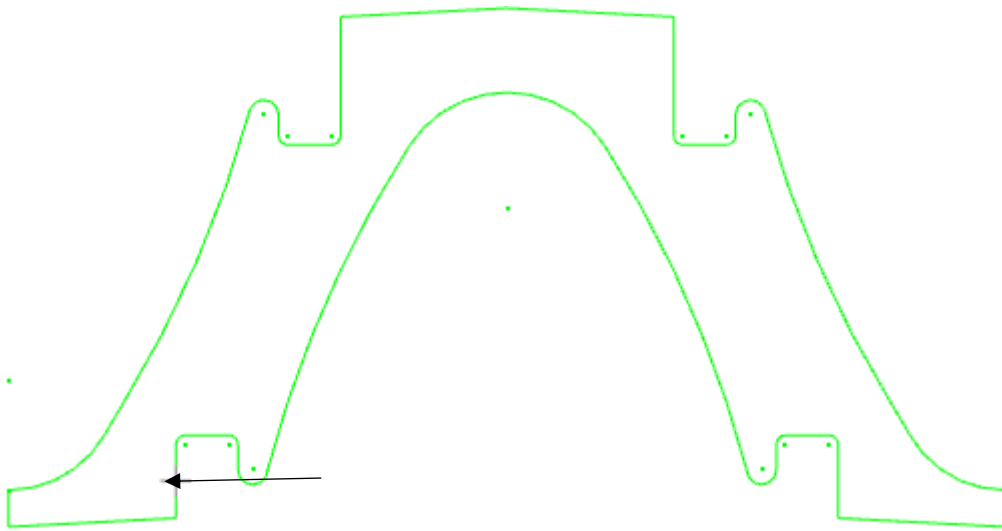
Izvēlieties **Wirepaths, Contour**. *Mastercam* attēlo **Chaining** dialoga lauku.

Trajektorijas virknēšana

Izvēlēta virkne nosaka kontūru vai detaļas robežu. Jāsāk ar iepriekšējā vingrinājumā izveidoto virkni pārtraukuma punktā. Virknes sākuma punkts iezīmē kontūras sākumu, kur stieple sāk detaļas griešanu.

1. darbība

Izvēlieties taisni tuvu pārtraukuma punktam (skatīt nākamo attēlu).



Mastercam attēlo virziena bultiņu uz izvēlētajā taisnes. Bultiņas pamatnei jānovietojas pārtraukuma punktā.

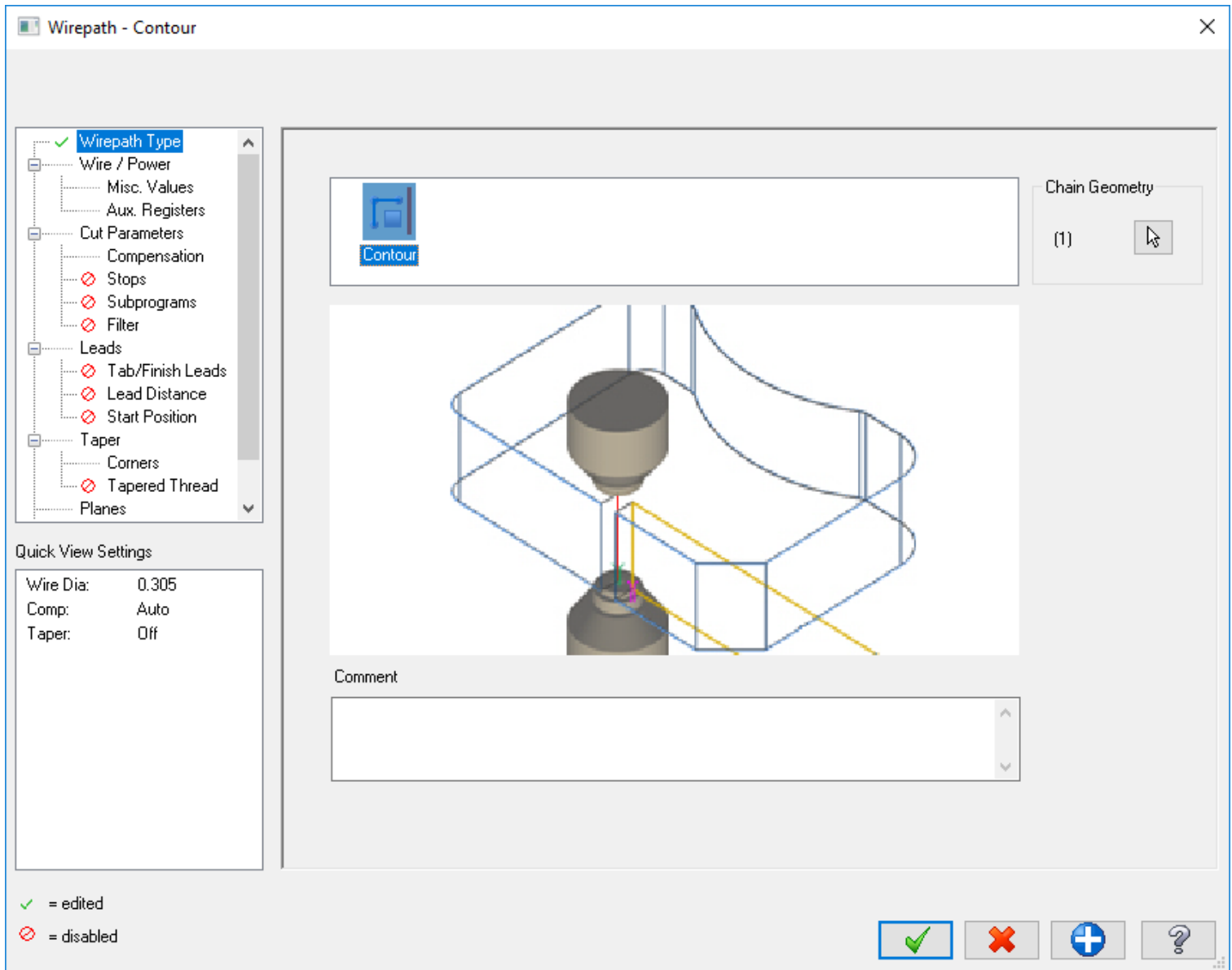
2. darbība

Pārbaudiet virziena bultiņu, kura parāda virknēšanas (griešanas) virzienu. Šajā vingrinājumā tai jāvērsas gar kontūru pulksteņrādītāja kustības virzienā (uz leju) (skatīt nākamo attēlu). Ja tas tā nav, izvēlieties **Reverse** no **Chaining** lauka izvēlnes.



3. darbība

Izvēlieties , lai pabeigtu virknēšanu. Atveras **Wirepath - Contour** dialoga lauks.



KONTŪRAS IESTATĪŠANA STIEPLES TRAJEKTORIJAI

Wirepath - Contour dialoga laukam ir vairākas lappuses ar parametriem. Nepieciešams iestatīt parametrus katrā lappusē, lai noteiktu dažādus stieples trajektorijas aspektus, piemēram, jaudas iestatījumus, slīpumu un kompensāciju.

Stieples jaudas iestatījumu bibliotēkas izvēle

Pirmā lappuse **Wirepath - Contour** dialoga laukā (**Wire/Power**) ļauj izvēlēties jaudas iestatījumu bibliotēku. Jaudas iestatījumu bibliotēka satur informāciju, kas apraksta stiepli, ieskaitot stieples nobīdi, stāvokli, diametru, papildu izgriezumus, atstājamā sagataves materiāla daudzumu. Katra jaudas iestatījumu bibliotēka satur atšķirīgas vērtības līdz pat 24 stieples gājieniem pa stieples trajektoriju.

Mastercam nodrošina daudzas iepriekš definētas stieples bibliotēkas, bet varat noteikt arī savas stieples bibliotēkas. Šajā vingrinājumā izvēlieties vienu *Mastercam* iepriekš definētu stieples bibliotēku.

**PIEZĪME**

Kad **Associate to library** iezīmju lauks ir iezīmēts, **Mastercam** uztur asociāciju starp stieples trajektoriju un izvēlēto bibliotēku. Ja iestatījumi bibliotēkā ir jebkad mainīti, visas stieples trajektorijas, kas ir saistītas ar to, tiek iezīmētas reģenerācijai nākamajā detaļas atvēršanas reizē. Jaudas iestatījumi ir pelēki, lai nepieļautu nejaušu piesaistītās stieples trajektorijas izmaiņu citu darbu veikšanas laikā. Ja **Associate to library** iezīmju lauks nav iezīmēts, iespējams veikt izmaiņas, kas attieksies tikai uz šo detaļu.

**PIEZĪME**

Total Offset lauks ir pelēks, jo tas ir aprēķināts no stieples rādiusa, papildu izgriezuma un sagataves materiāla atlikuma. To nevar ievadīt tieši.

1. darbība

Wire/Power dialoga lappusē izvēlieties **Associate to Library** iezīmju lauku. Šo izvēli nosaka stieples **EDM** mašīna, kas tiek izmantota. Šeit ir jaudas iestatījumi gan tērauda (**ST**), gan arī vara (**CU**) griešanai. Izvēlētā bibliotēka nodrošina iestatījumus 30 mm bieza tērauda griešanai un satur iestatījumus trim gājieniem. RA08 nozīme ir atkarīga no mašīnas.

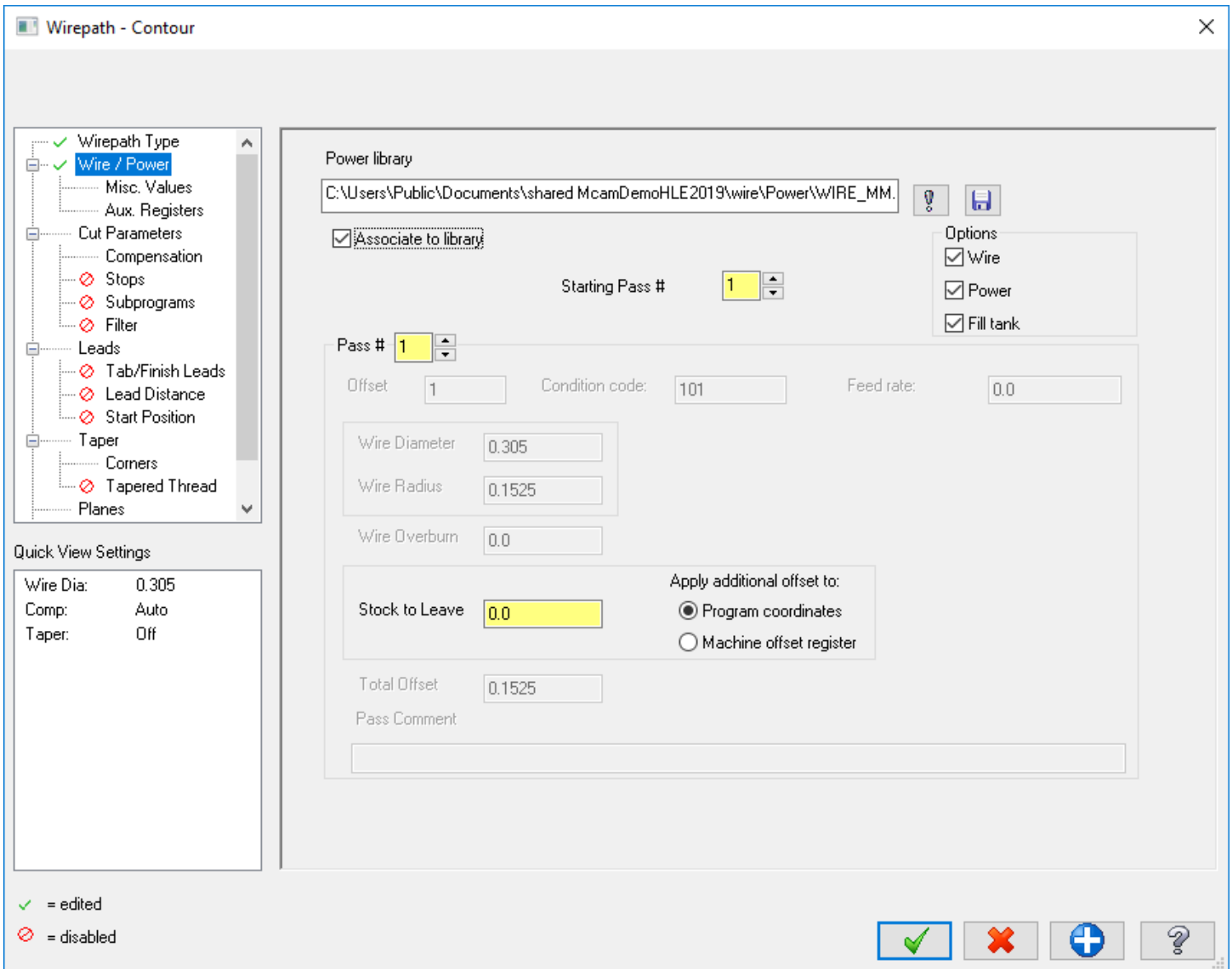
2. darbība

Izvēlieties **Pass #** skaitļu lauka augšup vērsto bultiņu divreiz. Jaudas iestatījumi mainās atbilstoši dažādiem gājieniem (1 līdz 3).

Padoms. Uz klaviatūras iespējams spiest arī [**Page Up**] vai [**Page Down**], lai cikliski ietu pa gājieniem, kas ir sevišķi lietderīgi, kad ievada datus bibliotēkā.

3. darbība

Atgrieziet **Pass #** skaitli uz **1** un pārbaudiet, ka iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu.



4. darbība

Iezīmējiet **Associate to library** iezīmes lauku atkal.


Kontūras parametru iestatīšana

Wirepath - Contour dialoga lauks satur parametrus, kuri apraksta, kā tiks apstrādāts detaļas augšējā (UV) un apakšējā (XY) kontūra, piemēram, vai vajag izgriezt joslu, kur veidosies kompensācija utt. Tajā arī tiek norādīts, kura kontūra nosaka ģeometriju – XY kontūra, UV kontūra vai josla, ja tāda ir.

Piezīme. Visas vērtības, kas šeit tiek ievadītas, tiks pieņemtas kā absolūtās vērtības attiecībā pret sistēmas sākuma punktu.

Darbības

1. Izvēlieties **Taper** dialoga lappusi un **Taper** iezīmju lauku tajā.

2. Izvēlieties slīpuma variantu ar joslu apakšpusē, uzklikšķinot radiopogu .

3. **Initial taper** laukā ierakstiet **2.0** kā slīpuma leņķi. Tā kā tiek izvēlēts ārējais slīpums un kontūra ir savirknēta pulksteņrādītāja kustības virzienā, *Mastercam* iestata slīpumu pa kreisi. Šo virzienu var arī mainīt, bet šajā vingrinājumā tas netiks nedarīts.

4. Zem norādes **Pass settings** no iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Cancel taper after pass**, tad pa labi no šīs izvēlnes izvēlieties **1**. Šis iestatījums izgriezīs slīpumu ar pirmo gājienu un atcels slīpumu nākamajiem gājieniem, lai izgrieztu joslu.

5. No **Chain height** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Middle**.



PIEZĪME

*Ja ir izvēlēta **Rapid Height** poga, dialoga lauks aizveras uz laiku, lai ļautu izvēlēties elementu grafiskajā logā, kurš noteiks augstuma izmēru. Taču tas netiks darīts šajā vingrinājumā.*

6. **Rapid Height** laukā ierakstiet **33.0** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka augšējās vadotnes novietojumu ātro gājienu laikā, un tam jābūt augstāk par **UV Trim Plane**, lai droši apietu iespīlēšanas un citas ierīces.

7. **UV Trim Plane** laukā ierakstiet **32.0** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka novietojumu stieples mašīnas augšējai vadotnei. Tas parasti ir iestatīts uz mašīnas.

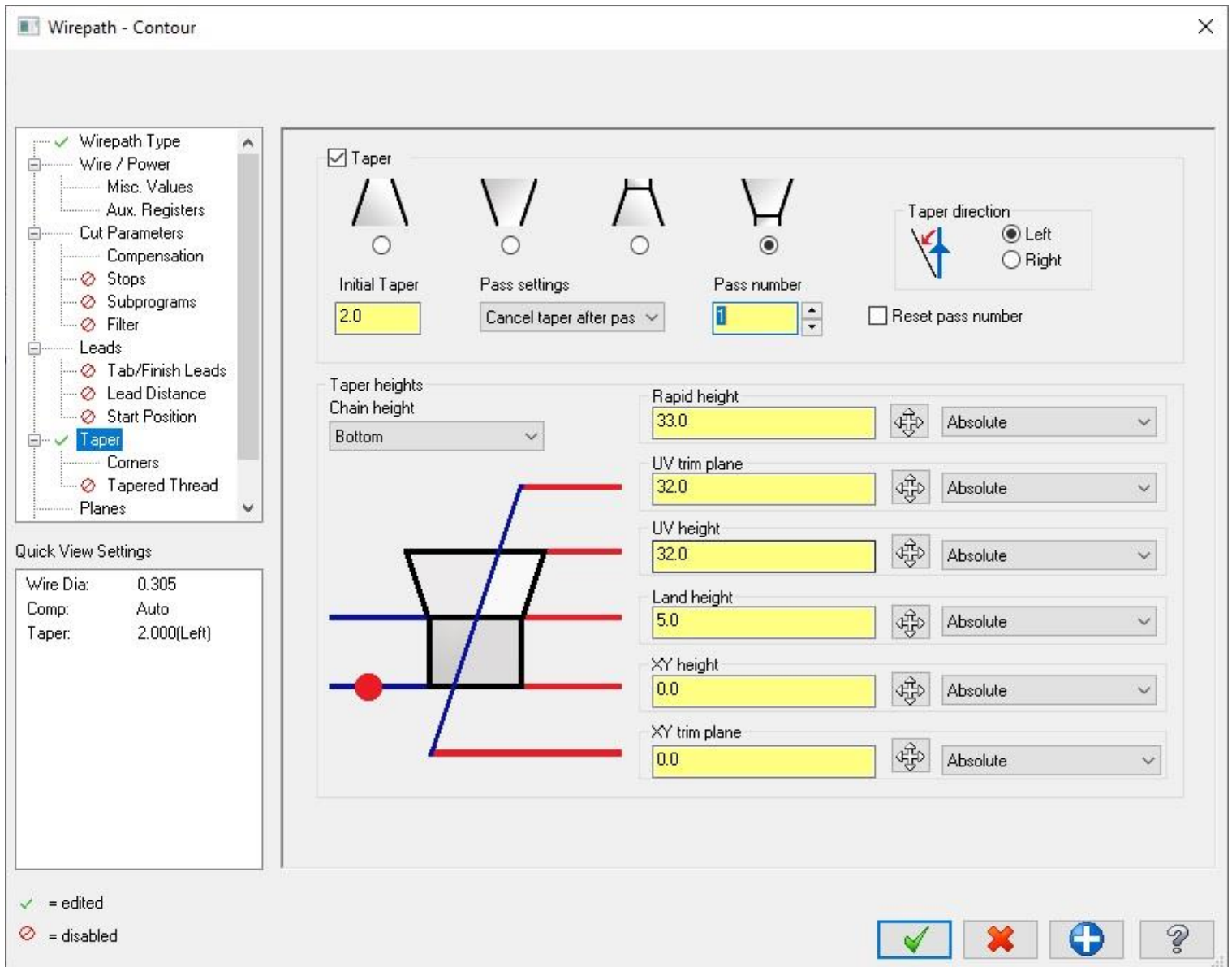
8. **UV Height** laukā ierakstiet **32.0** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka sagataves augšu.

9. **Land Height** laukā ierakstiet **5.0** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka joslas augšu un slīpuma sākumu.

10. **XY Height** laukā ierakstiet **0.00** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka sagataves apakšu.

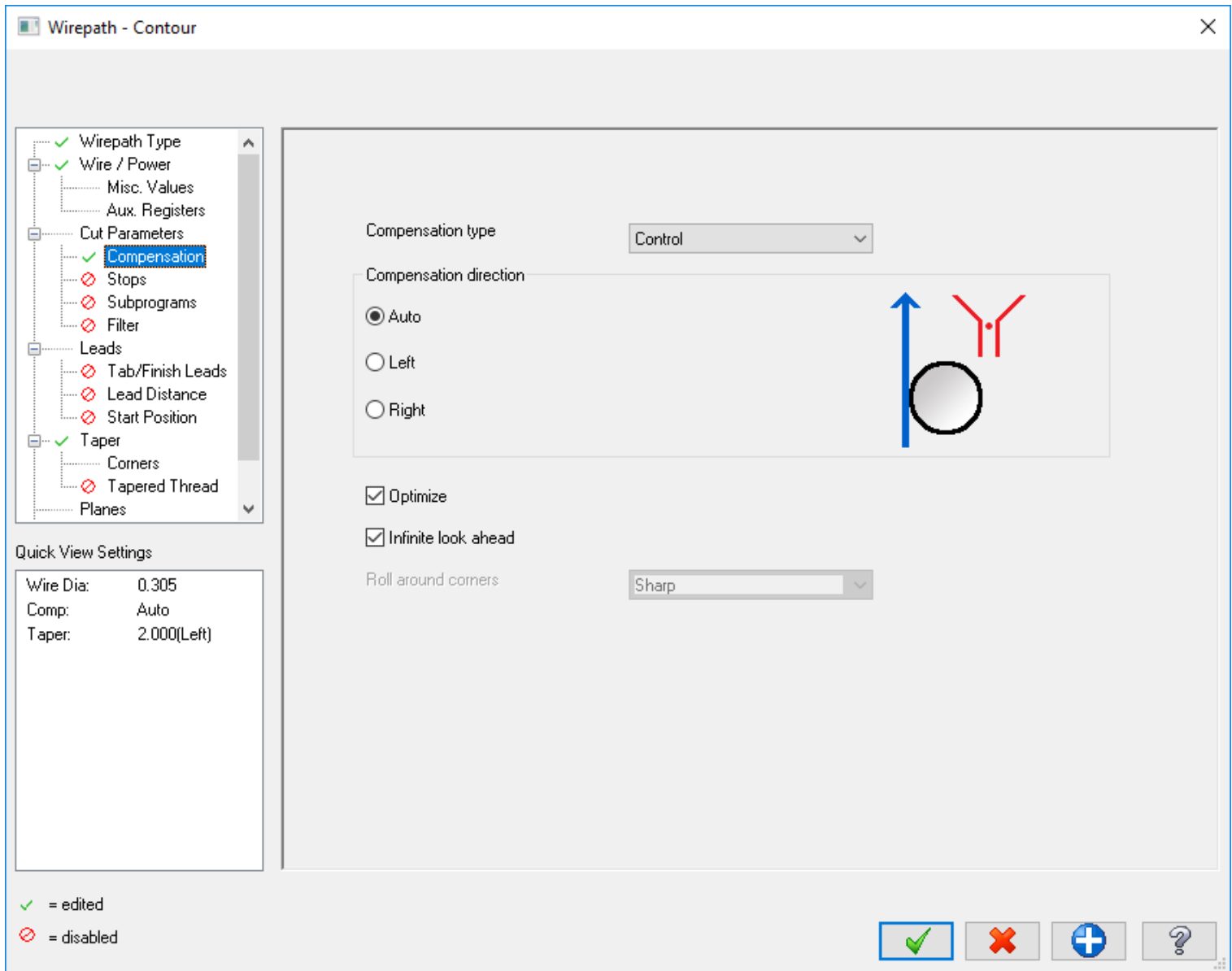
11. **XY Trim Plane** laukā ierakstiet **0.00** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka novietojumu stieples mašīnas apakšējai vadotnei. Tas parasti ir iestatīts uz darbgalda.

Pārliedzieties, ka iestatījumi atbilst nākamajam attēlam. Veiciet nepieciešamās korekcijas.



12. Izvēlieties **Compensation** dialoga lappusi. Ja nepieciešams, pie **Compensation type** (dialoga lauka augšējā labajā stūrī) izvēlieties **Control**. Tas ļauj stieples EDM mašīnas vadības sistēmai aprēķināt kompensāciju.

13. **Compensation direction** iestatiet uz **Auto**. Tas ļauj mašīnas vadības sistēmai aprēķināt, vai kompensācija vajadzīga pa kreisi vai pa labi atkarībā no stieples punkta novietojuma kontūras iekšpusē vai ārpusē. Pārbaudiet, ka iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu.



Ieejas/izejas parametru iestatīšana

Leads dialoga lappuse satur parametrus, kuri nosaka stieples pārvietojumus, kad tā iegriežas un iziet no detaļas. Šajā vingrinājumā tiks programmēta stieples ievadīšana detaļas kontūrā no stieples (**thread**) punkta, tā sākas ar lineāru kustību, tad kustība pa loku, pieskare ir kontūras sākums.

Izejas kustībai tiks programmēts stieples gājiens garām (pārsegšanās) kontūras sākumam un noteiktā attālumā pirms izejas no kontūras. Stieple izies no kontūras, izmantojot kustību pa pieskares loku, tam sekos lineāra kustība, lai izgrieztu punktu. Stieple tiks griezta, pirms tā atgriežas uz stieples punktu, ar to nosakot maksimālo izejas lielumu. Nākamais attēls attēlo parametrus, kas veido ieeju un izeju uz stieples trajektoriju, nelietojot izvirzījumu.

Var programmēt arī ieejas/izejas gājienu papildu izvirzījumam. Šajā vingrinājumā *Mastercam* aprēķinās izvirzījuma ieeju un izeju tādā veidā, kas nepieļauj izgrieztā materiāla izkrišanu. To sauc par neizkrišanas (**no dropout**) metodi.

Darbības



PIEZĪME

Izmantojot **no dropout** metodi, ieejas/izejas loka rādiusam jābūt mazākam vai vienādam ar mazāko stieples diametru plus divkārtšs papildu izgriezums, kurš tika noteikts, izvēloties jaudas iestatījumu bibliotēku, lai nepieļautu izkrišanu. Tomēr, kad kompensāciju aprēķina vadības sistēma, loka rādiusam jābūt nedaudz lielākam par stieples diametru plus divkārtšs papildu izgriezums, lai nepieļautu kļūmi vadības sistēmā. Šāda kompensācija var pieļaut izkrišanu, pat ja **no dropout** metode ir aktivizēta.

1. Izvēlieties **Leads** dialoga dialoga lappusi.
2. Zem **Lead in** izvēlieties **Line and arc**.
3. Zem **Lead out** izvēlieties **Arc and line**.
4. Ievadiet **0.305** kā **Arc radius**. Šī vērtība nosaka loka lielumu, un to izmanto ieejas/izejas gājienos.
5. **Arc sweep** laukā ierakstiet **90.0**. Šī vērtība nosaka leņķa grādus no lokveida kustības sākuma līdz beigām.

6. **Overlap** laukā ierakstiet **1.9**. Šī vērtība nosaka, par cik tālāk jāaiziet par kontūras sākumu, lai sāktu izejas kustību.

Piezīme. Iestatot šo pārklājuma atstatumu, tiek panākts, ka stieple iziet no detaļas citādā novietojumā nekā ieejas punkts, tādējādi neļaujot veidoties asumiem vai papildu griezumam. Tomēr, ja ir iestatīta pārāk liela vērtība, var rasties kļūda un nekorekta stieples trajektorija.

7. Izvēlieties **Max lead out** iezīmes lauku un ierakstiet **1.3**. Šī vērtība nosaka, cik tālu pa izejas taisni pārvietojas stieple.

Piezīme. Iestatot šo variantu, tiek ietaupīts apstrādes laiks, neļaujot stieplei pārvietoties pa visu izejas gājienienu.



PADOMS

Dažas mašīnas piespiedu kārtā stiepli novieto vertikāli, kad tiek izpildīta nogriešanas komanda. Šādās mašīnās, atceļot beigu izejas kustību, dažām slīpām detaļām var rasties ieciršanās, jo stieple tiks piespiedu kārtā pagriezta vertikālā novietojumā. Šādā situācijā attīriet **Trim final leadout** iezīmes lauku.

8. Izvēlieties **Trim final lead out** iezīmes lauku. Pēc izejas gājiena stieple tiks nogriezta, tai atrodoties vēl uz slīpuma novietojuma, un tad tiks atgriezta vertikāli pirms ievēršanas nākošajam gājienam.

9. Izvēlieties **Tab Cuts (no dropout method)**, lai ļautu Mastercam aprēķināt papildu izvīzījuma ieeju un izeju.

10. Atstājiet pārējos parametru iestatījumus uz to noklusējuma vērtībām. Pārbaudiet, lai iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu. Veiciet nepieciešamās korekcijas.

Wirepath - Contour

Wirepath Type

- ✓ Wire / Power
 - Misc. Values
 - Aux. Registers
- ✓ Cut Parameters
 - ✓ Compensation
 - ✗ Stops
 - ✗ Subprograms
 - ✗ Filter
- ✓ Leads
 - ✗ Tab/Finish Leads
 - ✗ Lead Distance
 - ✗ Start Position
- ✓ Taper
 - ✗ Corners
 - ✗ Tapered Thread
- Planes

Quick View Settings

Wire Dia: 0.305
Comp: Auto
Taper: 2.000(Left)

Lead in

Line only
 Line and arc
 2 lines and arc

Lead out

Line only
 Arc only
 Arc and line
 Arc and 2 lines

Entry/Exit

Arc radius: 0.305
Arc sweep: 90.0
Overlap: 1.9
 Max lead out: 1.3
 Reset taper
 Trim final lead out

Tab cuts (no dropout method)
 Auto position cut point
 Set start position to thread point

Rapid options

Rapid from Thread point
 Rapid to Cut point
 Rapid to start position at end of program

✓ = edited
✗ = disabled

✓ ✗ + ?

Griezumu skaita un tipa iestatījumi

Cut Parameters dialoga lappusē var noteikt, cik katra tipa griezumam (rupjā, izvirzījuma un tīrāstrādes) stieple veic uz detaļas. Šai detaļai izvēlētā bibliotēka satur jaudas iestatījumus trim gājieniem, un šajā vingrinājumā tiks programmēta stieples trajektorija, kura izmanto trīs dažādus iestatījumus: rupjo griezumam (**rough cut**) (1. gājiens) un **skim** griezumam pirms izvirzījuma griezumam (2. gājiens). Programmēsiet arī izvirzījuma griezumam, izmantojot rupjā griezumam (1. gājiens) jaudas iestatījumus un **skim** griezumam pēc izvirzījuma (3. gājiens).

1. darbība

Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.

2. darbība

Izvēlieties **Perform rough cut** iezīmes lauku, lai aktivizētu to.

3. darbība

Ievadiet **1** kā **Additional skim cuts (before tab)**.

4. darbība

Izvēlieties **Tab** iezīmes lauku un ievadiet **3.0** kā **Tab width**.

Piezīme. Izvirzījuma platums (**Tab width**) ir aprēķināts no kontūras sākuma pretējā virzienā gar robežu.

5. darbība

Number of tab cuts laukā ierakstiet **1**.

6. darbība

Izvēlieties **Automatic** radiopogu un ievadiet **1**. *Mastercam* izveidos vienu izvirzījumu perpendikulāri **STC** novietojumam.

7. darbība

Izvēlieties **Skim cuts after tab** un **Together** laukā ievadiet **1**. Šis iestatījums programmē beigu griezumam pēc izvirzījuma griezumam, bet to dara, pirms stieple ir nogriezta, lai izpildītu nākamo operāciju.



PIEZĪME

*Ja šis variants nav iezīmēts, **Mastercam** lieto nākamā gājiena iestatījumus. Ja nākamais gājiens nav noteikts, nekādi jaudas iestatījumi netiks nosūtīti no bibliotēkas uz operāciju, tāpēc pārliedzieties, ka jaudas iestatījumu bibliotēkā esat noteikuši pietiekami daudz gājienus, lai varētu realizēt tos visus.*

8. darbība

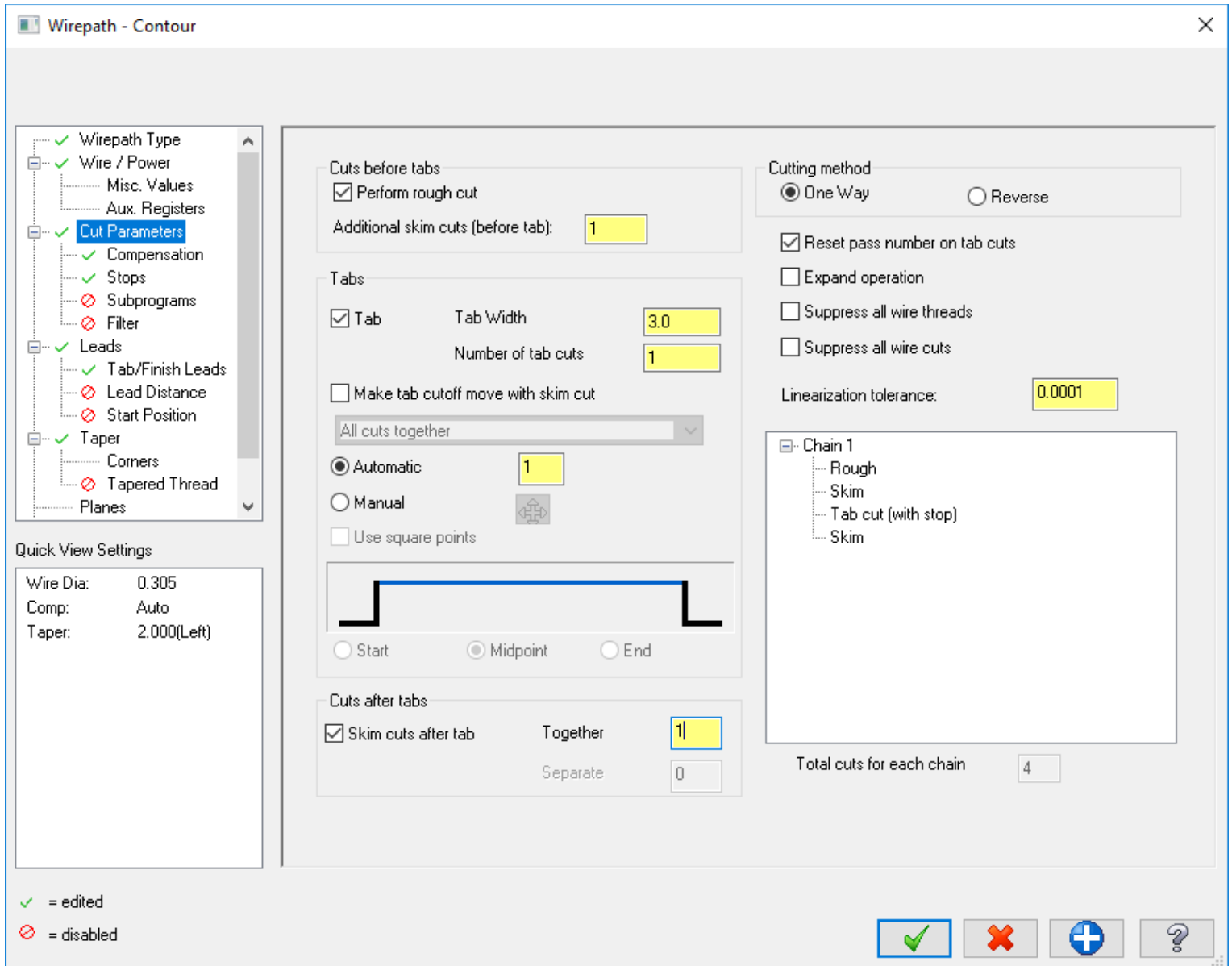
Iezīmējiet **Reset pass number on tab cuts**. Šis iestatījums programmē stiepli izmantot jaudas iestatījumus pirmajam gājienam (rupjais griezumam), jo izvirzījums parasti tiek veidots sākotnējai sagatavei.

9. darbība

Izvēlieties **One way** griešanas metodi (**Cutting method**), ja vien tā jau nav izvēlēta. Šis iestatījums programmē stieples griezumu vienā un tajā pašā virzienā katrā gājienā.

10. darbība

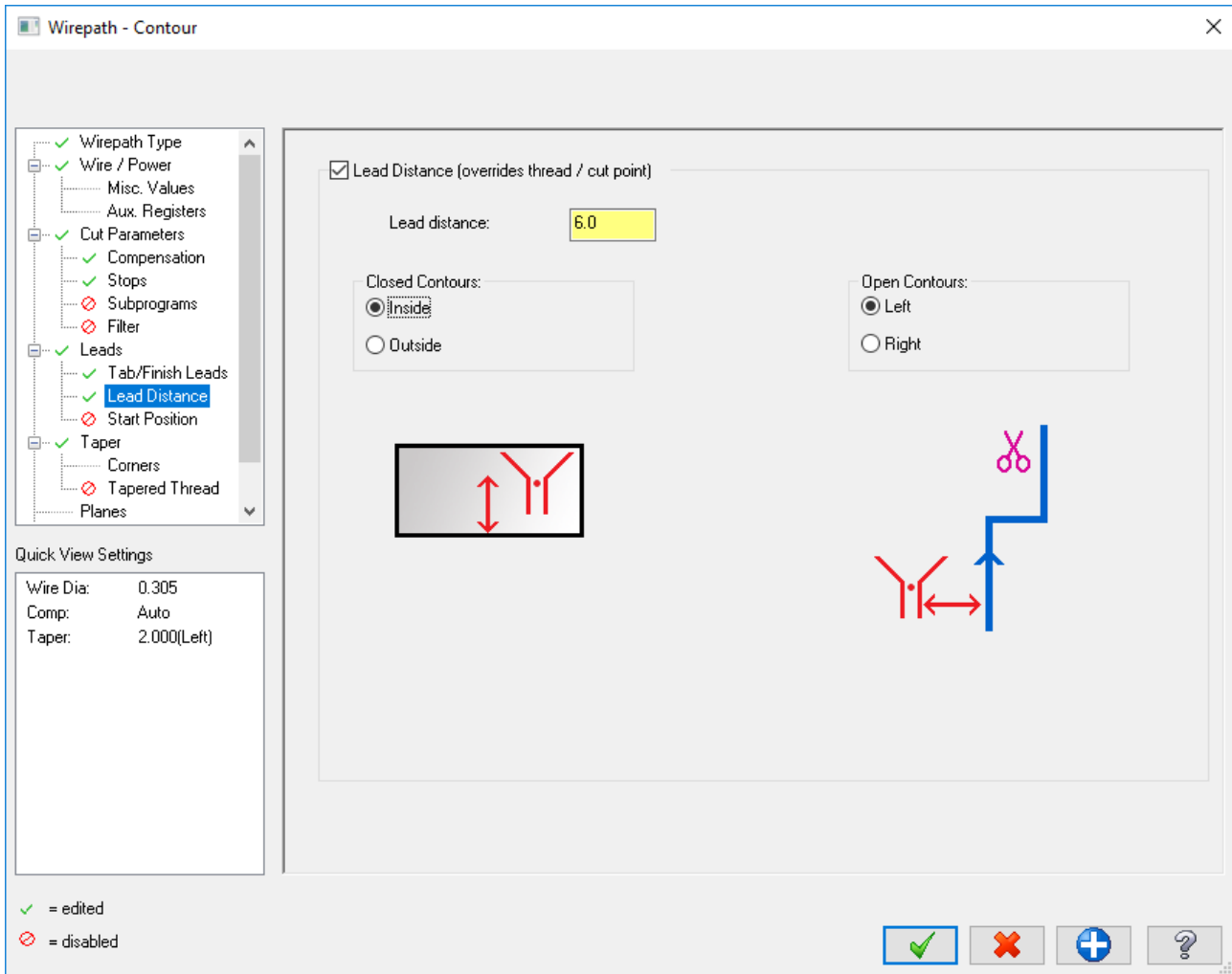
Atstāji pārejiem parametriem to noklusējuma vērtības. Pārbaudiet, ka iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu. Veiciet nepieciešamās korekcijas.



Piezīme. Pievērsiet uzmanību griezumu sarakstam dialoga lauka apakšā pa labi. Tur redzams, ka ir programmēti četri griezumi, lai gan izvēlētajā bibliotēkā ir jaudas iestatījumi ar trim gājieniem. Rupjais griezums izmanto 1. gājiena iestatījumus, un pirmais **skim** griezums lieto 2. gājiena iestatījumus. Tā kā tika iezīmēts **Reset pass number on tab cuts**, izvirzījuma griezums izmanto 1. gājiena jaudas iestatījumus. Trešais **skim** griezums lieto 3. gājiena iestatījumus.

11. darbība

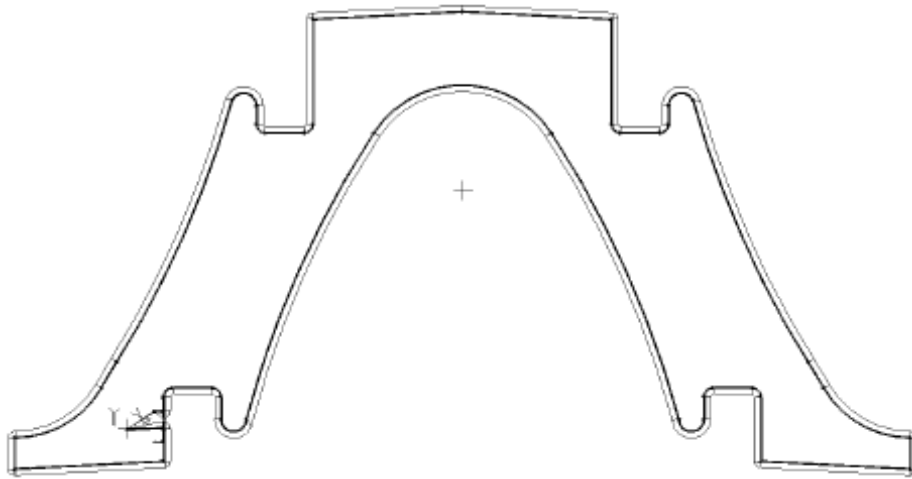
Izvēlieties **Lead Distance** dialoga lappusi. Pie **Closed Contours** iezīmējiet **Inside** radiopogu, jo nepieciešams izgriezt kontūras iekšpusi. Iezīmējiet **Lead Distance (overrides thread/cut point)** iezīmju lauku un ievadiet vērtību **6**. Tas izveido TC punktus un sāk iegriešanos 6 mm pa kreisi (detaļas iekšpusē) no izveidotā pārtraukuma punkta.



12. darbība

Izvēlieties .

Mastercam ģenerēs stieples trajektoriju (skatīt nākamo attēlu).



Nākamajā vingrinājumā stieples trajektorija tiks detalizēti pārbaudīta.

STIEPLES TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA

Kad detaļu ir ieprogrammēta, pārbaudiet, vai nav kļūdu, pirms sūtāt to uz mašīnu. Tam jūs izmantosiet **Backplot** īpašību, kura grafiskajā logā simulē stieples griešanas kustību uz detaļas. Šajā vingrinājumā tiks zīmēts pašreizējais *Mastercam* uzdevums. Var zīmēt arī jebkuru *Mastercam* uzdevumu vai kādu saglabāto NCI failu (starpnieka NC failu).

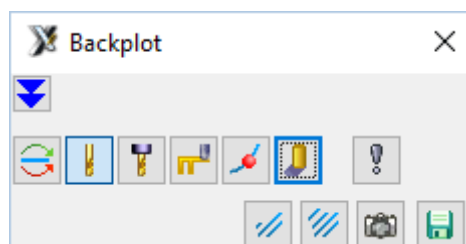
Zīmēšanas parametru iestatīšana

Darbības

1. Operāciju pārvaldnieks parāda pašreizējā uzdevuma visu operāciju sarakstu, ļauj to mainīt un piedāvā rīkus to pārvaldībai.
2. Izvēlieties **Backplot Selected Operations** pogu. *Mastercam* attēlo **Backplot** vadības paleti.
3. Pārliecinieties, ka **Backplot** izvēlnes varianti sakrīt ar nākamo attēlu. Ja nepieciešams, izvēlieties kādu variantu, lai mainītu tā statusu.

Piezīme. Šie iestatījumi izveidos stieplu režģa veida stieples trajektorijas atveidu, kas rādīs UV kontūru un stiepli. **Quick Verify** variants, kurš veido ieēnotu kontūras atveidu, ir atslēgts.

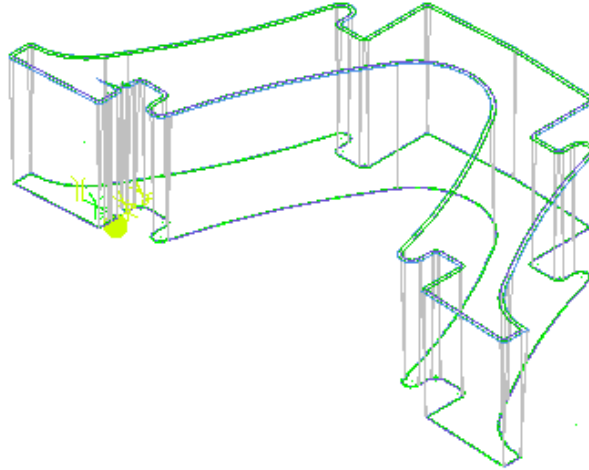
4. Pārbaudiet, ka iestatījumi sakrīt ar nākamo attēlu.



5. Izvēlieties **Isometric** no izvēlnes, lai grafiskajā logā mainītu detaļas orientāciju.
6. Izvēlieties **Fit** no izvēlnes, lai grafiskajā logā pielāgotu attēlu.

7. Izvēlieties **Play(R)** no **Backplot** izvēlnes. *Mastercam* attēlo stieples trajektoriju.

Padoms. Ja stieples trajektorijas attēlojums grafiskajā logā neietilpst pilnīgi, nospiediet [**Page Down**], lai samazinātu skatu, vai nospiediet [**Up Arrow**], lai attēlu grafiskajā logā bīdītu uz leju. Izvēlieties **Run**, lai attēlotu stieples trajektoriju atkal.

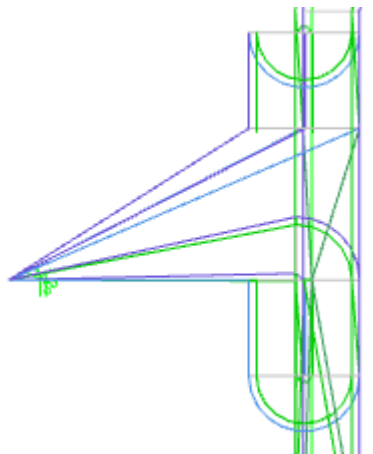


Gaiši zilā taisne pārstāv detaļas ģeometriju, XY kontūru un joslas apakšu. Vertikālās pelēkās taisnes pārstāv stiepli. Vieta, kur tās atdalās viena no otras, norāda slīpuma sākumu un joslas augšu. Violetās taisnes pārstāv UV kontūru (detaļas augšu), ietverot abus gājienu. Dzeltenās taisnes pārstāv ātro stieples kustību.

8. Lai palielinātu skatu un apskatītu izvirzījumu, ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Top**, tad klikšķiniet labo peles pogu vēlreiz un izvēlieties **Zoom window**.

9. Apvelciet logu ap TC novietojumu un tuvumā esošo kontūru, kur eksistē izvirzījums.

10. Izvēlieties **Play(R)**. Izvirzījumam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Ja detaļa neizskatās tā, kā iepriekšējie attēli, izvēlieties **Parameters** ikonu un pārbaudiet parametru iestatījumus.

Zīmēšana soli pa solim

Backplot izvēlnē **Step** variants simulē stieples griešanas kustību, pārvietojoties no punkta uz punktu pa stieples trajektoriju. Kustība tiek virzīta soli pa solim, atkārtoti izvēloties **Step** variantu vai nospiežot [S]. Šis režīms ir noderīgs, lai lēni pa dažādiem posmiem pārbaudītu stieples trajektoriju.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Fit screen**.
2. **Backplot** izvēlnē izvēlieties **Step forward**. Uzaičinājuma laukā ir redzama informācija par pašreizējo izpildāmo soli (skatīt nākamo attēlu). Šī informācija zīmēšanas laikā nepārtraukti atjauninās.
3. Turpiniet klikšķināt **Step forward**. Simulācija attēlojas soli pa solim.
4. Izvēlieties **Step forward** atkārtoti vai nospiediet [S], līdz stieples trajektorija ir pabeigta. Stieple apiet pa detaļas robežu trīs reizes, vienu katram Jūsu ieprogrammētajam gājienam. Kad parādīsies paziņojums, zināsiet, ka trajektorija ir beigta.

Padoms. Lai nodzēstu tikko attēloto stieples trajektoriju, uzklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Repaint** jebkurā laikā. Tāpat jebkurā momentā iespējams izvēlēties arī **Play(R)**, lai pabeigtu stieples trajektoriju, vai nospieš [Esc], lai pārtrauktu zīmēšanu.

5. Izvēlieties .

DETAĻAS SAGLABĀŠANA UN IZEJA NO MASTERCAM

Tagad, kad stieples trajektorija ir pabeigta, tā ir gatava apstrādei. Šajā momentā vajadzētu saglabāt tikko pabeigto darbu.

Darbības

1. Izvēlieties **File, Save**. *Mastercam* atver **Specify File Name to Write** dialoga lauku.
2. Kā faila vārdu ievadiet jaunu nosaukumu, lai nepārrakstītu oriģinālo failu.
3. Izvēlieties **Save** pogu apakšējā labajā stūrī. Tagad var pāriet uz praktisko darbu, kur mācīsieties, kā veidot vairāku kontūru stieples trajektorijas.

Padoms. Ja nepieciešams iziet no *Mastercam* un atgriezties pie apmācības vēlāk, izvēlieties **Exit** vai nospiediet [Alt + F4]. Izvēlieties **Yes**, lai apstiprinātu to, ka gribiet aizvērt programmu.

Padoms. Lai nodzēstu pašreiz attēloto stieples trajektoriju, jebkurā laikā iespējams uzklikšķināt labo peles pogu un izvēlēties **Repaint**. Jebkurā laikā var izvēlēties arī **Run**, lai pabeigtu stieples trajektoriju, vai nospieš [Esc], lai pārtrauktu tās veidošanu.

34. PRAKTISKAIS DARBS – VAIRĀKU KONTŪRU STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA

Darba mērķis	Apgūt sarežģītu kontūru izgriešanu ar elektroerozijas darbgaldu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaļas faila atvēršana. ▪ Griežamo caurumu pārvēršana par stieples punktiem. ▪ Ģeometrijas virknēšana stieples trajektorijai. ▪ Stieples trajektorijas parametru iestatīšana. ▪ Stieples trajektorijas maiņa un apskate ar tās zīmēšanu. ▪ Kontūras griešanas secības maiņa. ▪ Stieples trajektorijas saglabāšana ģeometrijas veidā.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot daudzkontūru izgriešanas operācijas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests23.emcam</i> izgriezt 11 rievās. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

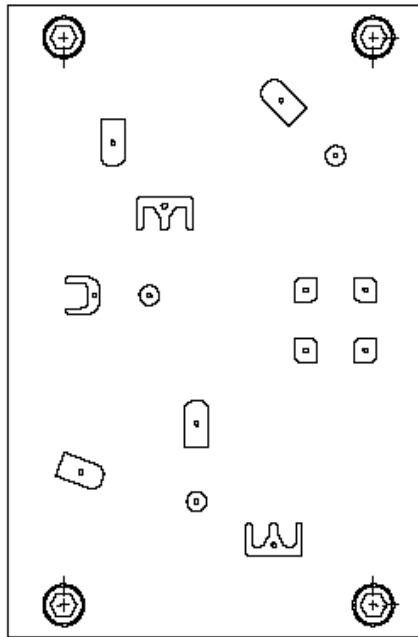
Pārbaudi sevi

Kāpēc jāsakārto atsevišķo kontūru griešanas secība?

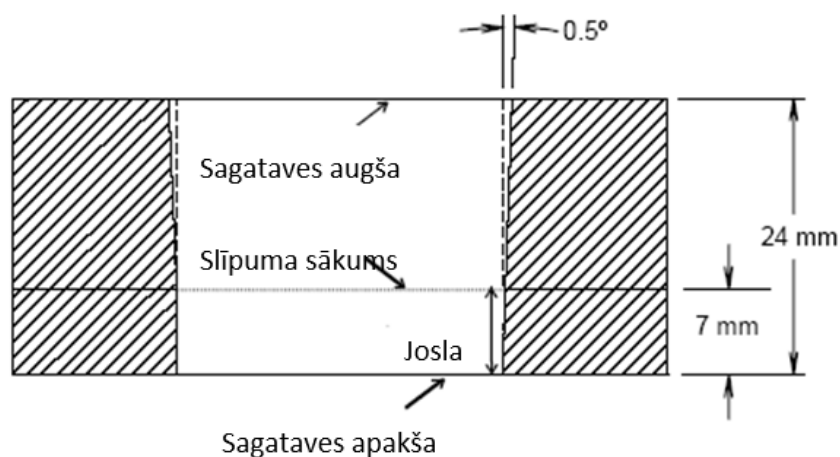
DARBA GAITA

Iepriekšējā praktiskajā darbā apguvāt kontūras stieples trajektoriju un izveidojāt stieples trajektoriju izciršanas štances matricai, to veidoja viena stieples trajektorija. Šajā praktiskajā darbā papildināsi zināšanas, kā no viena sagataves gabala vienā operācijā veidot izciršanas štances matricu, kam ir vairāki kontūras stieples trajektorijas griezumi. Darbs tiks iestatīts tā, lai izgrieztu štanci ar pieciem gājiem, ietverot atsevišķu gājienu, lai izgrieztu izvīrījumu.

Detaļa parādīta nākamajā attēlā.



Līdzīgi detaļai iepriekšējā praktiskajā darbā arī šī detaļa tiks programmēta ar aizmugurēju slīpumu augšdaļā atgriezumu novākšanai. Nākamais attēls rāda detaļas sānu skata griezumumu.



Padoms. Ja iepriekšējā praktiskā darba beigās izgājāt no *Mastercam*, aktivizējiet to no jauna, dubultuzklikšķinot uz *Mastercam* ikonas savā darbvirsnā vai uzklikšķinot *Windows Start* pogai un izvēloties **Programs, Mastercam 2019**.

DETAĻAS FAILA ATVĒRŠANA

Darbības

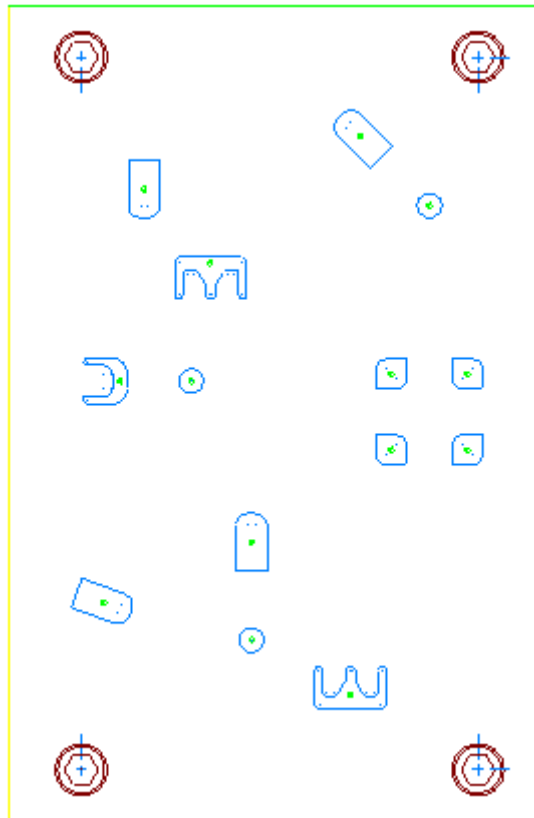
1. Izvēlieties **File, Open**.
2. Pārejiet uz savu darba mapi ar metriskajām mācību detaļām.
3. Savā darba mapē izvēlieties *el_eroz_daudzkont.emcam*, tad **-Open**.



PADOMS

*Ja detaļa netiek attēlota pilnīgi, ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Fit** vai nospiediet [**Alt + F1**].*

Mastercam grafiskajā logā atver detaļu. Izciršanas štances matricas izmēri ir aptuveni 137 mm x 209 mm un sastāv no 14 mazām kontūrām, kas pārstāv matricas atvērumus. Četras aploces stūros ir stiprināšanas caurumi; tos nevajadzēs programmēt.



STIEPLES PAVEDIENA IEVĒRŠANAS CAURUMU PĀRVEIDE PUNKTOS

Atverot detaļu, pievērsiet uzmanību, ka katras kontūras centrā ir mazs caurums, kurš kontūrai kļūš par stieples un griezuma punktu. Šī detaļa tika izveidota, lietojot CAD programmatūru, kura izmanto mazas aploces stieples punktu apzīmēšanai. *Mastercam* tomēr lieto punktu elementus, lai apzīmētu stieples un griezumu novietojumus. Pirms stieples trajektorijas noteikšanas aizvietosiet mazās aploces ar punktu elementiem.

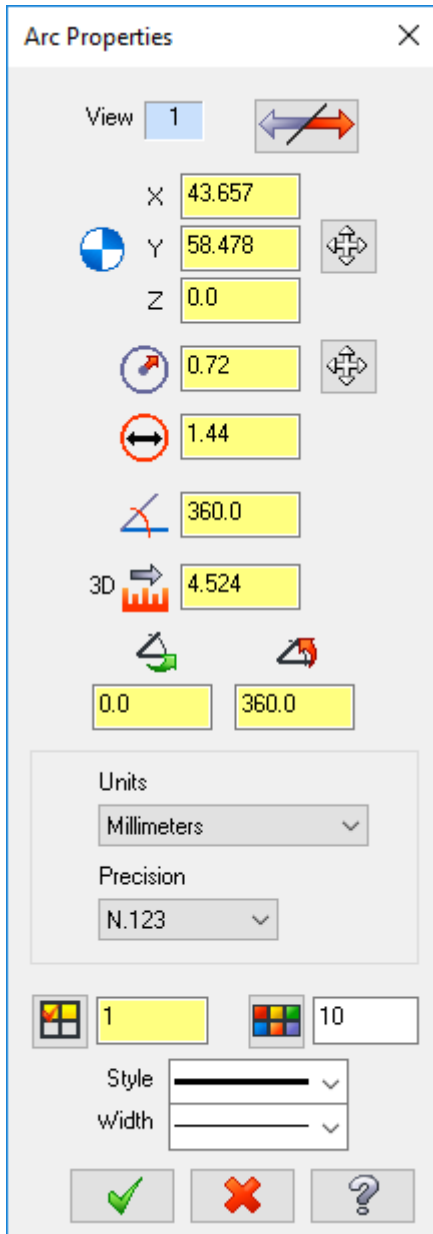
Stieples aploces izmēra analīze

Šī detaļa satur daudzus lokus ar dažādiem izmēriem un rādiusa vērtībām. Daži loki ir mazāki par 360 grādiem, citi ir pilnas aploces. Lai mainītu tikai aploces, kas paredzētas kā stieples aploces uz punkta elementiem, vispirms analizēsiet stieples aploces izmēru, lai atvieglotu aploču izvēli.

Darbības

1. Izvēlieties **Home, Analyze Entity**.

2. Novietojiet kursoru grafiskajā logā virs vienas mazās zaļās aploces. *Mastercam* izgaismo katru elementu, kad kursors ir virs tā, taču var būt grūti redzēt to, jo aploces ir mazas. Uzklikšķiniet, lai izvēlētos aploci.



3. *Mastercam* attēlo datus par analizēto loku. Pievērsiet uzmanību loka (aploces) izmēram. Tā rādiuss ir 0,72 mm.

Piezīme. Informācija var atšķirties no nākamā attēla. Šajā vingrinājumā svarīgs ir tikai rādiuss.

Stieples aploču ar 0,72 mm rādiusu aizvietošana ar punktu elementiem

Šajā detaļā visiem stieples caurumiem ir vienāds rādiuss. Veidosiet punktus, lai aizvietotu visus mazos lokus (aploces).

Darbības

1. Izvēlieties **Point Position, Point Small Arcs**. *Mastercam* piedāvā dažādus veidus, kā izvēlēties elementus (uz laukuma, tikai specifiskus elementus, visus elementus u. c.), kā arī tas ļauj atteikties no izvēlētā elementa.

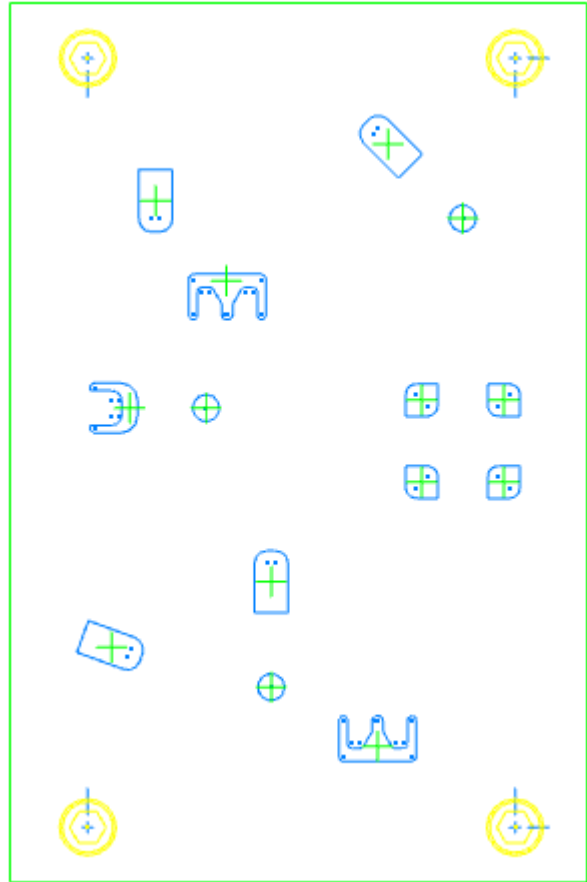
2. Dialoga logā ievadiet **0.72** kā **Maximum Radius**, iezīmējiet **Delete arcs**, apvelciet taisnstūri ap visām izgriežamajām kontūrām, nospiediet **[Enter]**. *Mastercam* izveidos punktus (ko apzīmēs krustiņš) mazo loku centru vietās uz detaļas.

3. Detaļai jāizskatās kā attēlā.

4. Izvēlieties **File, Save As**.

5. Ievadiet jauno nosaukumu **File name** laukā, lai nepārrakstītu oriģinālo failu.

6. Izvēlieties **Save**.



AUTOSAVE DARBA SAGLABĀŠANAI

Nākamais solis ir ģeometrijas virknēšana, bet pirms tās mācīsieties, kā lietot **AutoSave** īpašību, lai automātiski saglabātu detaļas regulārā laika intervālā. Detaļa tiks saglabāta citā failā. Tādējādi varēs paturēt iepriekšējo failu un nebūs nejaušs datu zudums, kā arī tas ļauj nolemt, kad tieši gribat saglabāt detaļu.

Darbības

1. Nospiediet **[Alt + A]**. Atveras **AutoSave** dialoga lauks.

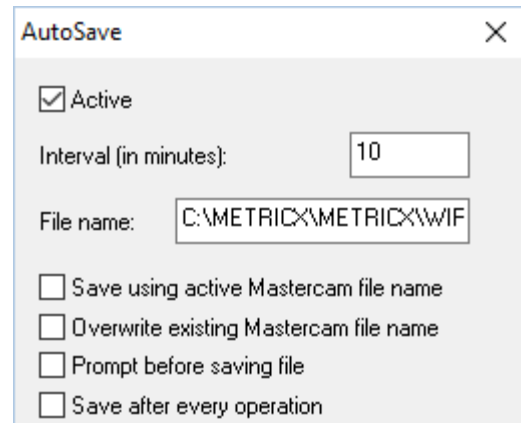
2. Izvēlieties **Active** iezīmju lauku, lai aktivizētu automātisku faila saglabāšanu.

3. Intervālam ievadiet **10**, lai failu automātiski saglabātu reizi desmit minūtēs.

4. Izvēlieties **Save using active Mastercam file name**, lai attīrītu šo iezīmju lauku. Šis iestatījums ļauj ievadīt citu faila nosaukumu automātiskai faila saglabāšanai. Ja tas ir iezīmēts, **AutoSave** lietos pašreizējo faila nosaukumu.

5. **File name** laukā rakstiet jauno faila nosaukumu kā *multicontour backup*.

6. Attīriet **Prompt before saving file** iezīmes lauku, lai **AutoSave** darbotos fonā. Kad tas ir iezīmēts, *Mastercam* katru reizi jautā, vai gribat nodzēst veco failu.



7. Izvēlieties . Katras 10 minūtes *Mastercam* saglabās darba mapes faila kopiju.

Padoms. Savu failu varat saglabāt jebkurā momentā un arī samazināt taustiņu spiešanu, izmantojot **[Alt + A]** un **[Enter]**.

ĢEOMETRIJAS VIRKNĒŠANA STIEPLES TRAJEKTORIJAI

Šajā vingrinājumā tiks ātri virknētas (savienotas) 14 kontūras tā, lai tās grieztu vienā operācijā. Tam izmantosiet loga virknēšanas variantu, kurš ļauj apvilkt logu ap visu ģeometriju, kuru gribat ietvert stieples trajektorijā. *Mastercam* virknē visas kontūras šī loga iekšpusē. Tas arī virknē punktus katras kontūras iekšpusē, kuri būs stieples un griezuma punkti kontūrai, un pārtrauc katru kontūru punktā perpendikulāri stieples punktam. (Atcerieties, ka tad, kad iepriekšējā praktiskajā darbā tika veidota vienas kontūras stieples trajektorija, kontūra tika pārtraukta rokas režīmā.)


Virknēšanas variantu iestatījums

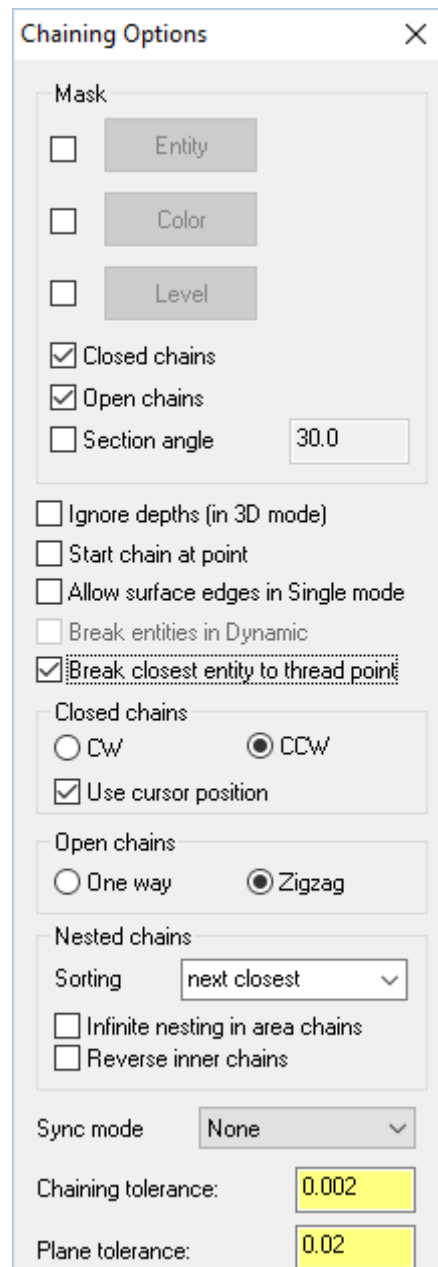
Darbības

1. Izvēlieties **Machine, Wire, Default**. Izvēlieties **Wirepath, Contour. Chaining** logā izvēlieties **Window, Options**.

Atveras **Chaining Options** dialoga lauks.

2. Izvēlieties **Color mask** un **Start chain at point** iezīmju laukus, lai, ja nepieciešams, attīrītu tos, un iezīmējiet **Break closest entity to thread point** iezīmes lauku. Tas automātiski pārtrauc vistuvākās kontūras elementu punktā, kas veidojas, velkot perpendikulāri no stieples punkta līdz šim kontūras elementam, un sāk kontūras virknēšanu. Tas ļauj stieplei ieiet un iziet no stieples trajektorijas perpendikulāri stieples trajektorijai, ko prasa daudzas stieples mašīnas, lai pareizi kompensētu stieples resnumu.

3. Pārlicinieties, ka atzīmētie varianti sakrīt ar iepriekšējo attēlu, un izvēlieties , lai atgrieztos **Chaining** izvēlnē.



Chaining Options

Mask

Entity

Color

Level

Closed chains

Open chains

Section angle 30.0

Ignore depths (in 3D mode)

Start chain at point

Allow surface edges in Single mode

Break entities in Dynamic

Break closest entity to thread point

Closed chains

CW CCW

Use cursor position

Open chains

One way Zigzag

Nested chains

Sorting next closest

Infinite nesting in area chains

Reverse inner chains

Sync mode None

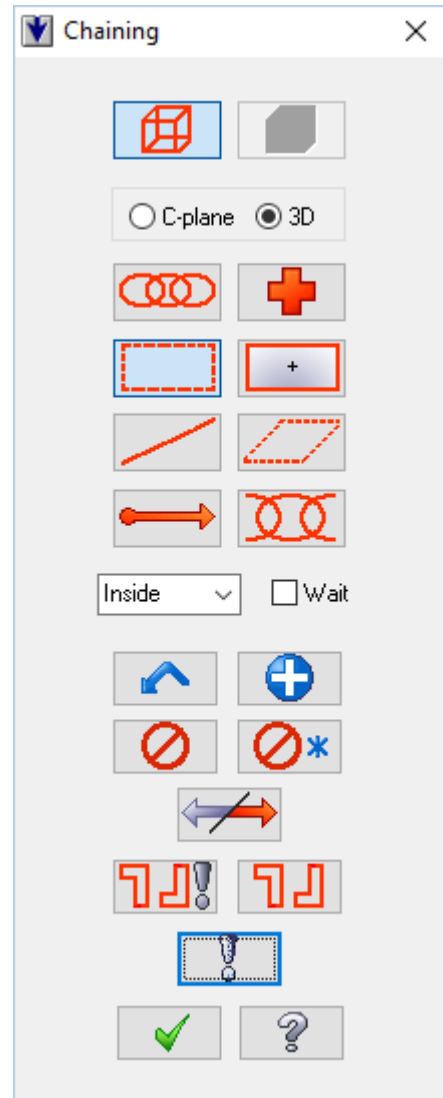
Chaining tolerance: 0.002

Plane tolerance: 0.02

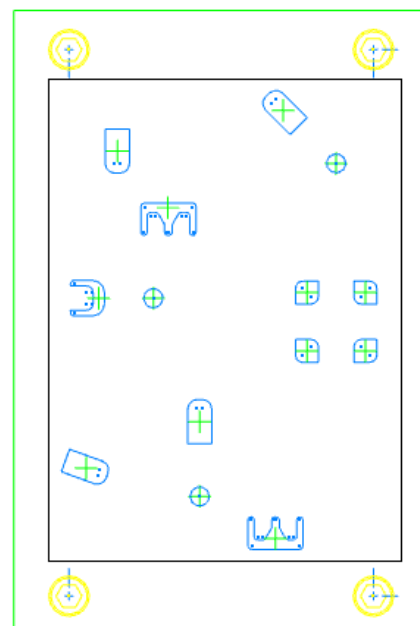
Ģeometrijas virknēšana

Darbības

1. Pārslēdziet **Window** un **Inside** izvēlnes variantus. Izvēlnes variantiem jāsakrīt ar nākamo attēlu.

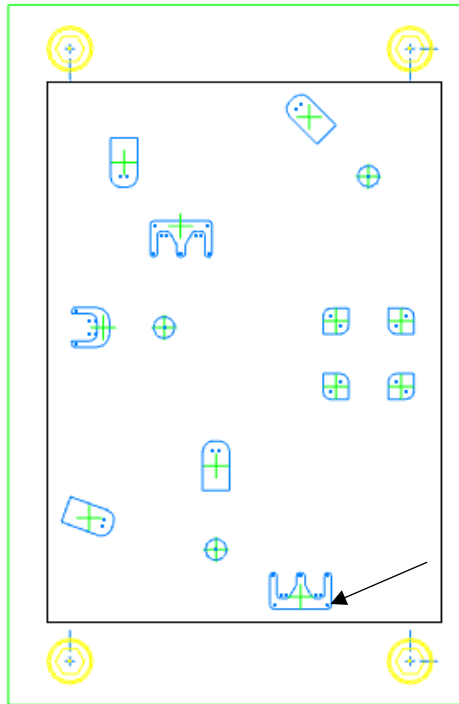


2. Apvelciet taisnstūri apkārt visām detaļas kontūrām (izņemot stiprināšanas caurumus), uzklikšķinot iedomāta taisnstūra pretējiem stūriem (piemēram, augšējam kreisajam un apakšējam labajam).



3. Uzaicinājuma lauks aicina ievadīt meklēšanas punktu, no kura *Mastercam* jāmeklē virknējamie elementi (**Sketch approximat start point**). Uzklīkšķiniet kaut kur uz zemākās visvairāk pa labi esošās kontūras (skatīt nākamo attēlu).

Piezīme. Pirmā izvēlētā kontūra kļūst par pirmo virkni, kas nosaka, kur *Mastercam* sāks vairāku kontūru stieples trajektoriju.



Mastercam izgaismo visas kontūras un punktus taisnstūra iekšienē.

4. Izvēlieties . Atveras **Wirepath - Contour** dialoga lauks.

STIEPLES TRAJEKTORIJAS PARAMETRU IESTATĪŠANA

Nākamie tiks iestatīti kontūras stieples trajektorijas parametri. Tie līdzīgi kā vienas kontūras parametri ietver jaudas iestatījumus, ieejas un izejas konfigurāciju, rupjo un gludo gājienu skaitu, izvirzījumus u. c. Parametri tiks piemēroti visām kontūrām operācijā.

Piezīme. Ja kontūras ir izvēlētas pareizi, pa labi zem **Chain Geometry** redzēsiet skaitli 14 (tas nozīmē, ka ir izvēlētas 14 kontūras ar to sākuma punktiem). Ja skaitlis ir cits, atkārtojiet izvēlēšanos.

Jaudas iestatījumu bibliotēkas izvēle

Darbības


1. Izvēlieties **Wire / Power** dialoga lappusi, tad pa labi **Power library** zonā izvēlieties **Open**. Atveras **Edit Library** logs.
2. Izvēlieties **Select Library**. Pārejiet uz `C:\...\\...\\Mcam19\\Wire\\Wire MM Power\\wire-mm.power`. Šī bibliotēka satur iestatījumus tērauda plāksnes griešanas gājienu.

3. Izvēlieties  divreiz.

Kontūras parametru iestatījumi

Darbības

1. Atveriet **Taper** dialoga lappusi. Izvēlieties **Taper** iezīmes lauku dialoga lappuses augšpusē.

2. Izvēlieties stilu “josla uz leju” (**land down**) , kas veidos slīpumu malām ārpus detaļas virzienā, sākot no joslas un pagarinot to līdz detaļas augšpusei.

3. Slīpumam **Initial taper** ievadiet **1.0** (grādos).

Piezīme. Virknes virziens pirmajai virknei vairāku kontūru stieples trajektorijā nosaka, vai slīpums vēršas pa kreisi vai pa labi, veidojot slīpumu uz ārpusi. Šajā detaļā virkņu virziens visām kontūrām ir pulksteņrādītāja virzienā (noklusējuma virziens noslēgtām virknēm ir iestatīts caur **Chaining Options** dialoga lauku; skatīt iepriekš). *Mastercam* iestata slīpumu pa labi. Šo iestatījumu var apiet, bet tas netiks darīts šajā vingrinājumā.

4. No iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Apply taper after pass** un ritiniet gājienu skaitu uz **2**.

5. Ievadiet **18** kā **Rapid height** un izvēlieties **Absolute**, lai apietu vienu collu biezo sagatavi un jebkuru iespīlēšanas ietaisi.

6. Ievadiet **15** kā **UV trim plane** un izvēlieties **Absolute**.

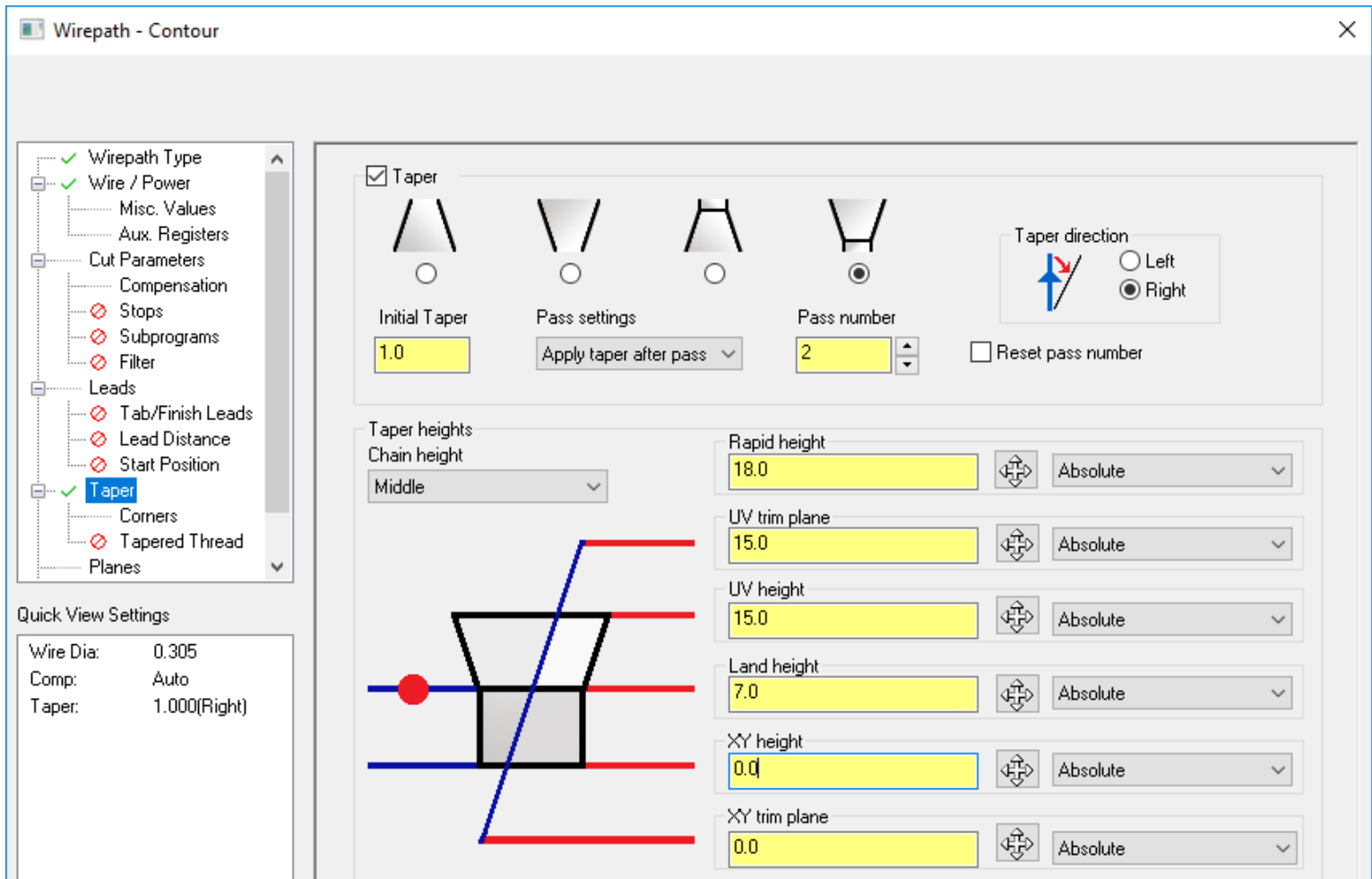
7. Ievadiet **15** kā **UV height** un izvēlieties **Absolute**, tas pārstāv sagataves augšu.

8. Ievadiet **7** kā **Land height** un izvēlieties **Absolute**.

9. Ievadiet **0.0** kā **XY height** un izvēlieties **Absolute**, tas pārstāv sagataves apakšu.

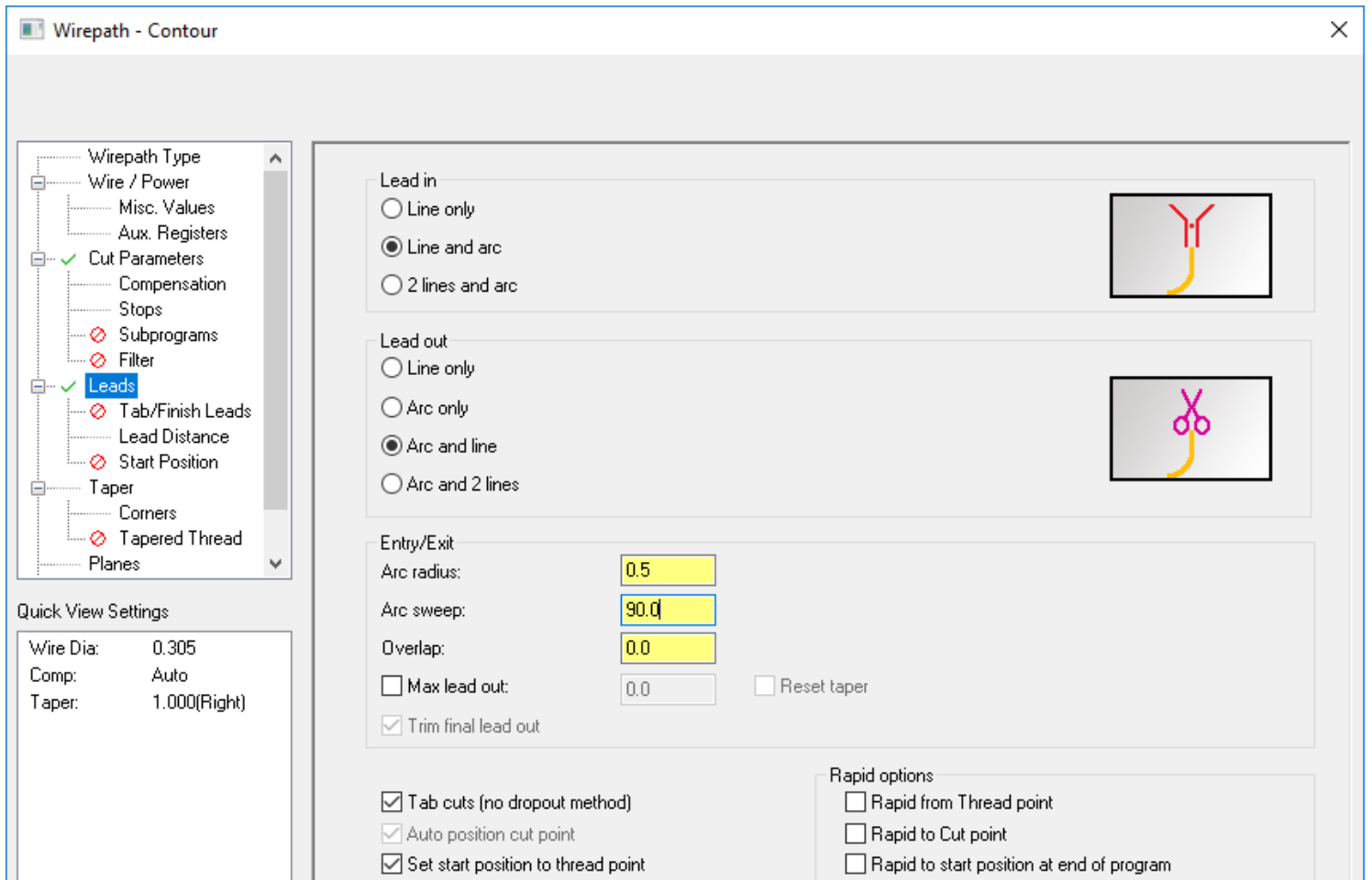
10. Ievadiet **0.0** kā **XY trim plane** un izvēlieties **Absolute**.

Pārliedzieties, ka **Wirepath - Contour** dialoga loga **Taper** lappuses pogu un skaitļu lauku vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.



leejas/izejas parametru iestatīšana

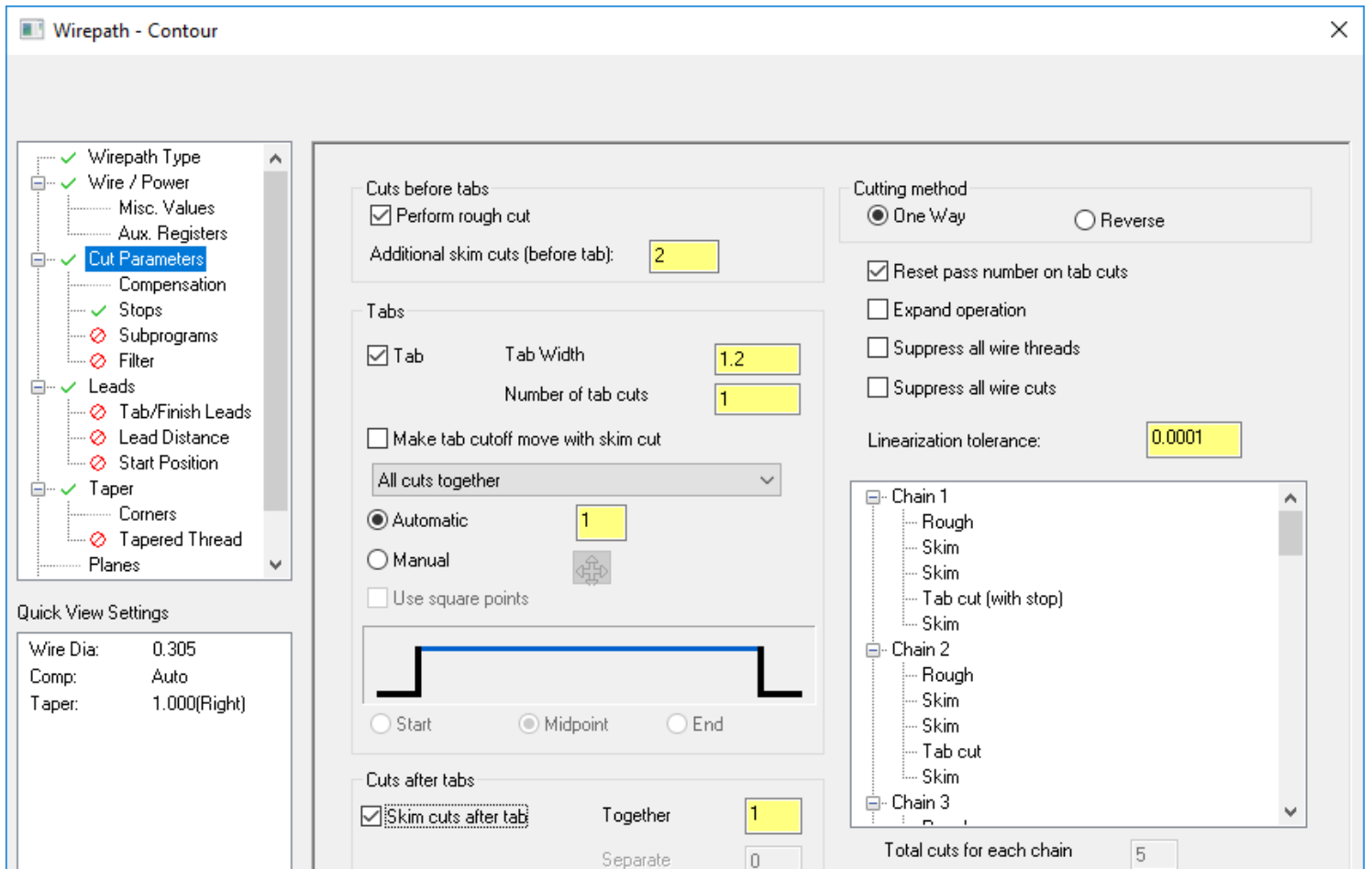
1. Izvēlieties **Leads** dialoga lappusi.
2. Izvēlieties **Line and arc** ieejai (**lead in**) un **Arc and line** izejai (**lead out**).
3. Ja nepieciešams, ievadiet **0.305** kā **Arc radius**. Lai izvairītos no kļūmes vadības sistēmā, kad kompensāciju piemēro vadības sistēma, šis rādītājs jānosaka lielāks par mazāko stieples diametru plus divkārtš papildu izgriezums. Pārliedzieties, ka vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.



Griešanas parametru iestatīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.
2. Pārlicinieties, ka **Perform rough cut** ir izvēlēts.
3. Ievadiet **2** kā **Additional skim cuts (before tab)**.
4. Izvēlieties **Tab**, lai to aktivizētu, un ievadiet **1.2** kā **Tab width**.
5. Izvēlieties **All cuts together** no iznirstošās izvēlnes. Tas programmēs *Mastercam*, lai izgrieztu visus gājienu vienai kontūrai pirms pārejas uz nākamo kontūru.
6. Izvēlieties **Skim cuts after tab** un **Together** laukā ievadiet **1**.
7. Atstājiet pārējiem iestatījumiem to noklusējuma vērtības. Pārlicinieties, ka **Cut Parameters** dialoga lauka vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.



Piezīme. **Cut Parameters** dialoga lappuses labajā apakšējā stūrī (skatīt iepriekšējo attēlu) *Mastercam* rāda sarakstu katrai virknei uz kontūras un tai ieprogrammētos griezumus. Tas arī rāda kopējo griešanas rezultātu katrai virknei. Jūs esat ieprogrammējuši katru virkni (kontūru) ar pieciem griezumumiem, un visi griezumi tiks veikti vienai virknei pirms pārejas uz nākamo. Šis saraksts ir tikai informācijai, un to nevar izmainīt. Lai mainītu secību un grupētu griezumus, mainiet parametrus, izvēloties attiecīgās lappuses pa kreisi.

8. Izvēlieties .

STIEPLES TRAJEKTORIJAS ZĪMĒŠANA

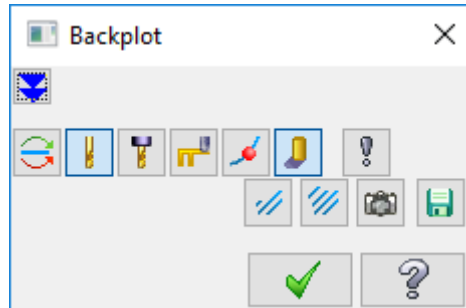
Iepriekšējā praktiskajā darbā jau apgūvāt, ka zīmēšana arī simulē stieples griešanas kustību. Bet zīmēšana var rādīt vairāk nekā tikai stieples ceļu. Tā var:

- zīmēt stieples trajektoriju kā stieplu režģi,
- simulēt griešanas operāciju trīs dimensijās, ieņojot virsmas; to sauc par **Verify** režīmu,
- saglabāt visu stieples trajektoriju kā ģeometriju, kas ļauj to izdrukāt uz papīra .

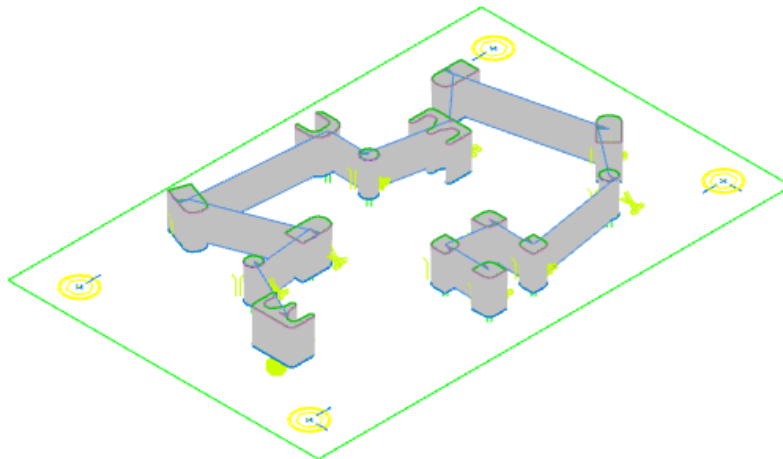
Zīmēšana ar ēnotām virsmām un stieplu režģa veidā

Darbības

1. Izvēlieties **Backplot selected operations**. Pārslēdziet **Backplot** izvēlnes variantus tā, lai tie sakristu ar nākamo attēlu.

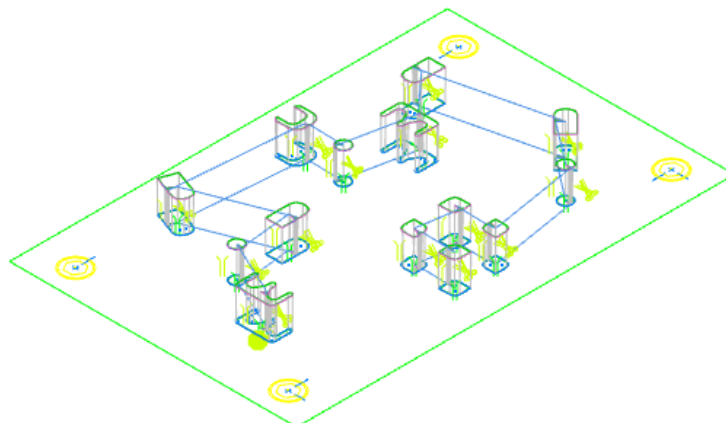


2. Izvēlieties **Play(R)**. *Mastercam* zīmē stieples trajektoriju ar ieņotām virsmām.



3. Uz **Backplot** izvēlnes pārslēdziet **Verify**, atkal izvēlieties **Play(R)**. *Mastercam* zīmē stieples trajektoriju ar stieplu režģa ģeometriju.

Piezīme. Kad **Verify** ir iestatīts aktīvs, stieples trajektorijas virsma ir ēnota. Kad **Verify** ir atslēgts, attēlots ir tikai stieplu režģis.



Zīmēšanas (backplot) attēla parametru maiņa

Lai vieglāk būtu saprast trajektorijas attēlu, var iestatīt **Backplot** attēla parametrus tā, lai katru gājienu attēlotu citā krāsā (**color loop**) un simulētu kompensāciju vadības sistēmā.

Darbības

1. No **Backplot** izvēlnes izvēlieties **Options** . Atveras **Backplot Options** dialoga lauks.

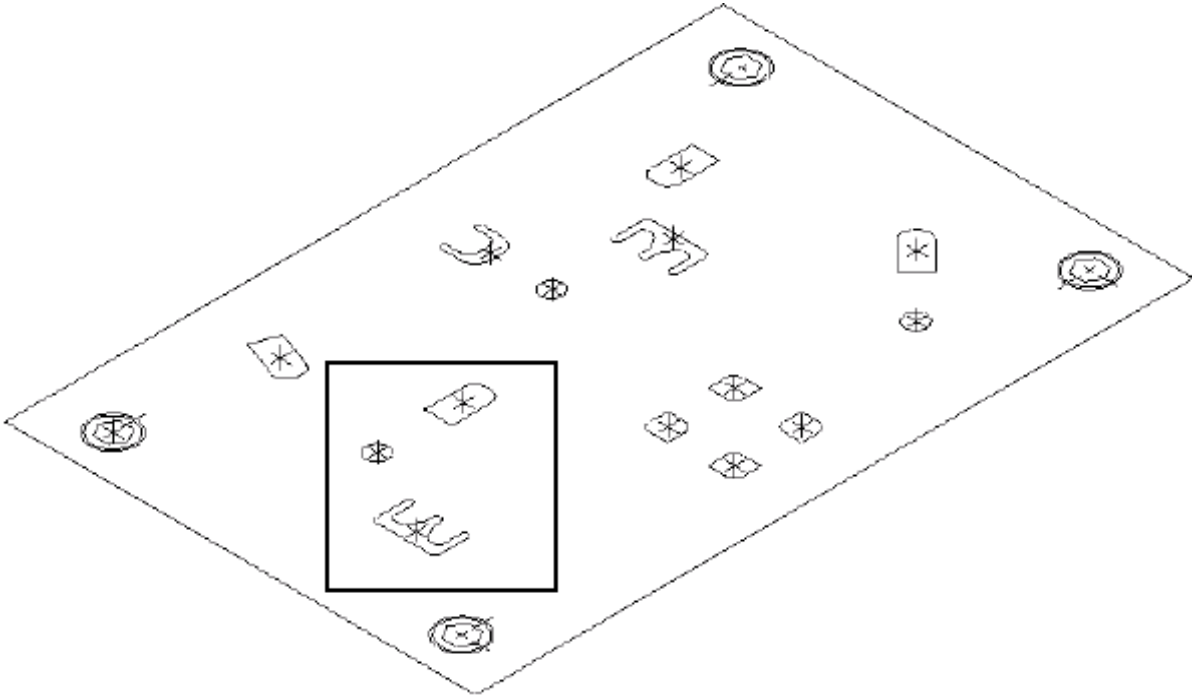
2. **Color Loop** iezīmju laukā izvēlieties **By pass**, kas katru gājienu attēlos citā krāsā.

3. Izvēlieties **Simulate Wire Compensation** iezīmju lauku, tas simulēs faktisko griešanas ceļu, ieskaitot nobīdi.

4. Izvēlieties .

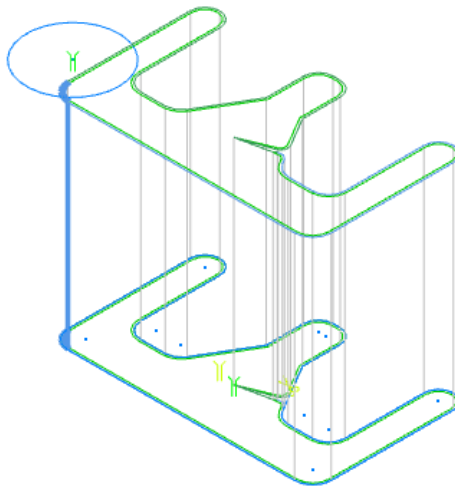
5. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Isometric**, tad **Fit**.

6. Nospiediet [**F1**] un apvelciet logu ap kontūrām (skatīt nākamo attēlu).



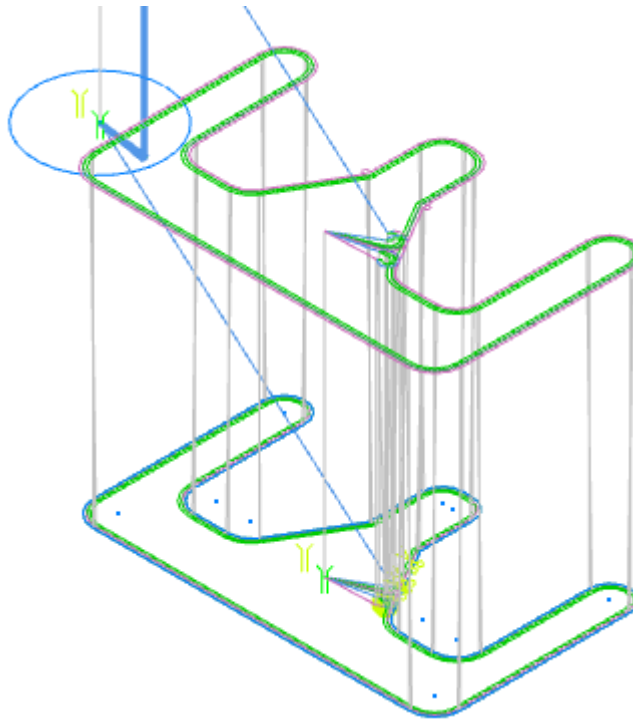
7. Pārslēdziet **Display tool**, lai atslēgtu stieples attēlojumu.

8. Nospiediet [**S**] atkārtoti, lai zīmētu soli pa solim. *Mastercam* ieiet pirmajā kontūrā un griež pirmo gājienu, simulējot to dažādās krāsās priekš **XY** un **UV** kontūrām.



9. Turpiniet spiest [**S**], lai turpinātu zīmēšanu. *Mastercam* simulē pārējos gājienus, veidojot slīpumu trešajā gājienā. Zīmēšanas beigās kontūrām jāizskatās kā nākamajā attēlā.


Padoms. No **Step** uz **Run** režīmu var pāriet jebkurā brīdī, nospiežot [**R**], savukārt, nospiežot [**Esc**], var apturēt zīmēšanu jebkurā brīdī.



Kompensācijas simulēšanas pārbaude

Kad stieples trajektorija tiek programmēta tā, ka vadības sistēma piemēro instrumenta (stieples) kompensāciju, zīmēšanai jāsimulē kompensācija.

Darbības

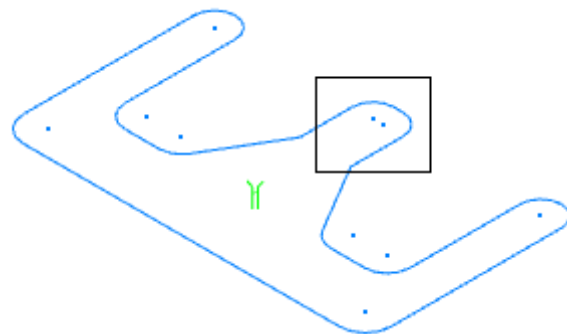
1. Ja nepieciešams, apturiet zīmēšanu jebkurā brīdī, nospiežot [**Esc**], tad izvēlieties .



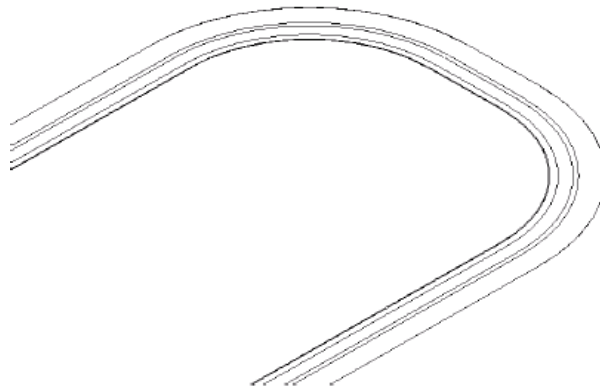
PADOMS

Lai apskatītu katru gājieni individuāli, atlaidiet klaviatūras taustiņu [**S**] gājiena beigās un turpiniet zīmēšanu, atkal nospiežot [**S**].

2. Palieliniet skatu uz laukumu (skatīt nākamo attēlu).



3. Izvēlieties **Play(R)**. Zīmēšana griežņa kompensāciju vadības sistēmā rāda kā pelēku taisni blakus trajektorijai.



4. Izvēlieties **Display Tool** un attīriet **Simulate Wire Compensation** iezīmju lauku. Dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

Backplot Options
✕

General Settings

Step mode

Fast steps/sec:

Endpoints
 Interpolate

Step increment:

Cleanup screen on

Each pass
 Each operation

UV Motion

Display UV motion
 Display XY-UV connectors

Fit Wirepath
 Show wire comp vectors
 Simulate Wire Compensation

Appearance

Wire

Color

Wire Guide

Plain Color

Shaded Material

Opacity

Active

Color Loop

By pass By operation

XY Motion

Rapid

Linear feed

CW Arc feed

CCW Arc feed

UV Motion

Linear feed

CW Arc feed

CCW Arc feed

Offset path

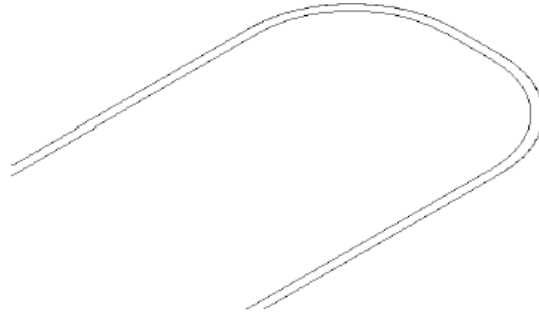
Color

Comp Vectors

Color

5. Izvēlieties .


6. Izvēlieties **Play(R)**, lai zīmētu stieples trajektoriju. Ekrānam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

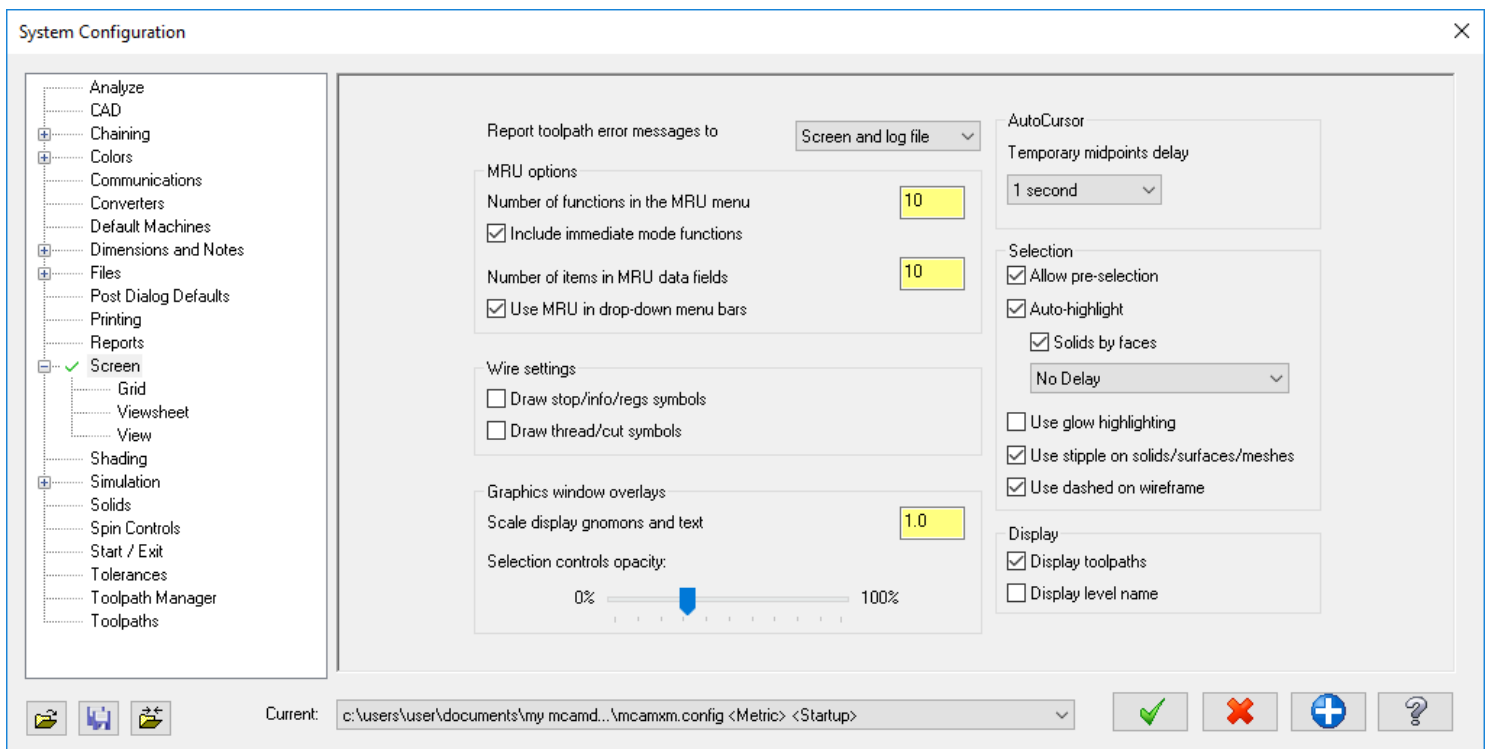


Simbolu attēla atslēgšana

Lai labāk saprastu attēlu, iespējams atslēgt pieturvietas, reģistra, stieples un griezuma simbolus.

Darbības

1. Ja nepieciešams, apturiet zīmēšanu, nospiežot **[Esc]**, tad izvēlieties .
2. Izvēlieties **File, Configuration**. Atveras **System Configuration** dialoga lauks.

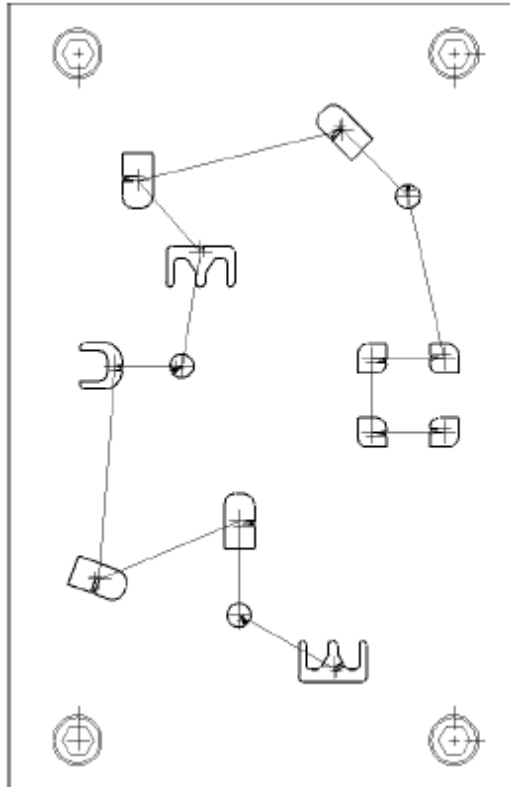


3. Izvēlieties **Screen** dialoga lappusi un attīriet **Draw stop/info/regs symbols** un **Draw thread/cut symbols** iezīmju laukus. Tas vienkāršo zīmēšanas attēlu, novācot šos simbolus.

4. Izvēlieties , bet šīs izmaiņas nesaglabājat konfigurācijas failā (tās būs aktīvas tikai šajā darba sesijā).

5. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Top** skatu, tad izvēlieties **Fit** no peles labā taustiņa izvēlnes.

6. Izvēlieties **Play(R)**. Pievērsiet uzmanību, ka stieples trajektorijas simboli vairs neparādās.

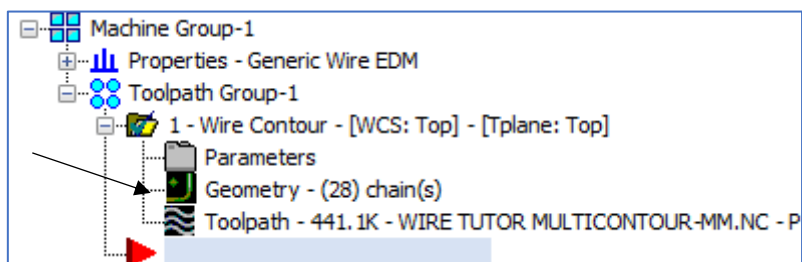


KONTŪRAS GRIEŠANAS SECĪBAS MAIŅA

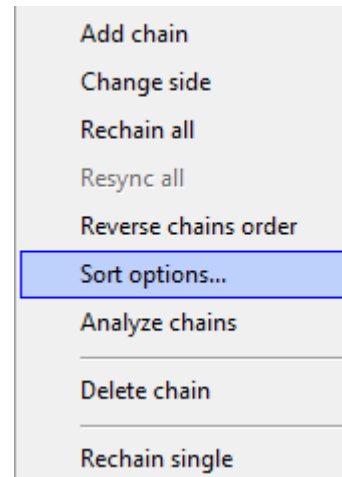
Mastercam asociativitātes īpašība ļauj mainīt stieples trajektoriju bez atkārtotas programmēšanas. Šajā vingrinājumā tiks mainīta kontūru griešanas secība.

Darbības

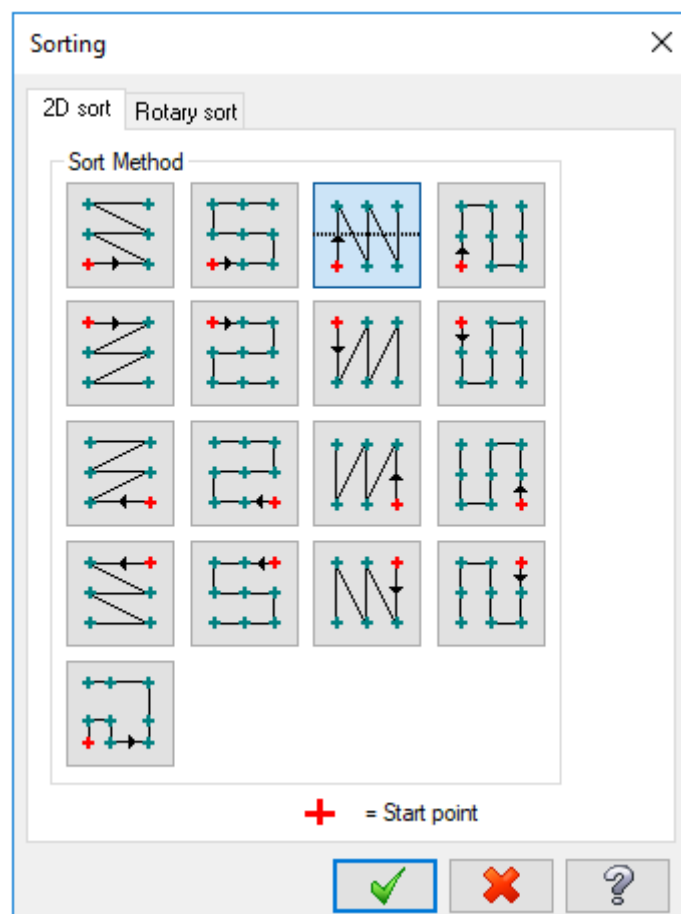
1. Pārvietojieties uz operāciju pārvaldnieku.
2. Operāciju sarakstā uzklikšķiniet uz **Geometry** ikonas.



3. Atveras **Chain Manager**. Uzklikšķiniet labo peles pogu baltajā virkņu saraksta laukā, izvēlieties **Sort options** variantu no izvēlnes.



4. Parādās **Sorting** dialoga lauks. Izvēlieties **2D sort** metodi (Y+ X+) (skatīt nākamo attēlu).

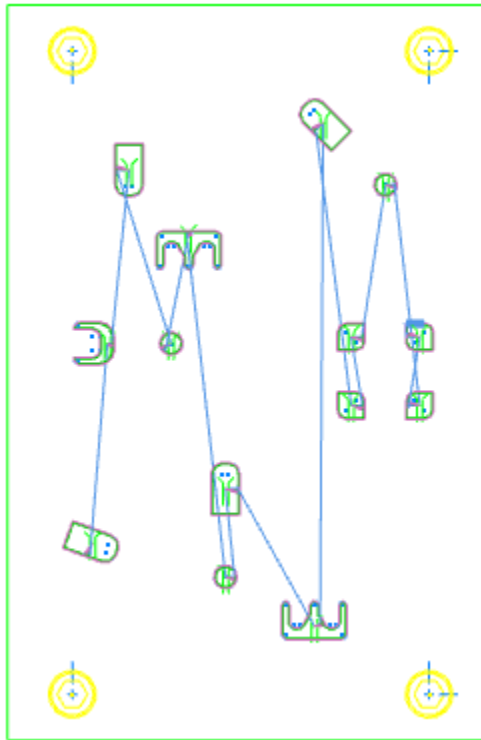


5. Izvēlieties , lai aizvērtu **Sorting** dialoga lauku.

6. Izvēlieties , lai aizvērtu **Chain Manager** un atgrieztos operāciju pārvaldniekā. Tas iezīmē operāciju reģenerēšanai. Stieples trajektorijas, kuras iezīmētas ar reģenerēšanas simbolu, dažreiz sauc arī par **dirty**.

7. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai, izmantojot jauno secību, reģenerētu stieples trajektoriju. *Mastercam* reģenerē un parāda stieples trajektoriju.

8. Izvēlieties **Backplot** un **Play(R)**, lai redzētu reģenerēto stieples trajektoriju un jauno griešanas secību.



35. PRAKTISKAIS DARBS – STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA BEZ SERDES

Darba mērķis	Apgūt elektroerozijas operāciju bez materiāla izkrišanas programmēšanu.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Konfigurācijas faila iepriekšēja izvēle. ▪ Detaļas virknēšana stieples trajektorijai bez serdes. ▪ Parametru iestatīšana stieples trajektorijai bez serdes. ▪ Defektu atrašana un korekcija, atgriezumu minimizēšana. ▪ Stieples jaudas iestatījumu bibliotēkas izmaiņa.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot izgriešanas operāciju bez atdalītā materiāla gabala izkrišanas.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests21.emcam</i> izgriezt pilnu profilu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

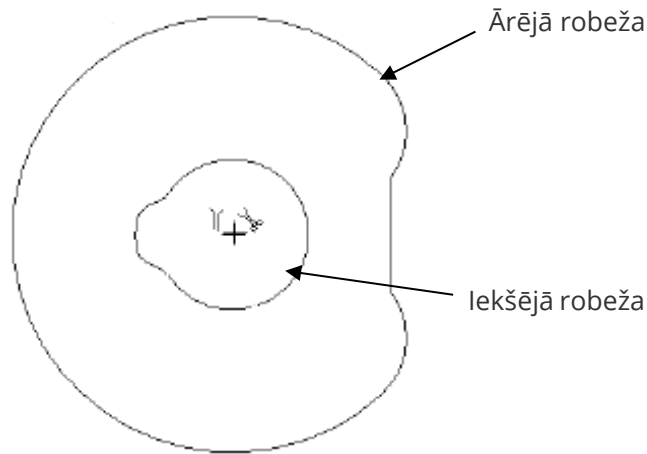
Pārbaudi sevi

Kā atšķiras kontūras un tilpuma izgriešanas trajektorijas?

DARBA GAITA

33. praktiskajā darbā apgūvāt kontūras stieples trajektorijas, kuras griež detaļas robežu. 34. praktiskajā darbā redzējāt, ka *Mastercam* palīdz vienkāršot programmēšanu, ļaujot kombinēt vairāku kontūru stieples trajektorijas vienā operācijā ar vienu parametru kopu. Šajā nodaļā apskatīsi stieples trajektoriju, kura izgriezīs atveri materiālā, robežas iekšpusē izvācot visu materiālu un neveidojot materiāla atgriezumus. Šāda stieples trajektorija tipiski sākas no iepriekš izurbta cauruma materiālā un zigzaga vai spirāles veidā virzās uz ārpusi, kamēr viss materiāls savirknētās ģeometrijas iekšienē ir izvākts.

Mastercam piedāvā vairākus dažādus stieples trajektorijas bez serdes modeļus, lai pielāgotos dažāda veida ģeometrijai. Stieples trajektoriju bez serdes var noteikt ar iekšējo vai ārējo robežu, un iekšējā robeža var veidot saliņu bezserdes laukuma iekšpusē. Ir svarīgi saprast, ka saliņa pārstāv materiālu, kas ir novākts atsevišķā apstrādes operācijā. Parasti tas ir eksistējošs tukšums, bet ne saglabājams materiāls. Šī iemesla dēļ stieples trajektorija bez serdes var iet pāri šim laukumam, kas citām stieples trajektorijām vai mašīnas griežņa ceļam tiktu uzskatīts par kļūdu.




KONFIGURĀCIJAS FAILA IEPRIEKŠĒJA IZVĒLE

Konfigurācijas fails satur daudzu *Mastercam* iestatījumu noklusējuma vērtības, ieskaitot izdalīto atmiņu, pielaidi, failu novietojumu un ekrāna iestatījumus. Sākot darbu, *Mastercam* izvēlas vienu no diviem standarta failiem kā konfigurācijas failu – vai nu collu mērvienībām, vai metriskajām. Iespējams arī pašam noteikt specifisku konfigurācijas failu.

Kad tiek noteikts specifisks konfigurācijas fails, tas ir aktīvs, kad sākas *Mastercam*, un tas vada konfigurācijas iestatījumus. Lai to panāktu, jāizmaina komanda *Mastercam* palaišanai.

Darbības

1. Izvēlieties **File, Configuration**. Aktīvais konfigurācijas fails ir *mcamxm.config*, un tāds tas būs katru reizi, kad sāksiet *Mastercam*.

2. Izvēlieties , lai aizvērtu dialoga lauku.

Padoms. Izvēlieties konfigurācijas failu no **Current** iznirstošās izvēlnes, aktīvo konfigurācijas failu var mainīt jebkurā laikā.

DETAĻAS VIRKNĒŠANA STIEPLES TRAJEKTORIJAI BEZ SERDES

Šajā vingrinājumā tiks programmēta stieples trajektorija bez serdes, lai iegūtu gala apstrādes kontūras operāciju, kuru *Mastercam* automātiski ģenerēs bez atkārtotas ģeometrijas virknēšanas.

Detalās faila atvēršana

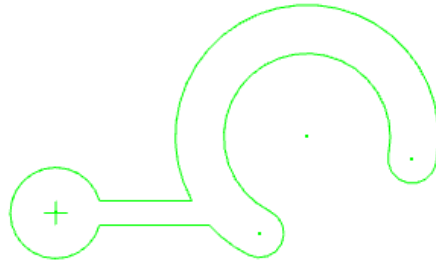
Darbības

1. Izvēlieties **File, Open**.

2. Pārvietojieties uz mapi ar metriskajām mērcību detaļām.

3. Savā darba mapē izvēlieties *el_eroz_bez_serdes.emcam*, tad izvēlieties **Open**.

Mastercam atver detaļu grafiskajā logā.



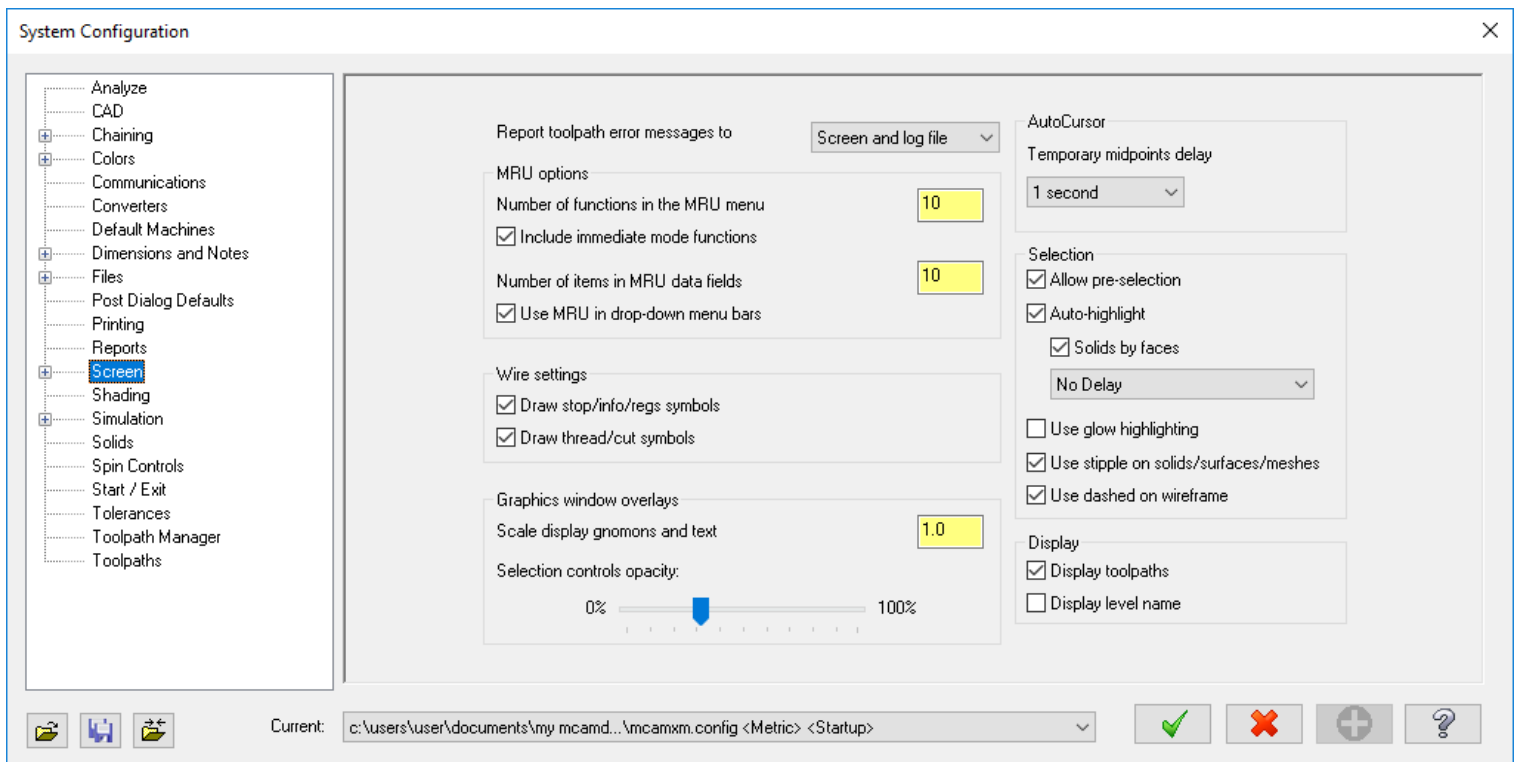
Stieples trajektorijas attēlojuma vadīšana

Pirms ģeometriju virknēšanas nepieciešams iestatīt dažas sistēmas konfigurācijas vērtības stieples trajektorijas attēlojuma vadīšanai.

Darbības

1. Izvēlieties **File, Configuration** un **Screen** dialoga lappusi.
2. Izvēlieties **Draw stop/info/regs symbols** un **Draw thread/cut symbols** iezīmju laukus, lai aktivizētu tos.

3. Izvēlieties .



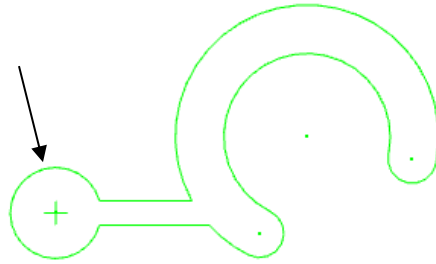
4. Izvēlieties **Yes**, lai saglabātu iestatījumus konfigurācijas failā.

Ģeometrijas virknēšana

Darbības

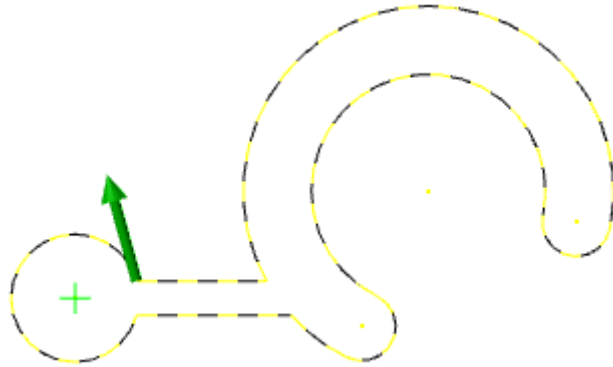
1. Izvēlieties **Machine, Wire, Default**. Izvēlieties **Wirepaths, No core**. Parādās **Chaining** izvēlne.

2. Izvēlieties kontūru centra punkta tuvumā (skatīt nākamo attēlu).

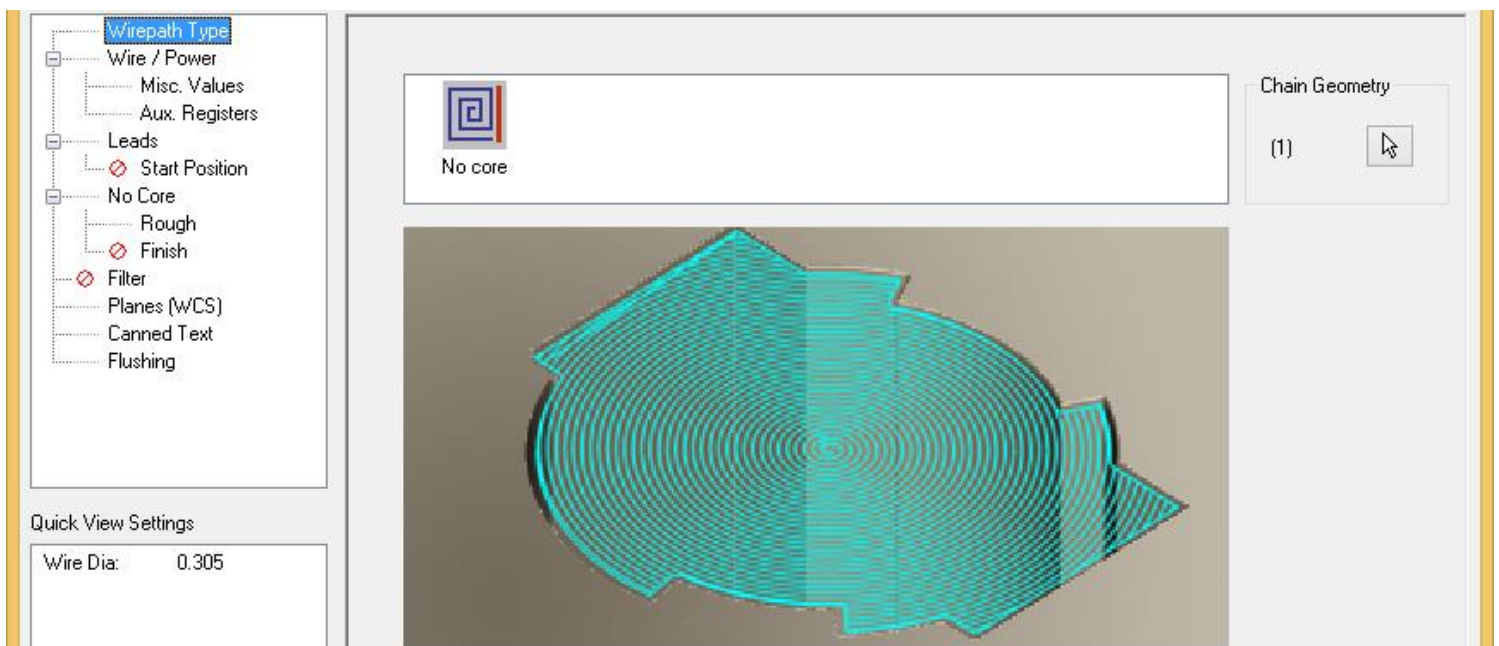


Piezīme. Kad tiek programmēta stieples trajektorija bez serdes, lai iegūtu automātiski ģenerētu gala apstrādes kontūru, kā tiks darīts šajā vingrinājumā, robežas virkne ir jāizvēlas punktā tuvu stieples un griezuma punktiem, jo gala apstrādes kontūra sāksies šajā punktā. Ja netiek programmēta automātiski ģenerēta beigu kontūra, tad robežu virkni bez serdes var izvēlēties jebkurā vietā.

Mastercam izgaismo visu kontūru, norāda virknes virzienu un ļauj izvēlēties otro robežu. Otrā robeža šajā operācijā netiks virknēta.



3. Izvēlieties  uz **Chaining** loga. Atveras **Wirepath - No Core** dialoga lauks ar ieēnotu **Wirepath Type**.



PARAMETRU IESTATĪŠANA STIEPLES TRAJEKTORIJAI BEZ SERDES

Šajā vingrinājumā tiks programmēta stieples trajektorija bez serdes stieples ievietošanai un griešanai no iepriekš izurbta cauruma, vajadzēs no tās iziet pa rādiusu un automātiski ģenerēt gala kontūru.

Stieples parametru iestatījumi

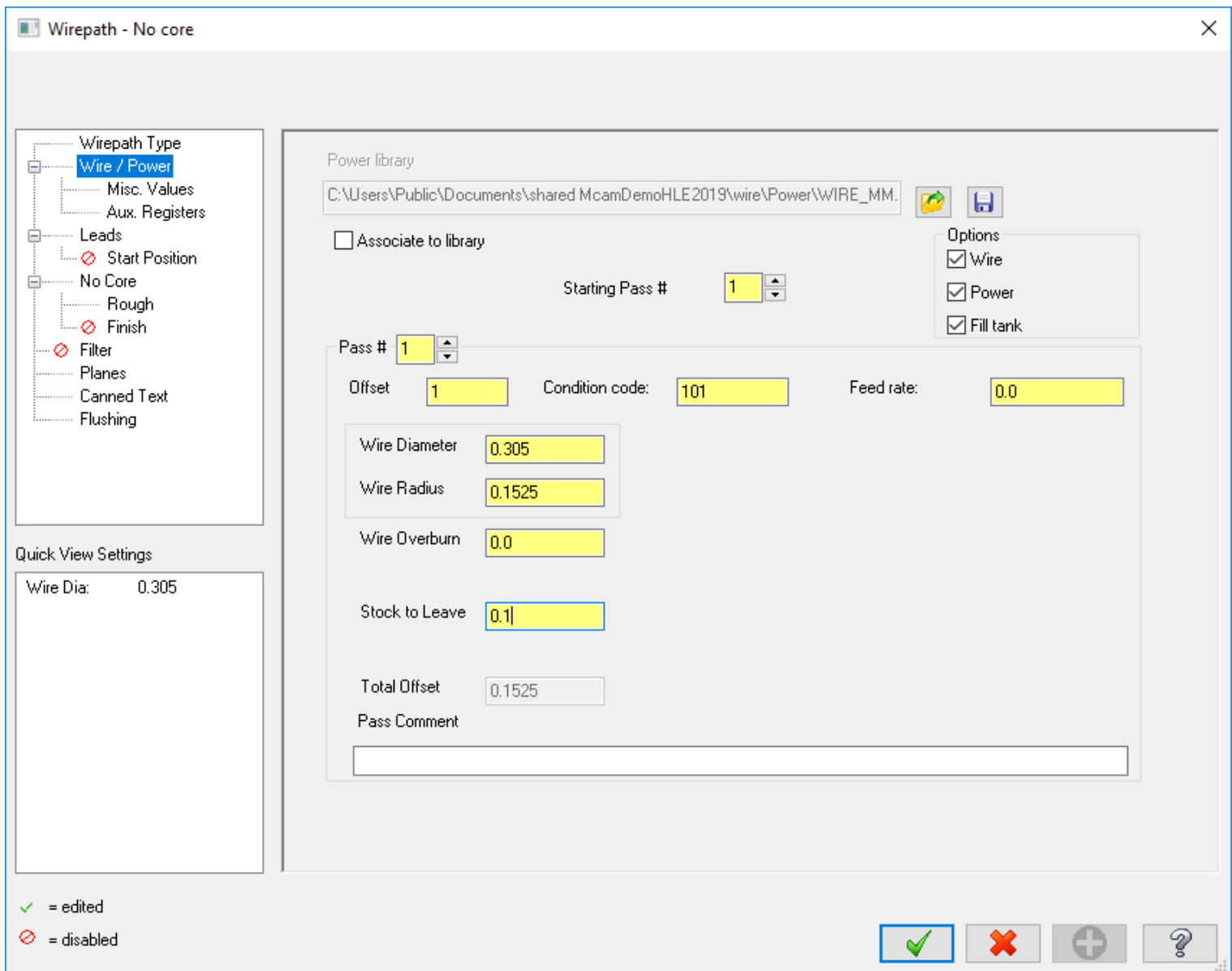
Darbības

1. Izvēlieties **Wire / Power** dialoga lappusi un **Associate to library** izvēlni, lai attīrītu iezīmju lauku. Stieples parametri kļūst pieejami rediģēšanai.

2. Ievadiet **0.1** kā **Stock to Leave**. Šis iestatījums atstās neredzamas sagataves materiāla pēc bez serdes operācijas, ko noņemt beigu **skim** kontūras operācijā.

Piezīme. Šīs maiņas attiecas tikai uz šo detaļu. Ja gribat veikt izmaiņas jaudas iestatījumu bibliotēkā, kas pieejamas citai detaļai, jāizvēlas **Save library**. Šajā vingrinājumā izmaiņas netiek saglabātas.

Wire / Power dialoga lappusei jāizskatās kā nākamajā attēlā.



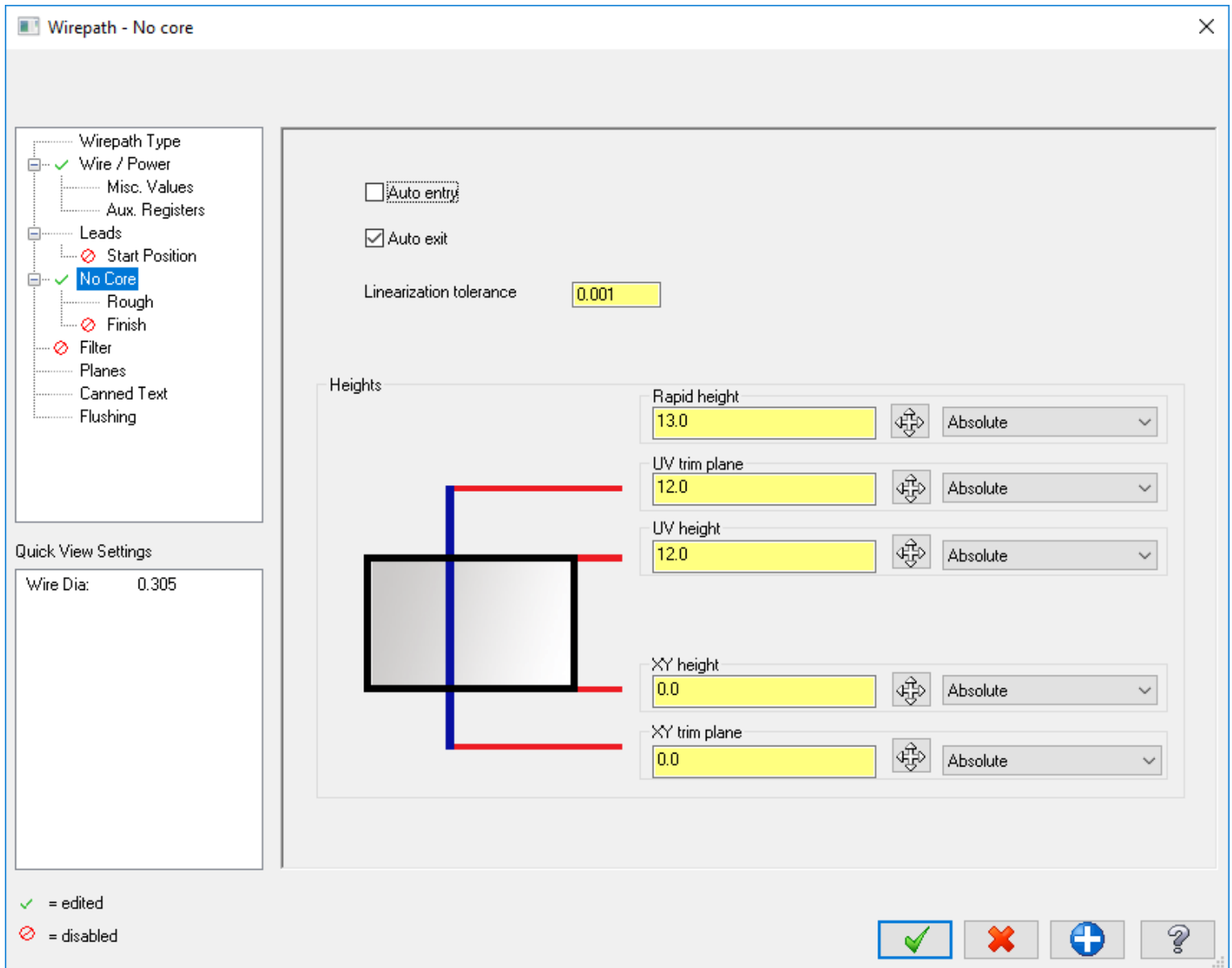
Bez serdes parametru iestatījumi

Darbības

1. Izvēlieties **No Core** dialoga lappusi.
2. Ievadiet **13** kā **Rapid height** un izvēlieties **Absolute**, lai apietu sagatavi un visas iespīlēšanas ierīces ātrajā gājienā.
3. Ievadiet **12** kā **UV trim plane** un izvēlieties **Absolute**, tas noteiks augšējo stieples vadotni.
4. Ievadiet **12** kā **UV height** un izvēlieties **Absolute**, tas apzīmē sagataves biezumu.
5. Ievadiet **0.0** kā **XY height** un izvēlieties **Absolute**, tas apzīmē sagataves apakšu.
6. Ievadiet **0.0** kā **XY trim plane** un izvēlieties **Absolute**, tas noteiks augšējo stieples vadotni.
7. Pārliedzieties, ka dialoga laukā augšā pa kreisi **Auto entry** nav izvēlēts.
8. Pārliedzieties, ka **Auto exit** ir izvēlēts, tas liek *Mastercam* izvadīt stiepli griezumā punktā.

Piezīme. Ja atīrāt **Auto entry** un **Auto exit** iezīmju laukus, *Mastercam* aprēķina sākuma un izejas punktus stieples trajektorijai bez serdes, un tie var būt atšķirīgi no stieples un griezuma punktiem.

Wirepath - No Core dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

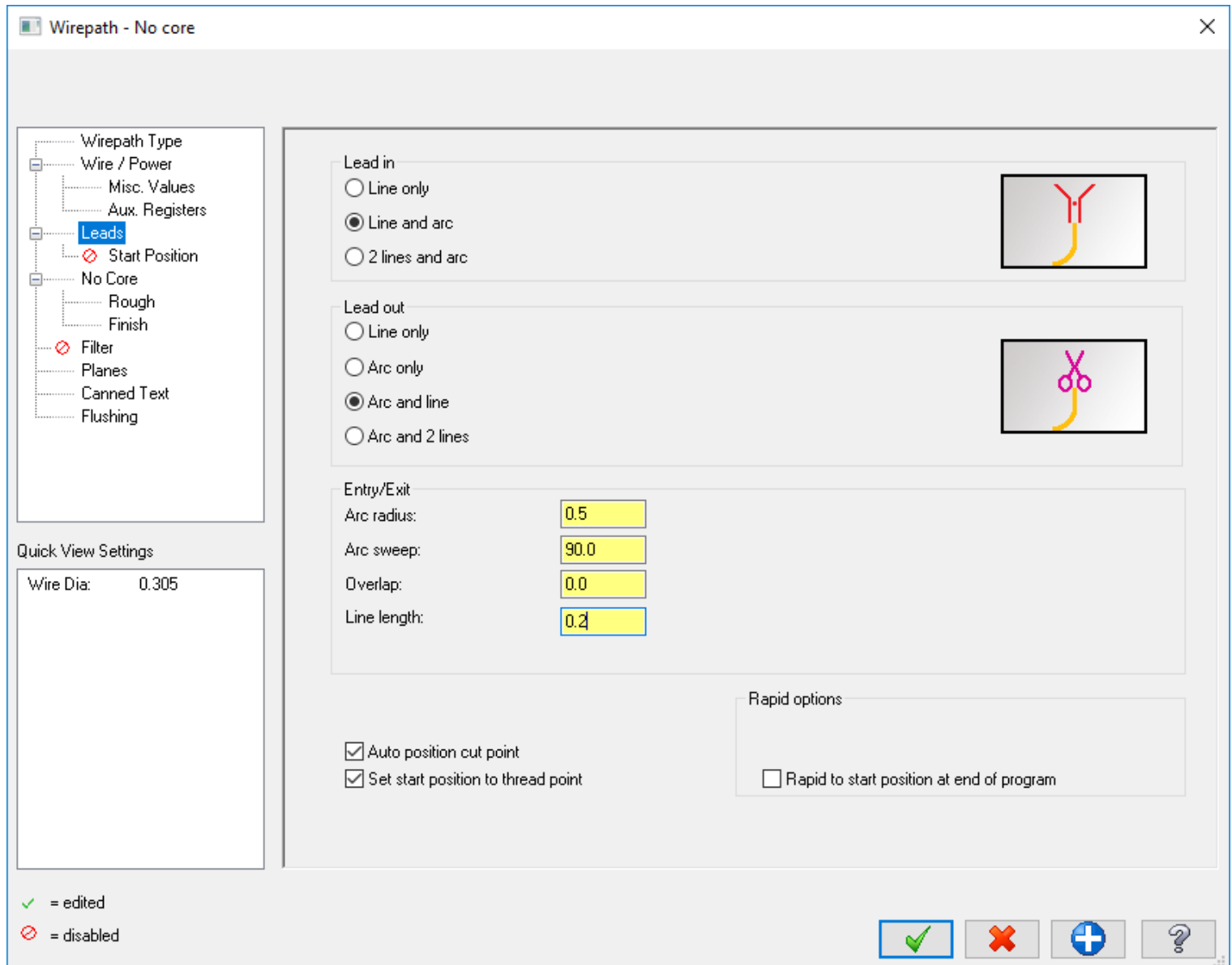


Ieejas/izejas parametru iestatījumi

Darbības

1. Izvēlieties **Leads** dialoga lappusi. Pievērsiet uzmanību, ka šeit nav iestatījumu izvīrējumu ieejai un izejai, jo stieples trajektorijas bez serdes nelieto izvīrējumus.
2. Zem **Lead in** izvēlieties **Line and arc**.
3. Zem **Lead out** izvēlieties **Arc and line**.
4. Izvēlieties **Auto position cut point**, lai aktivizētu to. Tas ļauj *Mastercam* noteikt vislabāko griezuma punktu kontūrai. Šajā operācijā *Mastercam* izmanto iepriekš noteiktu griešanas punktu, jo **Wirepath - No core** dialoga laukā izvēlējāties **Auto exit**.

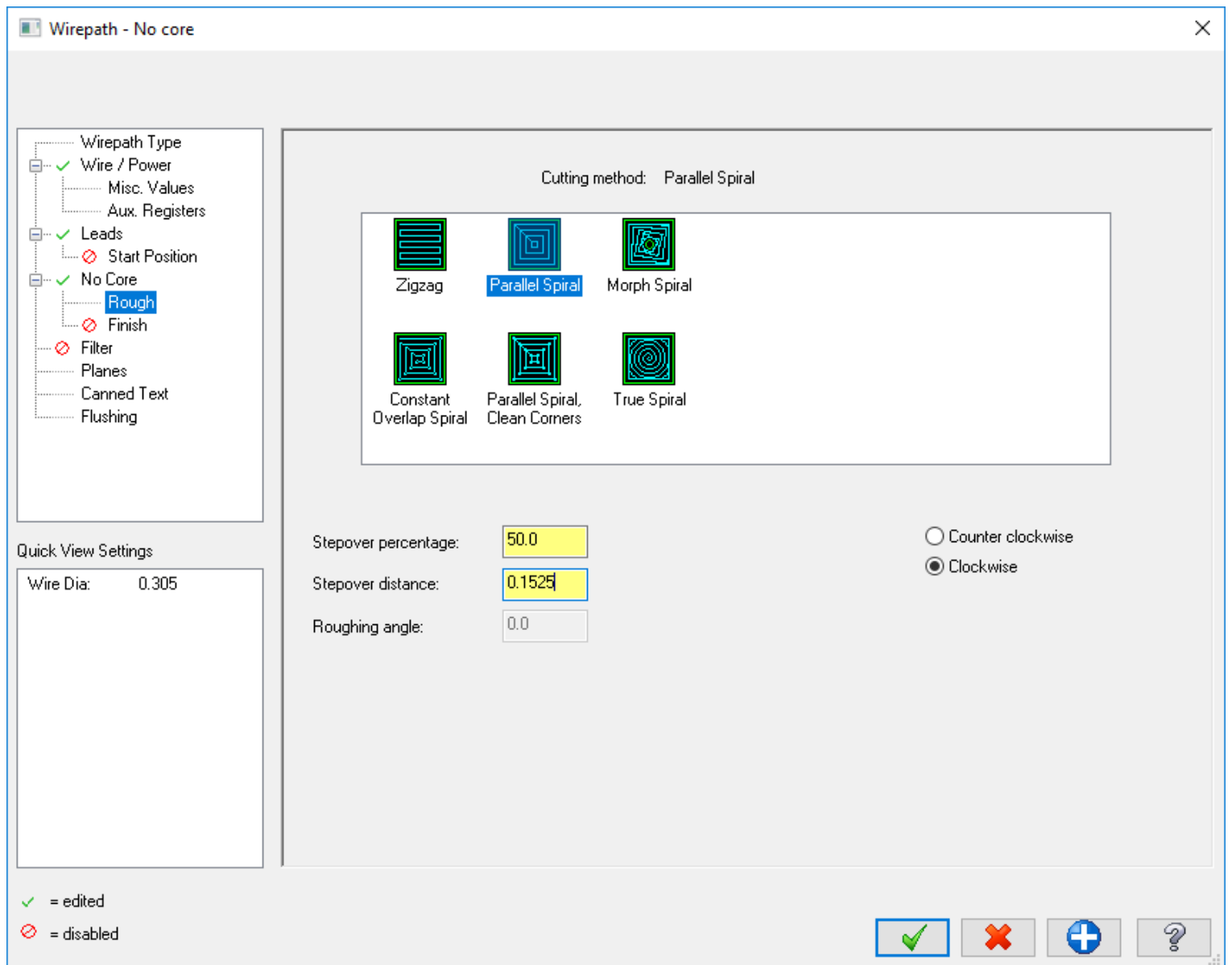
5. Atlikušajiem iestatījumiem izmantojiet noklusējuma vērtības. Dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Rupjās/gludās apstrādes parametru iestatījumi

Darbības

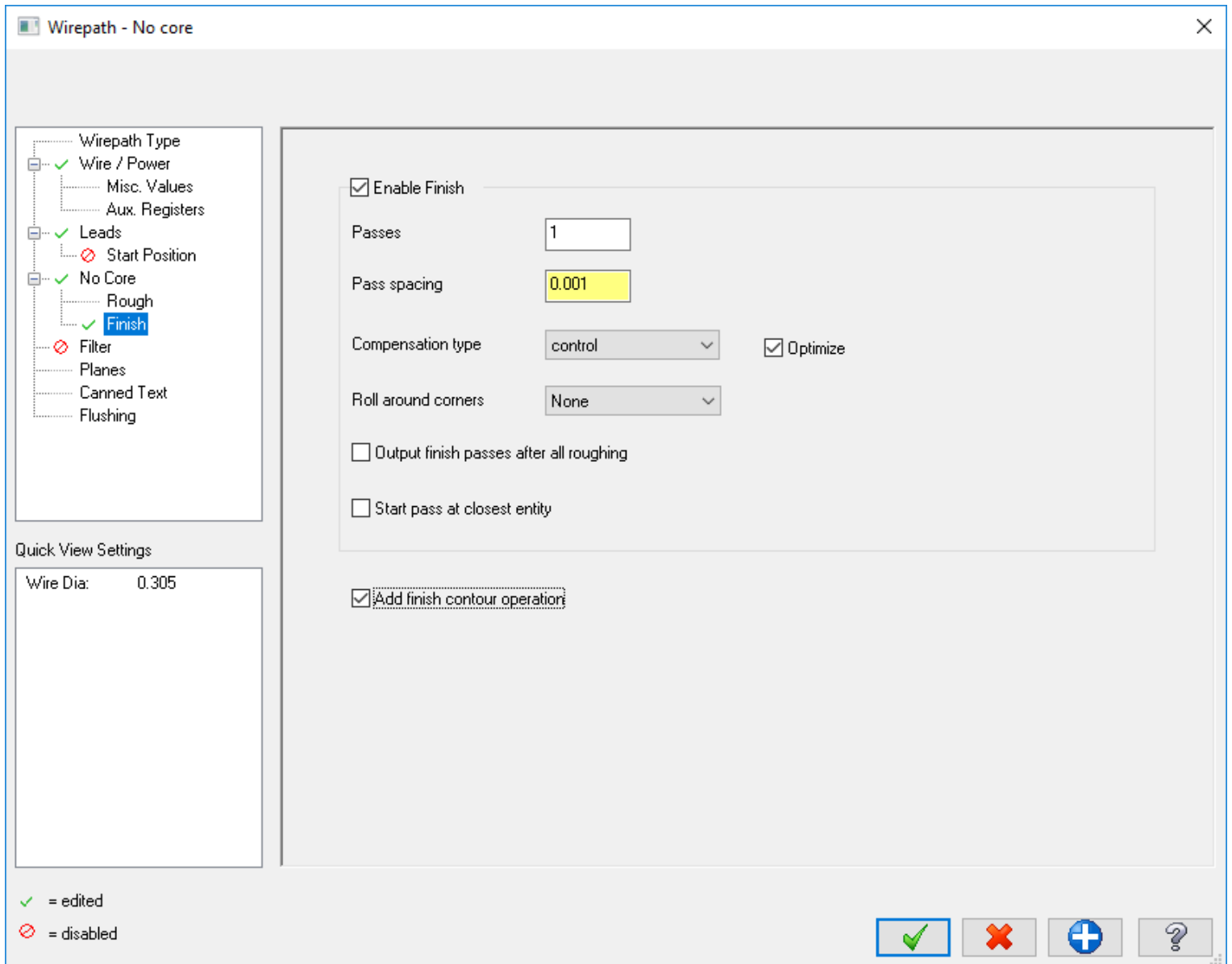
1. Izvēlieties **Rough** dialoga lappusi. Šis dialoga lauks satur parametrus, kas vada griešanas metodi un beigu griezumus stieples trajektorijai bez serdes.
2. Izvēlieties **Parallel Spiral** griešanas metodes ikonu, kas robežas iekšpusē griezīs padziļinājumus pa spirāli uz āru, nobīdot katru gājienu par norādīta soļa lielumu.
3. Ievadiet **50** kā **Stepover percentage**, lai nerastos atgriezumi.
4. **Rough** dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



5. Izvēlieties **Finish** dialoga lappusi.

6. Pārliecinieties, ka **Optimize** iezīmju lauks ir izvēlēts. (Par šo variantu vairāk būs nākamajā vingrinājumā "Defektu atrašana un korekcija".)

7. Izvēlieties **Add finish contour operation**, lai automātiski pievienotu beigu gājienu kā atsevišķu operāciju.



Piezīme. *Mastercam* var pievienot automātiski ģenerētu beigu kontūras operāciju tikai tad, ja vispirms ir noteikta stieples trajektorija bez serdes. To nevar automātiski ģenerēt vēlāk; iezīmju lauks nebūs pieejams.

8. Izvēlieties .

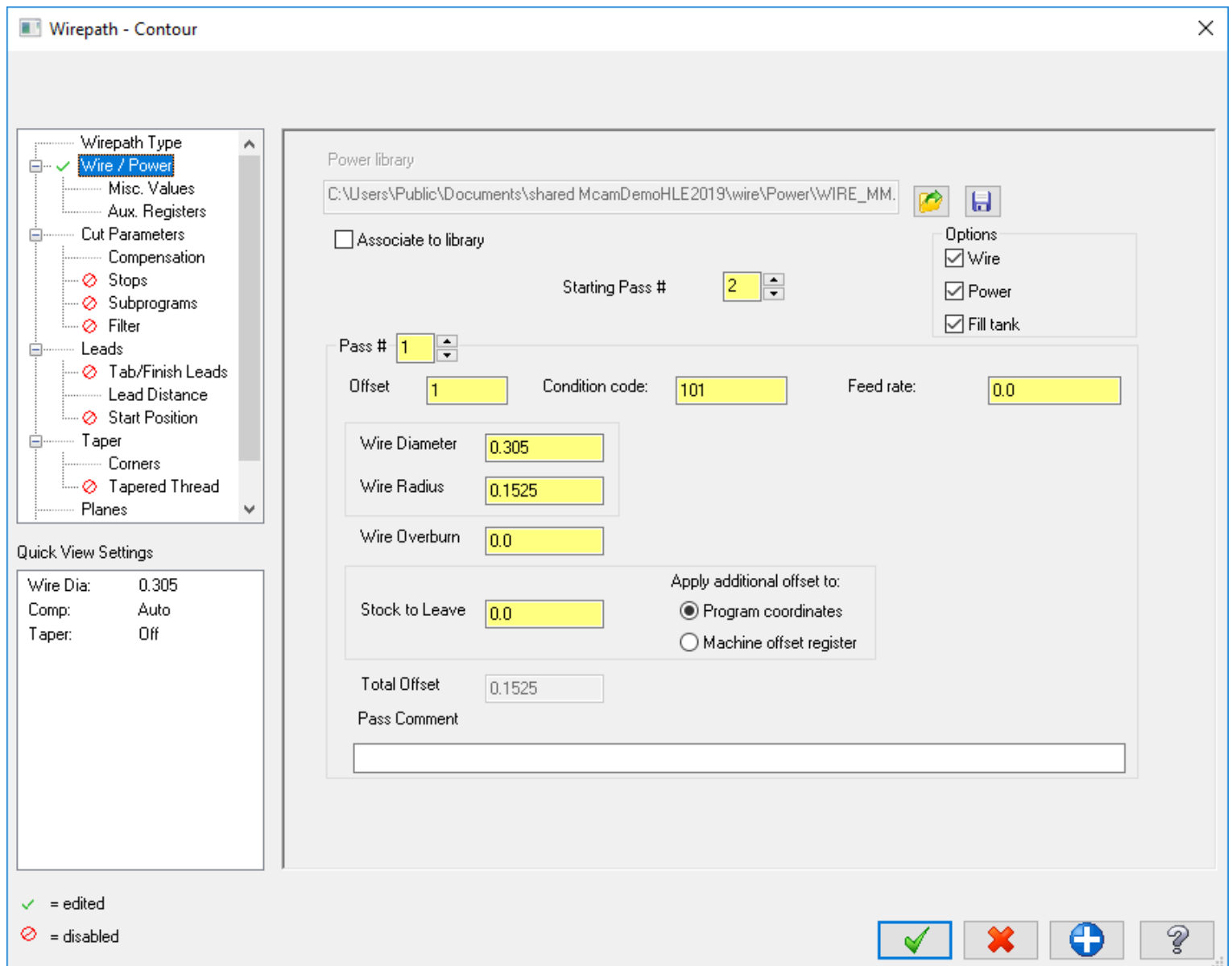
Beigu kontūras stieples trajektorijas parametru iestatījumi

Automātiski ģenerēta beigu kontūra ir atsevišķa kontūras stieples trajektorija, kurai var būt atšķirīgi parametri, un tā operāciju pārvaldniekā ir norādīta kā atsevišķa operācija. Atveras šīs operācijas **Parameters** sadaļa.

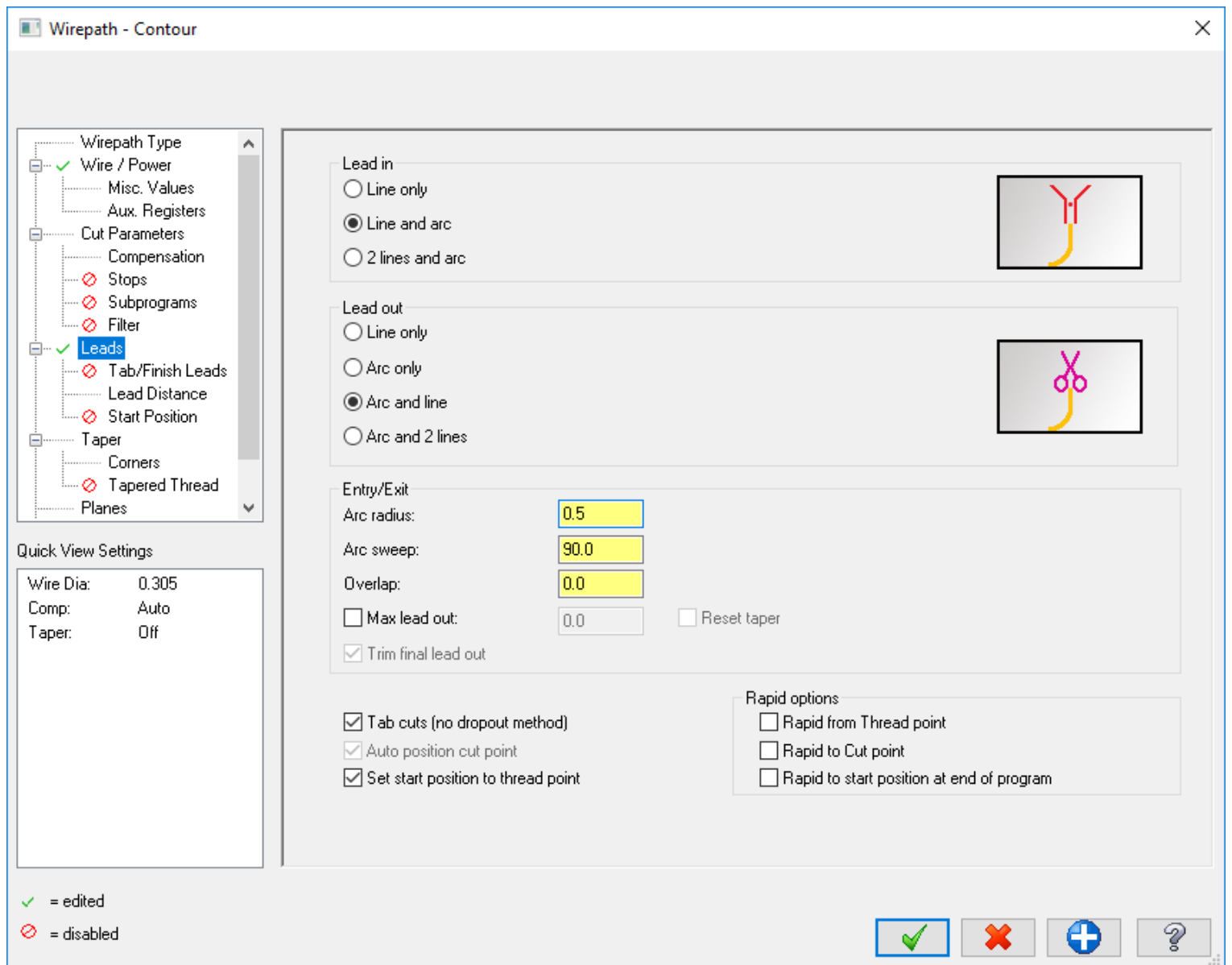
Darbības

1. Atveriet **Wire / Power** dialoga lappusi.
2. Tā kā šī ir beigu operācija, kas sastāv no viena gājiena, zemākos jaudas iestatījumus programmēsiet, piemērojot **skim** griezumam. Lai to darītu, ievadiet **2** kā **Starting Pass #**.

3. *Mastercam* automātiski ievieto vērtības no operācijas bez serdes. Pārējiem parametriem izmantojiet noklusējuma vērtības. Dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

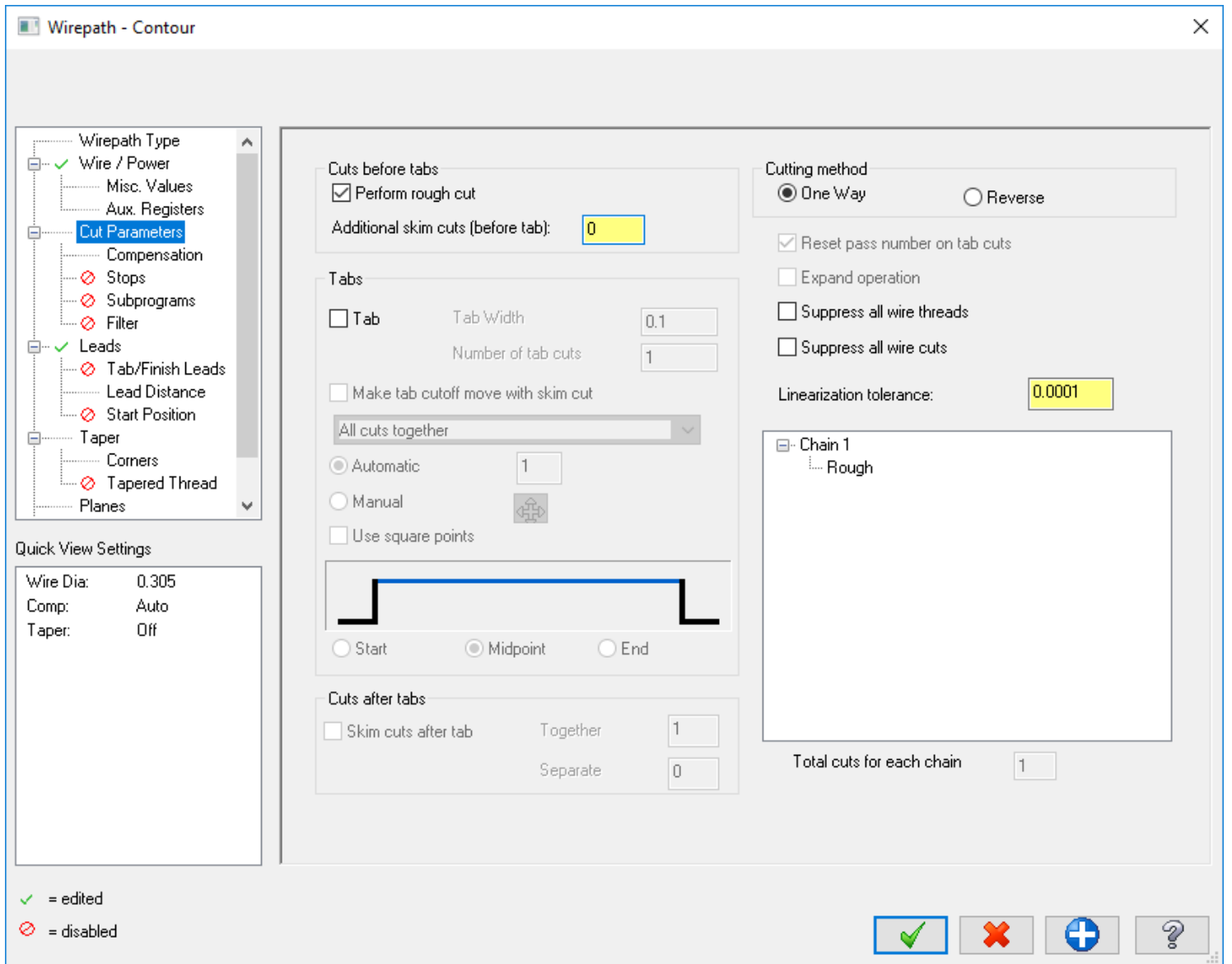


4. Izvēlieties **Leads** dialoga lappusi, pie **Lead in** izvēlieties **Line and arc** un pie **Lead out – Arc and line**. Dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā. Veiciet nepieciešamās korekcijas.

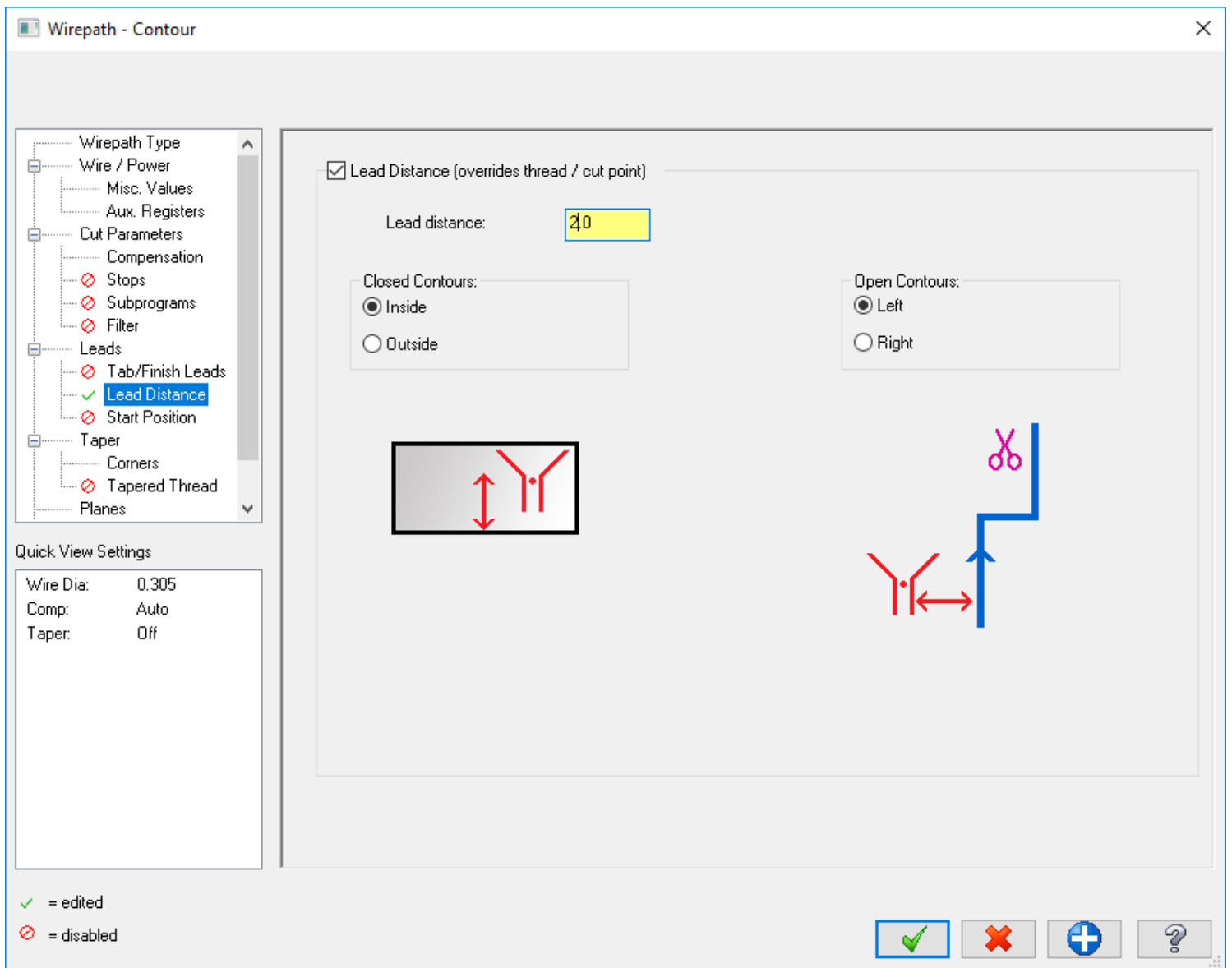


5. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.

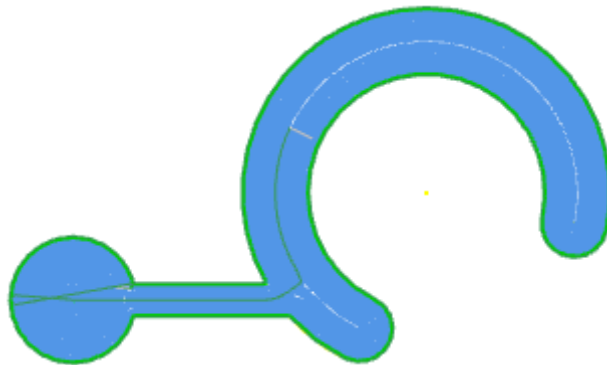
6. Jābūt izvēlētam **Perform rough cut** iezīmju laukam. Atsauciet atmiņā, ka to iestatījāt kontūras operācijā, lai sāktu ar 2. gājienu (**Pass 2**), jo tas neizmanto rupjā griezuma jaudas iestatījumus. Šeit tagad jābūt operācijai, kas satur tikai vienu rupjo griezumu, kā parādīts nākamajā attēlā.



7. Izvēlieties **Lead Distance** dialoga lappusi. Izvēlieties **Lead Distance (overrides thread / cut point)** un **Lead Distance** laukā ievadiet **2.0**.



8. Izvēlieties . Mastercam attēlo stieples trajektoriju.



9. Saglabājiet savu failu. Pārliecinieties, ka lietojat citu nosaukumu.

Piezīme. AutoSave ([Alt + A]) lietošana ir ātrākais veids, kā saglabāt failu automātiski.

DEFEKTU ATRAŠANA UN KOREKCIJA

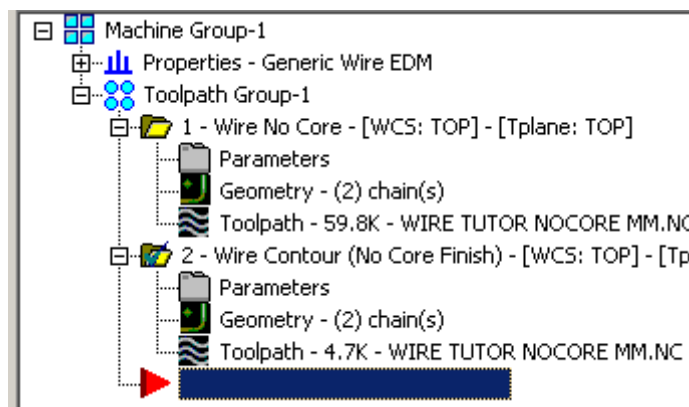
Mastercam ļauj viegli pārbaudīt un minimizēt materiāla atgriezumus, kuri var izkrist no detaļas. Izmantojiet **Backplot** funkciju ar aktīvu **Verify** variantu, lai attēlotu stieples trajektoriju bez serdes tā, ka var redzēt atgriezumus. **Rough/Finish** lappusēs **Optimize path** īpašība pārbauda un pieregulē stieples trajektoriju, lai izslēgtu materiāla izkrišanu. Šī īpašība ir aktīva pēc noklusējuma, un tai vairumā gadījumu jābūt aktīvai. Šajā vingrinājumā tā tiks deaktivizēta, lai izpētītu šo funkciju.

Piezīme. **Optimize** īpašību nevar izmantot **Morph** vai **True Spiral** stieples trajektorijām.

Stieples trajektorijas zīmēšana


Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā redzamas divas operācijas – bez serdes (**Wire No Core**) operācija un **Wire Contour (No Core Finish)** kontūras operācija.
2. Izvēlieties **Wire No Core** operāciju, tad – **Backplot**.



3. Parādās **Backplot** izvēlne. Ieslēdziet **Quick Verify**. Nospiediet un turiet **[S]**, lai soli pa solim zīmētu trajektoriju, vērojot atgriezumu rašanos, kuriem jāparādās kā melniem posmiem uz pelēkās stieples trajektorijas. Nākamais attēls ilustrē zīmēšanu un rāda, ka atgriezumi neveidojas.

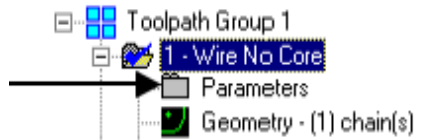


4. Izvēlieties , kad zīmēšana ir pabeigta.

Stieples trajektorijas bez optimizācijas apskate

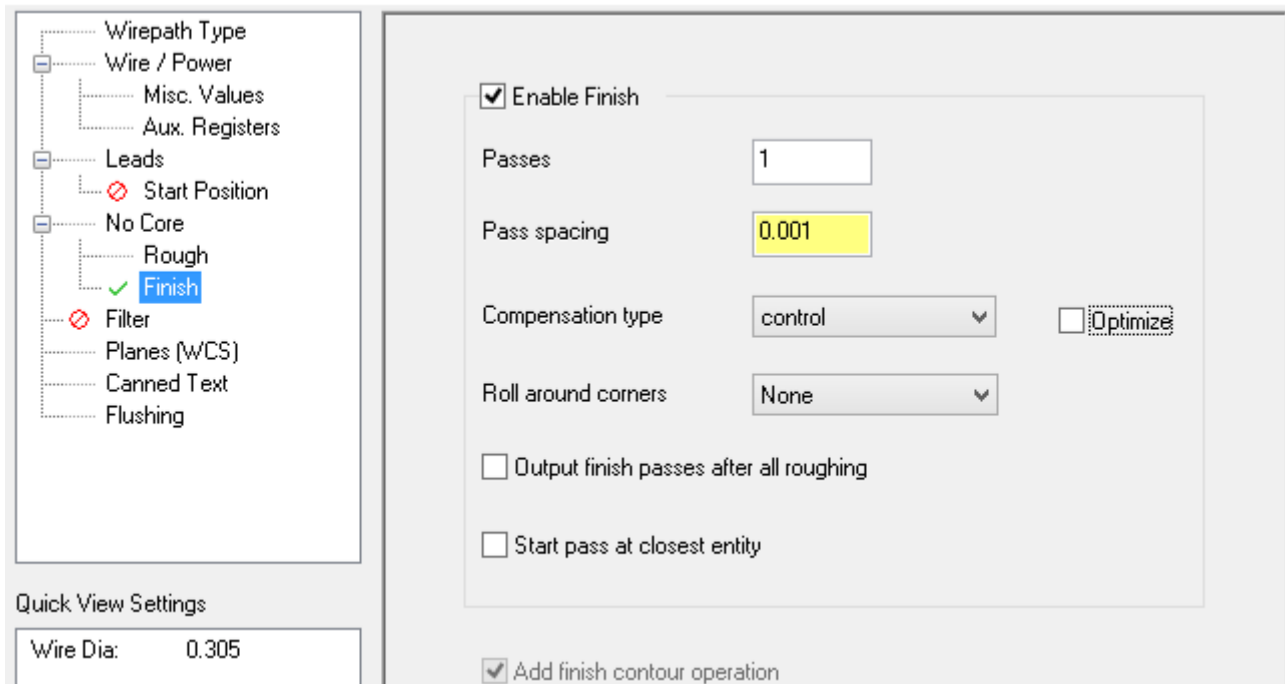
Darbības

1. Operāciju pārvaldniekā pie **Wire No Core** operācijas izvēlieties **Parameters** ikonu.



2. Atveras **Wirepath No Core** dialoga lauks.


3. Izvēlieties **Finish** dialoga lappusi.



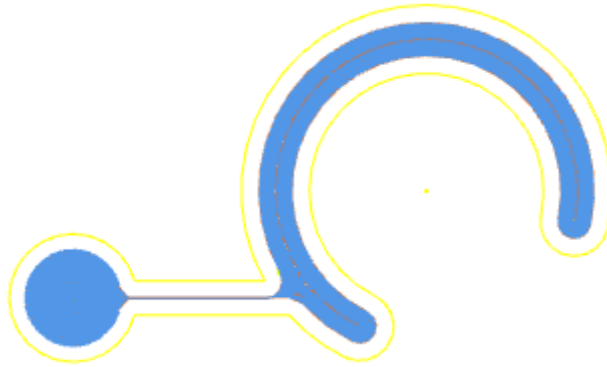
4. Attīriet **Optimize** iezīmju lauku.


Stieples trajektorijas reģenerēšana un attēlošana

Darbības

1. Izvēlieties . *Mastercam* iezīmē operāciju reģenerācijai.
2. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**, tad – **Backplot**.
3. Nospiediet un turiet [**S**], vērojot atgriezumu rašanos.
4. Kad ieraugāt atgriezuma parādīšanos, atlaidiet [**S**]. Neoptimizētā stieples trajektorija var saturēt arī citus atgriezumus.

Nākamais attēls rāda atgriezuma piemēru. (Krāsas ir inversas, lai vieglāk varētu redzēt atgriezumus.)



5. Izvēlieties , lai apturētu zīmēšanu.

Optimize īpašības aktivizēšana no jauna

Darbības

1. Pie **Wire No Core** operācijas izvēlieties **Parameters** ikonu. Atveras **Wire parameters** dialoga lauks.



PADOMS

No Core Optimize variantam vajadzētu palikt aktīvam, lai samazinātu atgriezumus veidošanās varbūtību. **Optimize** variants šajā piemērā tika atslēgts tikai tāpēc, lai parādītu, ka atgriezumus bieži var rasties, kad **Optimize** ir atslēgts. Pārbaudiet rūpīgi savu detaļu par atgriezumus rašanos, jo tas var sabojāt stieples EDM mašīnu.

2. **Finish** dialoga lappusē izvēlieties **Optimize** iezīmju lauku, lai aktivizētu to.

3. Izvēlieties .

4. Izvēlieties **Regenerate all elected operations**. *Mastercam* reģenerē stieples trajektoriju.

IZMAIŅAS JAUDAS IESTATĪJUMU BIBLIOTĒKĀ

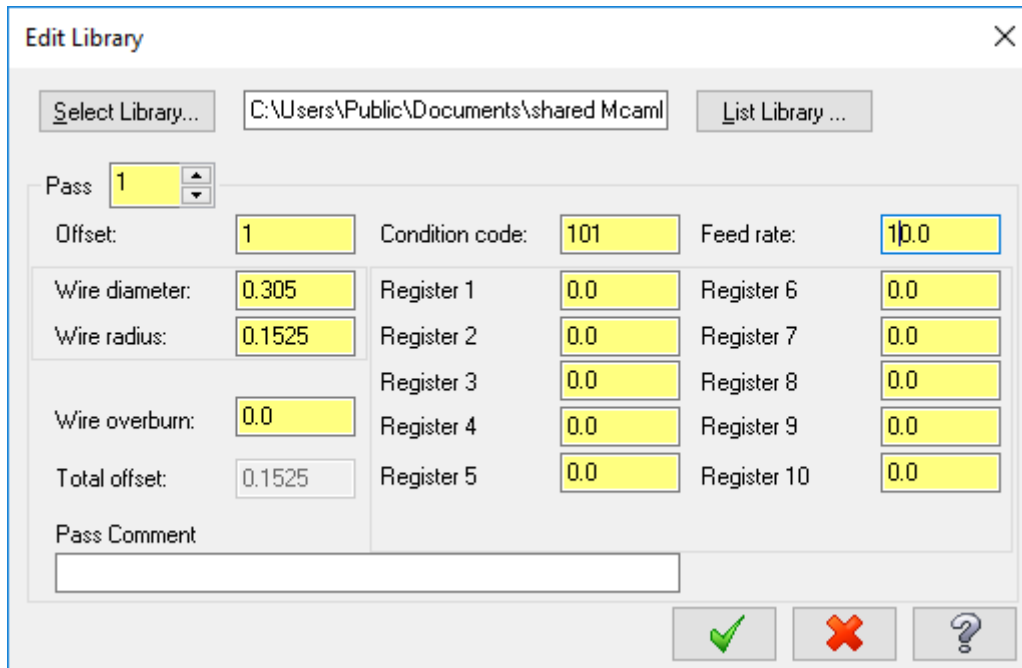
Šajā vingrinājumā tiks mainīta jaudas iestatījumu bibliotēka, kas tika izmantota beigu kontūrai. Tā kā kontūras operācijai (bet ne bezserdes operācijai!) stieples trajektorijas operācija tika piesaistīta caur jaudas iestatījumu bibliotēku un stieples parametru dialoga lauku (skatīt nākamo attēlu), izmaiņas bibliotēkā atspoguļosies visās tai piesaistītajās operācijās. Tomēr lietojiet šo īpašību uzmanīgi.

Mastercam brīdinās un ļaus atjaunināt stieples trajektoriju pēc bibliotēkas izmaiņas.


Jaudas iestatījumu bibliotēkas rediģēšana

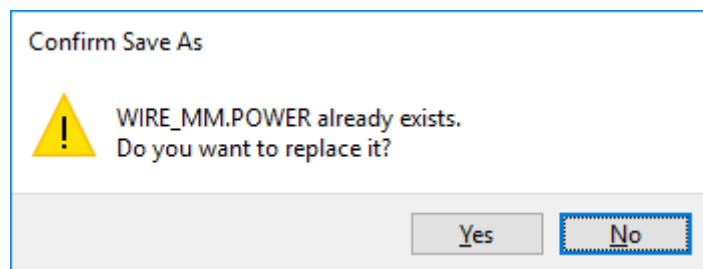
Darbības


1. Izvēlieties **Wire / Power** dialoga lappusi. Attīriet **Associate to Library** iezīmju lauku.
2. Izvēlieties **Open**.
3. Pie **Pass 1** ievadiet **10** kā **Feed rate**. Dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.



Padoms. Ja gribat mainīt stieples jaudas iestatījumus citiem gājienu, nospiediet [**Page Up**] vai [**Page Down**], lai mainītu gājienu numurs.

4. Izvēlieties . Atveras **Specify Power Settings Library to Write** dialoga lauks.
5. Izvēlieties **Save**. *Mastercam* brīdina, ka šāda bibliotēka jau eksistē (skatīt nākamo attēlu).



6. Izvēlieties **Yes**. *Mastercam* brīdina, ka operācijas, kuras izmanto šo bibliotēku, būs jāreģenerē.
7. Izvēlieties  divreiz.

Stieples trajektorijas reģenerēšana

Darbības

1. Kontūras operācija ir iezīmēta reģenerācijai, jo bibliotēka ir mainījusies, pat tad ja izmaiņas ir veiktas gājienam, kurš šobrīd šajā operācijā netiek lietots. Bezserdes operācija nav iezīmēta, jo tā nebija piesaistīta.
2. Izvēlieties **Wire Contour** operāciju.
3. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**, lai reģenerētu stieples trajektoriju.
4. Saglabājiet failu.

Padoms. Ja vien negribat, lai padeves lielums jaudas iestatījuma bibliotēkā paliek **10**, atkārtojiet soļus no iepriekšējās sadaļas "Jaudas iestatījumu bibliotēkas rediģēšana". Pie **Pass 1** ievadiet **5.0** kā padeves lielumu un saglabājiet bibliotēku.

Šajā praktiskajā darbā tika programmēta stieples trajektorija padziļinājuma veidošanai mazā detaļā, tika ietverts automātiski ģenerēts beigu gājiens, kā arī redzējāt, kā **Optimize path** īpašība var izslēgt atgriezumus. Demonstrējāt, kā asociativitāte var ļaut programmēt detaļu piemēroti izmaiņām stieples jaudas iestatījumu bibliotēkai. Nākamajā praktiskajā darbā apgūsiet, kā veidot vairākus izvīzījumus uz kontūras un kā mainīt tādus stieples trajektorijas parametrus kā slīpuma leņķis un stūra tips atsevišķos stieples trajektorijas posmos.

36. PRAKTISKAIS DARBS – STIEPLES TRAJEKTORIJAS VEIDOŠANA AR VAIRĀKĀM CILPĀM

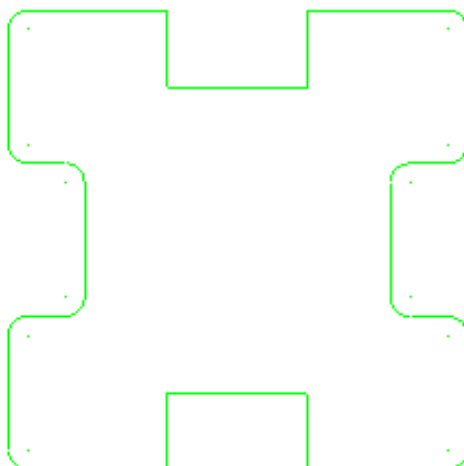
Darba mērķis	Apgūt izvirzījumu izveidi detaļas iekšējā kontūrā.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaļas sagatavošana vairāku izvirzījumu programmēšanai. ▪ Stieples trajektorijas programmēšana. ▪ Griešanas metodes un virziena maiņa. ▪ Stūru apliekšanas tipa maiņa. ▪ Cilpu pievienošana un redīgēšana. ▪ Slīpuma maiņa vienā posmā uz stieples trajektorijas. ▪ Stieples trajektorijas dubultošana.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot stieples trajektoriju ar cilpveida kustību pa kontūru.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests20.emcam</i> izgriezt trīs kontūras, nolīdzināt to virsmas. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kāpēc kontūru stūros jāredīgē trajektorija?

DARBA GAITA

Šajā praktiskajā darbā tiks programmēti vairāku izvirzījumu griezumi uz detaļas ar kontūras stieples trajektoriju. Izmantosiet detaļu, kas parādīta nākamajā attēlā.



Tiks apskatītas divas rokas režīma metodes, kā programmēt vairākus izvirzījumus. Vispirms kvadrāta formas punkti tiks novietoti uz ģeometrijas tur, kur grib novietot izvirzījumus, un ģeometrija tiks virknēta tāpat, kā tas tika darīts iepriekšējos praktiskajos darbos. *Mastercam* automātiski novieto izvirzījumu uz katra kvadrāta formas punkta. Novietosiet izvirzījumus grafiski, izvēloties novietojumus uz ģeometrijas.

Padoms. Ja iepriekšējā praktiskā darba beigās izgājāt no *Mastercam*, tad atsāciet, dubultuzklikšķinot uz *Mastercam* ikonas savā darbvirsnā vai uzklikšķinot *Windows Start* pogai un izvēloties **Programs, Mastercam**. Uz monitora parādās galvenais *Mastercam* ekrāns.

DETAĻAS SAGATAVOŠANA

Lai sagatavotu šo detaļu vairāku izvirzījumu programmēšanai, TC punkti jānovieto tuvāk stieples trajektorijai, tad jāizveido kvadrāta punkti katrā novietojumā uz ģeometrijas, kur vēlaties izvirzījumu.

DETAĻAS FAILA ATVĒRŠANA

Darbības

1. Izvēlieties **Open**.
2. Pārvietojieties uz mapi ar mācību detaļām.
3. Izvēlieties *el_eroz_daudz_cilpu.emcam*, tad – **Open**. *Mastercam* grafiskajā logā atver detaļas ģeometriju.

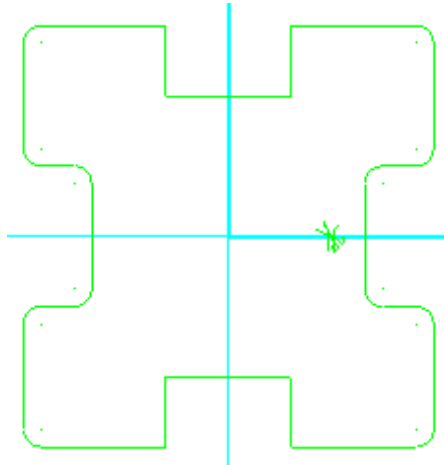
TC novietojuma maiņa

TC tiks novietots tuvāk kontūrai griešanas laika saīsināšanai, jo attālums starp TC novietojumu un kontūru nosaka izvirzījuma garumu.

Darbības

1. Izvēlieties **Wireframe, Points, Point Position, Thread Point**.
2. **X** koordinātai ievadiet **36** un **Y** koordinātei **0**.
3. Izvēlieties **Wireframe, Points, Point Position, Cut Point**. Ievadiet tādas pašas koordinātas.

4. Izvēlieties . *Mastercam* izveido vajadzīgos punktus, bet atstāj detaļas sākumu detaļas centrā (skatīt nākamo attēlu).



Punktu veidošana izvirzījumu novietojumu identificēšanai

Tiks veidoti četri kvadrāta veida punkti, kurus *Mastercam* izmantos izvirzījumu novietojumu identificēšanai.

Darbības

1. Lai mainītu pašreizējo punktu stilu no noklusējuma (zvaigznīte) uz kvadrātu, **Home** izvēlnes joslā izvēlieties **Attributes, Point Style**.

2. Atveras **Attributes** dialoga lauks.

No **Point Style** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Square**.

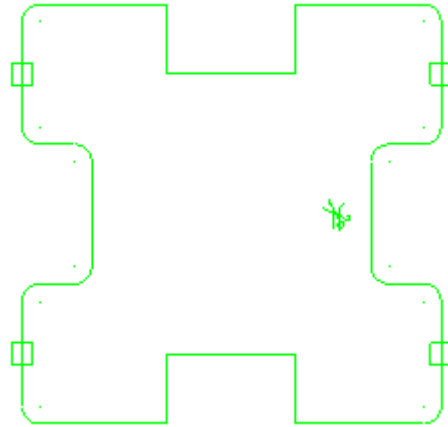


3. Izvēlieties .

4. Izvēlieties **Points, Point Position**.

5. Uzklīkšķiniet uz kontūras katra taisnes segmenta viduspunkta (skatīt nākamo attēlu). Kad pele tiek pārvietota pār viduspunktu, *Mastercam* uz punkta rāda kvadrātu un uz izvēlnes identificē to kā viduspunktu.

Pēc tam, kad tiek klikšķināts uz katra punkta, *Mastercam* zīmē kvadrāta punktus novietojumos, kā rādīts nākamajā attēlā.



6. Izvēlieties .

STIEPLES TRAJEKTORIJAS PROGRAMMĒŠANA

Šajā vingrinājumā tiks programmēta stieples trajektorija, kura jāgriež, izmantojot trīs jaudas iestatījumu gājienu (izvirzījumu griezumus lieto rupjo gājienu jaudas iestatījumus) izvirzījumiem uz katra kvadrāta punkta. Izmantosiet **Expand Operation** variantu, lai automātiski atdalītu griezumu tipus individuālās operācijas. Tas izveidos trīs operācijas: griezumu pirms izvirzījuma (ieskaitot rupjo griezumu), izvirzījumu griezumu un griezumu pēc izvirzījuma.

Expand Operation variantu var lietot ar vienas vai vairāku kontūru detaļām. Kad tiek izmantots **Expand Operation** ar vairāku kontūru detaļām (kā programmējāt 34. praktiskajā darbā), katrai kontūrai un arī katra griezuma tipam katrā kontūrā var programmēt atsevišķu operāciju.

Kontūras virknēšana

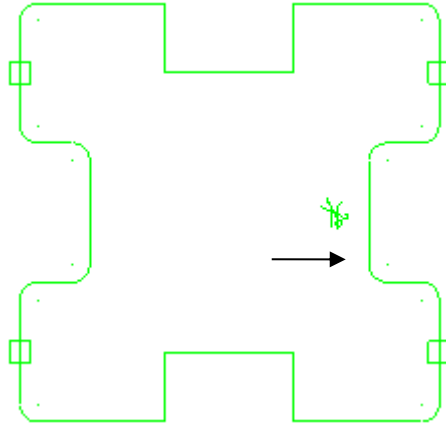
Darbības

1. Izvēlieties **Machine, Wire, Default**. Tad izvēlies **Wirepaths, Contour**. No **Chaining** lauka izvēlieties **Options**.

2. Atveras **Chaining Options** dialoga lauks. Pārliecinieties, ka **Break closest entity to thread point** lauks ir iezīmēts.

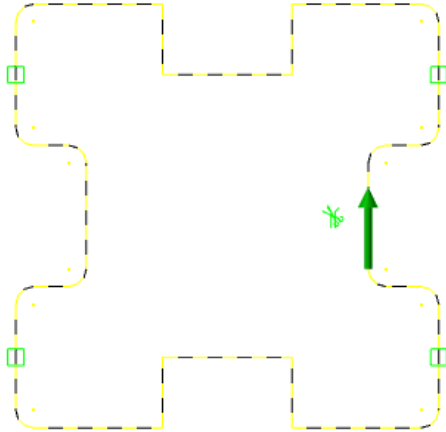
Padoms. Attīriet **Start chain at point** iezīmju lauku, pirms aktivizējat **Break closest entity to thread point** iezīmju lauku. Izvēlieties .

3. Uzklikšķiniet uz kontūras novietojumā, kas norādīts nākamajā attēlā.



4. Izvēlieties .

5. *Mastercam* izgaismo visu kontūru un norāda virknēšanas virzienu (pret pulksteņrādītāja virzienu) ar bultiņu, kā parādīts nākamajā attēlā. Ja virknēšanas virziens ir cits, izvēlieties **Reverse**.



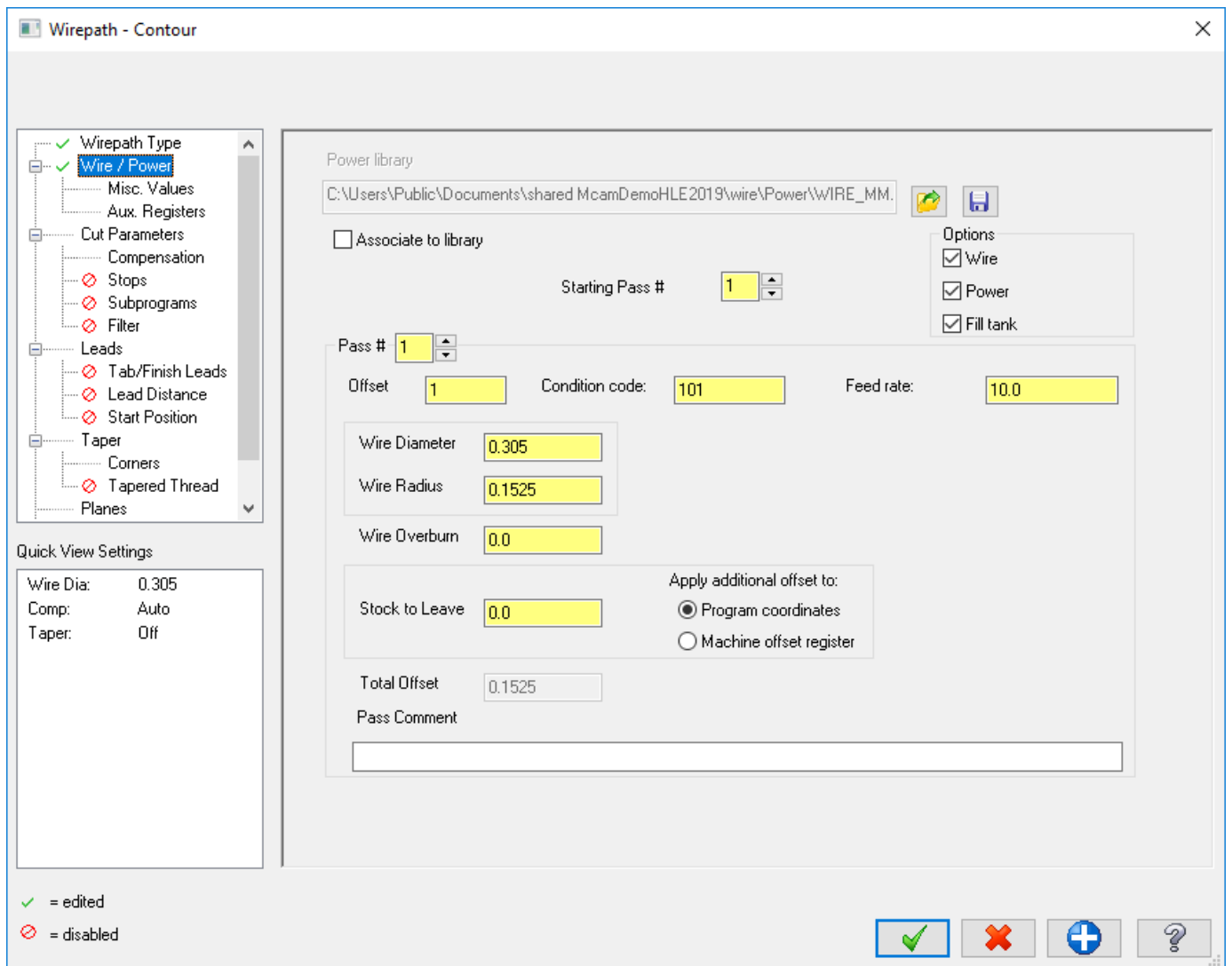
6. Izvēlieties . Atveras **Wirepath - Contour** dialoga lauks.

Jaudas iestatījumu bibliotēkas izvēle

Darbības


1. **Wire / Power** dialoga lappusē pa labi no faila nosaukuma izvēlieties **Open**, atveras **Edit Library** dialoga lauks.

2. Pārliecinieties, ka **Wire / Power** dialoga lappuse izskatās kā nākamajā attēlā.



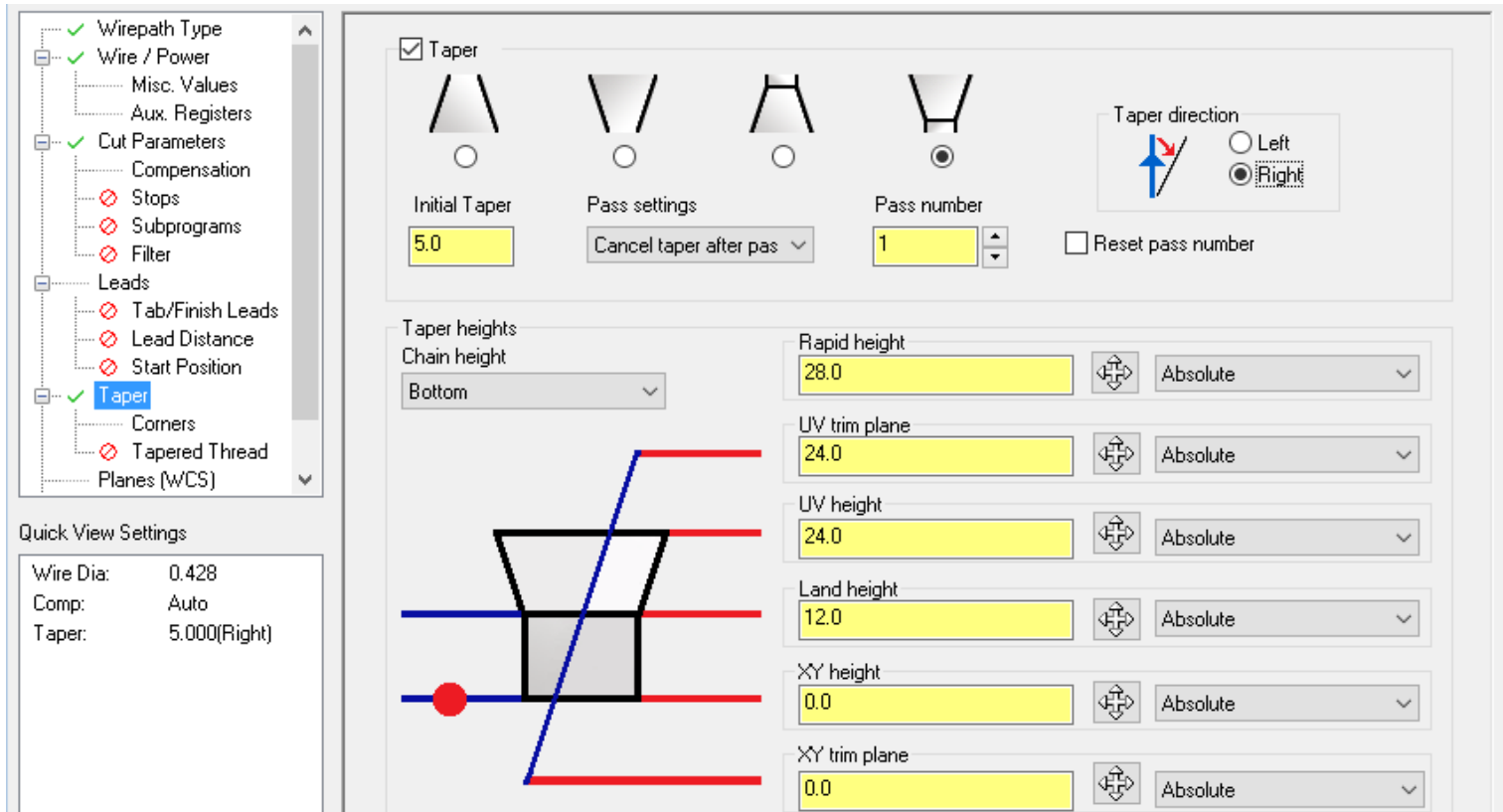
Kontūras parametru iestatījumi

Darbības

1. Izvēlieties **Taper** dialoga lappusi.
2. Izvēlieties **Taper** iezīmju lauku un **Land down**  stilu, kas veidos malu slīpumu virzienā uz detaļas ārpusi, sākot no joslas un turpinot to līdz detaļas augšai.
3. Slīpumam ievadiet **Initial Taper** vērtību kā **5.0** (grādos). Tā kā kontūru virknējāt pret pulksteņrādītāju kustības virzienu, slīpums automātiski pavēršas pa labi. Virzienu var mainīt, bet tas netiks darīts šajā vingrinājumā.
4. No **Pass settings** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Cancel taper after pass** un ritiniet gājienu skaitli uz **1**, lai slīpi būtu tikai pirmais gājiens (rupjā griezumā).
5. Ievadiet **28** kā **Rapid height** un izvēlieties **Absolute**, lai apietu sagataves augšu un iespīlējumus.
6. Ievadiet **24** kā **UV trim plane** un izvēlieties **Absolute**.
7. Ievadiet **24** kā **UV height** un izvēlieties **Absolute**.

8. Ievadiet **12** kā **Land height** un izvēlieties **Absolute**. Lai gan šī būs neparasti liela josla, tās izmērs ļauj vieglāk redzēt stūru efektus.

Pārliecinieties, ka **Taper** dialoga lappuse izskatās kā nākamajā attēlā.

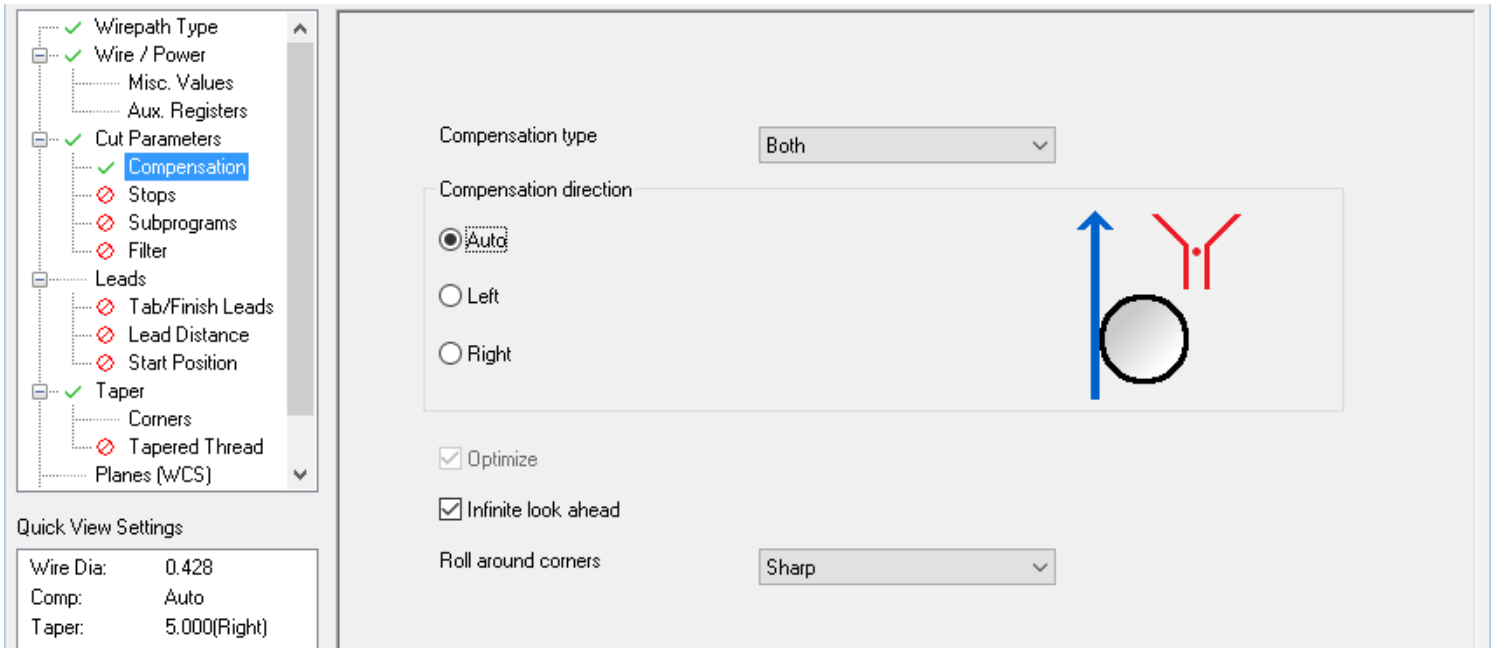


Kompensācijas iestatīšana

Darbības

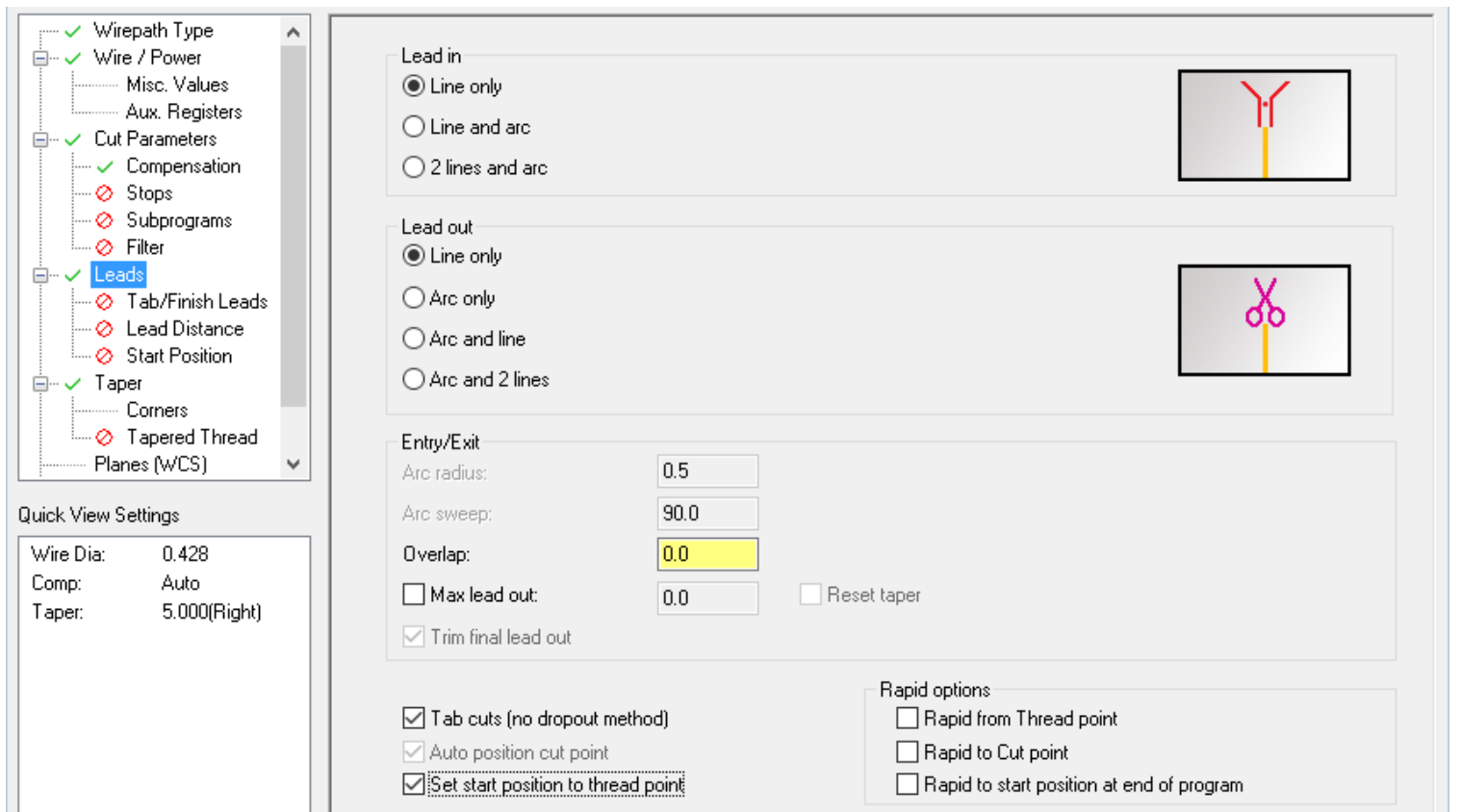
1. Izvēlieties **Compensation** dialoga lappusi.
2. **Compensation type** iestatiet uz **Both**, lai *Mastercam* izskaitļotu kompensāciju attēlam un nosūtītu kompensācijas kodus uz vadības sistēmu.
3. **Compensation direction** iestatiet uz **Auto**, lai ļautu *Mastercam* pašam izvēlēties kompensācijas virzienu, pamatojoties uz to, vai stieples punkts ir iekšpus vai ārpus noslēgtas kontūras. Šajā detaļā kompensācija būs pa kreisi.
4. **Roll around corners** iestatiet uz **Sharp**, lai automātiski ievietotu loku stieples trajektorijā uz asiem stūriem (135 grādu vai mazāk) un lai veidotos gludāka stieples trajektorija. Šis variants ir pieejams tikai tad, ja kompensācija būs aktivizēta datorā vai datorā un vadības sistēmā. Šo variantu apgūsiet vēlāk šajā praktiskajā darbā.

Pārliecinieties, ka pārējās vērtības **Compensation** dialoga lappusē sakrīt ar nākamo attēlu. Veiciet nepieciešamās korekcijas.



Ieejas/izejas parametru iestatīšana

1. Izvēlieties **Leads** dialoga lappusi un ieejai un izejai izvēlies **Line only**.
2. Pārējām vērtībām atstāriet to noklusējuma iestatījumus (skatīt nākamo attēlu). Veiciet nepieciešamās korekcijas.



Griezumu iestatīšana

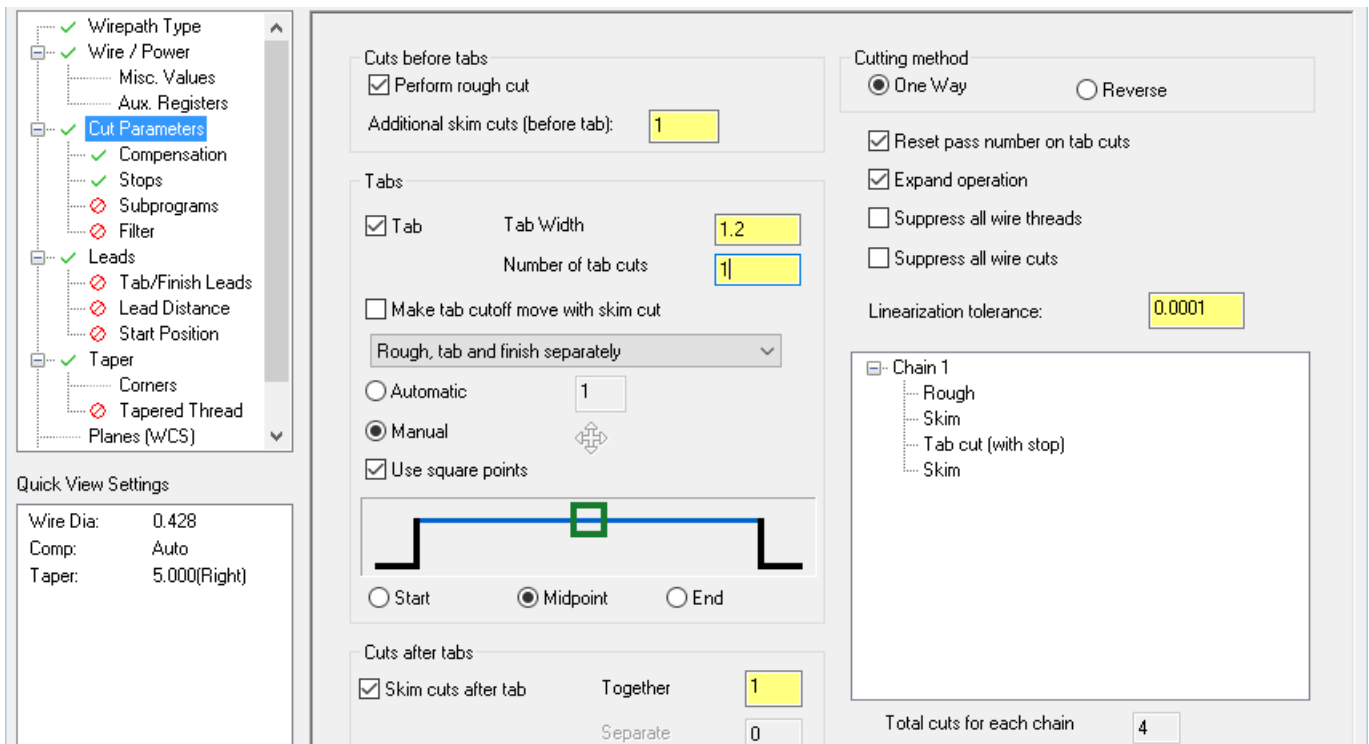
Darbības

1. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.
2. Pie **Additional skim cuts (before tab)** ievadiet **1**.
3. Izvēlieties **Tab** iezīmju lauku, lai to aktivizētu, un pie **Tab width** ievadiet **1.2**.
4. Pie **Number of tab cuts** ievadiet **1**, lai izgrieztu izvirzījumus vienā gājienu.
5. Izvēlieties **Expand Operation**, lai padarītu katra tipa gājienu (rupjais un atgriezumu griezumus pirms izvirzījuma, izvirzījuma griezumus un atgriezumu griezumus pēc izvirzījuma) par atsevišķu operāciju. Tas izveidos trīs atsevišķas operācijas.

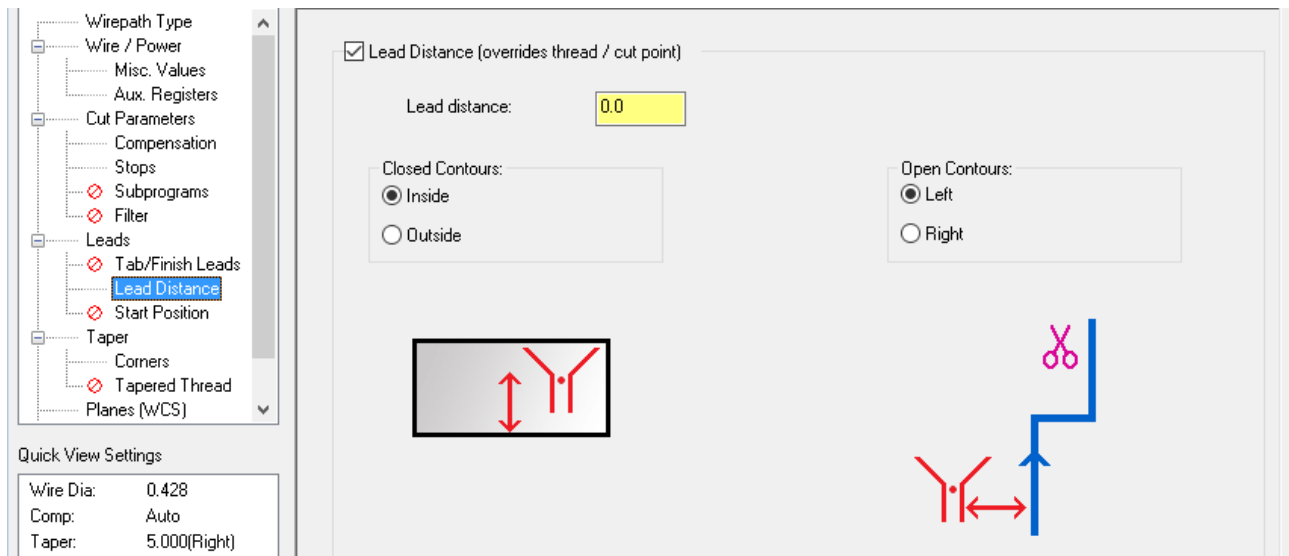
Piezīme. **Expand Operation** īpašību var izmantot tikai pirmajā stieples trajektorijas iestatīšanas reizē. Operācijas nevar paplašināt pēc tam, kad stieples trajektorija ir bijusi izveidota.

6. No iznirstošās izvēlnes izvēlieties **Rough, tab and finish separately**. Šis iestatījums atdala griezumus pēc tipa un ir nepieciešams, lai izvērstu griezumu atsevišķās operācijās.
7. Izvēlieties **Manual** radiopogu, tad izvēlieties **Use square points** iezīmju lauku, lai *Mastercam* uz kontūras ievietotu izvirzījumu pie katra kvadrāta veida punkta.
8. Iezīmējiet **Midpoint** radiopogu, lai norādītu, ka šis kvadrāta punkts iezīmē izvirzījuma platuma viduspunktu.
9. Izvēlieties **Skim cuts after tab** un **Together** laukā ievadiet **1**.

Pārliecinieties, ka **Cut Parameters** dialoga lappuses vērtības sakrīt ar nākamo attēlu. Veiciet nepieciešamās korekcijas.




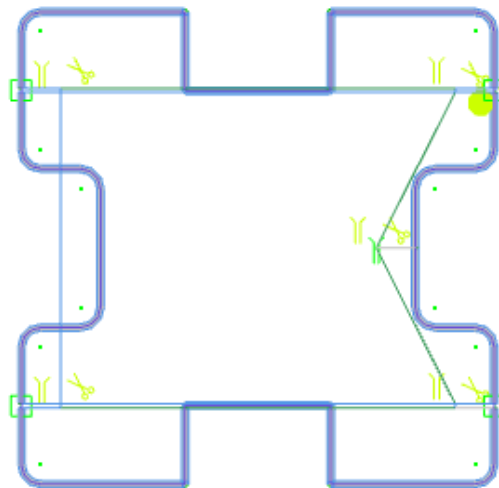
10. Izvēlieties **Lead Distance** dialoga lappusi. Izvēlieties **Lead Distance (overrides thread / cut point)** iezīmju lauku un pie **Closed Contours – Inside** pogu.



Stieples trajektorijas pabeigšana

Darbības

1. Izvēlieties . Pievērsiet uzmanību, ka operāciju pārvaldniekā parādās uzreiz trīs operācijas.
2. *Mastercam* attēlo stieples trajektoriju.



Padoms. Neaizmirstiet saglabāt savu darbu. **AutoSave [Alt + A]** ir ātrs saglabāšanas veids (skatīt apakšnodaļas “Ievads” informāciju par *Mastercam* programmā biežāk izmantojamiem taustiņiem). Pārliecinieties, ka to saglabājat ar citu nosaukumu.

GRIEŠANAS METODES UN VIRZIENA MAIŅA

Šajā vingrinājumā tiks izmantots **Backplot**, lai pārskatītu stieples trajektoriju detalizēti, tas palīdzēs saprast veiktās izmaiņas. **Backplot** ir jaudīgs instruments stieples trajektorijas pārbaudei pirms materiāla izgriešanas.

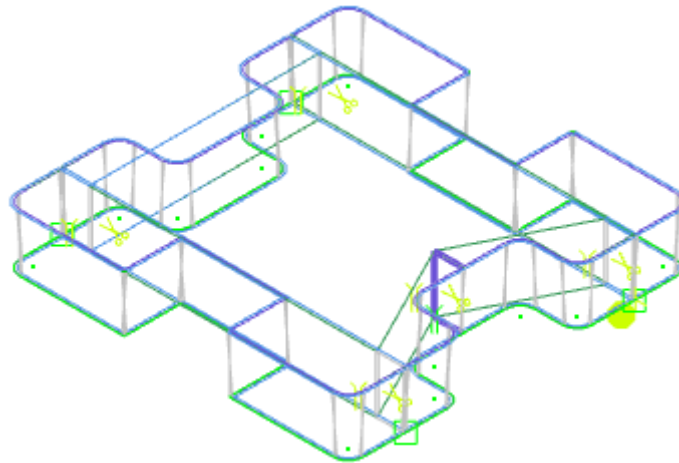
Kā manījāt iepriekšējos vingrinājumos, **Backplot** var parādīt detaļas nulles punktu, ieejas, izejas, sākuma, griezuma un stieples punktus, aiztures un apstāšanās punktus. Tas var arī parādīt ceļu, pa kuru iet stieples vadotnes ātrajā pārvietojumā.

Vairāki faktori var izraisīt to, ka stieples NC programma atšķiras no stieples trajektorijas **Backplot** attēla:

- kad kompensācija no datora ir atslēgta, stieples nobīde neparādīsies zīmējumā,
- atsevišķā mašīnas un vadības sistēmas kombinācija var neuzturēt to visu, ko **Backplot** var attēlot,
- pēcprocesors, kurš veido NC programmu, var neuzturēt visas īpašības vai arī interpretēt dažus NCI kodus atšķirīgi.

Darbības

1. Aplūkojiet operāciju pārvaldnieku. Ir izveidotas trīs atsevišķas operācijas – kontūra (faktiski griezumus pirms izvirzījuma), paplašinātais izvirzījuma griezumus un paplašinātais beigu griezumus –, kuras apvienotas vienā.
2. Lai zīmētu operāciju, tai ir jābūt izvēlētai.
3. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
4. Atslēdziet **Quick Verify** un ieslēdziet **Display Tool**.
5. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā, izvēlieties **Isometric**.
6. Izvēlieties **Play(R)**. Parādās stieples trajektorija.



7. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

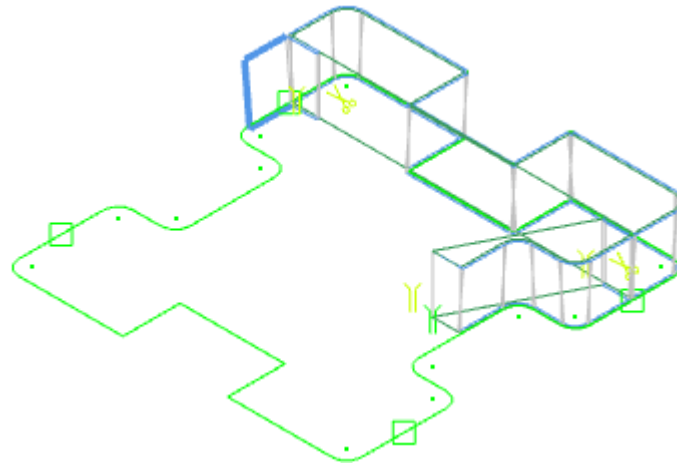
Rupjā griezuma izmaiņa



Šī stieples trajektorija tika programmēta, lai griešana notiktu ar viena virziena metodi, kur katrs griezumus tiek veikts vienā un tajā pašā virzienā. Viena virziena griešanā tiek ievērtā stieple, griezta detaļa, nogriezta stieple, notiek atgriešanās uz ievēršanas novietojumu, atkal ievērtā stieple, un notiek griešana atkal tajā pašā virzienā.

Viena virziena griešana nav efektīva pirmajai operācijai, jo tā satur divus gājienu, tādēļ šiem gājiem jāmaina griešanas virziens. Pārējās operācijas satur tikai vienu gājienu, tāpēc viena virziena griešana ir pieņemama.

Darbības

1. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieka.
2. Izvēlieties **Backplot selected operations** un **Step forward**, lai soli pa solim ietu pa stieples trajektoriju. Pievērsiet uzmanību, ka stieple ātri atgriežas atpakaļ uz ievēršanas novietojumu katrā sekcijā katram gājenam.



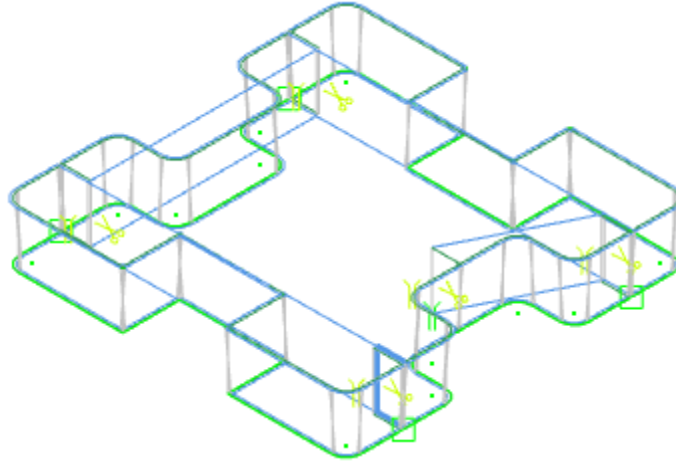
3. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.
4. Izvēlieties **Parameters** ikonu.
5. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.
6. Pie **Cutting method** izvēlieties **Reverse**, tad .

The screenshot displays the 'Cut Parameters' dialog box in MasterCAM. On the left, a tree view shows 'Cut Parameters' selected. The main area is divided into several sections:

- Cuts before tabs:** 'Perform rough cut' is checked. 'Additional skim cuts (before tab):' is set to 1.
- Tabs:** 'Tab' is checked. 'Tab Width' is 1.2, and 'Number of tab cuts' is 0. 'Make tab cutoff move with skim cut' is unchecked. A dropdown menu is set to 'Rough, tab and finish separately'.
- Cutting method:** 'Reverse' is selected with a radio button. 'One Way' is unselected.
- Other options:** 'Reset pass number on tab cuts' and 'Expand operation' are checked. 'Suppress all wire threads' and 'Suppress all wire cuts' are unchecked.
- Linearization tolerance:** Set to 0.0001.
- Chain 1:** A tree view shows 'Rough' and 'Skim' sub-items.
- Quick View Settings:** 'Wire Dia: 0.428', 'Comp: Auto', 'Taper: 5.000(Right)'. Below this is a diagram of a wire path with a square indicating the 'Midpoint' selection.

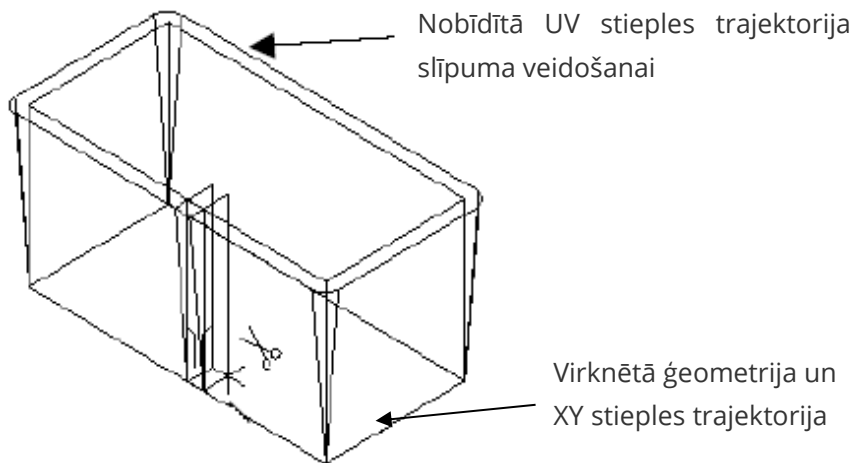
7. Operācija ir iezīmēta reģenerācijai ar X. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**.

8. Izvēlieties **Backplot all selected operations un Step** caur stieples trajektoriju. Pievērsiet uzmanību, ka stieple tagad maina virzienu uz pretējo, nevis atgriežas uz TC novietojuma, tas izslēdz vairākas ātrās kustības, kā arī dažas griešanas un ievēršanas darbības.

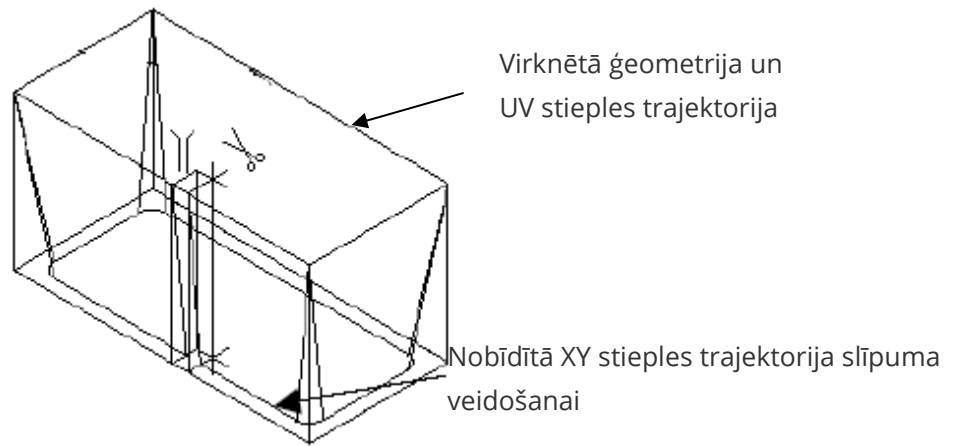


STŪRA TIPA MAIŅA

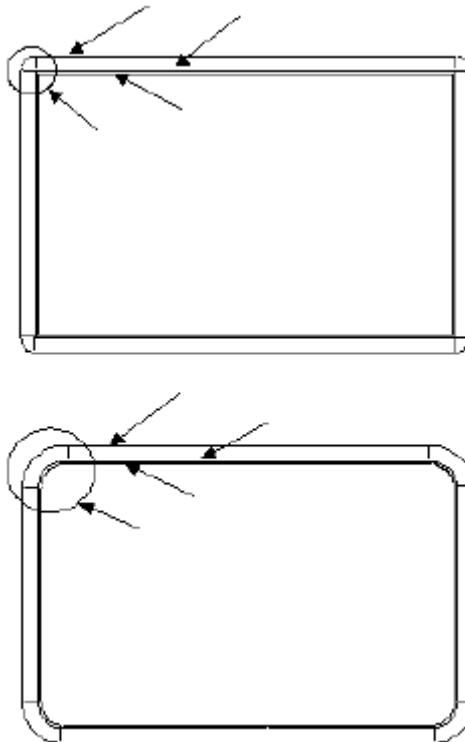
Stieples trajektorija sastāv no divām kontūrām: XY (apakšējās) kontūras un UV (augšējās) kontūras. Visiem stieples trajektorijas tipiem, izņemot 4 asu, šīs divas kontūras ir paralēlas, ir tādas pašas vispārējās formas, un tās atdala detaļas augstums. Kad tiek griezta detaļa ar slīpām malām, viena no kontūrām ir nobīdīta, lai veidotu slīpas malas.



Ja virknētā ģeometrija pārstāv XY kontūru, kā tas ir šai detaļai, UV kontūra ir nobīdīta.



Corner Type un **Arc Type** parametri vada, kā stieple griež stūrus nobīdītajai kontūrai (kontūrai, kura veido slīpumu). *Mastercam* izmanto **Corner Type**, lai noteiktu nobīdītās kontūras formu, kad virknētā kontūra veido stūri (krustošanos). *Mastercam* izmanto **Arc Type**, lai noteiktu nobīdītās kontūras formu, kad virknētā kontūra veido loku.

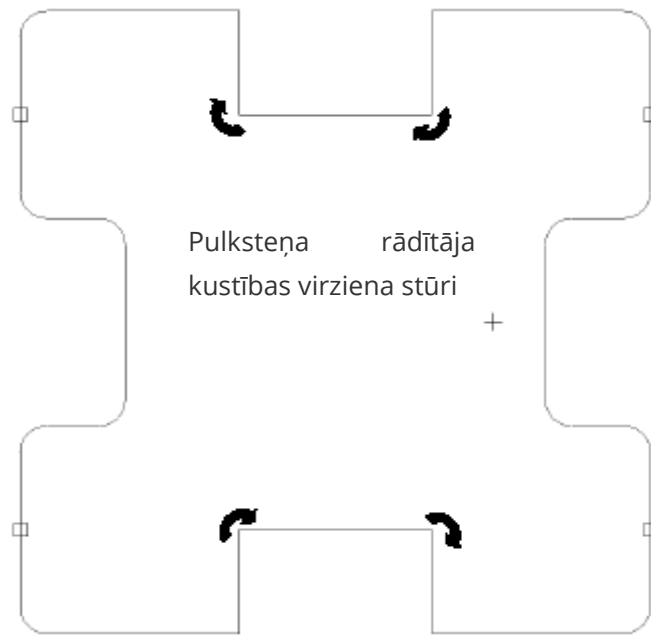


Stūru veidošanu ietekmē arī tas, kā tiek aprēķināta kompensācija. Kad kompensācija ir aprēķināta vadības sistēmā, *Mastercam* balsta stūru veidošanos uz detaļas ģeometrijas formu. Tomēr, kad kompensācija ir aprēķināta datorā vai gan vadības sistēmā, gan datorā, *Mastercam* balsta stūru veidošanos uz stieples trajektorijas formu, un stieples trajektorijas forma var atšķirties no detaļas ģeometrijas. Tas var notikt, ja **Roll cutter around corners** parametrs ir aktīvs.


Kad **Roll cutter around corners** ir aktīvs, *Mastercam* ievieto loku ar rādiusu, kas ir vienāds ar kopējo stieples nobīdi uz stieples trajektorijas, lai veidotu gludāku stieples trajektoriju. Šajā situācijā detaļas ģeometrija var veidot stūri, bet stieples trajektorija veido loku. Šajā vingrinājumā pārskatīsi iepriekš minēto efektu.

Mastercam var veidot nobīdītu kontūru ar dažādiem stūru formas tipiem – asiem, koniskiem, ar konstantu rādiusu, fiksētu rādiusu vai citu (noteiktu ar pēcprocesoru) stūri. Ja nenobīdīta stieples trajektorija vai detaļas ģeometrija veido stūri, stūris var būt arī zivs astes formā, lai gan ne visiem pēcprocesoriem ir zivs astes formas stūri.

Dažāda tipa stūrus var programmēt arī pulksteņrādītāja kustības virzienā un pret pulksteņrādītāja kustības virziena stūriem. Stūra virzienu nosaka tas, vai stieple apliec stūri pulksteņrādītāja kustības virzienā vai pret pulksteņrādītāja kustības virzienu, pamatojoties uz virknēšanas virzienu un attiecībā pret stūri, bet ne detaļu. Šajā vingrinājumā tiks mainīts kontūras tips uz pulksteņrādītāja kustības virziena stūriem, kas šai detaļai ir iekšējie stūri.

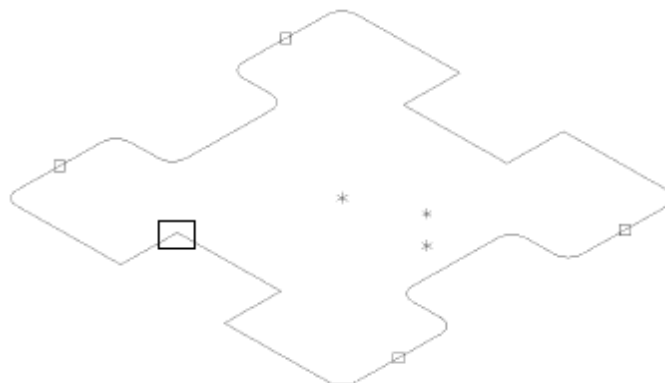


Kārtējā stūra tipa noskaidrošana

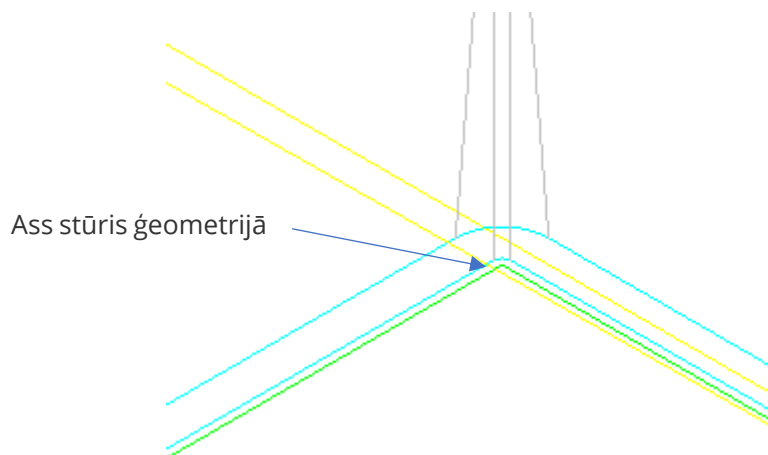
Padoms. Ja iepriekšējā vingrinājumā nepabeidzāt zīmēšanu, nospiediet **[Esc]**, lai apturētu zīmēšanu, tad izvēlieties , lai apstiprinātu, ka zīmēšana ir pabeigta.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu, izvēlieties **Zoom window**, apvelciet taisnstūri ap laukumu (skatīt nākamo attēlu). Varbūt vajadzēs palielināt attēlu divreiz, lai stūri redzētu pietiekami labi.



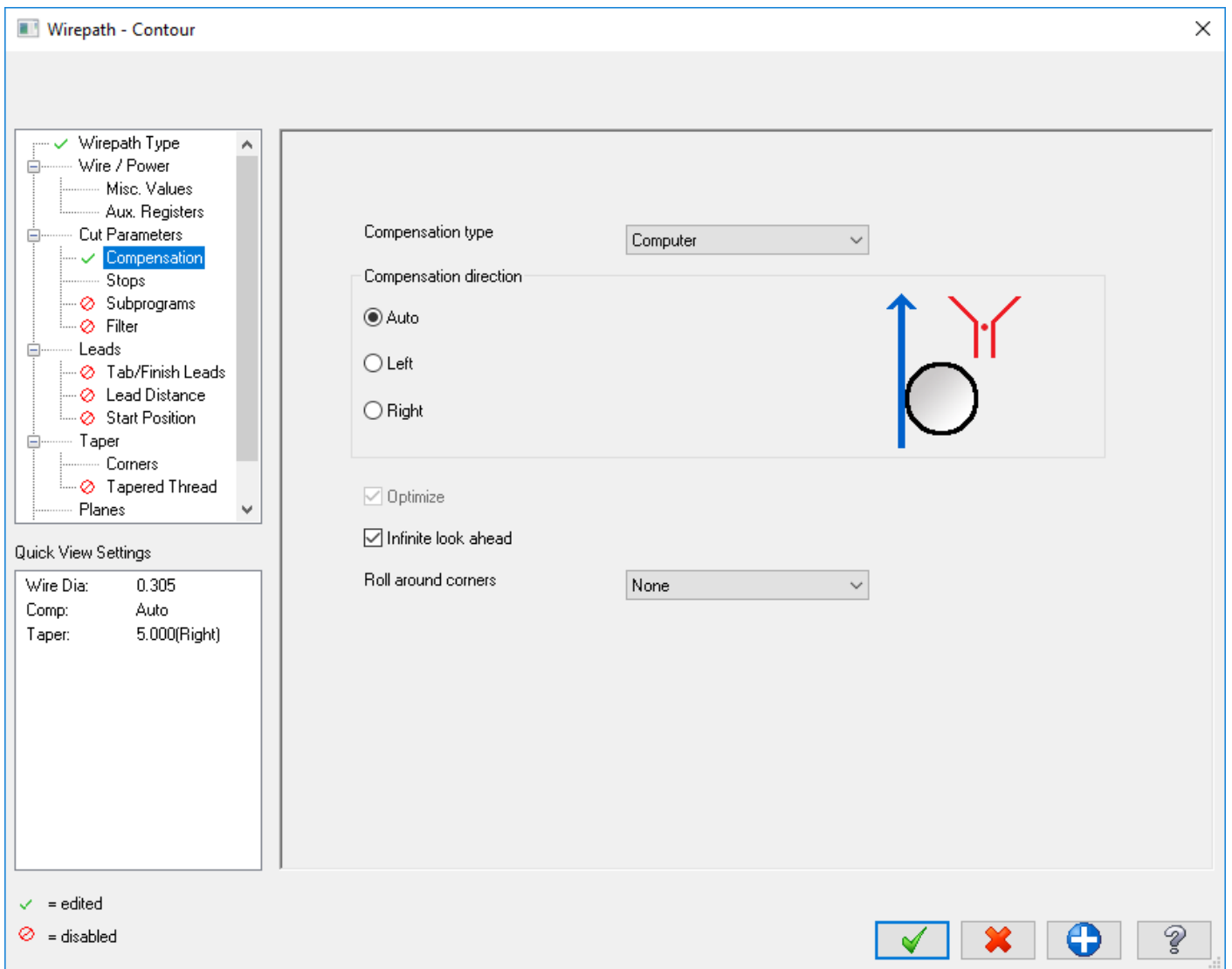
2. Izvēlieties **Backplot, Play(R)**. *Mastercam* zīmē stieples trajektoriju. Pievērsiet uzmanību, ka detaļas ģeometrija veido asu krustošanos šajā stūrī. Tomēr *Mastercam* ir ievietojis rādītu XY stieples trajektorijā, jo **Roll cutter around corners** ir iestatīts uz **Sharp**.




Roll cutter around corners atslēgšana

Darbības

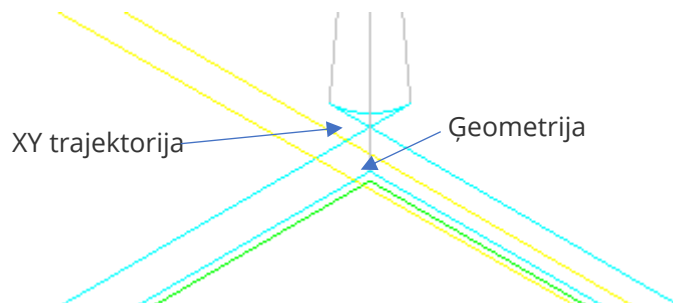
1. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieku.
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu uz pirmās operācijas.
3. Izvēlieties **Compensation** dialoga lappusi.



4. No **Roll around corners** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **None**.

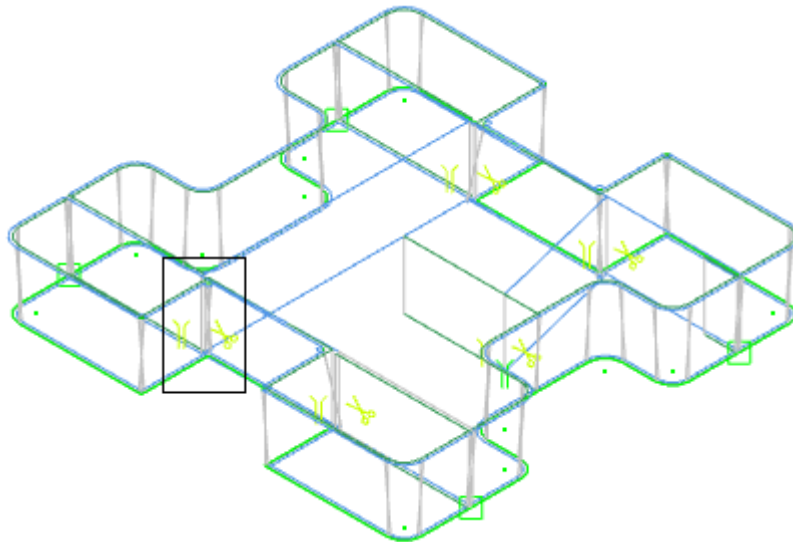
5. Izvēlieties , lai aizvērtu dialoga lauku.

6. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**, izvēlieties **Backplot selected operations, Play(R)**. Pievērsiet uzmanību, ka XY stieples trajektorija tagad veido asu krustošanos.

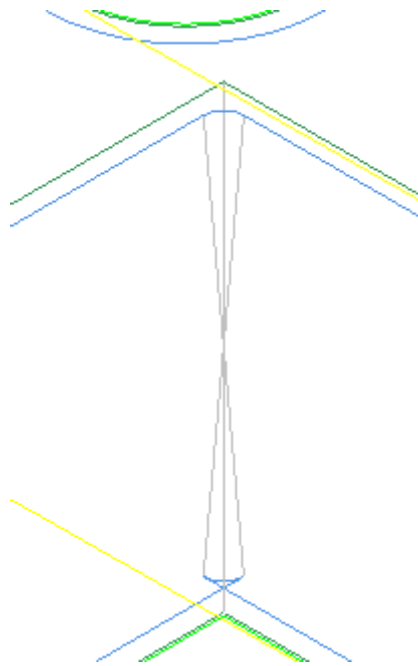


7. Ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Fit**.

8. Izvēlieties **Play(R)**, ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Zoom window**, lai palielinātu laukumu (skatīt nākamo attēlu).



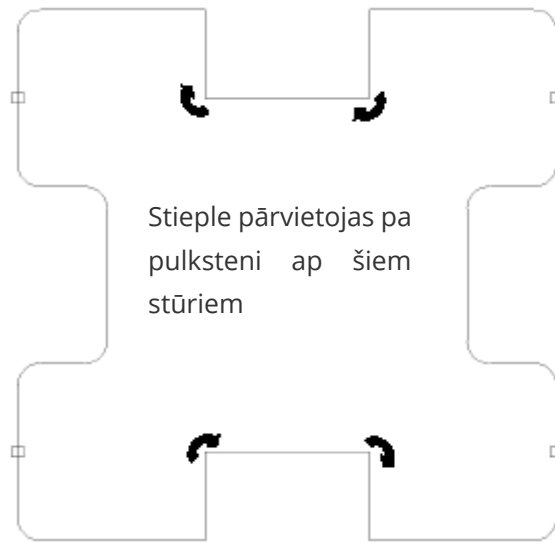
9. Izvēlieties **Play(R)** atkal. Pievērsiet uzmanību, ka UV stieples trajektorija saglabā loku slīpuma veidošanas gājienu (pirmais vai rupjais gājiens), jo **Corner type** parametrs ir iestatīts uz konisku. Ar šo iestatījumu *Mastercam* ģenerē loku uz UV stieples trajektorijas, kad tā sastop krustošanos uz XY stieples trajektorijas. Beigu apstrādes gājiens paliek ass.



UV stūra tipa maiņa

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Fit**, ieklikšķiniet labo peles pogu atkal un izvēlieties **Top(WCS)**. Šis skats atvieglinās norādi, vai stieple apliec stūri pulksteņrādītāja kustības virzienā vai pret pulksteņrādītāja kustības virzienu.
2. Izvēlieties **Backplot selected operations, Step** vai nospiediet [**S**] un ejiet caur pirmo gājienu. Sekojiet pārvietojuma virzienam attiecībā pret stūri, kad stieple apliec stūrus. Stieple apliec iekšējos stūrus pulksteņrādītāja kustības virzienā, kā rāda bultiņas nākamajā attēlā.



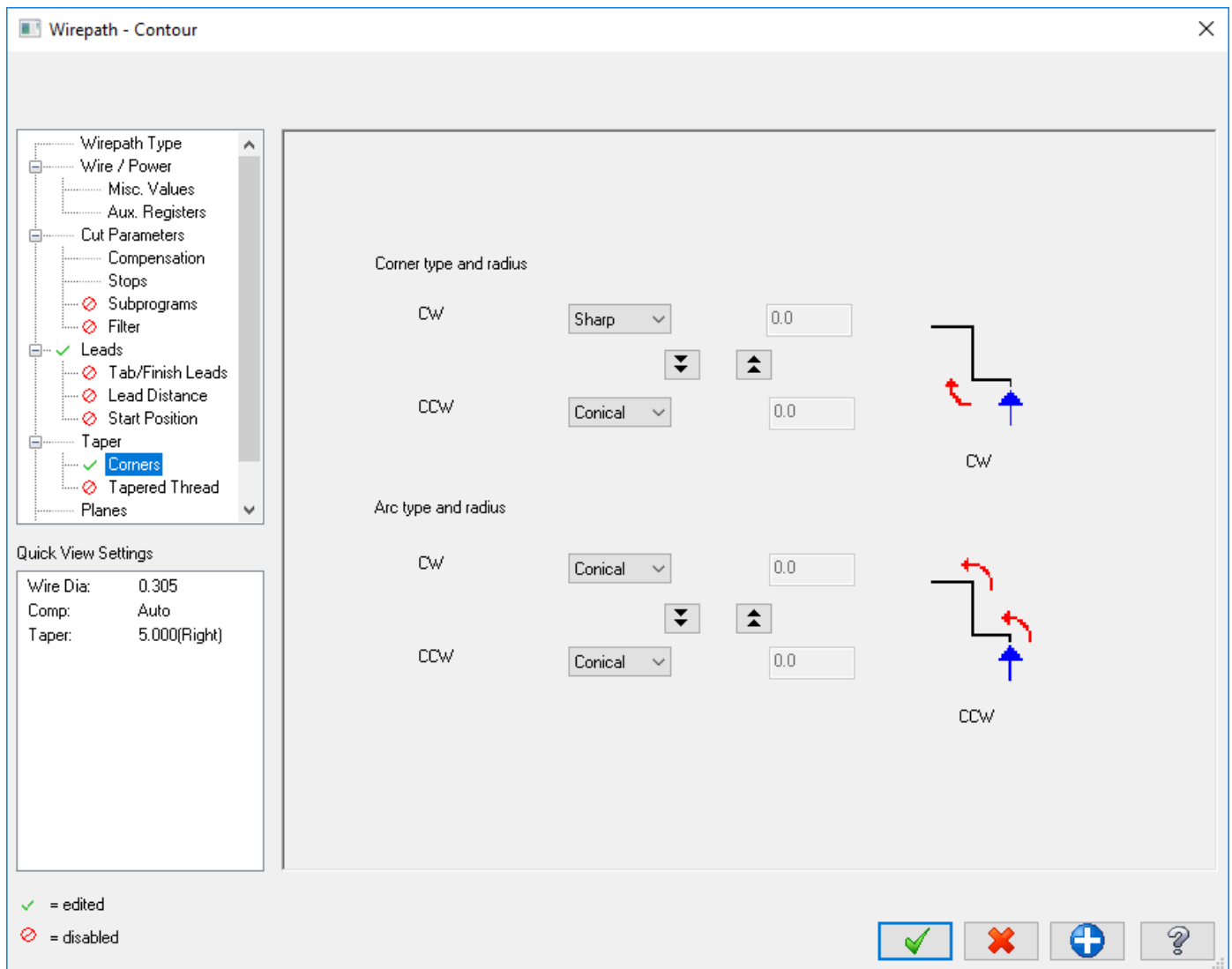
3. Nospiediet [**Esc**], lai pabeigtu zīmēšanu pēc pirmā gājiena, izvēlieties .

4. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieka.

5. Izvēlieties **Parameters** ikonu zem operācijas nosaukuma. Tā kā stūra tips ir piemērojams tikai slīpumu veidošām stieples trajektorijām un tika ieprogrammēta slīpuma atcelšana pēc pirmā gājiena, ietekmēta ir tikai pirmā operācija.

6. Izvēlieties **Corners** dialoga lappusi.

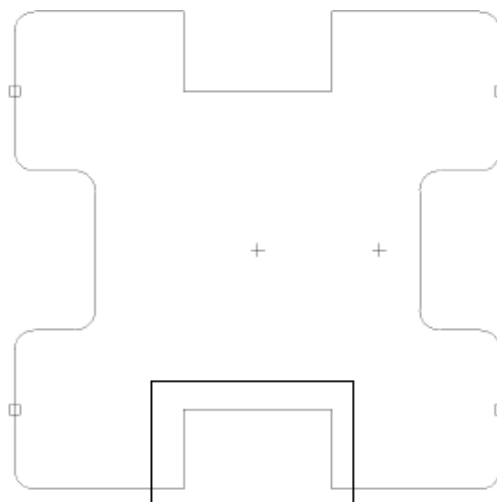
7. No **Corner type and radius** izkrītošās izvēlnes blakus **CW** izvēlieties **Sharp**. Šis iestatījums producē asu stūri UV stieples trajektorijai, kad ir krustošanās (uz stūra) XY stieples trajektorijā un stieple pārvietojas pulksteņrādītāja kustības virzienā apkārt stūrim. Pret pulksteņrādītāja kustības virziena stūris paliks koniski uz UV stieples trajektorijas.



8. Izvēlieties .

9. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations** un **Backplot selected operations**.

10. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā laukā, izvēlieties **Zoom window** un apvelciet taisnstūri ap laukumu (skatīt nākamo attēlu).



11. Izvēlieties **Play(R)**. *Mastercam* attēlo rupjo gājienu un atgriezumu gājienu pirms izvirzījuma griezuma. Pievērsiet uzmanību, ka iekšējie stūri ir asi un ārējie stūri ir loki.



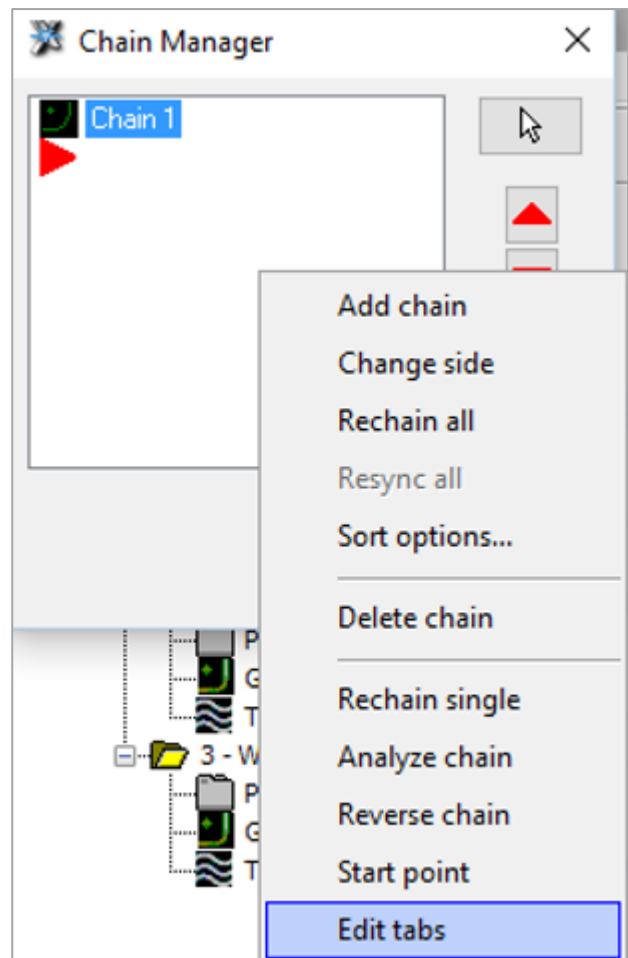
IZVIRZĪJUMU PĀRVIETOŠANA UN REDIGĒŠANA

Šajā vingrinājumā tiks pārvietoti izvirzījumi un mainīts pievienoto izvirzījumu platums.

Izvirzījumu pārvietošana

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Unzoom 80 %**, lai samazinātu attēla izmēru.
2. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieka.
3. Izvēlieties **Geometry** ikonu.
4. Atveras **Chain Manager**. Iezīmējiet esošo virkni, ieklikšķiniet labo peles pogu baltajā laukumā un izvēlieties **Edit tabs** no izvēlnes.



5. Parādās šāds uzaicinājums: Select tab to move (press <Enter> when done)

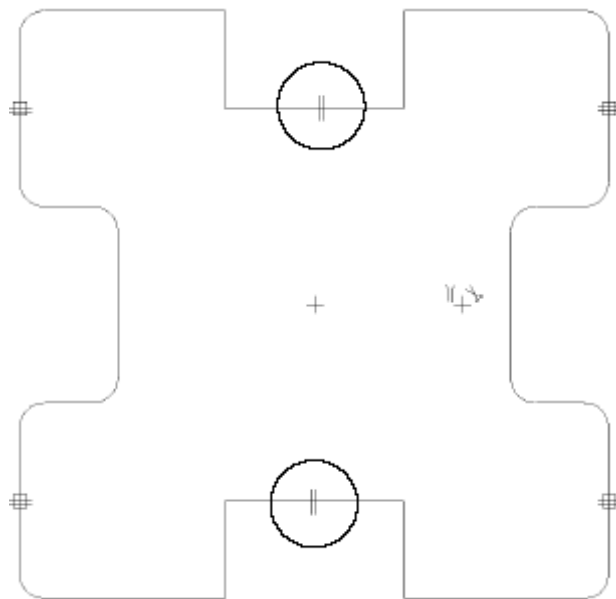
Piezīme. Kad kursora tiek virzīts pār detaļu, uz kontūras parādās kustīgs izvirzījuma simbols. Šo simbolu var vilkt ap kontūru. Pievērsiet uzmanību – simbols mainās, kad kursora virzās pār loku uz kontūras.

Izvirzījumu pārvietošana


Tā kā pievienotie izvirzījumi nav pašā labākajā novietojumā, tos vajadzēs pārbīdīt.

Darbības

1. Izmantojot kursoru, uzklikšķiniet uz viena izvirzījuma, tad kursoru aptuveni novietojiet uz viena no jaunajiem novietojumiem, kas norādīti nākamajā attēlā, un uzklikšķiniet atkal, lai piefiksētu to. Atkārtojiet šīs darbības atlikušajiem izvirzījumiem.

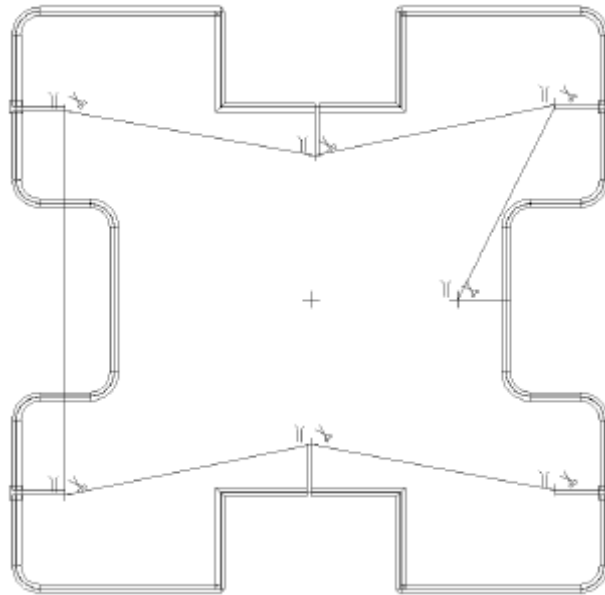


2. Nospiediet **[Enter]**. Kad abi izvirzījumi ir pārvietoti, izvēlieties .

3. Izvēlieties , lai aizvērtu **Chain Manager**.

4. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**.


5. Izvēlieties **Backplot selected operations, Play(R)**. *Mastercam* attēlo rupjo gājienu, atgriezumu griezumumu pirms izvirzījuma un jaunus izvirzījumus.

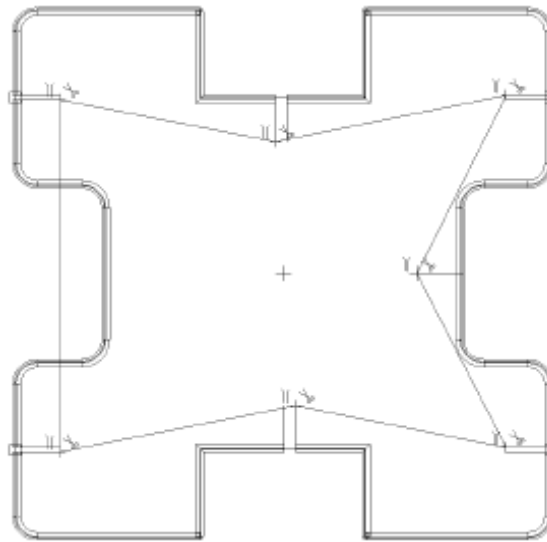


Izvirzījumu rediģēšana

Tagad tiks palielināts jauno izvirzījumu platums.

Darbības

1. Atgriezieties uz operāciju pārvaldnieka.
2. Izvēlieties **Geometry** ikonu.
3. Uzklīkšķiniet labo peles pogu uz **Chain Manager** un izvēlieties **Edit Tabs**.
4. No **Tab Edit** izvēlnes izvēlieties **Edit**.
5. Uzklīkšķiniet uz viena no jaunajiem izvirzījumiem.
6. Uzaicinājuma laukā pie **width** ievadiet **3**, nospiediet [**Enter**].
7. Atkārtojiet 5. un 6. darbības skoli arī otram jaunajam izvirzījumam.
8. Nospiediet [**Esc**], lai norādītu, ka esat pabeidzis rediģēšanu.
9. Izvēlieties .
10. Izvēlieties , lai aizvērtu **Chain Manager**.
11. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**.
12. Izvēlieties **Backplot, Play(R)**. *Mastercam* attēlo stieples trajektoriju.



SLĪPUMA LEŅĶA MAIŅA STIEPLES TRAJEKTORIJAS POSMĀ

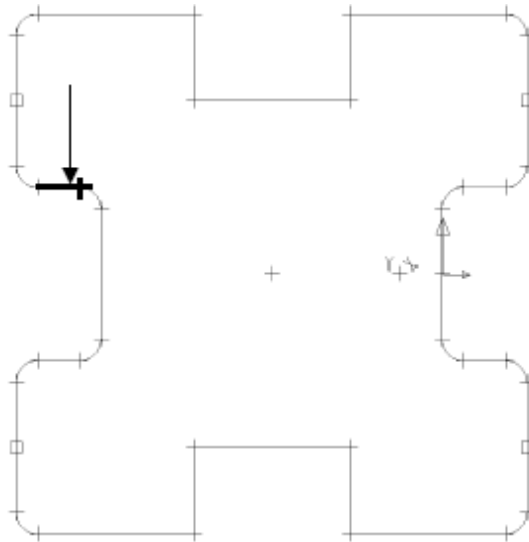
Mastercam **Change At Point** funkcija ļauj veikt nelielas izmaiņas stieples trajektorijā, tās ietekmē tikai noteiktus punktus vai posmus uz stieples trajektorijas. Iepriekšējā vingrinājumā "Izvirzījumu rediģēšana" tika izmantota *Mastercam* **Change At Point** īpašība, lai pievienotu apturēšanas kodu vienai kontūrai uz daudzkontūru matricas. Šajā vingrinājumā tiks izmantots **Change At Point**, lai izmainītu slīpuma leņķi kontūras posmā, programmētu slaidu pāreju no oriģinālā 5 grādu slīpuma uz 10 grādu slīpumu un atpakaļ uz oriģinālo slīpumu.

Slīpuma leņķa maiņa

Padoms. Ja izmaiņas tiek veiktas, izmantojot **Change At Point**, *Mastercam* izmaiņas elementam piemēro pirms izvēlētā punkta (stieples pārvietoējuma virzienā).

Darbības

1. Izvēlieties **Geometry** ikonu.
2. Uzklīkšķiniet labo peles pogu uz **Chain Manager** un izvēlieties **Change At Point** no iznirstošās izvēlnes. Parādās uzaicinājums `Select entity to change at point. Press <Esc> when done.`, kurš ļauj izvēlēties elementus **Change At Point** funkcijas izmantošanai.
3. Izvēlieties taisnes segmentu un galapunktu, kā norādīts nākamajā attēlā. Uzklīkšķiniet tuvu taisnei, bet ne tieši uz galapunkta. Neuzklīkšķiniet tieši uz punkta, jo šeit sakrīt divi galapunkti, un nebūs skaidrs, kuru punktu gribat izvēlēties.



Mastercam punktu un taisni izgaismo zilā krāsā.

Atveras **Change At Point** dialoga lauks.

4. Izvēlieties **Taper**, **Gradual**, teksta laukumā ievadiet **10**. Tas pakāpeniski izmaina slīpuma leņķi gar izvēlēto taisnes segmentu. Dialoga laukam jāsakrīt ar nākamo attēlu.

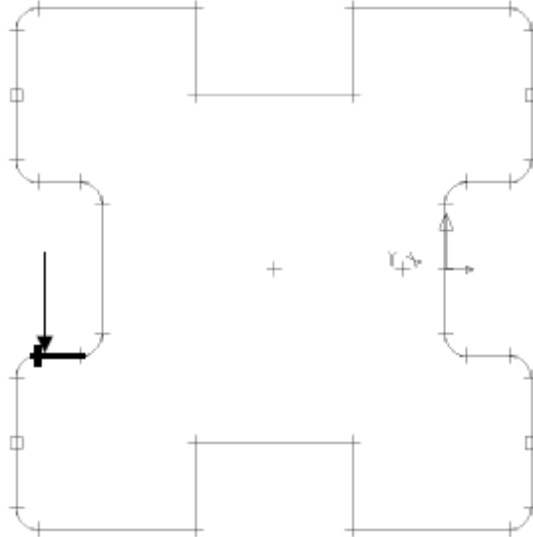
5. Izvēlieties .

Atkal parādās uzaicinājums Select entity to change at point. Press <Esc> when done.. Izvēlētais punkts un taisne izgaismojas sarkani, norādot, ka šiem elementiem ir veiktas lokālas izmaiņas.

Originālā slīpuma leņķa atjaunošana

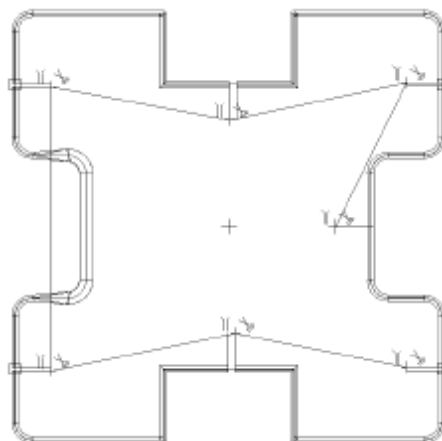
Darbības

1. Izvēlieties taisnes segmentu un galapunktu, kā norādīts nākamajā attēlā. Atkal uzklikšķiniet uz taisnes tuvu galapunktam.



Mastercam punktu un taisni izgaismo zilā krāsā.

2. Izvēlieties . Atveras **Change At Point** dialoga lauks.
3. Pakāpeniski pa taisnes segmentu pirms izvēlētā loka atjaunosiet slīpuma leņķi uz oriģinālajiem 5 grādiem. Izvēlieties **Taper**, **Gradual** un **Restore**, tad .
4. No **Change At Point** izvēlnes izvēlieties .
5. Izvēlieties , lai aizvērtu **Chain Manager**.
6. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**.
7. Izvēlieties **Backplot selected operations, Play(R)**. *Mastercam* attēlo mainīto stieples trajektoriju.



STIEPLES TRAJEKTORIJAS DUBLĒŠANA

Šajā vingrinājumā tiks veidotas vairākas detaļas kopijas. Lai to veiktu, tiks izmantota stieples trajektorijas pārveides funkcija. Ar *Mastercam Wire* pārveidi var veikt vairākos veidos:

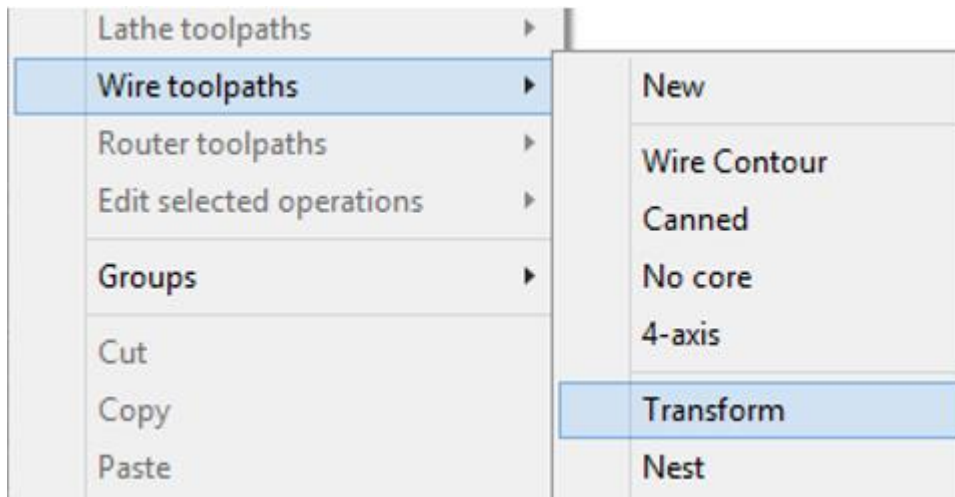
- var veidot vienu pārveides operāciju, kura satur visu nepieciešamo informāciju stieples trajektorijas dublēšanai, bet nepiepēt ģeometriju vai oriģinālās operācijas. Izmantojot šo metodi stieples trajektorijas dublēšanai, var veikt izmaiņas oriģinālajā detaļas ģeometrijā vai stieples trajektorijas operācijās, un izmaiņas atainosies arī dublikātā, jo tie ir saistīti savstarpēji;
- var dublēt visas operācijas, bet ne ģeometriju, tas ļauj izmainīt individuālas operācijas, bet saglabāt ģeometrijas asociativitātes labumus;
- var dublēt gan ģeometriju, gan operācijas, kā arī var rediģēt katru individuāli. Ar šo metodi var arī atslēgt postēšanu izvēlētajām operācijām, tādējādi iespējams kontrolēt, kurš dublikāts tiks apstrādāts.

Šajā vingrinājumā tiks dublēta tikai stieples trajektorija.

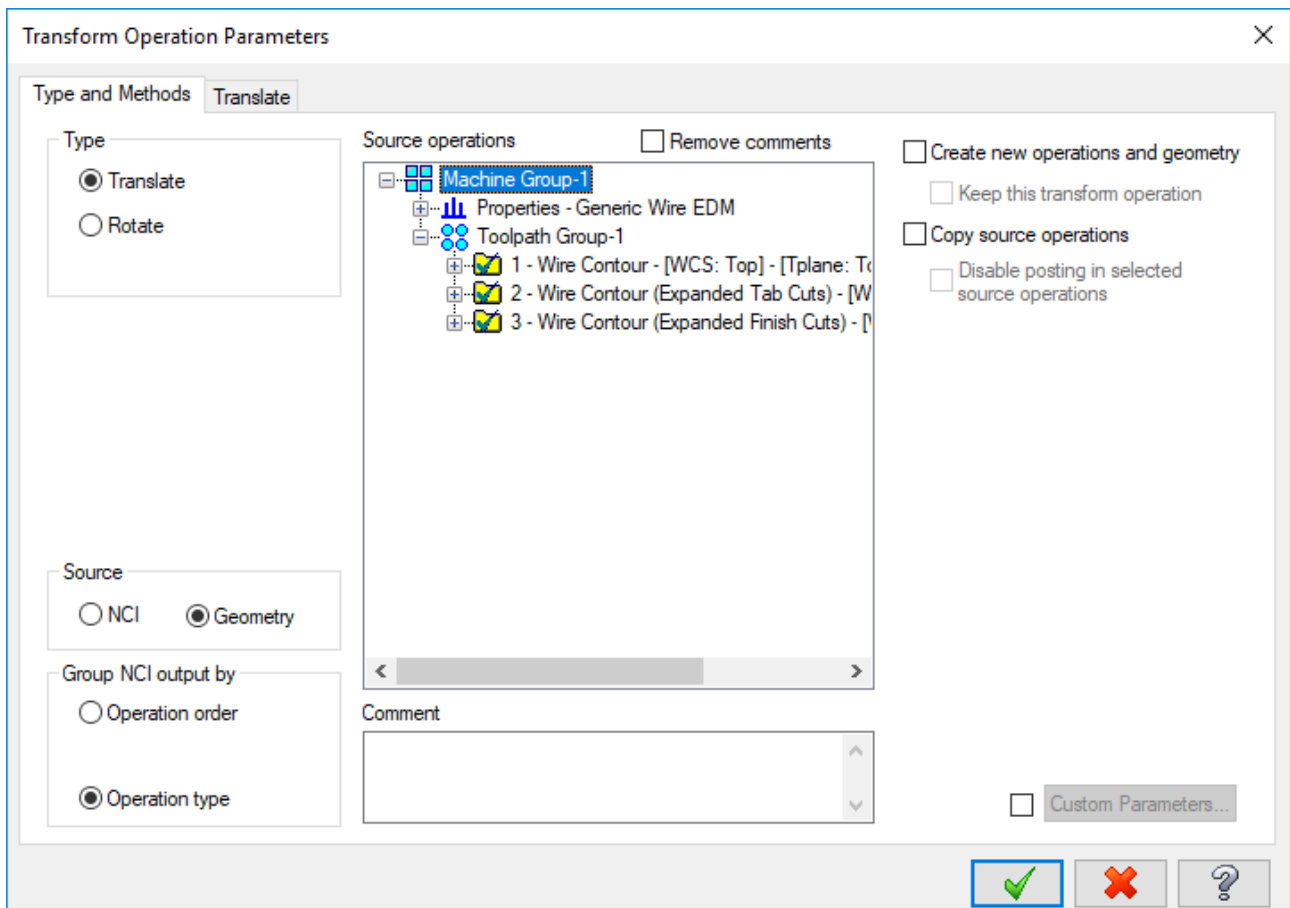
Pārveides iestatīšana

Darbības

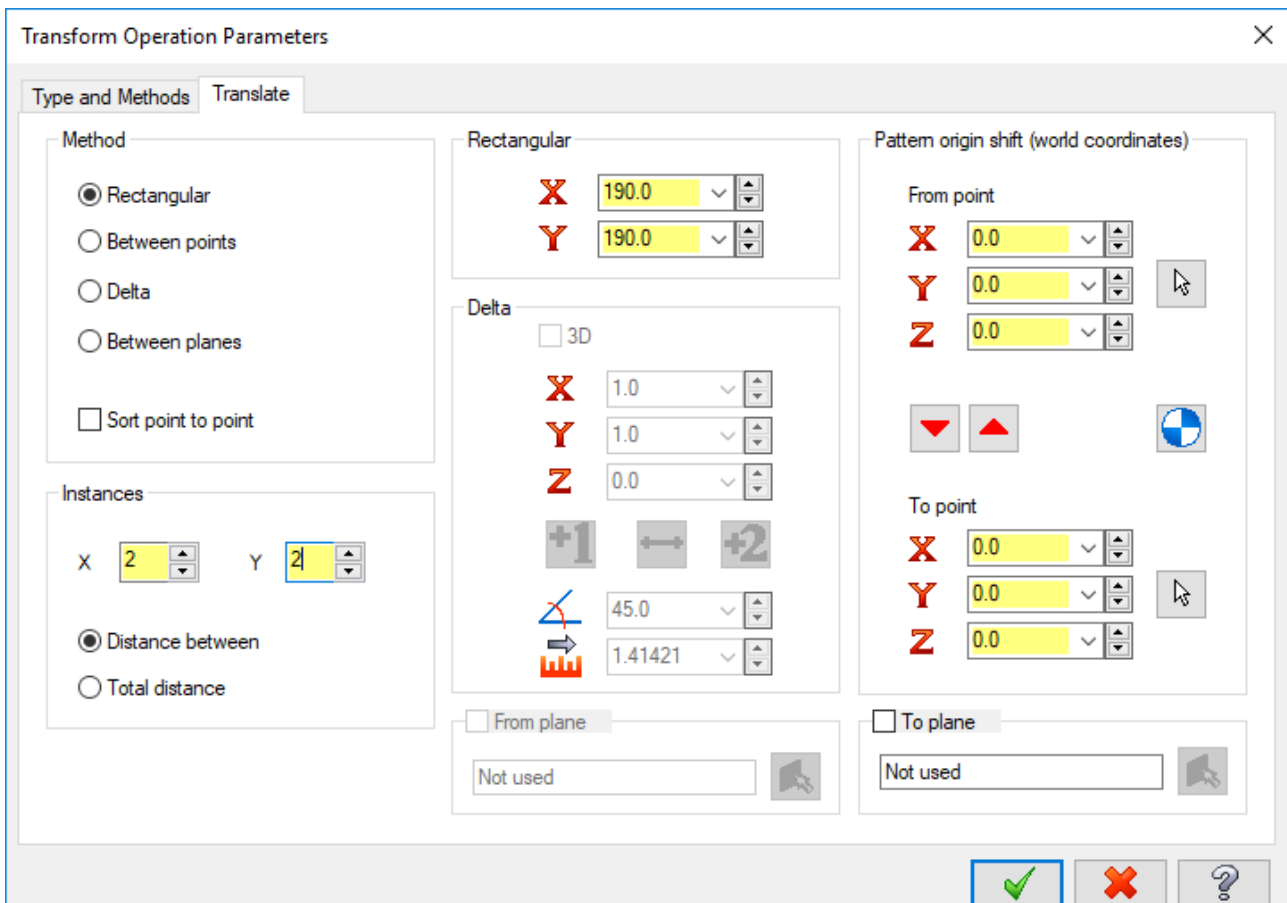
1. Izvēlieties operāciju pārvaldnieku.
2. Izvēlieties **Select All**, lai dublētu visas operācijas.
3. Ieklikšķiniet labo peles pogu baltajā laukā un izvēlieties **Wire toolpaths, Transform**.




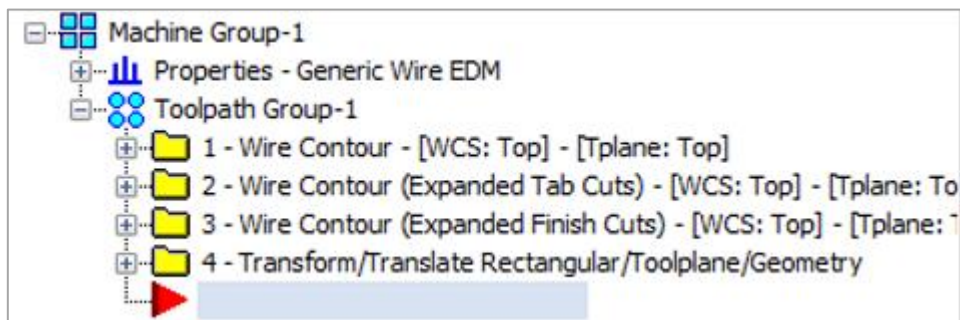
Atveras **Transform Operation Parameters** dialoga lauks. Operācijai jābūt ar zilu iezīmi, tā ir norāde, ka operācija ir izvēlēta.



4. Izvēlieties **Translate** dialoga lauka pogu.



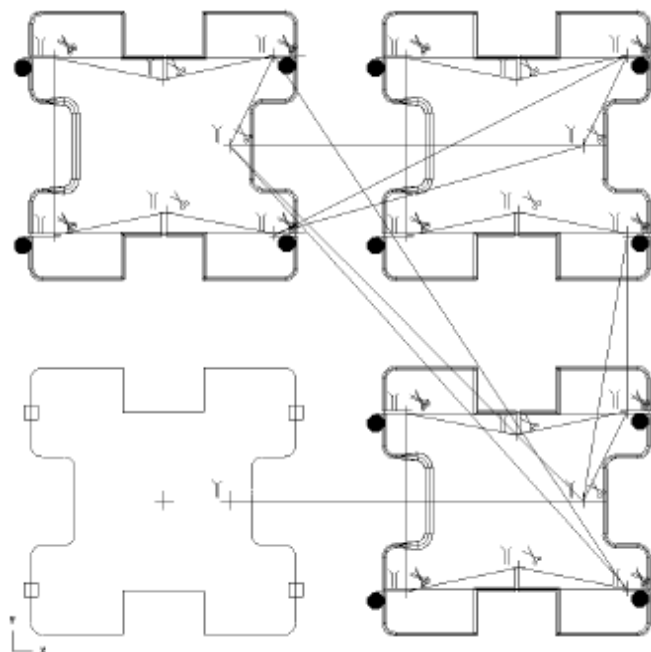
5. Izvēlieties **Rectangular**, kas ļauj vadīt trajektoriju kopiju novietojumu precīzi, ievadot vērtības dialoga laukā.
6. Pie **X spacing** ievadiet **190**, kas izveidos aptuveni 46 mm atstarpi starp kopijām gar X asi, sākot katru dublikātu ik pēc 190 mm pa X asi.
7. Pie **Y spacing** ievadiet **190**, kas izveidos aptuveni 46 mm atstarpi arī starp kopijām gar Y asi.
8. Priekš **X steps** un **Y steps** ievadiet **2**. Šis izveidos pavisam četras kopijas – divas gar X asi un divas gar Y asi.
9. Izvēlieties . Atveras operāciju pārvaldnieks ar jaunajām operācijām sarakstā. Šīs operācijas tiks rediģētas vēlāk.



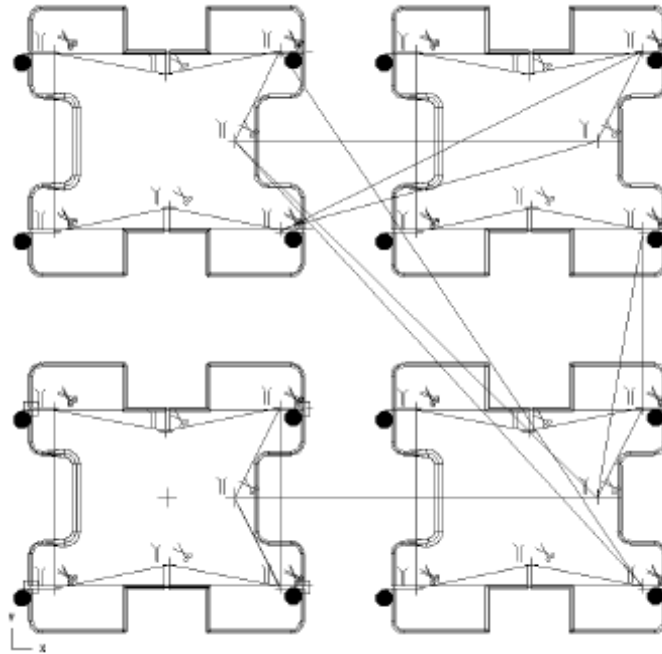
Pārveides zīmēšana

Darbības

1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Unzoom**, lai samazinātu detaļas attēla mērogu.
3. Izvēlieties **Play(R)**. *Mastercam* attēlo dublētās stieples trajektorijas.



4. Pievērsiet uzmanību, ka stieples trajektorija nav attēlota uz oriģinālās ģeometrijas. Lai attēlotu šo stieples trajektoriju, atgriezieties uz operāciju pārvaldnieka.
5. Izvēlieties **Select All**.
6. Izvēlieties **Backplot, Play**. Parādās visas stieples trajektorijas.
7. Saglabājiet savu darbu.



Šajā praktiskajā darbā tika programmēta daudzu izvērījumu detaļa, tika aplūkota virknēšana, zīmēšana, stūra tipi un pārveides operācijas. Nākamajā praktiskajā darbā tiks pētīta vairāku asu programmēšana.

37. PRAKTISKAIS DARBS – 4 ASU STIEPLES TRAJEKTORIJAS IZMANTOŠANA

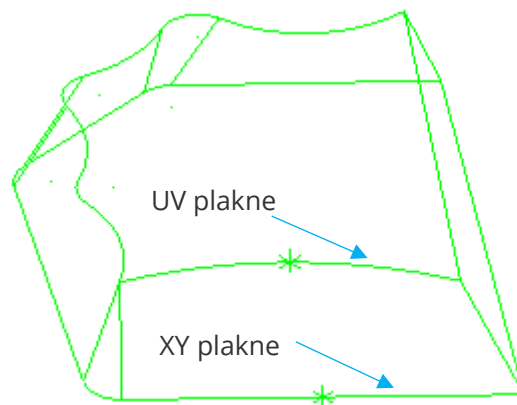
Darba mērķis	Apgūt atvērumu izgriešanu, kad atvēruma augšējā un apakšējā kontūra ir atšķirīga.
Darba uzdevumi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 asu stieples trajektorijas programmēšana. ▪ Sinhronizācijas un filtrēšanas apskats. ▪ Detaļas ģeometrijas maiņa un stieples trajektorijas reģenerēšana. ▪ 4 asu detaļas programmēšana, izmantojot 3D izsekošanu.
Sasniedzamais rezultāts	Izglītojamais spēj izveidot operāciju atvēruma izgriešanai ar mainīgu šķērsriezumu.
Rezultāta vērtēšana	Pārbaudes uzdevumā <i>tests19.emcam</i> izgriezt telpisko detaļu. Salīdzinot izglītojamā ģenerēto programmas kodu ar pedagoga izveidoto, katra novirze no koda samazina vērtējumu par vienu balli.

Pārbaudi sevi

Kādām detaļām izmanto 4 asu trajektorijas?

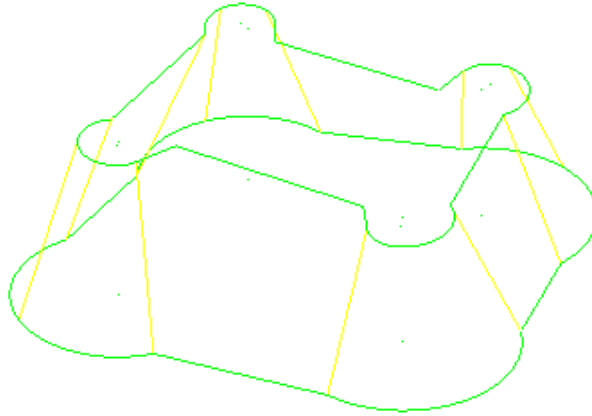
DARBA GAITA

4 asu stieples trajektorijas ir kontūru stieples trajektorijas, kur divām plaknēm ir atšķirīga ģeometrija: apakšējai kontūras plaknei (XY plakne) un augšējai kontūras plaknei (UV plakne). Tas dod dažādus stieples pārvietojumus XY un UV plaknēs. Nākamajā attēlā parādīta 4 asu detaļa.



Šajā piemērā XY un UV plaknes ir paralēlas, tātad stieples vadotnes kustas nemainīgā attālumā no detaļas.

Ja stieples EDM mašīnai un vadības sistēmai ir šīs plaknes, var arī izmantot *Mastercam*, lai programmētu abas trīs dimensiju kontūras – XY un UV (skatīt nākamo attēlu).



Šīs detaļas UV (augšējās) kontūras Z dziļums mainās attiecībā pret XY (apakšējās) kontūras Z dziļumu. *Mastercam* 3D izsekošanas iespēja tiek izmantota, programmējot šādas detaļas. Ar ieslēgtu 3D izsekošanas iespēju, *Mastercam* nodrošina informāciju, kas nepieciešama stieples vadotņu kustībai pa ģeometriju, kas nav plakana.

Padoms. Ja iepriekšējās praktiskā darba beigās izgājāt no *Mastercam*, tad atsāciet to, dubultuzklikšķinot *Mastercam* ikonu savā darba ekrānā. Parādās galvenais *Mastercam* ekrāns.

Izvēlieties **Machine, Wire, Generic Fanuc 4X Wire**.

4 ASU STIEPLES TRAJEKTORIJAS PROGRAMMĒŠANA

Šajā vingrinājumā izmantojamā 4 asu detaļa ir maza štance, apmēram 68 x 88 mm liels kvadrāts, kuru izgriez no 20 mm sagataves. Augšējā un apakšējā kontūra ir paralēlas. Taisnes uz detaļas priekšējās malas ir pārtrauktas, tā izveidojot ieejas/izejas punktu.

Pirms ģeometrijas virknēšanas un stieples trajektorijas veidošanas tiks izmainīta konstruēšanas plakne (**Cplane**) un grafiskais skats (**Gview**), lai darbu ar detaļu padarītu vieglāku. Tā kā detaļa ir štance, STC (**start, thread, cut**) punktu novietojums jāpārvieta ārpus detaļas robežām. Lai to izdarītu, vispirms tiks veidots stieples ievēršanas/griešanas (**thread/cut**) punkts perpendikulāri apakšējai kontūrai punktā, kur kontūra ir pārtraukta un punkts tiks izmantots, lai noteiktu jauno STC novietojumu.

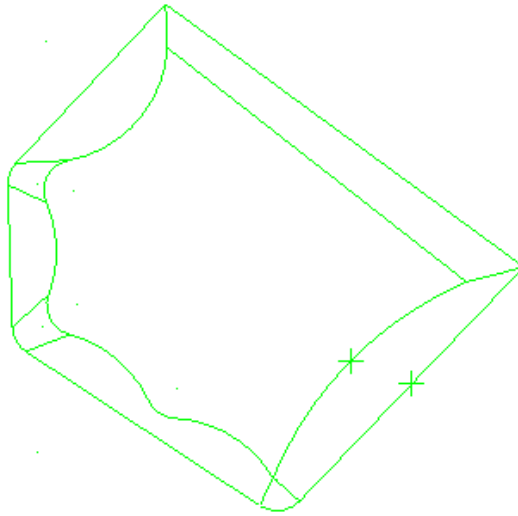
Detaļas faila atvēršana

Padoms. Ja 35. praktiskajā darbā izvēlētais konfigurācijas fails ir pašreiz aktīvais konfigurācijas fails, tad **Preview all wirepaths** ir jābūt aktivizētam. Pirms uzsākt šo vingrinājumu, atslēdziet **Preview all wirepaths (Screen Configure, NC Settings;** skatiet; 5. nodaļas informāciju par *Mastercam* programmā biežāk izmantojamiem taustiņiem.), lai ietaupītu darba soļus, kad tiks veidota stieples trajektorija.

Darbības

1. Izvēlieties **File, Open**.

2. Pārejiet uz mācību failu mapi.
3. Izvēlieties *el_eroz_4asu.emcam*, izvēlieties **Open**.
Mastercam atver detaļas ģeometriju grafiskajā logā.



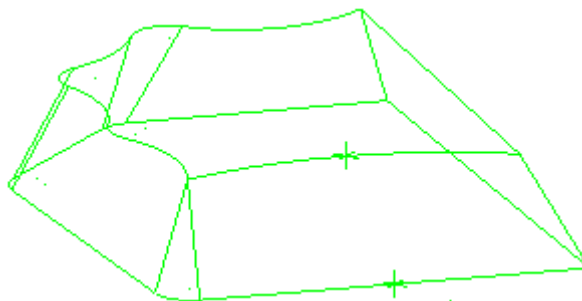
Cplane un Gview izmaiņa

Detaļas, ar kurām tika strādāts iepriekšējos praktiskajos darbos, bija divu dimensiju detaļas, jo to ģeometrija eksistēja vienā plaknē. Šajā praktiskajā darbā detaļas ģeometrija eksistē vairāk nekā divās plaknēs, tāpēc konstruēšanas plakne (**Cplane**) tiks mainīta uz 3D (trīsdimensiju). 3D **Cplane** ļauj veidot elementus dažādās plaknēs.

Tiks mainīts arī grafiskais skats (**Gview**), lai padarītu vieglāku darbu ar detaļu. *Mastercam* ļauj izmantot sešus iepriekš definētus grafiskos skatus (**Gviews**) – no augšas, priekšas, aizmugures, apakšas, kreisās un labās puses, izometrisko un aksonometrisko.

Darbības

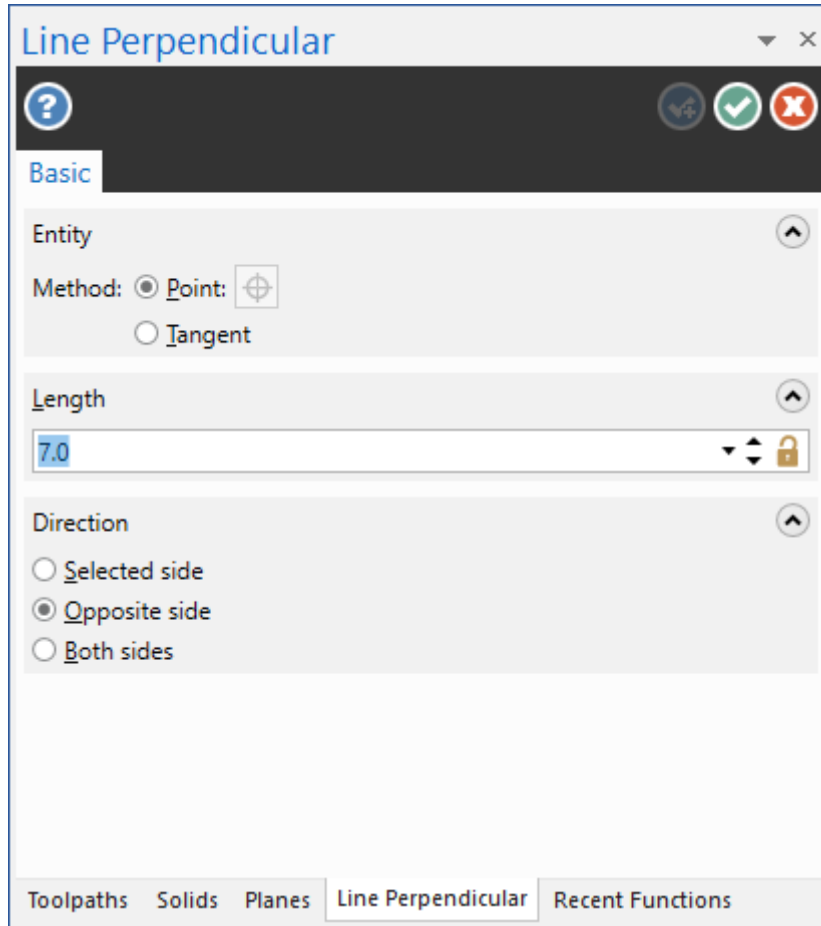
1. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Dynamic rotation**.
2. Uzklīkšķiniet uz detaļas stūra, pārvietojiet to, līdz tas izskatās kā nākamajā attēlā, tad uzklīkšķiniet atkal, lai fiksētu tā novietojumu.



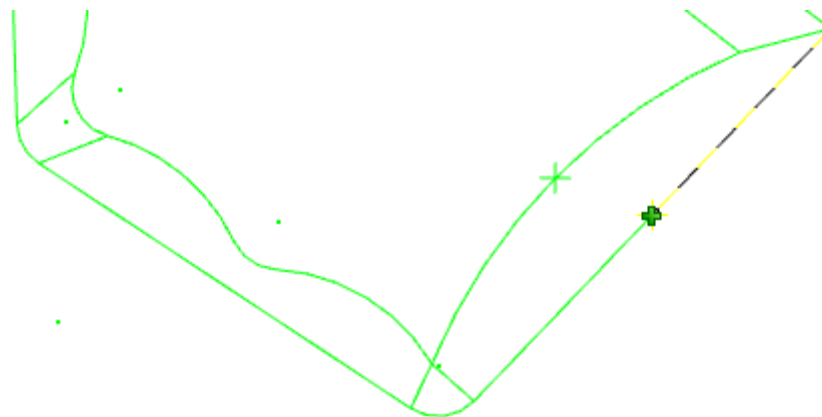
TC punktu izveidošana

Vispirms tiks veidota taisne caur apakšējās kontūras viduspunktu perpendikulāri tam. Izvēlieties **Wireframe, Line Perpendicular**.

Atveras **Line Perpendicular** dialoga logs. **Length** laukā ievadiet **-7.0**.

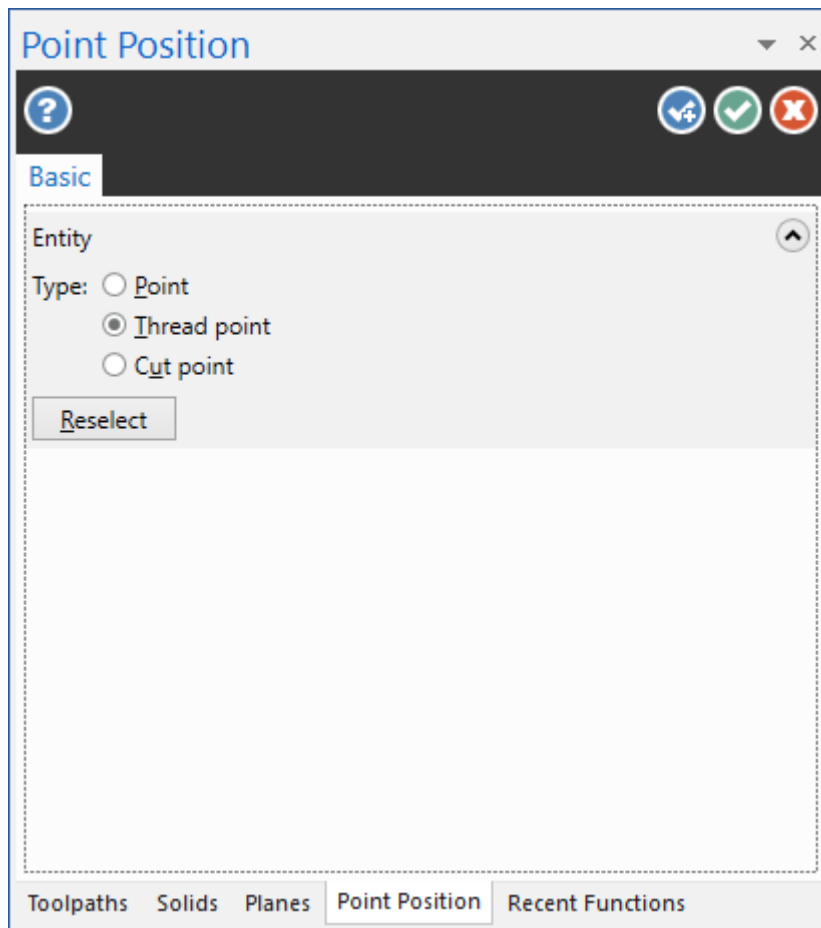


Iezīmējiet apakšējās kontūras malu, kuras vidū ir attēlots punkts (skatīt nākamo attēlu). Klikšķiniet uz šī punkta. Apstipriniet ar **OK**.



Darbības


1. Izvēlieties **Wireframe, Points, Point Position**.



Iezīmējiet **Thread point**.

2. Izvēlieties tikko izveidotās taisnes galapunktu (skatīt nākamo attēlu).



3. Izvēlieties . *Mastercam* novieto stieples ievēršanas punkta (T) simbolu, atstājot detaļas nulles punkta simbolu detaļas centrā.

4. Izvēlieties **Points, Point Position**. Iezīmējiet **Cut Point**.

5. Izvēlieties to pašu punktu kā iepriekš. *Mastercam* novieto griešanas sākuma punkta (C) simbolu. Nodzēsiet izmantoto taisni.

Ģeometrijas virknēšana

Mastercam nodrošina vairākus virknēšanas maskas variantus, kuri ļauj iepriekš izvēlēties to elementu, no kuriem veidot virknes, kategorijas.


Maska bloķē izvēli visiem izvēlētas kategorijas elementiem. Masku ģeometrijai var veidot pēc elementa tipa, krāsas, līmeņa un konstruēšanas plaknes. Piemēram, varat izvēlēties **Color** masku, un tikai tie elementi, kuri ir tādā pašā krāsā kā pirmais izvēlētais elements, var būt daļa no vienas virknes.

Tā kā 4 asu detaļām bieži ir kontūras divās plaknēs, izvēlieties **Plane** masku virknēšanai, kas virknēs tikai elementus, kuri ir paralēli aktuālajai konstruēšanas plaknei (plakne, kurā tiks veidota jauna ģeometrija).

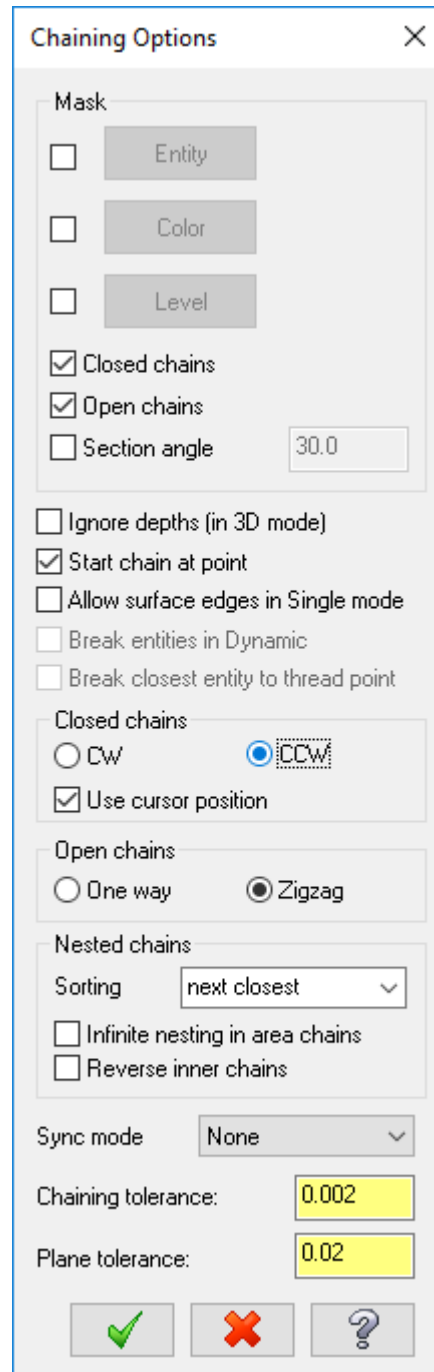
Darbības

1. Izvēlieties **Wirepaths, 4 axis**. Atveras **Chaining** logs. Lauka apakšā izvēlieties **Options**.

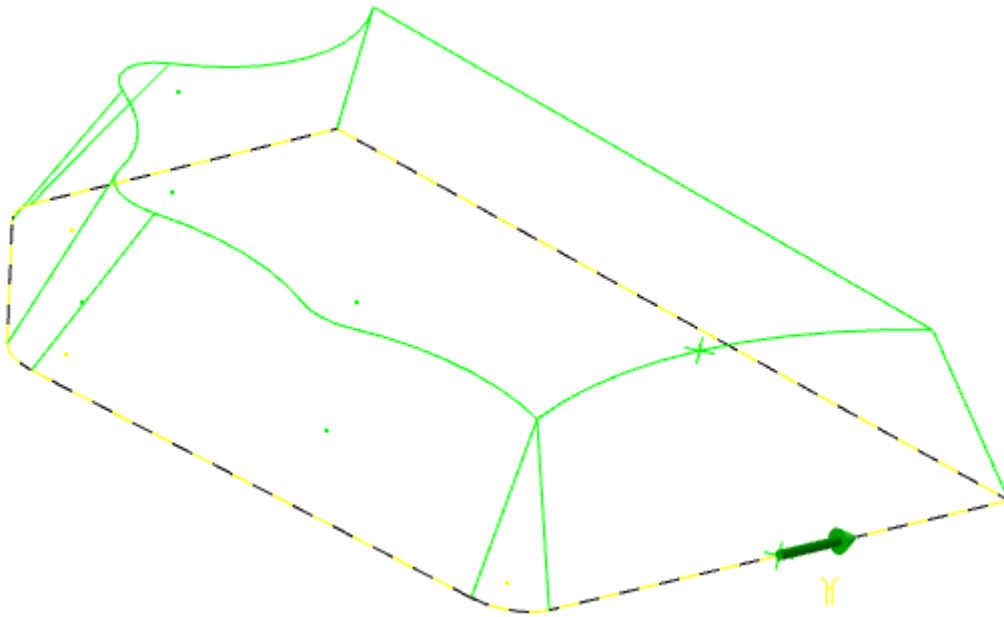
2. Zem **Mask** attīriet **Color** iezīmes lauku, izvēlieties **Start chain at point**. **Chaining Options** dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

3. Izvēlieties . **Chaining** logā atzīmējiet **Cplane**.

4. Izvēlieties stieples punktu, apakšējo kontūru no punkta, kā norādīts nākamajā attēlā.



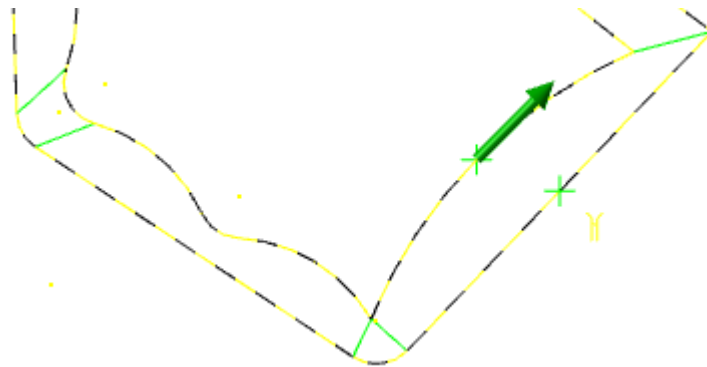
Mastercam izgaismo visu apakšējo kontūru (XY plakne) un norāda virknēšanas virzienu (pret pulksteņrādītāja kustības virzienu).



Piezīme. Ar aktivizētu **Set start of chain from point entities** variantu varat izvēlēties kontūru jebkurā vietā, un stieples trajektorija sāksies punktā, kur kontūra ir pārtraukta. Tomēr tas, kur tiks izvēlēta kontūra, nosaka virzienu (pulksteņrādītāja kustības virzienā vai pret pulksteņrādītāja kustības virzienu), kā stieple pārvietosies apkārt detaļai (ja vien nav atslēgts **Use cursor position for manual selection** virknēšanas variants).

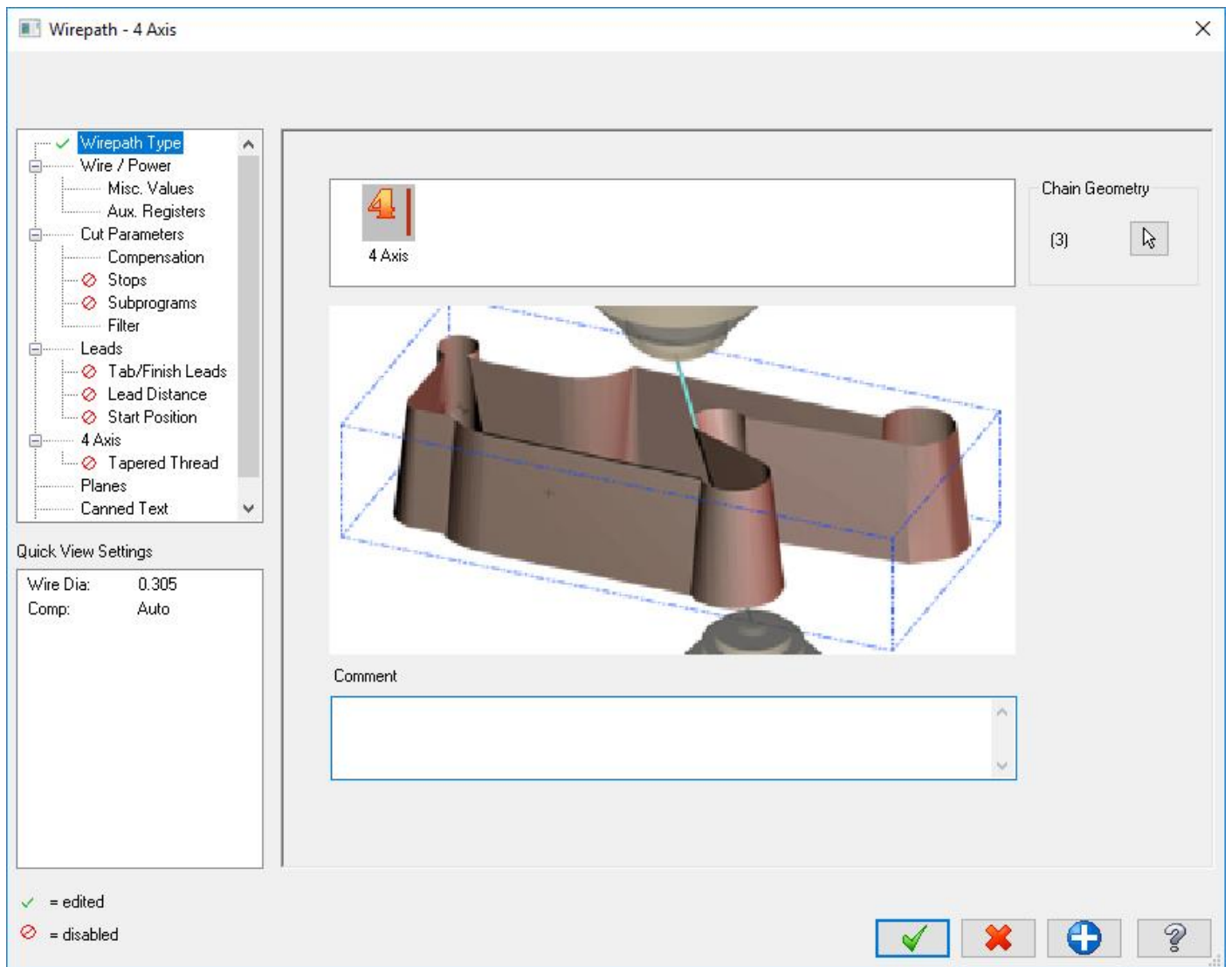
5. **Chaining** logā izvēlieties **End chain** .

6. Izvēlieties augšējo kontūru (UV kontūru) no punkta, kas norādīts nākamajā attēlā.




Mastercam izgaismo visu kontūru un norāda virknēšanas virzienu. Pārliecinieties, ka bultiņa vēršas pa labi un virknēšana ir orientēta tajā pašā virzienā kā apakšējā kontūra (pret pulksteņrādītāja kustības virzienu). Ja tā nav, izvēlieties **Reverse**.

7. Izvēlieties . Atveras **Wirepath - 4 Axis** dialoga logs.

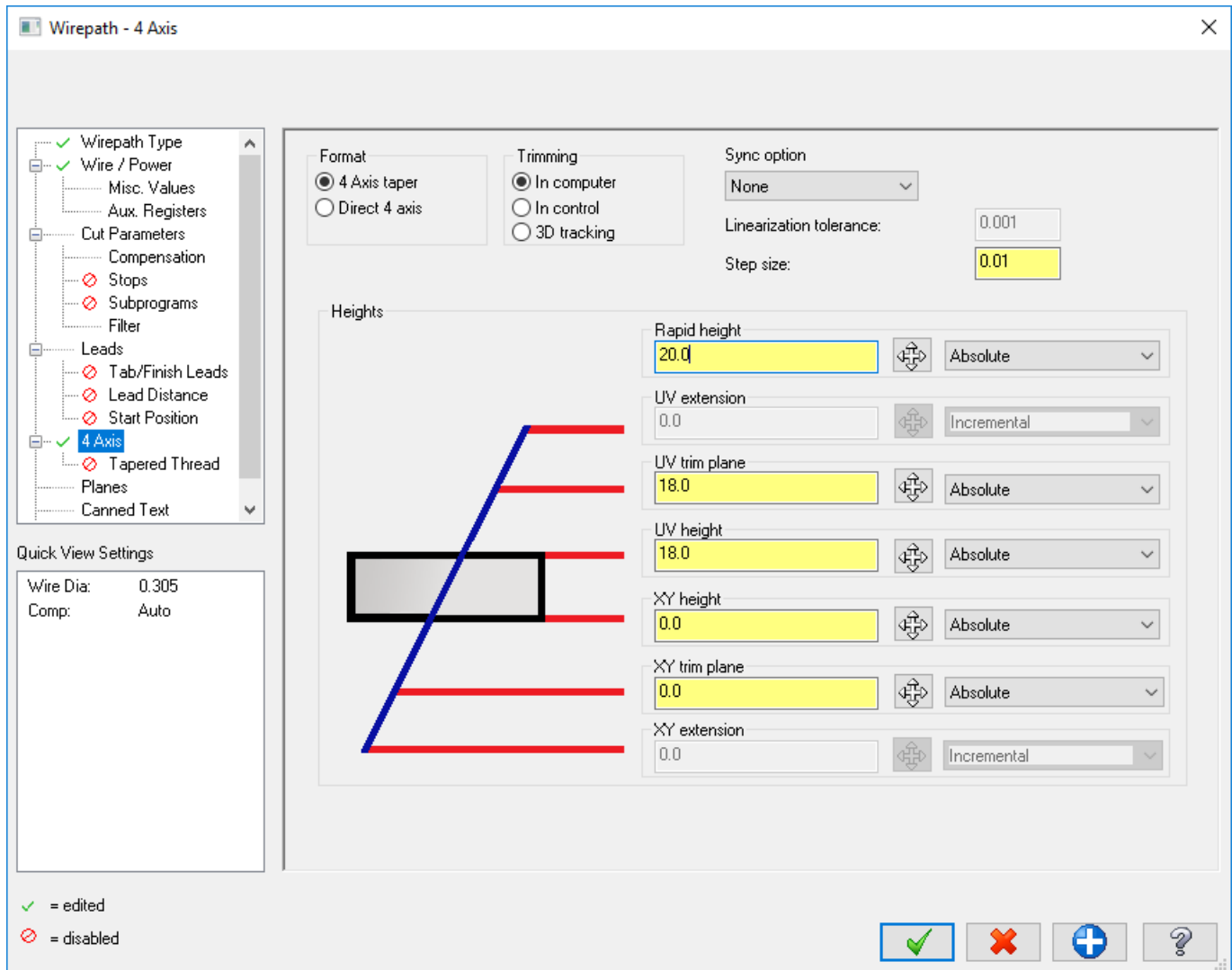


Stieples trajektorijas parametru iestatīšana

Darbības

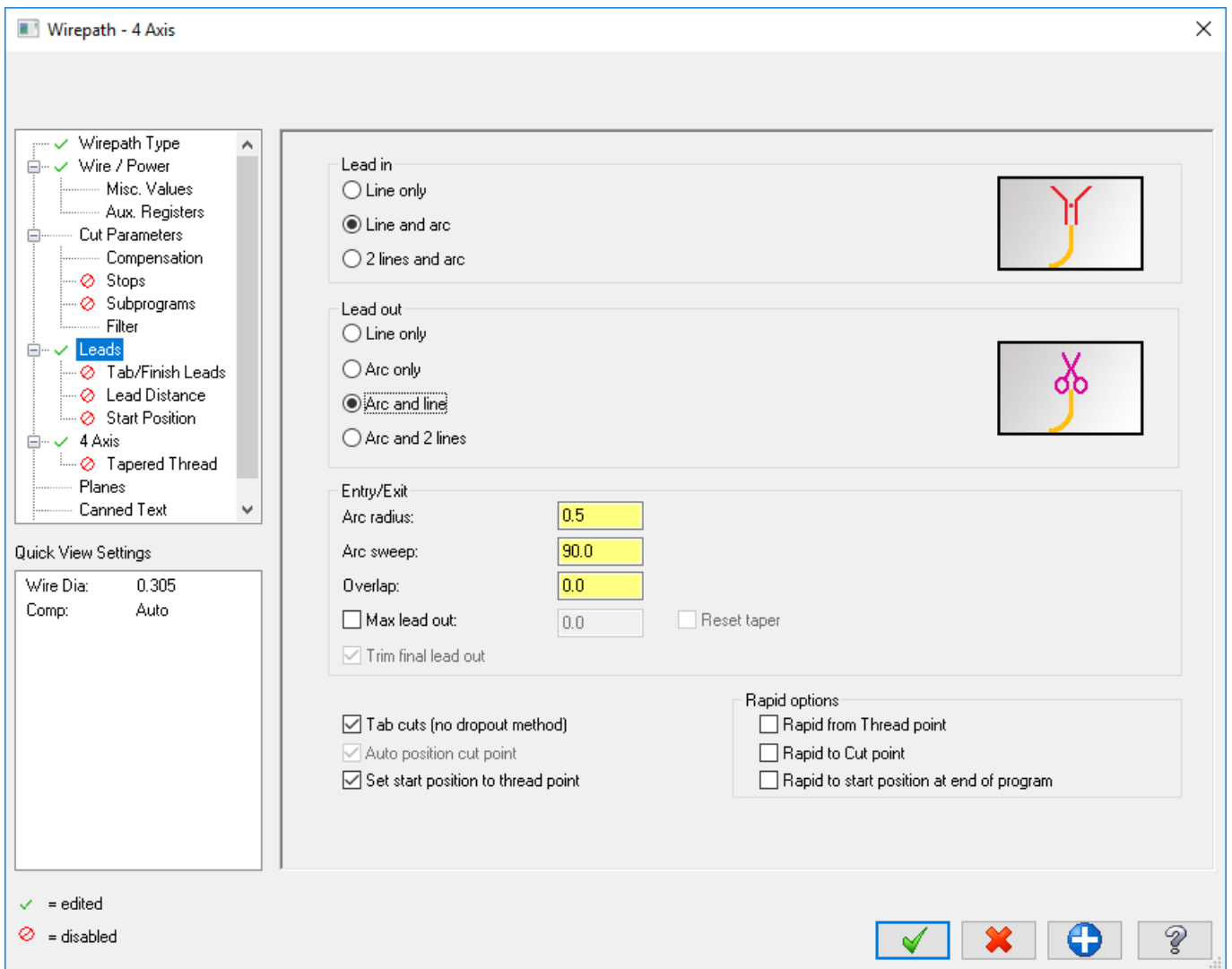
1. Izvēlieties **Wire / Power** dialoga lappusi, tad izvēlieties **Open, Select library**.
2. Pārejiet uz mapi *Wire_mm.Power*.
3. Izvēlieties .
4. Izvēlieties **4 Axis** dialoga lappusi.
5. Ievadiet **20** kā **Rapid height** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka augšējo vadotņu novietojumu ātrajā pārvietojumā.
6. Ievadiet **18** kā **UV trim plane** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka augšējo vadotņu novietojumu stieples griešanas laikā.
7. Ievadiet **18** kā **UV height** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība pārstāv UV kontūras augstumu un detaļas biezumu.
8. Ievadiet **0.0** kā **XY height** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība pārstāv XY kontūras augstumu.

9. Ievadiet **0.0** kā **XY trim plane** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka apakšējo vadotņu novietojumu stieples griešanas laikā. Pārliecinieties, ka vērtības atbilst nākamajam attēlam.



10. Izvēlieties **Leads** dialoga lappusi.

11. Ieejai izvēlieties **Line and arc** un izejai – **Arc and line**. Arī pārējiem variantiem tiks izmantotas jau iestatītās vērtības. Dialoga laukam jāsakrīt ar nākamo attēlu.



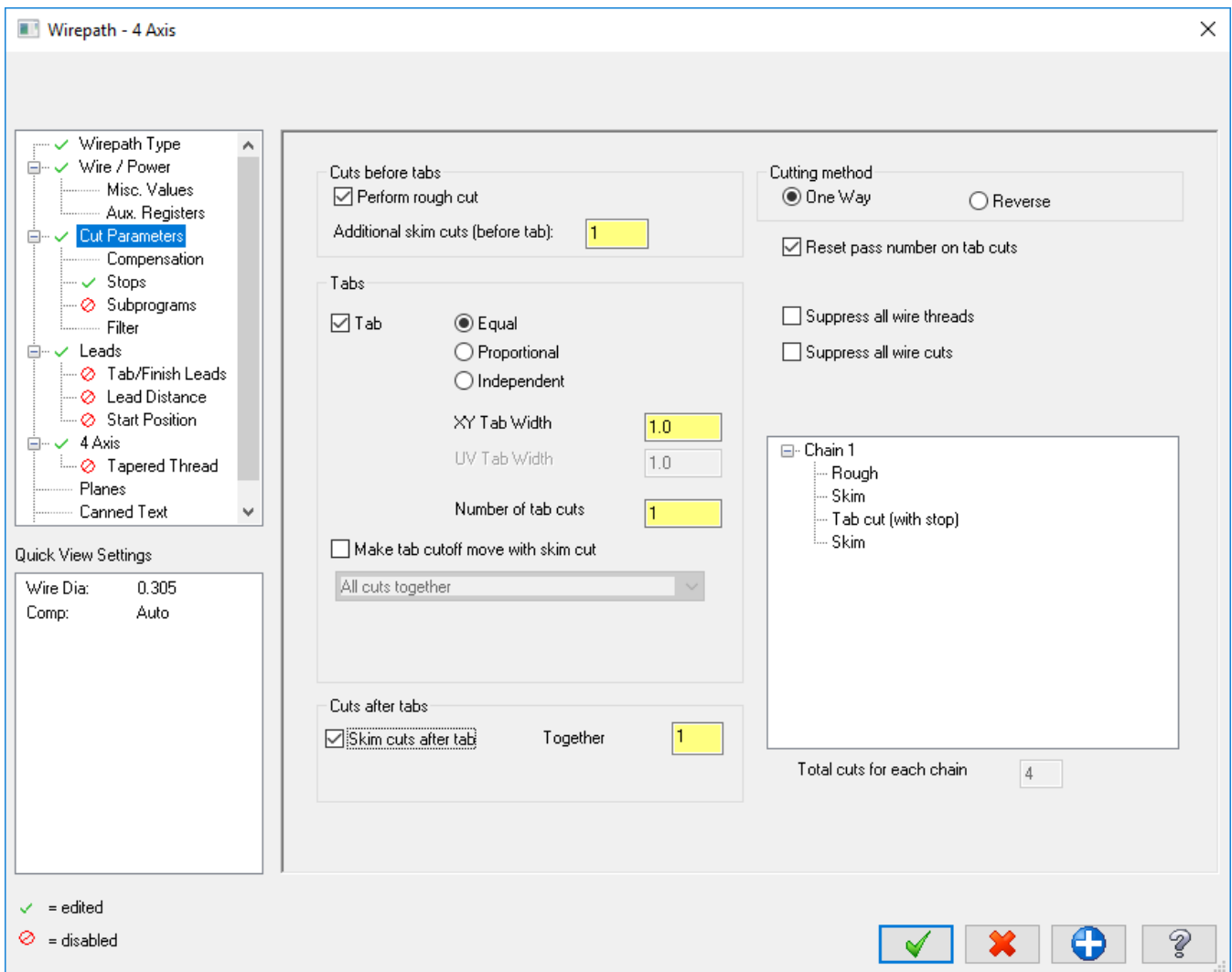
12. Izvēlieties **Cut parameters** dialoga lauka pogu.

13. Ievadiet **1** kā **Additional skim cuts (before tab)**.

14. Izvēlieties **Tab** iezīmes lauku, lai to aktivizētu, un ievadiet **1** kā **Tab width**.

15. Izvēlieties **Skim cuts after tab** un ievadiet **1**.

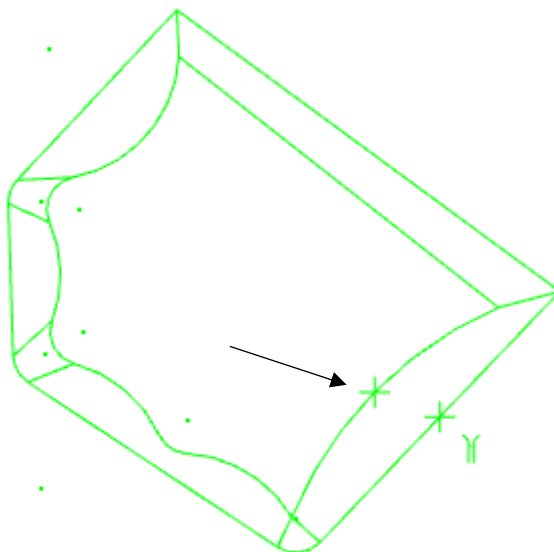
16. Pārliecinieties, ka dialoga lauks sakrīt ar nākamo attēlu.



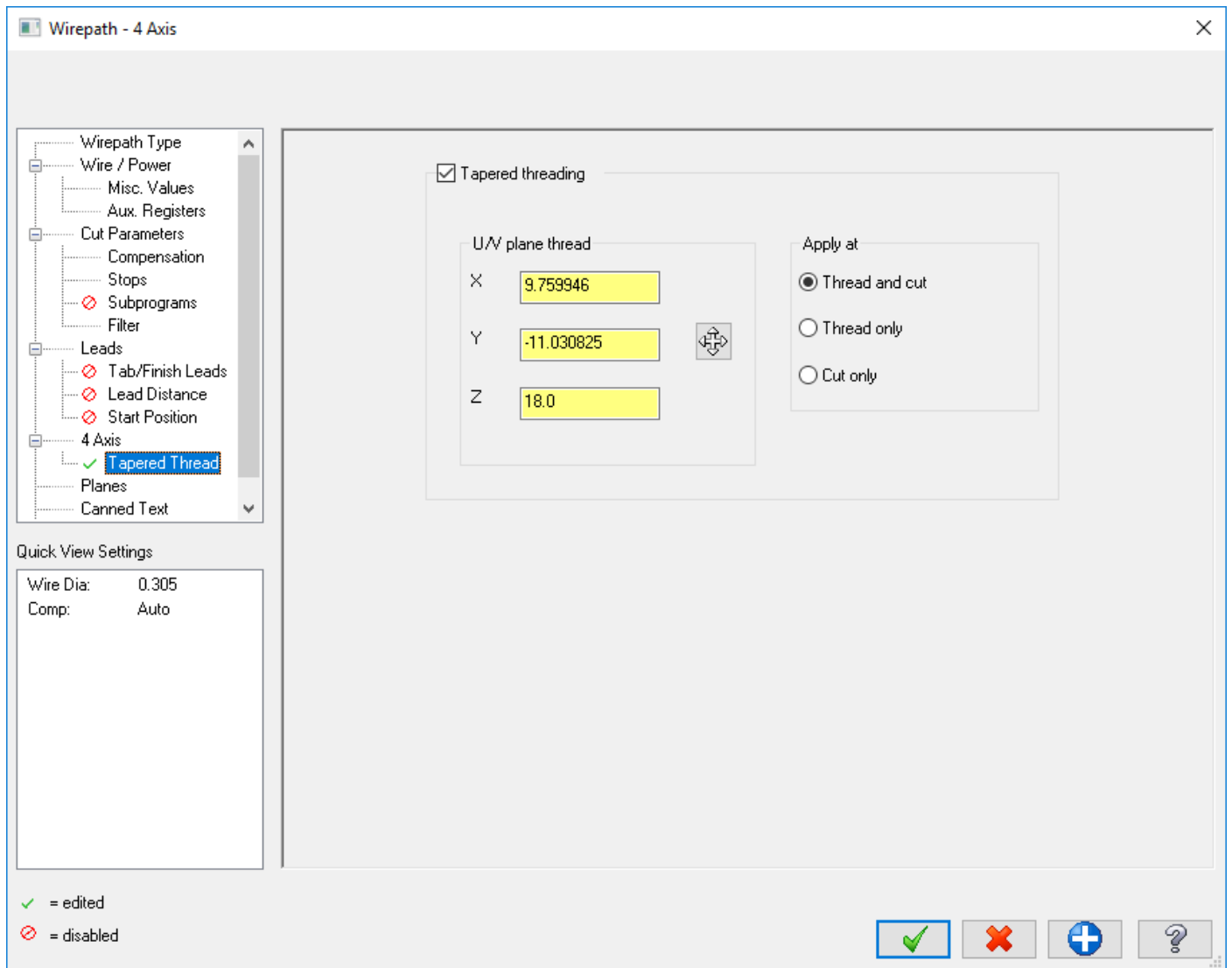
17. Izvēlieties **Tapered Thread** dialoga lappusi. Iezīmējiet **Tapered Threading** iezīmju lauku.


Klikšķiniet uz **Thread** punkta izvēles simbolu .

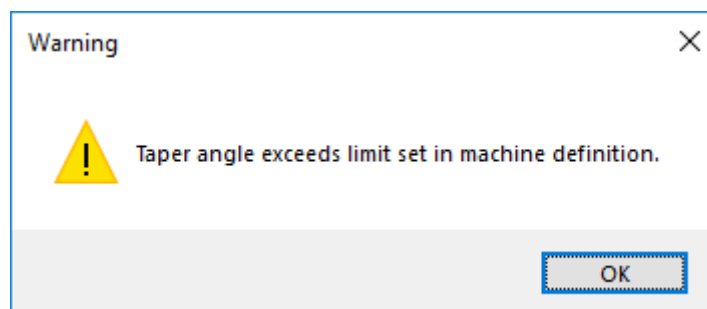
Mastercam atgriežas grafiskajā laukā, tajā izvēlieties augšējās kontūras malas viduspunktu (skatīt nākamo attēlu).



Dialoga lappusei jāizskatās kā nākamajā attēlā.

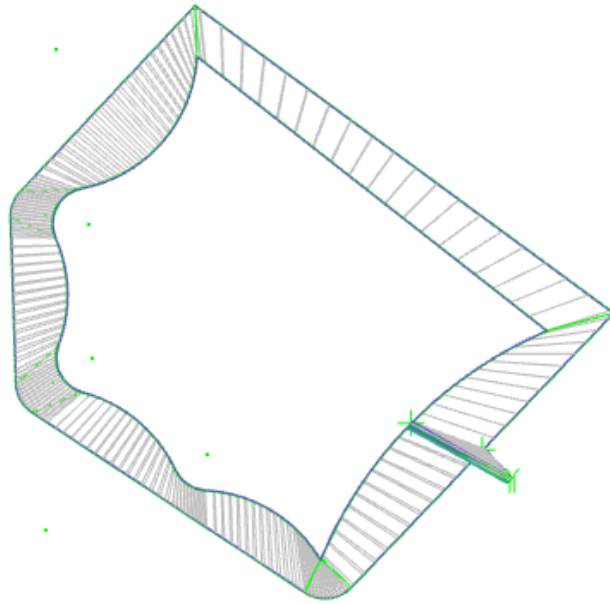


18. Izvēlieties , *Mastercam* var attēlot paziņojuma logu:



Apstipriniet ar **OK**.

Mastercam izveido stieples trajektoriju.



SINHRONIZĀCIJAS UN FILTRĒŠANAS PĀRSKATS

Tā kā augšējās un apakšējās stieples vadotnes seko atšķirīgai ģeometrijai 4 asu stieples trajektorijā, vadotnes pārvietošanas neatkarīgi viena no otras. Tomēr to kustībai jābūt sinhronizētai, jo vadotnes ir jāvirza tā, lai veidotos vēlamā forma. *Mastercam* nodrošina vairākas metodes, kā 4 asu detaļām sinhronizēt augšējās un apakšējās kontūras.

Iepriekšējā vingrinājumā programmētajās stieples trajektorijās sinhronizācija bija iestatīta uz **None (Sync option)**, tas ir, nebija aktīva. Kad sinhronizācija ir iestatīta uz **None**, *Mastercam* sinhronizē virknes, sadalot tās pāru skaita segmentos un izmantojot **Step Size** variantu **4 axis** dialoga lappusē.

Vislabāko sinhronizācijas metodi nosaka detaļas ģeometrija. Ne visas metodes var izmantot jebkurai detaļai. Divas visplašāk lietotās sinhronizācijas metodes ir apzīmējamas kā sazarojuma un elementu. Sazarojuma punkts ir vieta, kur trīs vai vairāk elementu galapunkti saskaras un kur virknes virziens var mainīties. Kad kontūras sinhronizē pa sazarojumiem, *Mastercam* kontūras sinhronizē pa posmiem starp sazarojuma punktiem un lieto linearizācijas pielaidi, lai kontrolētu precizitāti. Kad kontūras sinhronizē pēc elementiem, *Mastercam* savieto katra elementa galapunktus, bet tam ir nepieciešams, lai katra virkne saturētu vienādu skaitu elementu.

Šajā detaļā sazarojuma sinhronizācija ļauj *Mastercam* sinhronizēt līkni uz XY kontūras ar punktu uz UV kontūras. Šai detaļai nevar lietot elementu sinhronizāciju, jo XY un UV kontūrām ir atšķirīgs elementu skaits.

Laikā, kad sinhronizācijas metode nosaka detaļas virsmas formu, virsmas formu un malu precizitāti ietekmē arī filtrēšana, linearizācijas pielaide un soļa izmērs stieples trajektorijas parametru iestatījumos:

- filtra variants saīsina NC programmu, apvienojot vairākus stieples pārvietojumus garākos pārvietojumos, pamatojoties uz pielaidi;

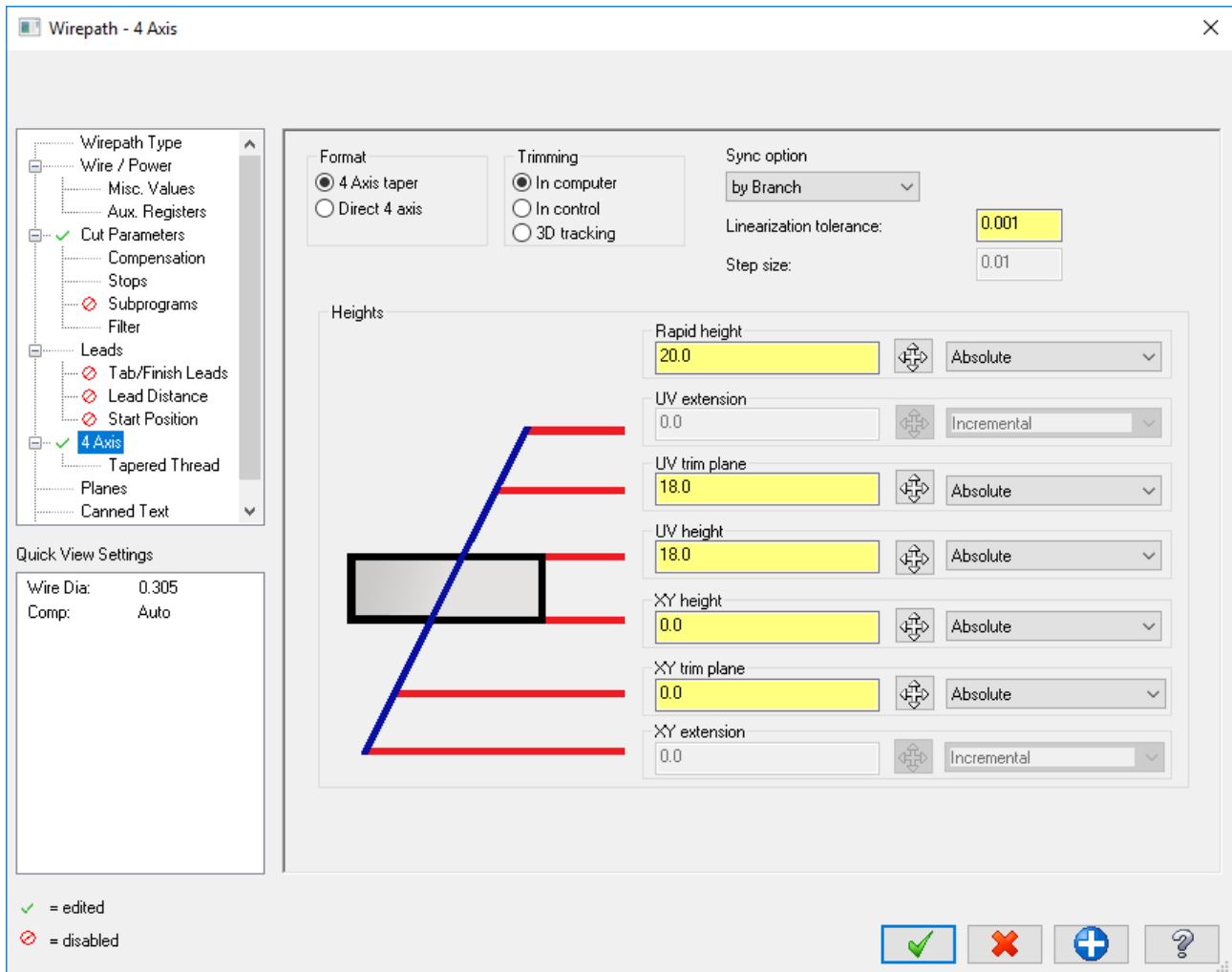
- linearizācijas pielaide ietekmē loku un spline līdzenumu uz 4 asu stieples trajektorijas, kontrolējot hordu izmērus (taisnes segmentus), kas tiek lietotas to veidošanai NCI failā;
- soļa izmērs vada kontūru līdzenumu, kad stieples trajektorija nav sinhronizēta pa punktiem, sazarojumiem, elementiem vai mezgliem (tas ir, kad sinhronizācijas metode ir **None**).

Šajā vingrinājumā tiks aplūkots sinhronizācijas efekts. Redzēsiet efektu, ko stieples trajektorijai dod trajektorijas punktu filtrēšana.

Sazarojuma sinhronizēšana

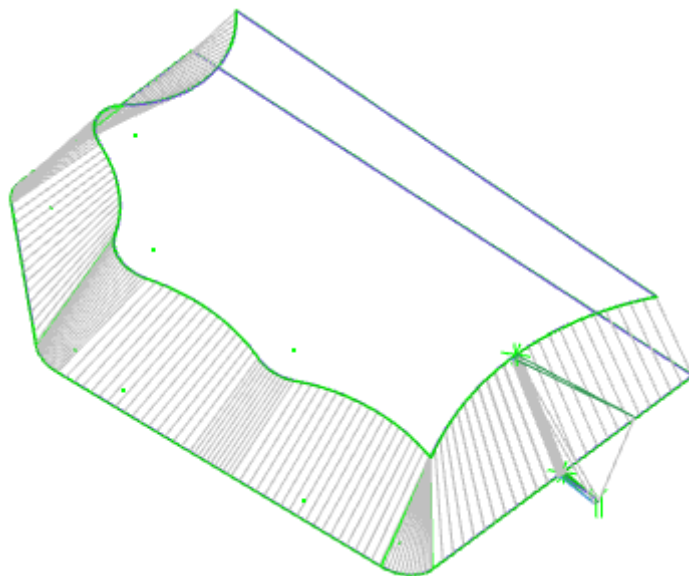
Darbības

1. Pārejiet uz operāciju pārvaldnieku.
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu.
3. Izvēlieties **4-Axis** dialoga lappusi.
4. No **Sync option** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **by Branch**.



5. Izvēlieties .

6. Operāciju pārvaldniekā izvēlies **Regenerate All Dirty Operations**. Uz ekrāna parādās jaunā stieples trajektorija.

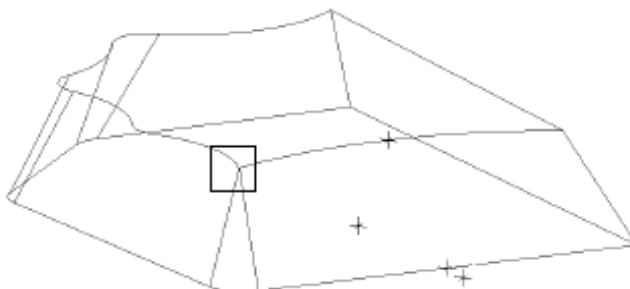


Pievērsiet uzmanību, ka te ir mazāk sinhronizācijas taišņu un detaļa tiek apstrādāta ātrāk.

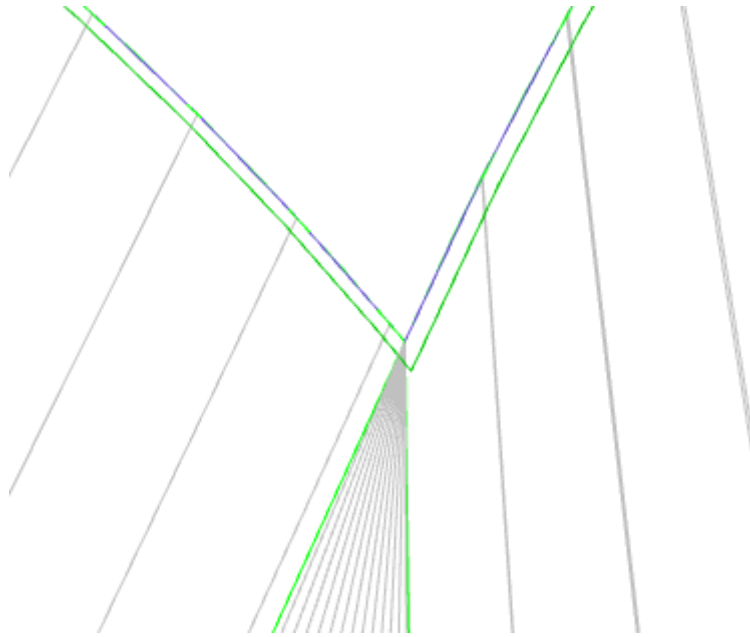
Sinhronizācijas efekta apskats stūros

Darbības

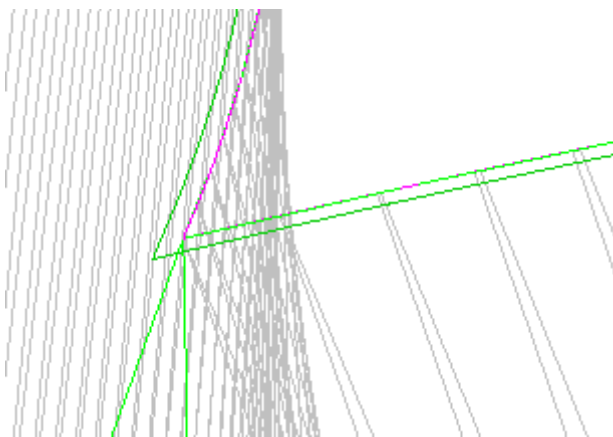
1. Izvēlieties **Backplot selected operations**.
2. Uzklīkšķiniet labo peles pogu grafiskajā laukā, izvēlieties **Zoom window (F1)**, apvelciet taisnstūri ap stūri (skatīt nākamo attēlu).



3. Izvēlieties **Play (R)**. Pievērsiet uzmanību asajam stūrim, kā parādīts nākamajā attēlā.

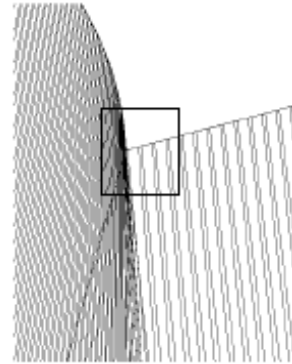


4. Izvēlieties , lai pārietu uz operāciju pārvaldnieku.
5. Izvēlieties **Parameters** ikonu. Atveras **Wirepath - 4 Axis** dialoga lauks.
6. Izvēlieties **4 Axis** dialoga lappusi, ja nepieciešams tajā kaut ko mainīt.
7. Priekš **Sync option** izvēlieties **None**, tad . Operāciju pārvaldnieks atveras ar iezīmētu operāciju reģenerācijai. Ievadiet soļa izmēra (**Step Size**) parametru **0.2**.
8. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**. *Mastercam* reģenerē un attēlo stieples trajektoriju operāciju pārvaldnieka dialoga laukā.
9. Velciet operāciju pārvaldnieka dialoga lauku uz ekrāna malu, lai var labāk redzēt stieples trajektoriju. Tagad šeit ir daudz vairāk taišņu, jo *Mastercam* sinhronizē ģeometriju.

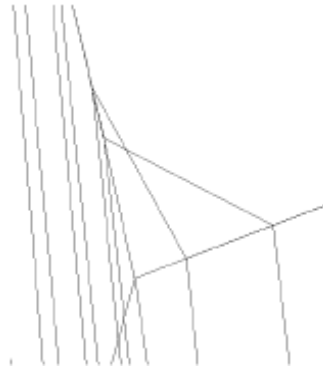


10. Izvēlieties **Backplot selected operations**.

11. Ieklikšķiniet labo peles pogu, izvēlieties **Zoom window** un apvelciet taisnstūri ap stūri (skatīt nākamo attēlu).





12. Izvēlieties **Play(R)**. Pievērsiet uzmanību, ka stieples trajektorija nogriež stūri (skatīt nākamo attēlu).



Sazarojuma sinhronizācijas (by Branch) atjaunošana

Darbības

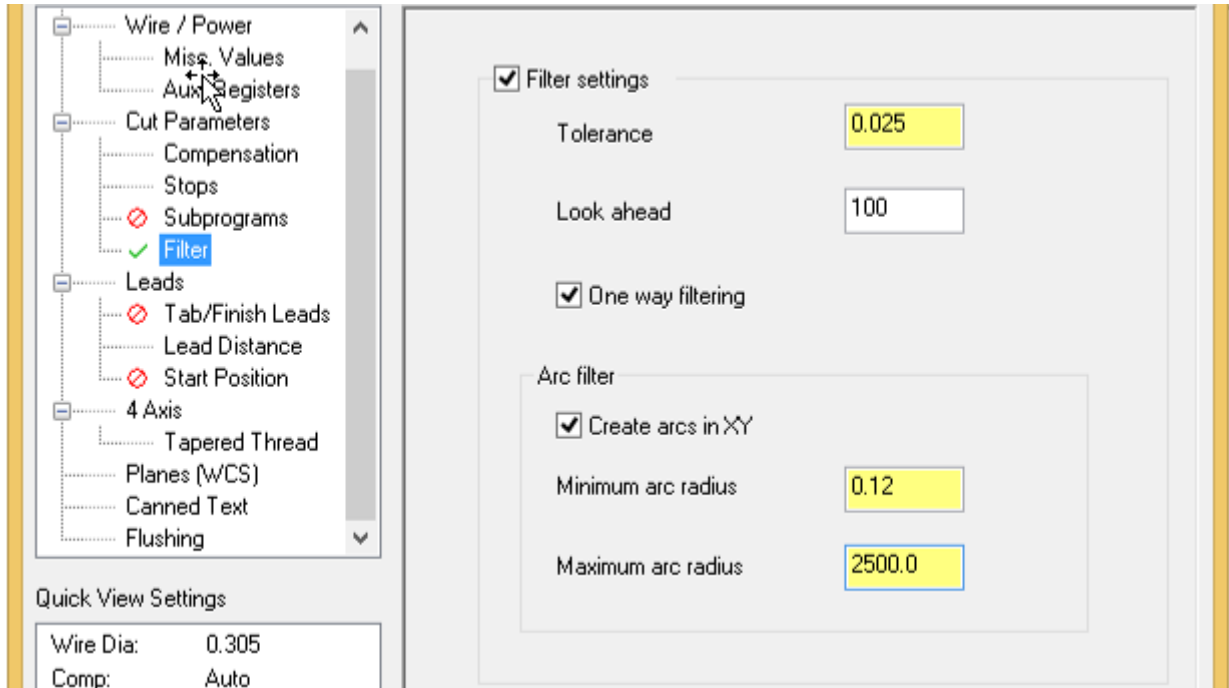
1. Izvēlieties .
2. Izvēlieties **Parameters** ikonu.
3. Izvēlieties **4 Axis** dialoga lauka pogu.
4. Izvēlieties **by Branch** priekš **Sync option**. Neizvēlieties .

Stieples trajektorijas filtrēšana

Kad tiek filtrēta stieples trajektorija, *Mastercam* ar vienu vienīgu instrumenta pārvietojumu aizvieto vairākus stieples trajektorijas pārvietojumus, kas novietojušies uz vienas taisnes. Iespējams norādīt pielaidi, kas ierobežo šo aizvietošanu. Kā variantu iespējams arī norādīt, cik tālu uz priekšu *Mastercam* meklē taisnes, ko aizvietot, un aizvieto vairākus lineārus pārvietojumus ar lokveida pārvietojumu pa noteikto minimālo un maksimālo rādus.

Darbības

1. Uz **Wirepath - 4 Axis** dialoga lauka izvēlieties **Filter** dialoga lappusi.

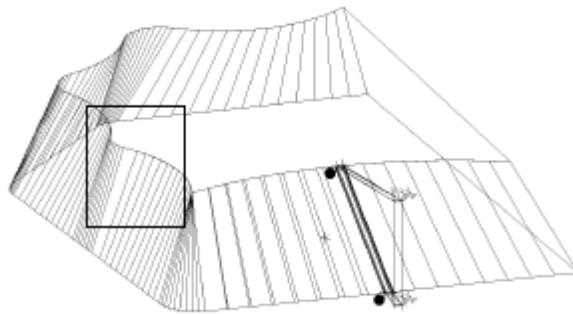


2. Šajā vingrinājumā pieņemsiet noklusējuma iestatījumus (skatīt iepriekšējo attēlu): filtra pielaide ir **0.025 mm**, un skatīšanās uz priekšu (**look ahead**) ir **100** punkti. Izvēlieties divreiz, lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

3. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**, tad – **Backplot selected operations**.

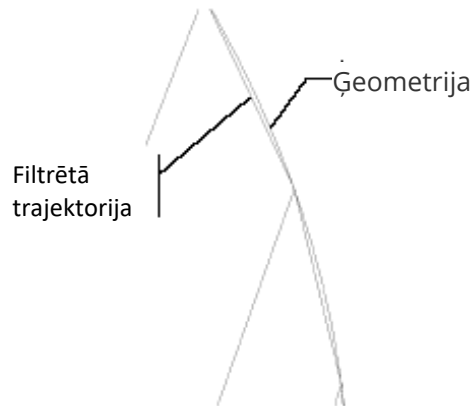
4. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Fit screen**.

5. Izvēlieties **Play(R)**. Pievērsiet uzmanību taisņu skaitam, kuri apzīmē lineāros pārvietojumus detaļas kreisajā pusē.



6. Palieliniet skatu uz līknes daļu, kā norādīts iepriekšējā attēlā (lai iegūtu piemērotu palielinājumu, iespējams, to vajadzēs darīt vairākkārt), un izvēlieties **Run** atkal.

Pievērsiet uzmanību līknes aproksimācijai ar filtrēto stieples trajektoriju.



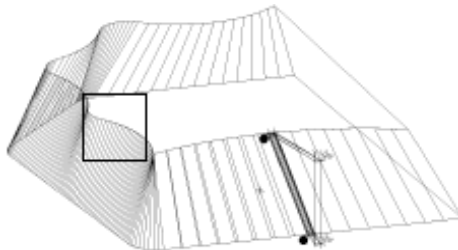
7. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

8. Izvēlieties **Parameters** ikonu.

9. No **Wirepath - 4 Axis** dialoga lauka izvēlieties **Filter** lappusi, izvēlieties **Filter settings** iezīmes lauku, lai deaktivētu filtrēšanu, tad izvēlieties .

10. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**, tad – **Backplot selected operations**.

11. Ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Fit screen**, tad – **Play(R)**. Pievērsiet uzmanību lielākam taišņu skaitam pa kreisi uz detaļas nefiltrētajai stieples trajektorijai, kas radīs arī garāku NC programmu.



12. Palieliniet skatu uz to pašu līkni un izvēlieties **Play(R)**. Iespējams, to vajadzēs darīt vairākkārt, lai pietiekami palielinātu detaļu un redzētu malu. Pievērsiet uzmanību, ka stieples trajektorija daudz tuvāk aproksimē ģeometriju.

Piezīme.

Stieples trajektorijas filtrēšana parasti paātrina apstrādi, optimizējot stieples trajektorijas, bet tas var arī nedaudz palielināt trajektorijas veidošanas laiku. Lai sasniegtu optimālus rezultātus, detaļā jāsabalansē vairāki aspekti, ieskaitot filtra pielaidi, linearizācijas pielaidi (kura ir lietota, pārvēršot 3D lokus un 2D vai 3D splainus virknētajā ģeometrijā no līknēm uz taisnēm), virsmas topoloģiju, lokveida pārvietojuma priekšrocības salīdzinājumā ar taisnvirziena pārvietojumu konkrētajai detaļai, punktu skaitu, jo *Mastercam* skatās uz priekšu, filtrējot stieples trajektoriju, un individuālās darbmašīnas prasības. Pieredze un eksperimentēšana nodrošinās vislabākā paņēmiena izvēli.




DETAĻAS ĢEOMETRIJAS MAIŅA UN STIEPLES TRAJEKTORIJAS REĢENERĒŠANA

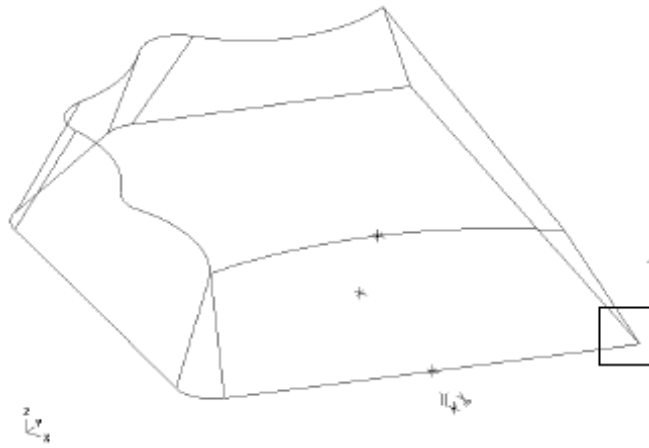
Mastercam ļauj viegli veikt izmaiņas, kad ir izveidota stieples trajektorija. Šajā vingrinājumā tiks mainīta detaļas ģeometrija, tad reģenerēta stieples trajektorija, neatkārtojot neko no stieples trajektorijas definēšanas. Apgūsiet, kā apskatīt pēcprocesora pielāgošanas failu.

Ģeometrijas izmaiņa

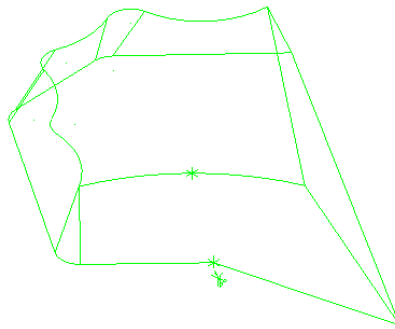
Tiks mainīta ģeometrija, izstiepjot vienu stūri.

Darbības

1. Ieklikšķiniet labo peles pogu un izvēlieties **Fit screen**, tad izvēlies **Screen - Unzoom by 0.8 [Page Down]**, lai samazinātu attēla skatu un dotu vairāk telpas darbam.
2. Nospiediet [**Alt + O**], lai aizvērtu operāciju pārvaldnieku.
3. Izvēlieties **Xform, Stretch**.
4. Apvelciet logu ap punktu (skatīt nākamo attēlu), izvēlieties . Atveras **Stretch** logs. Izvēlieties **Move**, tad **From Point**.



5. Ieklikšķiniet stūri, tad pārvietojiet kursoru apmēram 25 mm pa ekrāna diagonāli prom no detaļas un ieklikšķiniet atkal (skatīt nākamo attēlu).



6. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Repaint**. *Mastercam* attēlo izmainīto ģeometriju.

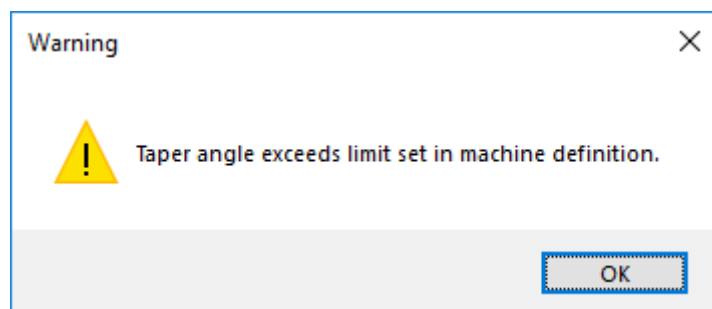
Piezīme. Attēlā parādīts aptuvens rezultāts, kurš ir atkarīgs no tā, cik tālu un kādā virzienā tika aizvilkts punkts.

Stieples trajektorijas reģenerēšana

Darbības

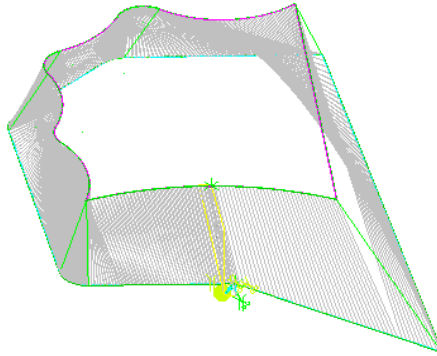
1. Nospiediet **[Alt + O]**. Operāciju pārvaldnieks atveras ar iezīmētu operāciju reģenerēšanai.
2. Izvēlieties **Regenerate all dirty operations**. *Mastercam* attēlo reģenerēto stieples trajektoriju aiz operāciju pārvaldnieka dialoga lauka.

Ja vien nav izmainīts aktīvā pēcprocesora *.PST fails, *Mastercam* parāda brīdinājuma ziņojumu:



3. Izvēlieties **OK**, lai novāktu ziņojumu un turpinātu reģenerēšanu. Turpiniet izvēlēties **OK** vienmēr, kad ziņojums parādās. Par šo ziņojumu būs vairāk nākamajā sadaļā.

4. Izvēlieties **Backplot all selected operations**, tad – **Play (R)**.




5. Izvēlieties , lai atgrieztos uz operāciju pārvaldnieka.

PST faila caurskatīšana

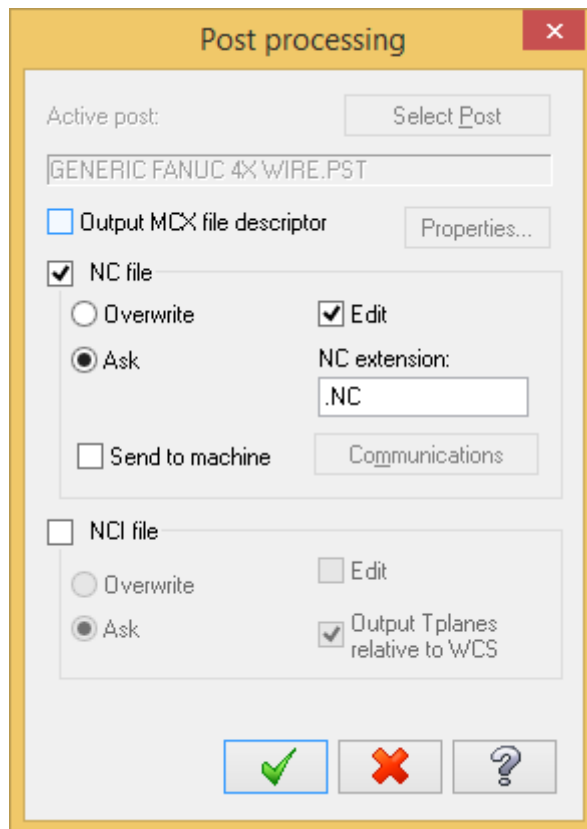
PST fails ir teksta fails, kurš pielāgo *Mastercam* pēcprocesora (**MP post**) darbību. Katram *Mastercam* pēcprocesoram atbilst unikāls PST fails. Tas satur virkni jautājumu, kuri atbilst kādai pēcprocesora darbībai. Piemēram, **numbered question 69** ir saistīts ar iepriekšējo brīdinošo paziņojumu un ir viens no jautājumu saraksta, uz kuru varat atbildēt, lai pielāgotu noteiktu pēcprocesora funkciju darbību.

PST failu var attēlot un rediģēt ar jebkuru teksta redaktoru. *Mastercam* piedāvā arī **List** izvēlnes variantu, kas ļauj lasīt, bet ne mainīt failu ar *Mastercam*. Šajā vingrinājumā tiks aplūkots PST fails, bet tas netiks mainīts.

Darbības

1. Lai noteiktu aktīvo pēcprocesoru, izvēlieties **Post selected operations**  uz operāciju pārvaldnieka. Atveras **Post processing** dialoga lauks. Šis dialoga lauks ir lietojams, lai apstrādātu (**post**) failu, veidojiet NC programmu no jau izveidotās stieples trajektorijas. Tas arī ļauj saglabāt vai likvidēt NCI un NC failus pēc apstrādes.

Aktīvais pēcprocesora fails ir norādīts dialoga lauka augšpusē; šajā gadījumā tas ir GENERIC FANUC 4X WIRE.PST.



2. Tā kā šoreiz fails netiks apstrādāts (**post**), izvēlieties **Cancel**.

3. Izvēlieties [**Alt + O**], lai aizvērtu operāciju pārvaldnieku.

Padoms. Lai rediģētu PST failu, vispirms (vienmēr) šim failam veidojiet kopiju, tad lietojiet **File, Edit, PST**, lai izmainītu failu. Kad *Mastercam* ar aktīvu šo pēcprocesoru tiks palaists nākamajā reizē, izmaiņas būs spēkā. Varat arī izmantot **NC utils, Postproc, Change**, lai atkārtoti ielādētu pēcprocesoru un padarītu izmaiņas par spēkā esošām pašreizējā *Mastercam* sesijā.

3D IZSEKOŠANAS LIETOŠANA

Šajā vingrinājumā tiks izmantota **Mastercam 3D tracking** (izsekošana) īpašība, lai programmētu stieples trajektoriju detaļai, kur XY un UV kontūras nav paralēlas. Šajā vingrinājumā izmantojamā detaļa ir veidota ar nepietiekamu sazarojuma taisņu skaitu, tāpēc pirms detaļas programmēšanas tiks pievienotas sazarojuma taisnes. Pārtrauksiet kontūras un, tā kā detaļa tiks programmēta kā štance, novietosiet TC punktus ārpus detaļas.

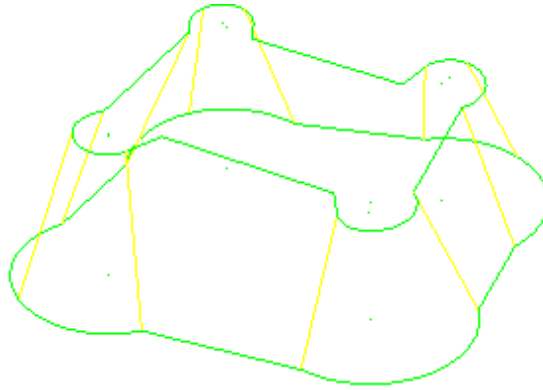
Piezīme. Ne visām stieplu mašīnām un vadības sistēmām ir iebūvēta 3D izsekošana.

Detaļas faila atvēršana

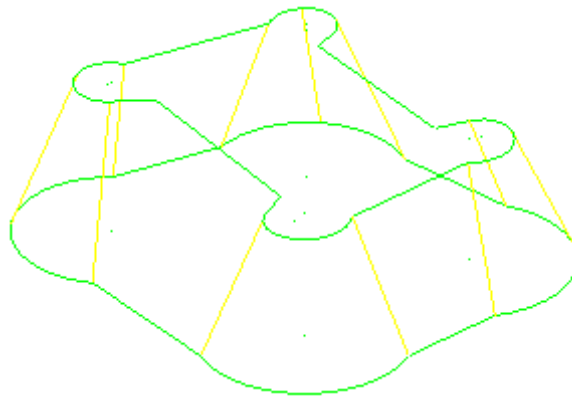
Darbības

1. Izvēlieties **File, Open**.

2. Pārejiet uz mācību mapi.
3. Izvēlieties *el_eroz_5asu.emcam*, tad – **Open**. *Mastercam* atver detaļas ģeometriju grafiskajā logā.



4. Lai atvieglotu darbu ar detaļu, klikšķiniet labo peles pogu grafiskajā laukā, izvēlieties **Dynamic Rotation** rīkjoslas pogu un pagrieziet detaļu, līdz tā izskatās kā nākamajā attēlā. Ja nepieciešams, ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Fit screen**, lai attēlotu visu detaļu.

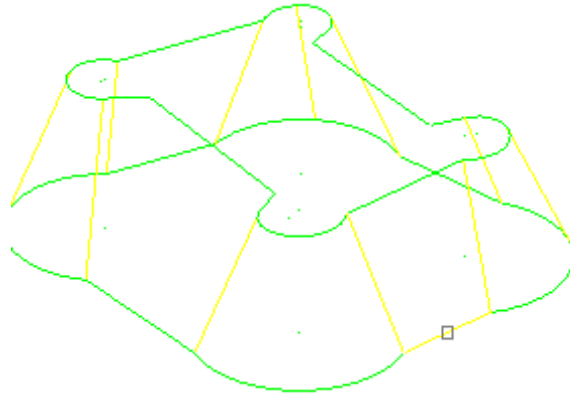


Z dziļuma maiņa

Pirms tiks veidoti TC punkti, jāizmaina konstruēšanas Z dziļums uz **0.0000**. Konstruēšanas Z dziļums nosaka Z koordinātas vērtību visiem veidojamiem elementiem neatkarīgi no tā, kā tie parādās grafiskajā logā. Kad pirmo reizi atverat šo detaļu, Z dziļums ir iestatīts uz zemāko punktu augšējā kontūrā (**1.1250**).

Darbības

1. Izvēlieties **Z** no statusa joslas. Parādās uzaicinājums Select point for new construction depth.
2. Izvēlieties taisni (skatīt nākamo attēlu) tās viduspunktā, tas izgaismojas.



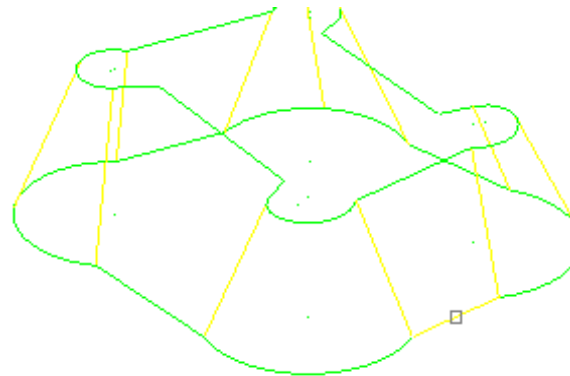
Mastercam uz laiku iezīmē viduspunktu un izmaina Z dziļumu uz **0.0000**.

Kontūru pārtraukšana

Pirms tiks veidoti TC punkti, jāpārtrauc abas kontūras, lai nodrošinātu stieples ieeju kontūrā.

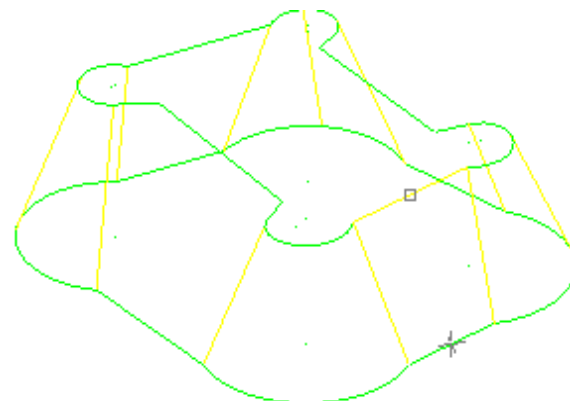
Darbības

1. Izvēlieties **Wireframe, Trim Break Extend, Break Two Pieces**.
2. Izvēlieties to pašu taisni, ko iepriekš.



3. Pārvietojiet kursoru pār taisni, kamēr **Midpoint** izgaismojas uz izvēlnes un taisnstūris parādās ap taisnes viduspunktu, tad uzklikšķiniet. *Mastercam* pārtrauc taisni viduspunktā. Lai pārlicinātos, ka ir pārtraukums, novietojiet kursoru uz katru pusi no viduspunkta. *Mastercam* šai taisnei izgaismo katru pusi.

4. Izvēlieties taisni, kas norādīta nākamajā attēlā.

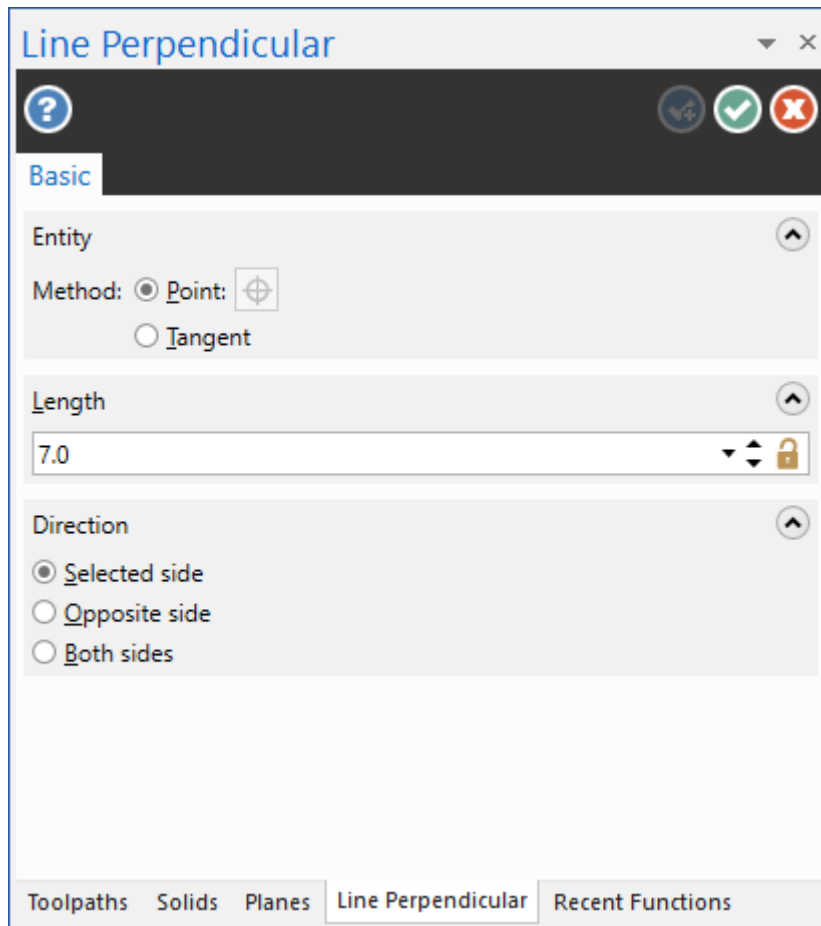


5. Pārvietojiet kursoru pār taisni, kamēr **Midpoint** izgaismojas uz izvēlnes un taisnstūris parādās ap taisnes viduspunktu, tad uzklikšķiniet. *Mastercam* pārtrauc taisni viduspunktā. Nospiediet [**Esc**]. Lai pārlicinātos, ka ir pārtraukums, novietojiet kursoru uz katru pusi no viduspunkta. *Mastercam* šai taisnei izgaismo katru pusi.

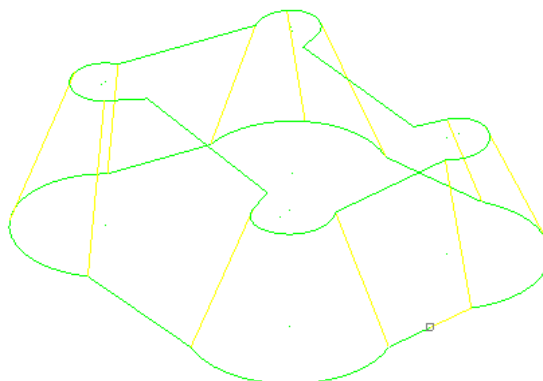
Punkta veidošana

Darbības

1. Izvēlieties **Line Perpendicular**, lai izveidotu taisni perpendikulāri pārtraukuma punktam. Atveras dialoga logs. Uzaicinājuma laukā ierakstiet **7** kā taisnes garumu.



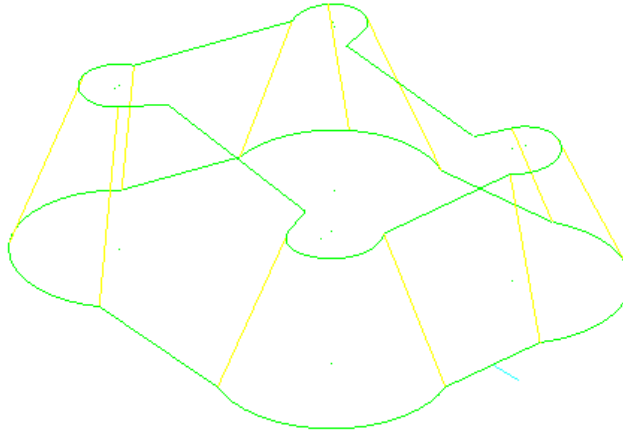
2. Izvēlieties apakšējo kontūru novietojumā (skatīt nākamo attēlu).



3. Izvēlieties tikko izveidoto pārtraukuma punktu.

4. *Mastercam* attēlo pagaidu taisni, kura pārstāv divus iespējamus punktus perpendikulāri pārtraukuma punktam. Izvēlieties taisnes pusi, kura atrodas ārpus detaļas, kā to daļu, kas jā saglabā (skatīt nākamo attēlu).

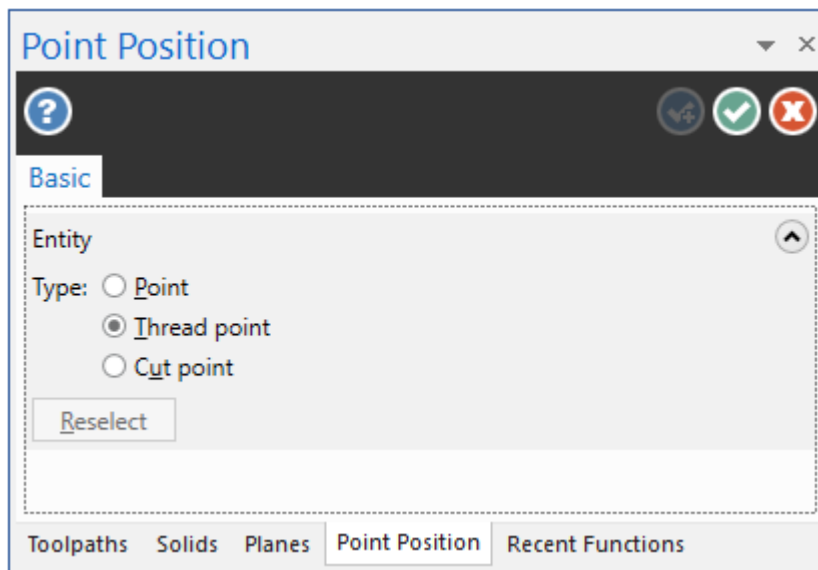
Mastercam parāda jauno taisni.



TC punktu novietošana

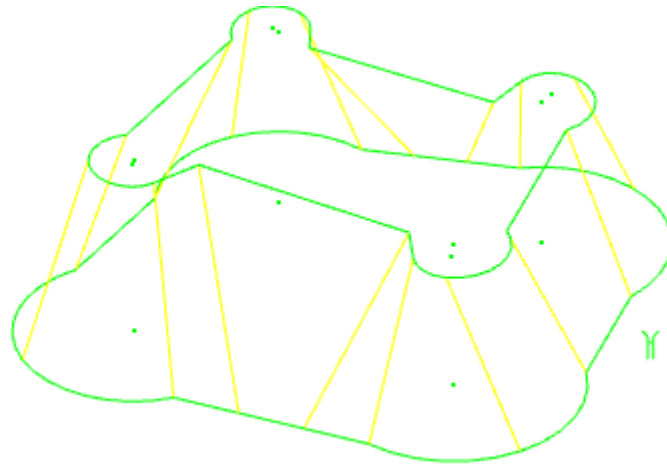
Darbības

1. Izvēlieties **Points, Point Position**. Iezīmējiet **Thread Point**.



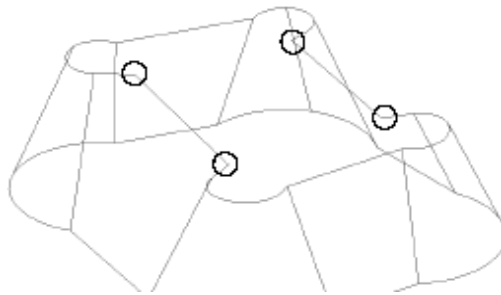
2. Izvēlieties tikko izveidotās taisnes galapunktu.

3. Izvēlieties , *Mastercam* novieto T punktu.



Detaļas sagatavošana jaunajām sazarojuma taisnēm

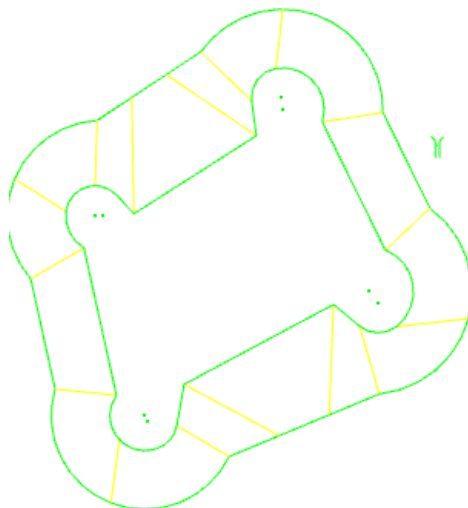
Sazarojuma taisnes (dzeltenā krāsā), kuras *Mastercam* lieto, lai sinhronizētu augšējās un apakšējās kontūras, ir sevišķi svarīgas uz stūriem. Detaļai, kura tiek izmantota šajā vingrinājumā, nepietiek sazarojuma taisņu uz stūriem (skatīt nākamo attēlu).



Šie stūri tiks savienoti ar izveidotajiem galapunktiem apakšējā kontūrā, vispirms sadalot kontūras taisnes. **Mastercam Entity Attribute Manager** tiks izmantots, lai iestatītu tādu krāsu jaunajām taisnēm, kas sakrīt ar jau esošo sazarojuma taisņu krāsu. Tas ļauj lietot krāsu masku virknēšanas darbībai, kas atvieglos detaļas kontūru virknēšanu.

Darbības

1. Lai atvieglotu izvēli, ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā, izvēlieties **Top**, tad ieklikšķiniet labo peles pogu atkal un izvēlieties **Fit screen**. Detaļai jāizskatās kā nākamajā attēlā.

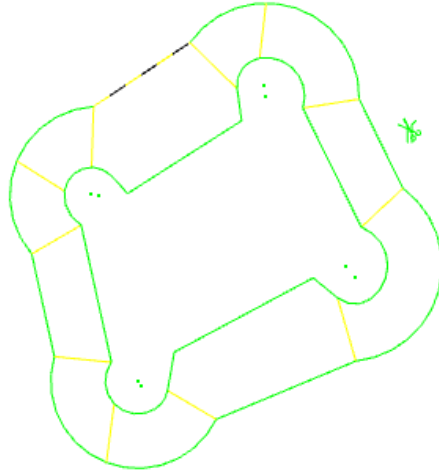


2. Pārliecinieties, ka statusa joslā blakus **Cplane** ir redzams iestatījums **3D**. Ja tur ir **2D**, uzklikšiniet uz tā. Tas ļauj konstruēt ģeometriju trīs dimensijās, kas ir nepieciešams, lai sazarojuma taisnes netiktu definētas konstantā Z dziļumā.

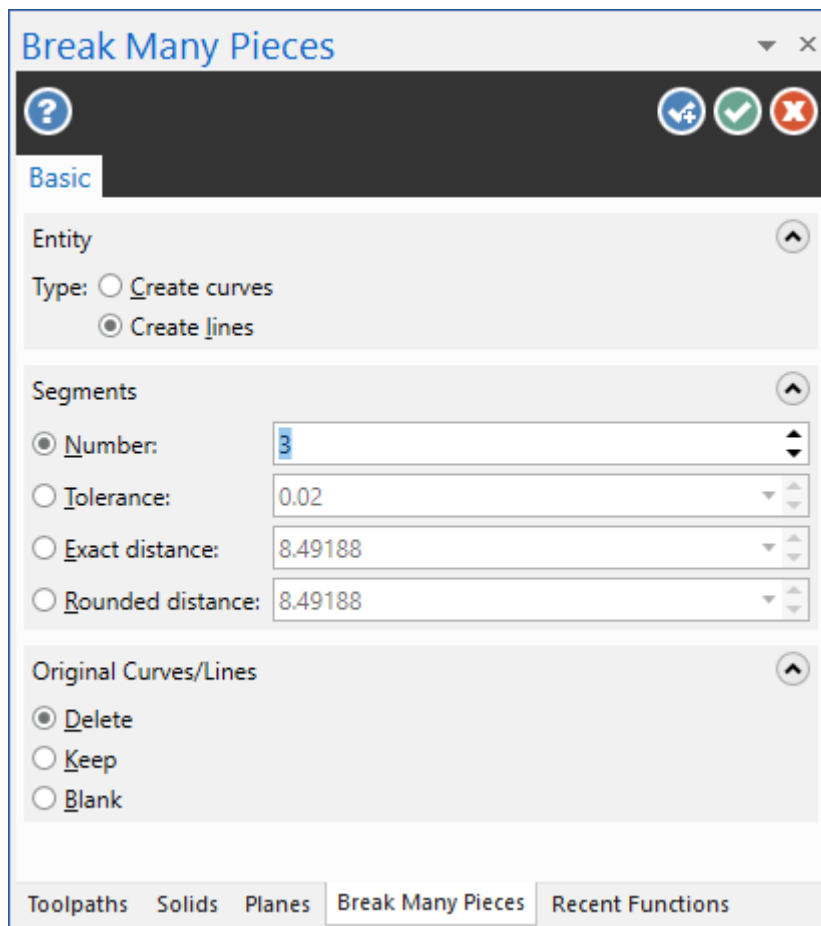
Taišņu sadalīšana segmentos

Darbības

1. Izvēlieties **Wireframe**, **Trim Break Extend**, **Break Many**.
2. Izvēlieties taisni, kā norādīts nākamajā attēlā. Klikšķiniet uz **End Selection**.

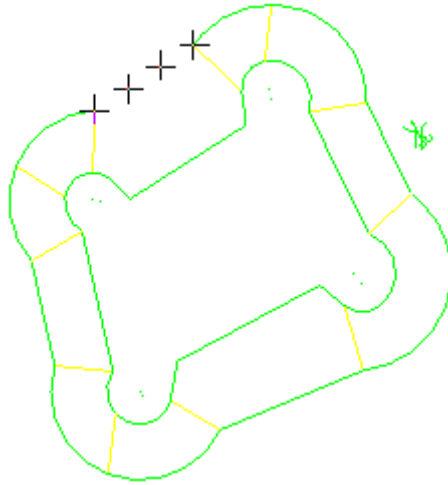


Atveras dialoga logs.

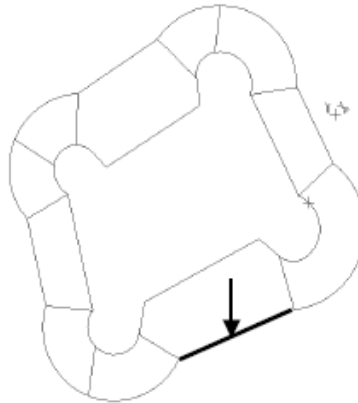


3. **Number** laukā ierakstiet **3**, tas noteiks segmentu skaitu.

4. Izvēlieties . *Mastercam* sadala taisni.

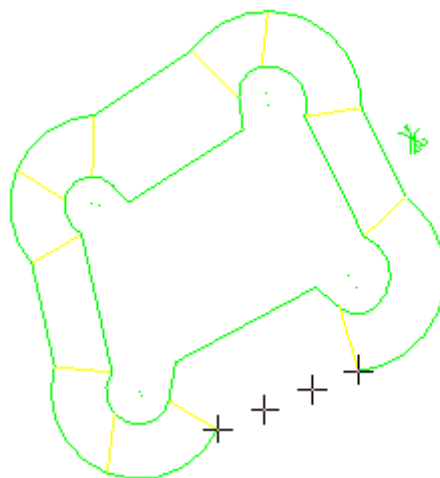


5. Atkārtojiet 1. līdz 3. darbības soli. Izvēlieties taisni, kā norādīts nākamajā attēlā.



6. Uzaicinājuma laukā ierakstiet **3**, tas noteiks segmentu skaitu.

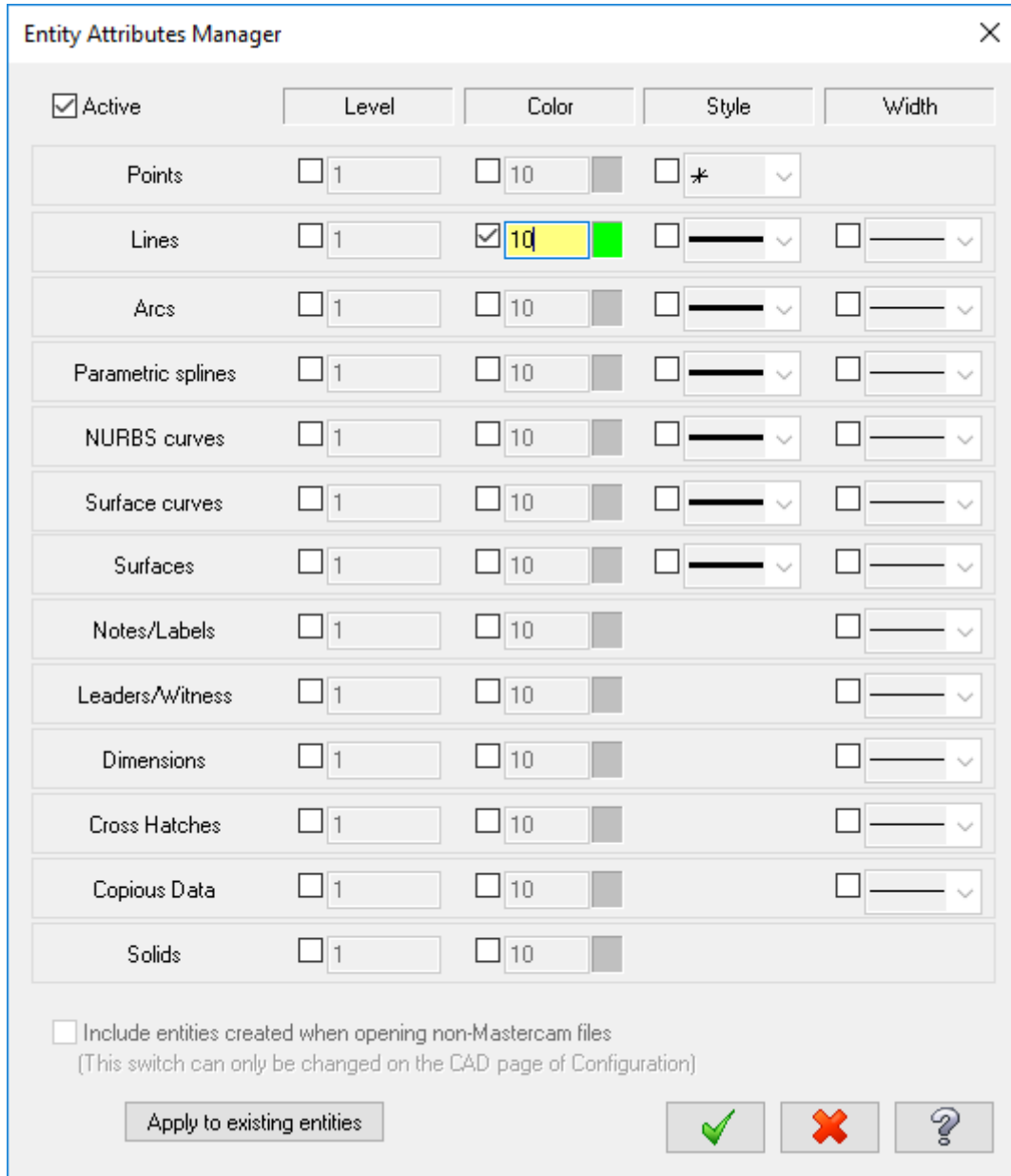
7. Izvēlieties . *Mastercam* sadala taisni.



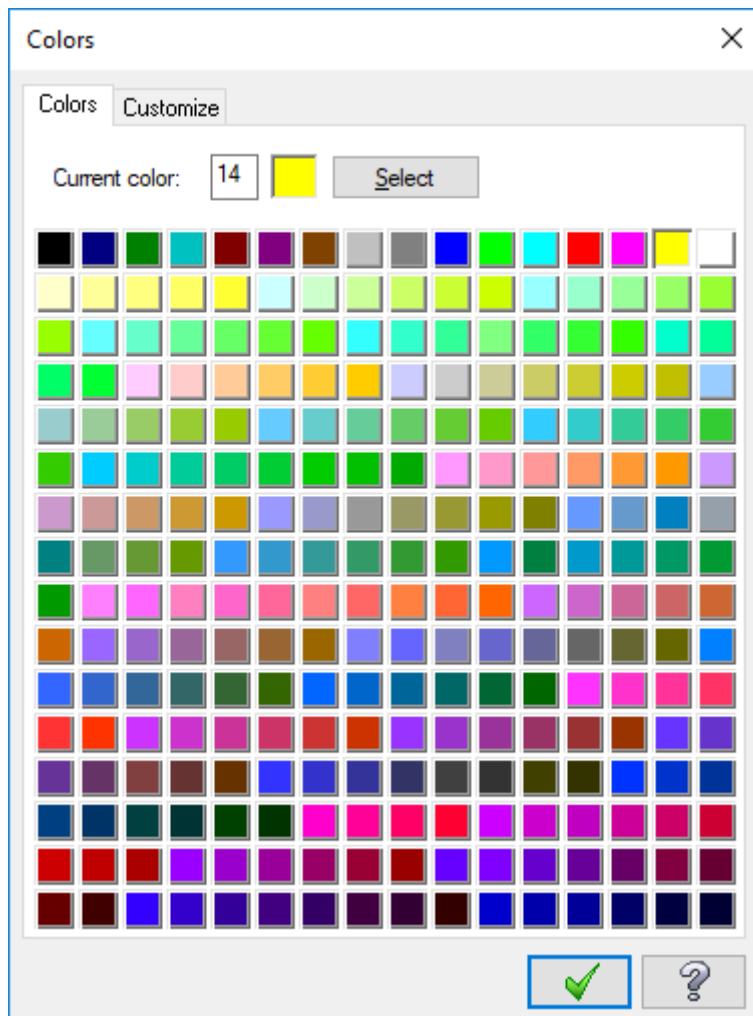
Taisnes krāsas maiņa

Darbības


1. Lai mainītu krāsu taisnēm, kuras gatavojaties veidot, izvēlieties **Home, Attributes**. Atveras **Entity Attributes Manager** dialoga lauks. Iezīmējiet **Active, Lines, Color**.



2. Pašreiz konstruēšanas krāsa ir 10 (koši zaļa). Dubultklikšķiniet uz krāsainā laukumiņa, lai atvērtu **Colors** dialoga lauku.



3. Izvēlieties dzelteno (otrā krāsa no labās puses). Par aktuālo krāsu kļūst **14**.

4. Izvēlieties . Atkārtoti atveras **Attributes** dialoga lauks. Krāsa Nr. 14 tagad ir darba krāsa. Šī krāsa tiks izmantota visiem nākotnē veidojamiem elementiem. Ir lietderīgi veidot sazarojuma taisnes dzeltenā krāsā. Turklāt, izmantojot **Entity Attribute Manager**, varat arī veikt citu atribūtu piesaisti. Tas tiks darīts nākamajos soļos.

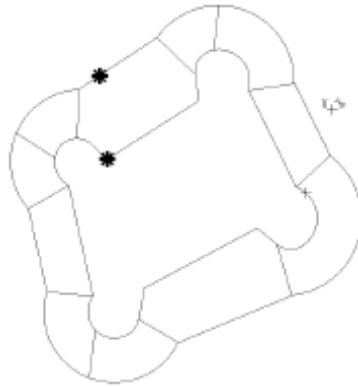
Padoms. Piesaistītos atribūtus var arī piemērot esošajiem elementiem, izvēloties **Apply to existing entities** pogu. Ja tas netiek darīts, esošos elementus šie piesaistījumi neietekmēs. Šajā vingrinājumā esošajiem elementiem netiks piemērota maiņa.

5. Izvēlieties  divreiz, lai aizvērtu **Attributes** dialoga lauku.

Sazarojuma taišņu veidošana

Darbības


1. Izvēlieties **Wireframe, Line Endpoints**.
2. Izvēlieties punktus (skatīt nākamo attēlu), lai izveidotu pirmo sazarojuma taisni.



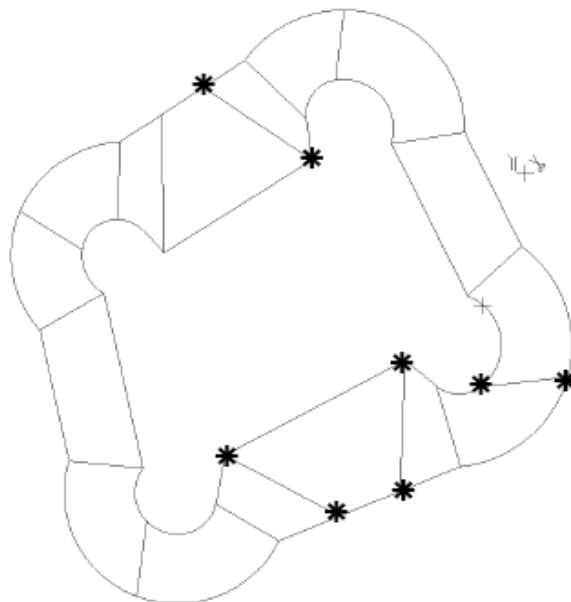
Padoms. Sazarojuma taisnēm jāsavieno gala punkti, ne viduspunkti. Katram taisnes segmentam, kas tika izveidots, pārtraucot kontūru, ir viduspunkts un galapunkti. Pārliedzieties, ka savienojat sazarojuma taisnes ar galapunktiem, ko iespējams identificēt, kad **Endpoint** izgaismojas uz **Point Entry** izvēlnes.

3. Savienojiet pārējos stūrus ar taisņu galapunktiem, kā parādīts nākamajā attēlā, pārliedzieties, ka izvēlaties galapunktus, ne viduspunktus.

4. Pēdējā sazarojuma taisne, kura tiks veidota, savieno divus lokus detaļas apakšējā labajā stūrī. Savienojiet šos galapunktus tāpat kā taisņu galapunktus.

Apstipriniet ar .

Padoms. Ja izvēlēts nepareizs punkts, izvēlieties **Undo** rīkjoslās pogu vai nospiediet **[Alt + U]**, lai atceltu izvēli, un tad izvēlieties punktu atkal.



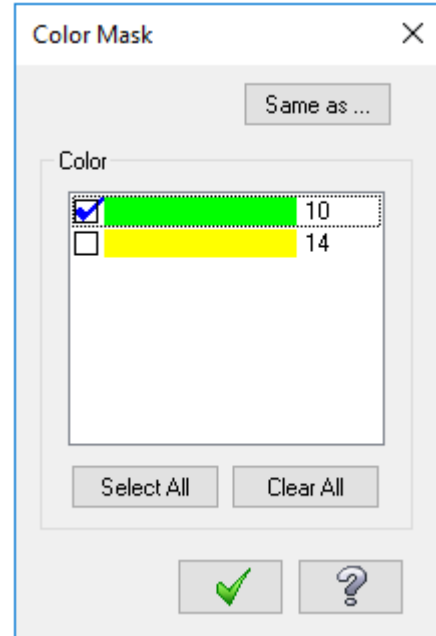
Kontūru virknēšana

Darbības

1. Izvēlieties **Machine, Machine Type, Wire, Default**. Izvēlieties **4 Axis. Chaining** logā izvēlieties **Options**. Atveras **Chaining Options** dialoga lauks.

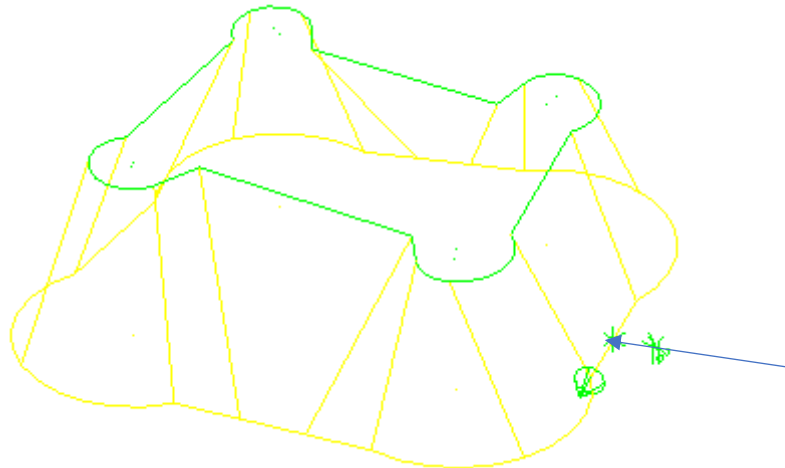
2. Pie **Color** iezīmējiet lodziņu pa kreisi. Izvēlieties **Color** iezīmju lauku. Dialoga laukam jāizskatās kā nākamajā attēlā.

3. Izvēlieties .

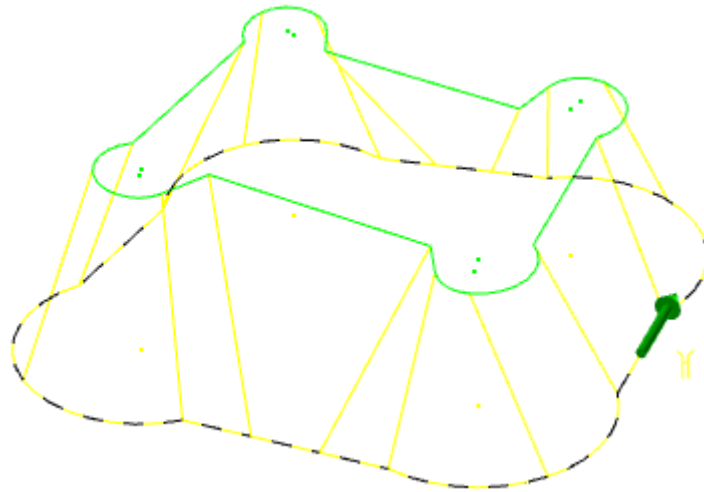


4. Ieklikšķiniet labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlieties **Isometric**, lai izmainītu skatu.

5. Izvēlieties TC punktu, apakšējo kontūru tuvu pārtraukuma punktam (skatīt nākamo attēlu).

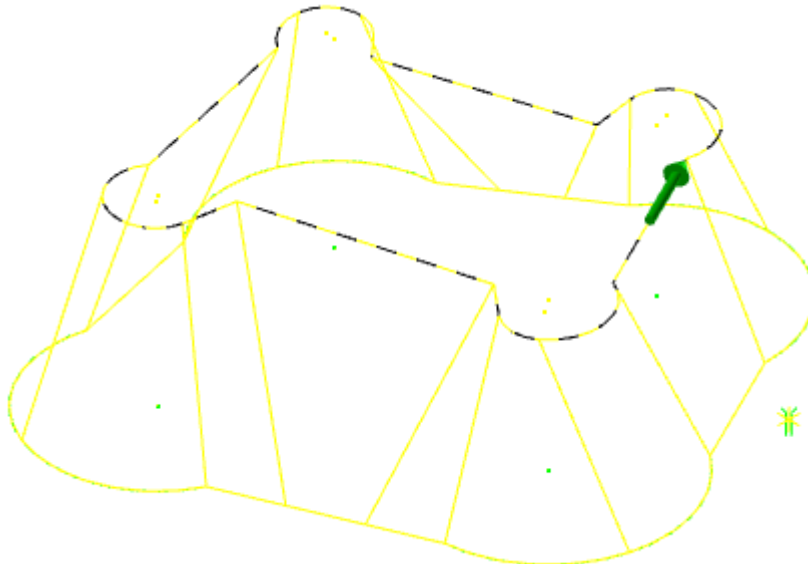


Mastercam izgaismo visu apakšējo kontūru un norāda virzienu (pret pulksteņrādītāja virzienu).



Izvēlieties **End Chain** .

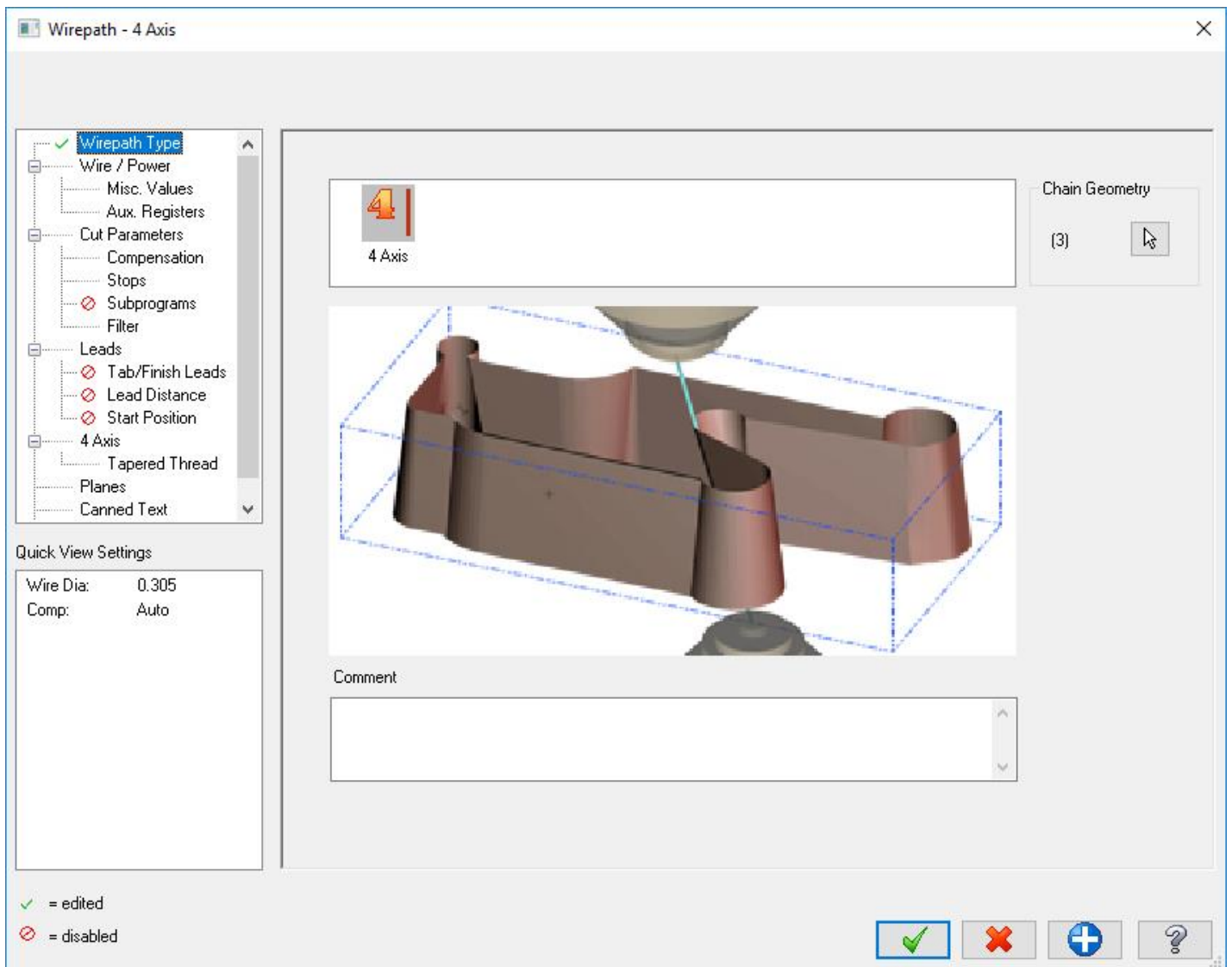
6. Izvēlieties augšējo kontūru punktā, kā norādīts nākamajā attēlā.



Mastercam izgaismo augšējo kontūru. Izvēlieties **End Chain** .

Padoms. Pārliecinieties, ka virknēšanas virzienu norādošā bultiņa vēršas pa labi (tāpat kā apakšējai virknei). Ja tā nav, izvēlieties **Reverse**.

7. Izvēlieties . Atveras **Wirepath - 4 Axis** dialoga lauks.



Stieples trajektorijas parametru iestatīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Wire / Power** dialoga lappusi, tad – **Open, Select library**.
2. Pārejiet uz **Wire-MM. power**.
3. Izvēlieties divreiz.

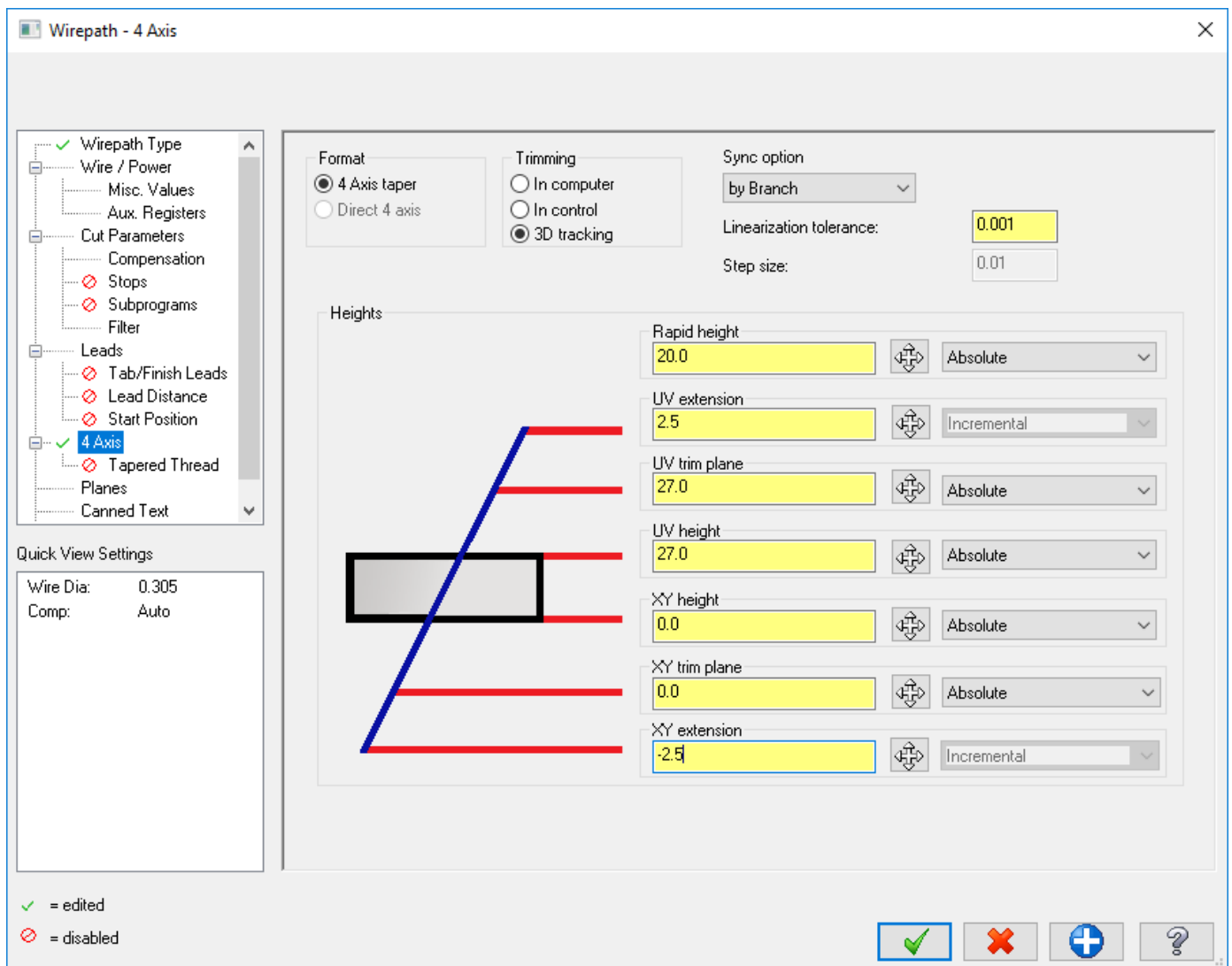
4 asu parametru iestatīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Wirepath - 4 Axis** dialoga lauka **4 Axis** dialoga lappusi.
2. Izvēlieties **3D tracking**, lai varētu ievadīt pārsniegšanas vērtību virs UV kontūras un zem XY kontūras.
3. Ievadiet **28** kā **Rapid height** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka augšējās vadotnes novietojumu ātrajā pārvietojumā.

4. Ievadiet **2.5** kā **UV extension**. Šī vērtība var būt tikai **Incremental** (pieaugums) un ir noteikta attiecībā pret **UV trim** plakni.
5. Ievadiet **27** kā **UV trim plane** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība nosaka augšējās vadotnes novietojumu laikā, kad stieple griež materiālu.
6. Ievadiet **27** kā **UV height** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība pārstāv UV stieples trajektorijas kontūru un detaļas biezumu.
7. Ievadiet **0.0** kā **XY height** un izvēlieties **Absolute**. Šī vērtība pārstāv XY stieples trajektorijas kontūru.
8. Ievadiet **0.0** kā **XY trim plane**. Šī vērtība nosaka apakšējās vadotnes novietojumu laikā, kad stieple griež materiālu.
9. Ievadiet **-2.5** kā **XY extension**. Tāpat kā **UV extension**, šī vērtība var būt tikai **Incremental** (pieaugums) un ir noteikta attiecībā pret **XY trim** plakni.
10. No **Sync option** iznirstošās izvēlnes izvēlieties **by Branch**. Pa elementiem var sinhronizēt tikai tad, ja abās kontūrās ir vienāds elementu skaits. Izveidojot sazarojuma taisnes faktiski, izveidojas arī nepieciešamie elementi.

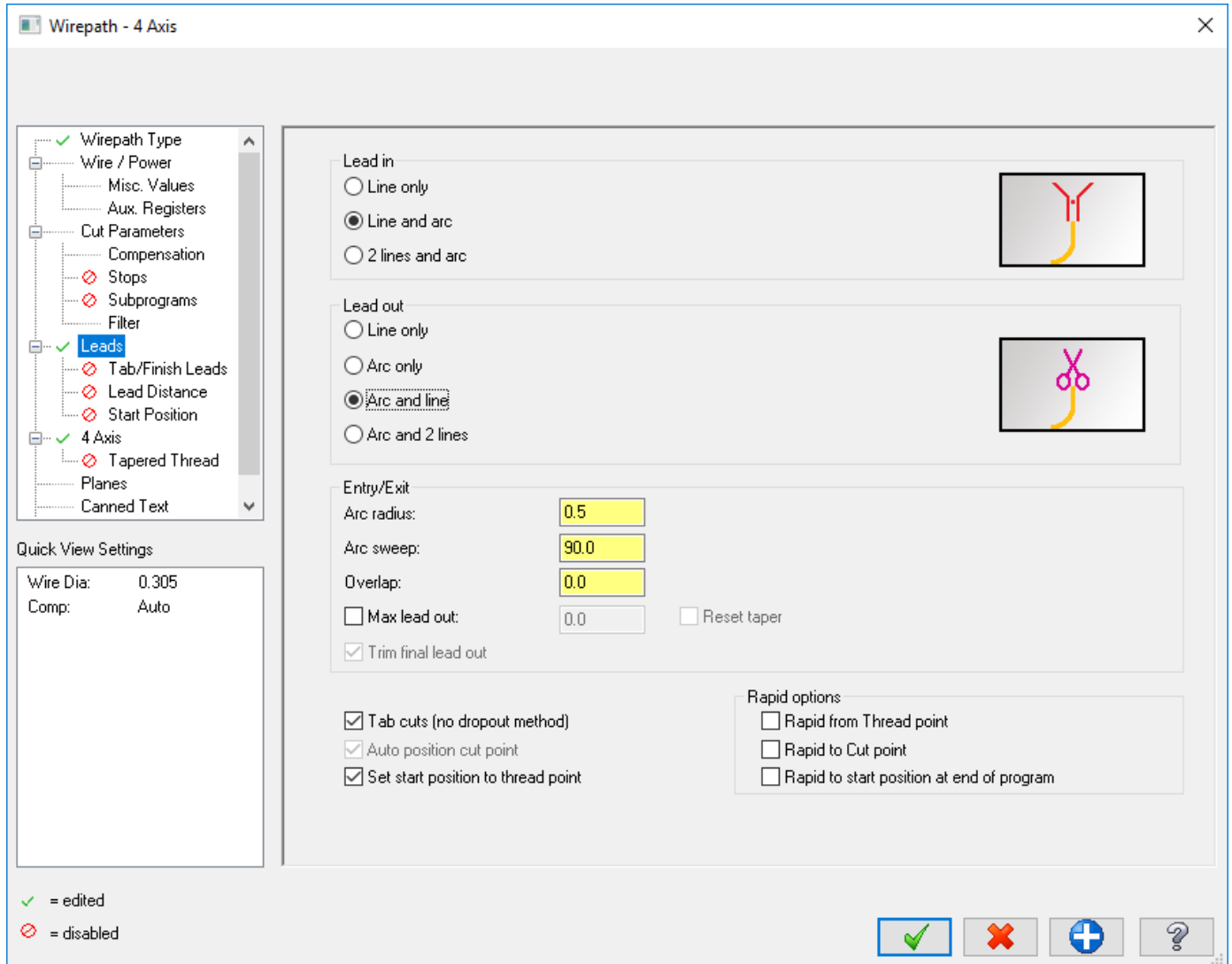
Pārliecinieties, ka vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.



Ieejas/izejas iestatīšana

Darbības

1. Izvēlieties **Leads** dialoga lappusi.
2. Kā **Lead in** variantu izvēlieties **Line and arc**, bet kā **Lead out** variantu – **Arc and line**. Pārliecinieties, ka vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.

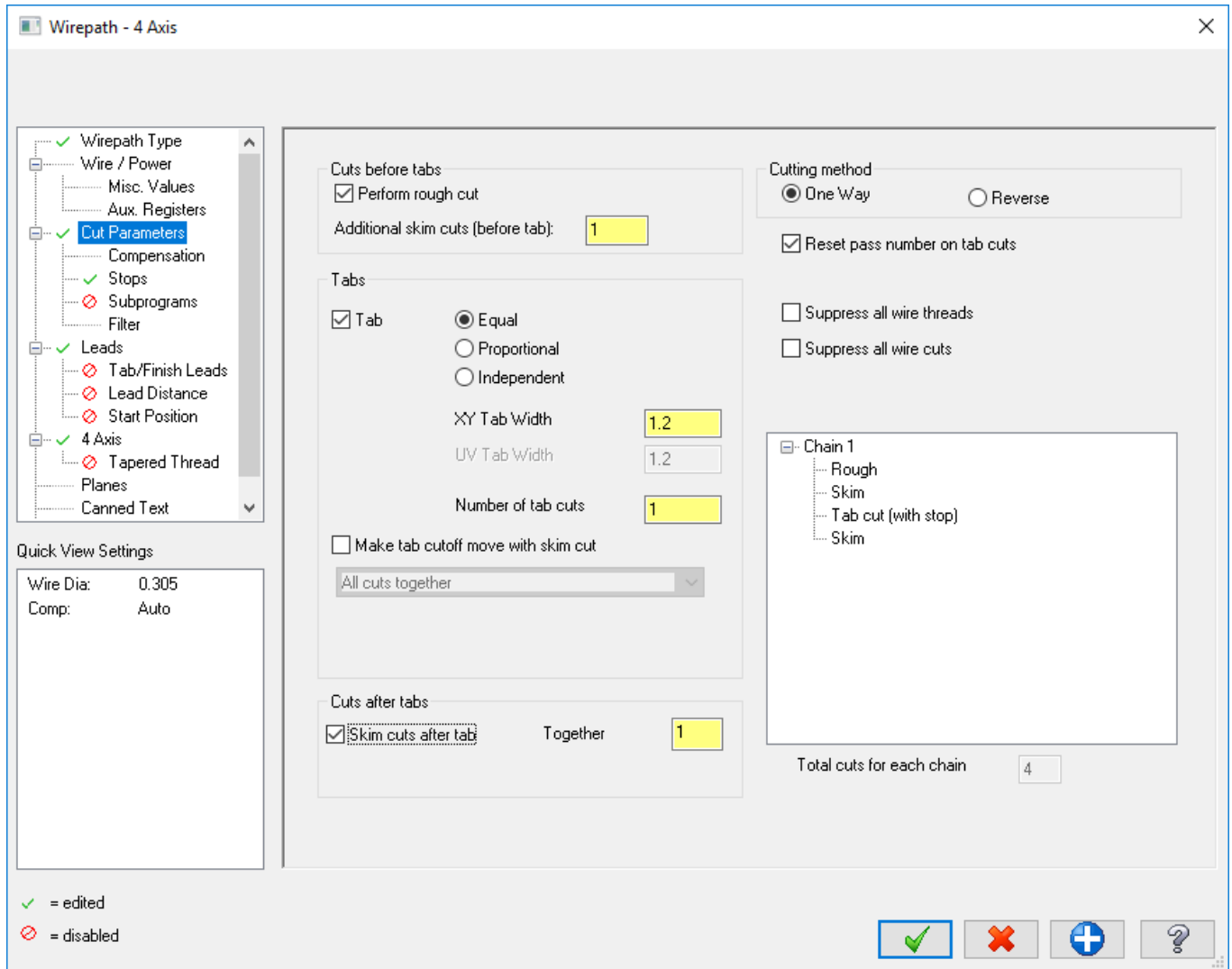



Griezumu iestatīšana

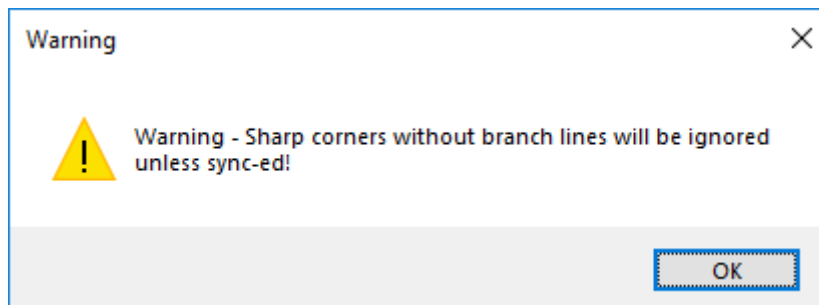
Darbības

1. Izvēlieties **Cut Parameters** dialoga lappusi.
2. Iezīmējiet **Perform rough cut** iezīmju lauku. Ievadiet **1** kā **Additional skim cuts (before tab)**.
3. Izvēlieties **Tab** iezīmju lauku, lai aktivētu to, tad ievadiet **1.2.** kā platumu.
4. Izvēlieties **Make tab cutoff move with skim cut**, lai to aktivizētu.
5. Izvēlieties **Skim cuts after tab**, tad ievadiet **1** pa labi no **Together**. Tas šai detaļai izveidos pavisam trīs griezumus.

Pārliecinieties, ka vērtības sakrīt ar nākamo attēlu.

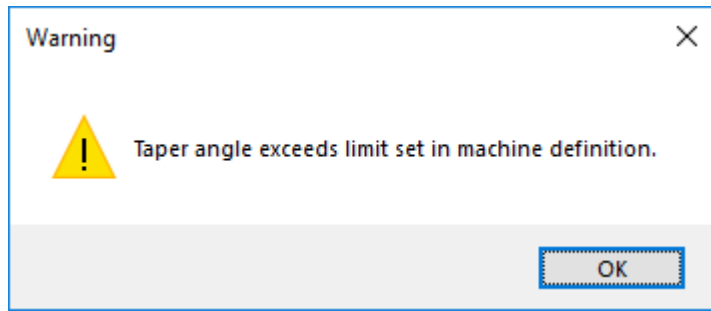


6. Izvēlieties . *Mastercam* parāda brīdinājumu, jo viena no sazarojuma taisnēm nav savienota pareizi. Izvēlieties **OK**.



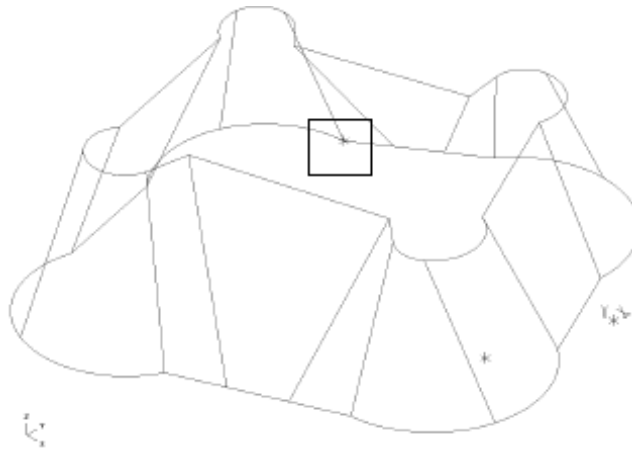
**PIEZĪME**


Ja izvēlēta mašīna ar ierobežotām iespējām, uz ekrāna var parādīties paziņojums (skatīt nākamo attēlu).

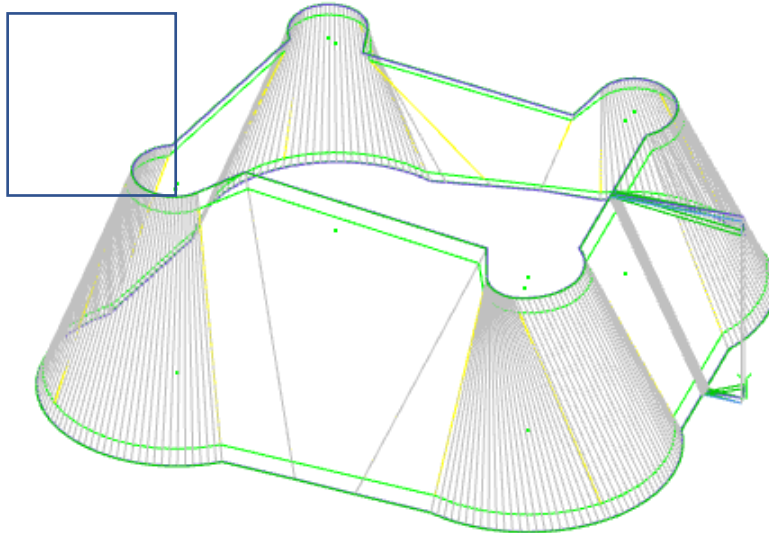


Izvēlieties **OK**.

7. Nākamajā attēlā parādīta stieples trajektorija. *Mastercam* norāda aso stūri, kur trūkst sazarojuma taisnes.



8. Izvēlieties . *Mastercam* attēlo stieples trajektoriju. Nākamajā attēlā parādīts nepareizi sinhronizēts laukums.



Šajā punktā sazarojuma taisni iespējams mainīt, lai izlabotu problēmu, bet šajā vingrinājumā sinhronizācijas variants tiks mainīts uz **By Entity**.

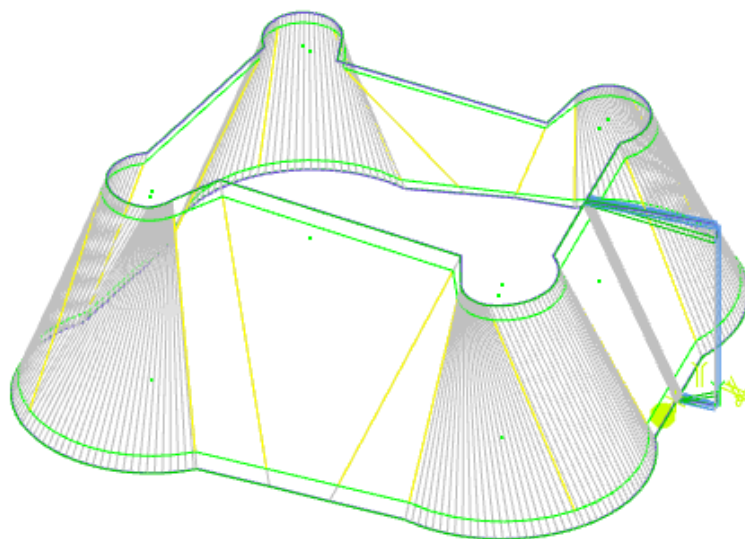
Darbības

1. Nospiediet **[Alt + O]**, tad izvēlieties **Parameters** ikonu.
2. Izvēlieties **4 Axis** dialoga lappusi.

3. Pie **Sync option** izvēlieties **by Entity**.

4. Izvēlieties .

5. Izvēlieties **Regenerate all selected operations**.



6. Izvēlieties , lai aizvērtu **Backplot**.

7. Saglabājiet savu detaļu, izmantojot citu nosaukumu.

TERMINU SKAIDROJUMS

2½D	Instrumenta trajektorija, kas sastāv no vairākiem posmiem, kur dziļums var mainīties pa posmiem, bet ir nemainīgs katrā posmā.
2D	Instrumenta trajektorija, kas pilnībā atrodas vienā plaknē.
3D	Instrumenta trajektorija, kas ir noteikta vienlaicīgi pa X, Y un Z asi; sastāv no taisnēm, lokiem, parametriskiem splainiem un NURBS splainiem.
3D tracking	Darbība, kas ietver mainīgu Z dziļumu saistībā ar XY un UV plakni. Ja tā ir EDM darbgaldam un tā vadības sistēmai, <i>3D tracking</i> ļauj apstrādāt ģeometriju, kura neatrodas pilnībā tikai vienā konstruēšanas plaknē. Ar <i>3D tracking</i> darbgalda stieples virzītāji seko ģeometrijai, kura nav planāra. Kad ir izvēlēts <i>3D tracking</i> , <i>Mastercam WIRE</i> padara iespējamu divu papildu plakņu izmantošanu – XY un UV paplašinājumus.
4-axis	Instrumenta trajektorija, kuru nosaka X, Y un Z novietojums, bet papildu tam arī griezējinstrumentam ir viena brīvības pakāpe, kas ļauj orientēt griezējinstrumentu paralēli asij, kura nav X, Y vai Z ass.
4-axis direct	4 asu stieples trajektorijas parametrs, kurš nosaka lineāros un lokveida pārvietojumus pa XY un UV plaknēm vienlaicīgi. Šo formātu var izmainīt, pielāgojot pēcprocesoru.
4-axis taper	4 asu stieples trajektorijas parametrs, kurš nosaka tikai lineāros pārvietojumus pa XY un UV plaknēm. Visi lokveida pārvietojumi tiek sadalīti lineāros pārvietojumos, balstoties uz linearizācijas pielaidi, kas iestatīta uz <i>4-axis parameters</i> dialoga lauka. Šo formātu var izmainīt, pielāgojot pēcprocesoru.
4-axis wirepath	Izveido stieples trajektorijas, kas saistās ar ģeometriju gan XY (apakšējās kontūras), gan UV (augšējās kontūras) plaknē. Tā kā kontūras trajektorija atvasina UV kontūru no XY ģeometrijas, <i>4-axis wirepath</i> var būt atšķirīga ģeometrija divās plaknēs, kas rezultātā dod atšķirīgu stieples kustību pa XY un UV plakni.
5-axis	Instrumenta trajektorija, kuru nosaka X, Y un Z novietojums, bet papildus tam arī griezējinstrumentam ir divas brīvības pakāpes, kas ļauj orientēt griezējinstrumentu paralēli asīm, kuras nav X, Y vai Z assis.
A axis	Ass, kura nosaka rotācijas kustību ap X asi, vērtība izteikta grādos.

Absolute	Attiecībā uz stieples trajektorijas parametriem nosaka XY un UV plaknes attiecībā pret sistēmas sākuma punktu ar koordinātām 0,0,0. Attiecībā uz koordinātēm norāda, ka tās tiek mērītas no fiksēta atskaites punkta, parasti ar koordinātām 0,0,0.
Absolute (koordinātas, izmērs, novietojums)	Tiek mērīts attiecībā pret nemainīgu atskaites punktu; parasti tas ir punkts ar koordinātām 0,0,0.
Across chain	Profils, kas jāvirza gar līkni, veidojot instrumenta trajektoriju ar <i>Sweep</i> .
Allowance (pielaiide)	Funkcija, kas nosaka spraugu starp salāgotām cilindriskām detaļām vai vītnē starp saskrūvētām detaļām. Katram standarta salāgojuma diametram ir sava pielaiide ārējam un iekšējam diametriem.
Along chain	Līkne, gar kuru jāvirza profils, veidojot instrumenta trajektoriju ar <i>Sweep</i> .
Along entity (gar elementu)	Punktu kopa, kas ir vienmērīgi (vienādos attālumos) sadalīta gar taisni, loku vai splainu.
Animate	Funkcija, kura attēlo instrumentu vai stiepli tā kustībā pa trajektoriju, kad izvēlaties <i>Run</i> no <i>Backplot</i> izvēlnes. <i>Mastercam WIRE</i> attēlo stiepli starp kustības soļiem uz laiku sekundēs, ko nosaka <i>Delay</i> parametri.
Arc (loks)	Noslēgta vai nenošlēgta plaknē novietota līkne, kuras visi punkti atrodas fiksētā attālumā (rādiuss) no līknes centra. Aploce ir 360 grādu loks.
Arc type	Loka tips, kas nosaka veidu, kā tiks ģenerēts stūris UV kontūrā, kad XY kontūras stūrī ir loks.
Associativity (asociativitāte attiecas uz instrumenta trajektoriju, izmēriem, ķermeņiem)	Sakarība, kas saista ģeometriju ar instrumenta trajektoriju, griezējinstrumentu, materiālu un parametru informāciju, lai veidotu pilnībā definētu trajektorijas operāciju. Ļauj veikt izmaiņas ģeometrijā vai apstrādes parametros, lai viegli reģenerētu precīzu, atjauninātu topoloģiju (detaļas formu), izmērus un instrumenta trajektoriju. Sakarība arī starp ģeometriju un tās izmēru veidošanu.
Attribute data (atribūtu vērtības)	Ģeometrisko elementu atribūti: līmenis, krāsa, stils, platums.
AutoCursor	Īpašība, kas piesaista kursoru galapunktiem, viduspunktiem, krustpunktiem, centra punktiem, loka kvadrantiem un koordinātu sākuma punktiem, kuri atrodas kursora tuvumā; automatizē un paātrina punktu izvēli.

AutoHighlight	Īpašība, kas vienkāršo un paātrina elementu izvēli, dinamiski izgaismojot elementu zem kursora pirms faktiskās elementa izvēles.
AutoSave	Īpašība, kas automātiski saglabā aktuālo ģeometriju un izveidotās operācijas regulāros laika intervālos.
B axis (B ass)	Ass, kura nosaka rotācijas kustību ap Y asi, vērtības izteiktas grādos.
Backplot	Īpašība, kas attēlo ceļu, kādu veic griezējinstrumenti, griežot detaļu.
Bar stock	Cilindriska sagatave virpojamām detaļām.
Batch processing	Metode, kā ģenerēt rezultātu, ievietojot blokus vienu otrā vairākās ievietošanas sesijās vienlaicīgi.
Blank	Procedūra viena vai vairāku elementu padarīšanai par neredzamiem, vienkāršo grafiskā loga izskatu. Elementi paliek neredzami līdz tam brīdim, kad lietotājs tos izvēlas un ar atbilstošo komandu <i>Unblank</i> padara redzamus. Neredzamie elementi paliek datubāzē un saglabājas kopā ar failu.
Blend	Virsmu gluda, plūdena savienošana.
Bolt circle	Pa aploci vienmērīgi sadalītu punktu masīvs, ko nosaka aploces centrs, rādiuss un punktu skaits uz aploces.
Bore	Instrumenta trajektorija, kur urbuma paplašināšanai izmanto viena punkta griezni; arī caurules, cilindra vai cauruma iekšējais diametrs.
Boss	Materiāla pacēlums no apkārt esoša padziļinājuma.
Boundary	Mala, robeža vai ierobežojums; līkne vai virkne, kas norāda malu.
Bounding box	Īpašība, kuru izmanto, lai aptuveni norādītu detaļas apstrādei paredzētās sagataves robežas pie apstrādes uzdevuma iestatīšanas (<i>Job Setup</i>).
Branch (point)	Punkts uz virknes, kur saskaras triju vai vairāku ģeometrisko elementu galapunkti.
Browse	Izvēlētā katalogā esošu <i>Mastercam</i> failu satura iepriekšējs apskats. Arī failu nosaukumu apskats.
Burr	Plāna šķautne, kas izveidojas aiz griezējinstrumenta apstrādātas virsmas malā.
CAD	Saīsinājums <i>computer-aided design</i> (datorizēta projektēšana) apzīmēšanai.
CAD/CAM	Saīsinājums CAD un CAM sistēmu apvienojuma apzīmēšanai.

CAM	Saīsinājums <i>computer-aided manufacturing</i> (datorizētā ražošana) apzīmēšanai.
Canned cycle	Darbgaldā iebūvētu operāciju kopa, kuru izpilde sākas ar vienu vienīgu komandu. Piemēram, G81 komanda veic urbšanas ciklu.
Canned text	Pēcprocesora mainīgie, kurus var piesaistīt speciālām komandām; piemēram, automātiska apstrādes aizture detaļas kontrolei apstrādes laikā.
Canned text	Pēcprocesora mainīgie, kurus var piesaistīt speciālām komandām; piemēram, automātiska apstrādes aizture detaļas kontrolei apstrādes laikā.
Canned wirepath	Funkcija, kuru izmanto punktu izvēlei un to nosūtīšanai uz pēcprocesoru kopā ar lietotāja noteiktu ciklu un/vai lietotāja izvēlētiem parametriem.
Cartesian	Koordinātu sistēma, kurā X, Y un Z vērtības nosaka punkta novietojumu.
C-axis	Ass, kura nosaka rotācijas kustību ap Z asi, vērtības izteiktas grādos.
C-axis contour	Kontūrveida instrumenta trajektorijas tips, kur griezējinstrumenta kustība ir programmēta, lietojot jebkuru X, Z un C asu kombināciju.
Center holes	Koniski (parasti 60 grādu) caurumi vārpstu vai citu apvirpojamo detaļu galos. Caurumos ievietoti kustīgi vai nekustīgi virpas centri notur detaļu uz darbgalda.
Center line	Līnija, ko lieto simetriskas detaļas ass apzīmēšanai.
Chain (virknē, ķēde)	Vienas vai vairāku līkņu (taišņu, loku un/vai splainu), kurām ir tuvu blakus esoši vai sakrītoši galapunkti, izvēlēta kopa. Bieži veido detaļu robežas; var būt vaļējās vai noslēgtas. Arī punktu veida elementus var virknēt, lietojot punktu metodi instrumentu ātro kustību apzīmēšanai (no punkta uz punktu). <i>Mastercam WIRE</i> punktus var virknēt, lai noteiktu stieples ievēršanas punktus.
Chain direction (virtnes virziens)	Vaļējā virknē ietilpstošo līkņu secība no tās sākuma punkta uz beigām. Slēgtā virknē tas var būt pulksteņrādītāja virzienā vai pret to.
Chain synchronization	Virtnes sadalīšana atsevišķās sekcijās, kur katra no tām sākas un beidzas noteiktos punktos. Pēc tam atsevišķās sekcijas var vienādot ar citām virknēm ar tādu pašu sinhronizācijas punktu (elementu galapunktu) skaitu.

Chaining tolerance	Maksimālais attālums starp diviem galapunktiem, kurus tomēr vēl var savirknēt.
Chamfer (fāzīte, nošķēlums)	Slīpa vai sašķiepta mala, kas sastāv no vienas taisnes, kura nogriež divas citas savstarpēji krustojošas taisnes. Katrs fāzītes galapunkts novietots noteiktā attālumā no divu izvēlēto taisņu krustpunkta. Kontūrveida instrumenta trajektorijās fāzīti lieto aso malu noņemšanai.
Check surface	Virsmā vai cieta ķermeņa mala, kuru sistēma aizsargā, kad tā veido instrumenta trajektoriju citas virsmas apstrādei.
C-hook	Patērētājam speciāli izveidota programma (uzrakstīta C vai C++ valodā), kuru aktivizē <i>Mastercam</i> . <i>C-hook</i> , kas ir automātiski ieinstalēti ar <i>Mastercam</i> , parādās uz izvēlnēm ar zvaigznīti (*) aiz nosaukuma. Citus <i>C-hook</i> var sasniegt, nospiežot [Alt + C].
Chord height	Īpašība, kas galvenokārt apzīmē pieļaujamo novirzi starp virsmas malu un oriģinālo ģeometriju; nosaka precizitātes pakāpi, ar kādu tiek izveidotas virsmas, kad viena virsma apgriež otru. Tā arī ir pielāgta, ar kādu <i>Mastercam</i> aprēķina virsmu ieēnošanu neatkarīgi no attēlojuma mēroga.
Chuck (patrona)	Iespēlēšanas ierīce detaļu virpošanā. Var būt no stingra vai elastīga materiāla. Trīsžokļu patronas žokļi pievelkas vienlaicīgi, centrējot sagatavi.
Circle	Noslēgta plakana līkne, kuras visi punkti atrodas fiksētā attālumā (rādiusā) no līknes centra.
Circle mill	Funkcija, kas ģenerē instrumenta trajektoriju automātiskai pilnu aploču apstrādei.
Clearance plane or height	Augstums, uz kuru instruments pārvietojas starp divām atsevišķām apstrādes operācijām.
Climb milling	Griešana, kur instruments rotē virzienā, kas ir pretējs tam, kā tā pārvietojums gar griežamo virsmu. Vispārīgi veido gludāku virsmas apstrādi nekā <i>Conventional milling</i> . Kad darba vārpsta rotē pulksteņrādītāja virzienā, <i>Climb milling</i> var dabūt, iestatot instrumenta kompensāciju (<i>cutter compensation</i>) pa kreisi.
Closed chain	Virkne, kuras sākuma un beigu punkts ir identisks.
Cluster	Detaļu kopums, kur tām jāpaliek noteiktā orientācijā vienai pret otru, piemēram, burtu vai ciparu kopums. Šis detaļas veido vienību, kur detaļu novietojums vienai attiecībā pret citām paliek nemainīgs.

CNC	Saīsinājums no <i>Computer Numerical Control</i> (datorizēta darbgaldu ciparu vadība).
CNCEDIT	Failu redaktors, kurš iebūvēts <i>Mastercam</i> un ir pielāgots CNC un DNC vajadzībām.
Collinear	Uz vienas taisnes novietotu taisņu posmu īpašība.
Collision	Darbība, kad ātrajā gājienā instruments saskaras ar detaļu.
Combine view	Funkcija, kura apvieno visus paralēlos skatus vienā un pārvieto lokus no atsevišķiem paralēliem skatiem uz vienu skatu.
Communications	Informācijas pārnese pa vienam bitam caur vienu līniju starp datoru un jebkuru citu tam pieslēgtu iekārtu.
Communications parameters	Parametri, kas vada informācijas pārnēsi starp datoru un tam pieslēgtu iekārtu. Parametri ietver formātu, portu, ātrumu, datu atbilstību, sākuma un beigu bitus, termināla (displeja) kopijas emulācija, atvirzi par rindu, pārceļšanu nākošajā rindā, EOL (rindas beigas), DOS režīmu. To atrod izvēlnē <i>File, Communic.</i>
Compensation direction	Detaļas orientācija attiecībā pret instrumentu, kad tiek izmantota instrumenta kompensācija. Piemēram, <i>left</i> virziens nozīmē, ka tad, kad skatāties instrumenta kustības virzienā, instruments atrodas pa kreisi no detaļas.
Compensation in computer	Trajektorijas nobīde par vienādu attālumu, kas kompensē griezējinstrumenta rādiusa izmaiņu, ko veic dators.
Compensation in control	Iestatījums, kas nozīmē to, ka <i>Mastercam</i> neaprēķina novietojuma kompensācijas, bet tā vietā ievieto programmā atbilstošo kodu (piemēram, G40/G41/G42), kas dod signālu vadības sistēmai aprēķināt šīs kompensācijas.
Composite curves	Līkņu virkne, kas saskaras galapunktos.
Condition code	Stieples erozijas mašīnai raksturīga vērtība, kas atbilst skaitlim vadības sistēmā. Skatieties savai erozijas mašīnai pievienotajā dokumentācijā par materiālu un stieples tipu un resnumu.
Conical	Funkcija, kas veido konusveida (konusa veidules) kustību detaļas stūros. Koniski stūri rada stieples kustību, kas UV plaknē ir lielāka nekā XY plaknē.
Constant	Funkcija, kas UV plaknē veido tādu pašu stūri vai loku kā XY plaknē, t. i., stieple kustas pa tādu pašu rādiusu, garumu un diametru.

Construction origin	Atskaites punkts (X0,Y0,Z0) ģeometrijas veidošanai; sakrīt ar sistēmas sākuma punktu, ja nav definēts citādi.
Construction plane (Cplane)	Plakne, kurā tiek veidota ģeometrija; var atšķirties no grafiskā skata plaknes (<i>Gview</i>). <i>Mastercam</i> ļauj izmantot vairākas konstruēšanas plaknes: <i>3D</i> , <i>top</i> , <i>front</i> , <i>back</i> , <i>bottom</i> , <i>left</i> un <i>right</i> , <i>isometric</i> un <i>axonomic</i> . Var veidot arī papildu plaknes.
Context sensitive help	Veicamajai operācijai atbilstoša palīdzības informācija uz ekrāna.
Contour	Nepārtraukta trase (ceļš), ko apraksta divas vai vairākas koordinātas. Arī metode, kā analizēt izvēlētās robežas vai robežu nobīdi, tādējādi simulējot stieples trajektorijas veidošanu.
Contour wirepaths	Stieples trajektorija, kuras forma gan UV, gan XY plaknē pamatojas uz detaļas ģeometriju.
Control flags (iezīmes)	Metode, kā stieples trajektorijai pievienot kustības aizturi, programmas apturēšanu, kontūru sākuma un beigu punktus, kā arī citus kodus. Jūs pievienojat <i>flags</i> , lietojot <i>Wirepaths Editor</i> , vai arī kontūras trajektorijā lietojat <i>Change at point</i> . Vienā punktā var pievienot vairākus <i>flags</i> .
Control points	Punkti, kas nosaka NURBS splainu, parasti neatrodas uz splaina.
Conventional milling	Griešana, kur instruments rotē tajā pašā virzienā, kā tas pārvietojas gar griežamo virsmu. Izvēloties darba vārpstas rotāciju pulksteņrādītāja virzienā un griežņa kompensāciju pa labi, iegūst <i>Conventional milling</i> .
Converter	Funkcija, kas importē vai eksportē ģeometriju saturošus failus formātā, kas atšķiras no <i>Mastercam</i> formāta. Pārnesamie formāti var būt <i>ASCII</i> , <i>CADL</i> , <i>DWG</i> , <i>DXF</i> , <i>IGES</i> , <i>NFL</i> , <i>Parasolid</i> , <i>ProE</i> , <i>SAT</i> , <i>STEP</i> , <i>STL</i> , <i>VDA</i> , <i>GEO</i> , <i>GE3</i> un 7. sākuma versijas materiālu, instrumentu un parametru bibliotēkas.
Coons patch	Virsmas, kas ir konstruēta, savienojot garenvirziena un šķērsvirziena līknes. Nosaukums radies no datorzinātnieka Stīvena Ansona Kūnsa vārda (<i>Steven A. Coons</i>).
Coons surface	Virsmas, kas satur vienu vai vairākus <i>Coons patch</i> .
Coordinate	Ass apzīmējuma un skaitļa kombinācija, kas apzīmē novietojumu uz atbilstošās ass.
Copious data	Ģeometriskais primitīvs, kurš pārstāv ģeometrisku formu (punkti un taisnes) kopumu. Tas atrodas IGES tipa failā. <i>Mastercam</i> var pārveidot to uz punktiem un taisnēm. Šo datu pārveidi par punktiem un taisnēm var veikt arī ar <i>Modify</i> , <i>Break</i> , <i>Cdata/line</i> funkciju.

Corner type	Veids, kā stūris tiek veidots UV kontūrā, kad XY kontūrā ir ass stūris.
Cplane	Skatīt <i>Construction plane</i> .
Critical depths	Trajektorijas griešanas dziļums, kurā jānotiek apstrādei pat tad, ja dziļuma pieaugumi ir jāpieregulē griešanas nodrošināšanai.
Cross contour	Kontūrveida trajektorija, kad instrumenta ass ir perpendikulāra darba vārpstas (detaļas) asij.
Cross drill	Urbšanas trajektorija, kad instrumenta ass ir perpendikulāra darba vārpstas asij.
Cross section	Cietu ķermeņu vai virsmu šķēlums ar plakni caur tiem. To izmanto arī projicētās trajektorijās.
Curvature	Līknes vai virsmas izliekuma pakāpes mērs.
Curve	Līnija, loks, splains vai virsmas līkne.
Cut	Attiecībā uz instrumenta trajektoriju apzīmē griežņa kustību pa Z asi (nejaukt ar gājienu!). Attiecībā uz cietiem ķermeņiem tā ir operācija, kad līkņu virknes tiek izvilktas, rotētas, virzītas pa līkni vai slaidi sajūgtas, kad materiālu aizvāc no esoša cieta ķermeņa (mērķa ķermeņa).
Cut position (STCW daļa)	Vieta, kur stieples erozijas mašīna nogriež stiepli pirms pārvietošanās uz jaunu sākuma novietojumu. Šo vietu attēlo šķēru simbols un krustiņš grafiskajā logā. Krustiņa vidus ir patiesais stieples nogriešanas punkts.
Cutoff	Trajektorija, kas aizvāc detaļu no pārējā sagataves materiāla. Sauc arī par atdalīšanu vai noduršanu. Bieži izmanto plānus instrumentus.
Cutter compensation	Griezējinstrumenta rādiusa kompensācija. Kontūru analīzē un instrumenta trajektoriju ģenerēšanā tas nosaka virzienu, kurā sistēma par vienādu attālumu nobīda izvēlēto robežu, ņemot vērā virknes virzienu un instrumenta rādiusu.
Cutter offset	Attālums no detaļas virsmas līdz instrumenta centra asij; arī instrumenta rādiuss.
Cutter path	Ceļš, pa kuru pārvietojas instrumenta centrs vai virsotne pār detaļu.
Data bits	Informācijas pārneses parametrs, kurš nosaka bitu skaitu simbolu apzīmēšanai; tam jābūt vienādam kā datorā, tā arī CNC vadības sistēmā vai citā ārējā iekārtā.
Depth cuts	Griezumi Z ass virzienā, ko veic instruments pa kontūru, padziļinājumu, virsmu, pa aploci vai virsmas trajektoriju, lai sasniegtu beigu dziļumu ar iepriekš iestatītu pieaugumu skaitu.

Direct 4-axis	4 asu stieples trajektorijas parametrs, kas nosaka vienlaicīgus lineāros un lokveida pārvietojumus pa XY un UV plakni.
Dirty operation	Cieta ķermeņa vai trajektorijas darbība, kas kaut kādā veidā ir tikusi mainīta, piemēram, parametri vai ģeometrija. Sistēma apzīmē <i>dirty</i> ķermeņus vai trajektorijas ar sarkanu X uz <i>Solids Manager</i> vai operāciju pārvaldnieka dialoga lauka. Kad operācija ir <i>dirty</i> , to vajag atjaunināt, lai darbība sakristu ar parametriem.
Display cues	Īpašības, kas nosaka veidu, kādā ģeometrija ir orientēta grafiskajā logā: X Y Z asu iezīme, dinamiskā bultiņa, virsmas aizmugures puses attēls.
Display list	Iekšējā īpašība, kas saglabā attēlošanas datus par katru elementu; to <i>Mastercam</i> izmanto, lai noskaidrotu, kuri elementi ir redzami uz ekrāna un lai paātrinātu pārzīmēšanu, apskatītu izmaiņas un citas ekrāna funkcijas.
Dynamic arrow	Kursora attēls, kas ļauj dinamiski pārvietoties gar ģeometriju, iezīmējot novietojumu; tas maina izmēru, parādot bultiņas orientāciju attiecībā pret novērotāju. Ja attēls ir liels, bultiņa ir vērsta uz novērotāja pusi, ja mazs, bultiņa ir vērsta prom.
DNC	Saīsinājums no <i>direct numerical control</i> , kas nozīmē 'tiešā ciparvadība' vai 'sadalītā ciparvadība'. Tiešā ciparvadība izmanto vienu datoru vienlaicīgai NC darbgaldu grupas vadībai. Sadalītā ciparvadība izmanto datoru tīklu NC darbgaldu grupas darbības koordinēšanai. <i>Mastercam</i> var strādāt abos variantos.
Dongle	Analogs apzīmējums SIM (<i>Sistem Interface Module</i>), kas ir elektronisks bloks, pievienojams pie paralēlā (printera) porta, lai <i>Mastercam</i> varētu strādāt.
Double D	Forma, kas sastāv no diviem taisnes posmiem un diviem lokiem.
Dpi	Punkti uz collas, grafiskās izšķirtspējas mērs.
Drafting entity	Elementi, kurus lieto izmēru izvietojumā, – iznesuma līnijas, iezīmes, izmēru bloks, šķērsvītras, apzīmējumi, piezīmes, punktu kopumi.
Drive surface	Virsmas un/vai ciets ķermenis, kam tiek veikta virsmas vai vairāku asu apstrāde.
Dwell	Darbības aizture par ieprogrammētu laiku.
Edge	Cieta ķermeņa topoloģisks elements, kurš balstās uz līkni.
Edge profile	Funkcija, kas nosaka virsmas ārējās robežas formu.
Edge tolerance	Precizitātes pakāpe, ar kādu tiek veidotas apgrieztu virsmu malas.

Editor	Programma, ar kuras palīdzību veic noteikta tipa failu izmaiņas.
EDM	Saīsinājums no <i>Electrical Discharge Machining</i> (apstrāde ar elektrisko izlādi). Tā ir metāla novākšana bez kontakta un griešanas spēkiem, kas izslēdz mehāniskus kropļojumus.
EMCAM	<i>Mastercam2019</i> mācību versijas failu formāts (*.emcam); satur ģeometriju, trajektoriju parametrus, materiāla apzīmējumu, NCI datus un informāciju par griezējinstrumentiem.
Endpoint	Ģeometriskā elementa vai trajektorijas sākuma vai beigu punkts.
Entity	Konstrukciju veidojošs bloks. Ir ģeometriski elementi (punkti, taisnes, loki, splaini, virsmas līknes, virsmas, cieti ķermeņi, punktu un taisņu kopumi), un rasēšanas elementi (iznesuma līnijas, iezīmes, izmēru bloks, šķērssvītras, apzīmējumi, piezīmes).
Entity association	Atkarīga saistība starp vienu elementu un citu elementu vai elementu grupu, no kura pirmais elements ir izveidots.
EPS	Saīsinājums no <i>Encapsulated PostScript</i> . Tas ir vispārējs vektoru grafikas formāts.
External thread	Skrūvju vītne uz ārējās virsmas. Izmanto skrūvēm un bultskrūvēm.
Face contour	Kontūras veida instrumenta trajektorija, kur instrumenta ass ir paralēla darba vārpstas asij.
Face drill	Urbšanas instrumenta trajektorijas veids, kur instrumenta ass ir paralēla darba vārpstas asij.
Facing	Trajektorija, kuru izmanto plakanas virsmas veidošanai uz detaļas gala. Bieži lieto precīziem mērījumiem. To sauc arī par gala virsmas apzīmēšanu.
Feed plane	Augstums, uz kuru pārvietojas instruments pirms pārslēgšanās no ātrās kustības uz iegriešanas detaļā.
Feed rate	Griezējinstrumenta pārvietojuma ātrums griešanas virzienā; parasti izsaka milimetros minūtē vai milimetros apgriezienam.
Fillet	Loks, kas pa pieskari savienojas ar divām citām līknēm, kurām nav kopējas pieskares. Var būt iekšējais vai ārējais stūris.
Filter	Process, kurā no stieples trajektorijas aizvāc punktus, pārveidojot taisnes par lokiem vai apvienojot taisnes garākos posmos, lai izveidotu slaidāku kustību un saīsinātu NC programmu.
Filtering tolerance	Vērtība, kas nosaka vislielāko pieļaujamo filtrētas un nefiltrētas trajektorijas atšķirību.

Finish	Instrumenta trajektorija, ko izmanto detaļas virsmas beigu formu iegūšanai.
Finish pass	Stieples gājiens, kas nogludina malas pēc rupjā griezuma un aizvāc papildu materiālu. Trajektorija bez serdes (<i>no core</i>) ir speciāli paredzēta gludajai apstrādei, kamēr 4 asu un kontūras trajektorija nodrošina gludus griezumus pēc izvīzījumu novākšanas.
Finish pass spacing	Trajektorijā bez serdes tas ir katra gludās apstrādes griezuma biezums. Rupjā apstrāde atstāj uz detaļas iekšējās sienas materiālu, ja gludās apstrādes gājienu skaits ir noteikts lielāks par nulli.
Fishtail (zivs aste)	Stūra tips, kur stieple nedaudz iziet ārpus detaļas kontūras, tad pa cilpu atgriežas atpakaļ detaļā, veidojot ļoti asu stūri. <i>Fishtail</i> simbols parādās tikai trajektorijas zīmēšanas laikā. Ne visiem pēcprocesoriem ir <i>fishtail</i> .
Fit screen	Funkcija, kura attēlo saskatāmo ģeometriju tā, lai tā aizpildītu grafiskā logu iespējami pilnīgāk; šī <i>Mastercam</i> funkcija ir pieejama ar peles labo pogu no rīku joslas vai nospiežot [<i>Alt + F1</i>].
Flat boundary	Komanda, ko lieto plakanas, apgrieztas virsmas veidošanai no vienas vai vairākām noslēgtām līkņu kopām.
Flowline	Vairākas līknes, kas izvietotas pār visu virsmu vienā konstantā virzienā, kurš ir tas virziens, kurā sistēma izveidoja virsmu.
Font	Teksta šrifts. <i>Mastercam</i> pieejami <i>Stick, Roman, European, Swiss, Hartford, Old English, Palatino</i> un <i>Dayville</i> šrifti, kā arī <i>Windows True Type</i> šrifti.
FPT	Saīsinājums no <i>feed per tooth</i> (tulkojumā no angļu valodas 'padeve uz zobu').
Free-form surface	Virsmas, kas ir ģenerēta no brīvas (jebkuras) formas taisnēm un līknēm; tās ir <i>ruled, lofted, 2D swept, 3D swept</i> un <i>Coons</i> virsmas.
Function	Viena darbība, piemēram, <i>Analyze, Set Norms</i> u. tml.
Function keys	Klaviatūras taustiņi, kas apzīmēti F1–F10, tie var būt piesaistīti pie <i>Mastercam</i> funkcijām, <i>C-Hook</i> vai makrokomandām.
Gcode	Vispārīgā nozīmē tā ir detaļas NC programma; konkrēti, tas ir kods, kas cita starpā nosaka detaļas programmas koordinātas.
Geometric entity, geometry	Punkti, taisnes, loki, splaini, virsmas līknes, virsmas, ķermeņi.
Geometric surface	Virsmas, kas sastāv no konstantām ģeometriskām formām: sfērām, konusiem, cilindriem, vilktas virsmas un rotācijas virsmas.

Geometry	Dati, kas nosaka ģeometriskā modeļa (detaļas) robežu un virsmu telpisku novietojumu un formu.
Global parameters	Izmēru lielumi, kuri ir izmantoti visiem rasējuma elementiem; tie ietver izmēru simbolus, koordinātu formātus, pielaides, tekstus, iezīmes un iznesuma līniju atribūtus.
Glue stop	Programmēta trajektorijas izpildes aizture pirms izvīzījumu griešanas, ja uz mašīnas paneļa ieslēgts slēdzis <i>Optional</i> . Ja nav ieslēgts, tad izvīzījumus griež bez aiztures.
Gouge	Instrumenta darbība vai rezultāts, kad tiek nogriezts materiāls, kuru nevajadzēja nogriezt.
Graphics view (Gview)	Skata virziens uz ekrānā attēloto ģeometriju; tas var būt no augšas, priekšas, sāna, izometriska, kā arī operatora dinamiski noteikts.
Graphics window	<i>Mastercam</i> darba teritorija, kurā redzama ģeometrija.
Groove	Instrumenta trajektorija, pa kuru tiek apstrādāta taisnstūra, apaļa vai V veida zona (piemēram, vītnes vai cilindriskas pakāpes galā). Arī garš, šaurs griezumš vai padziļinājums virsmā.
Group	Elementu vai operāciju apvienojums, ar kuriem var veikt darbības kā ar vienu elementu.
Hardcopy	Grafiskajā logā redzamās ģeometrijas izdruka uz papīra.
HASP	Saīsinājums no <i>Hardware Against Software Piracy</i> (iekārta pret programmatūras pirātismu). Attiecas uz <i>Mastercam 7</i> . vai vēlāku versiju SIM.
Headstock	Konstrukcija, kur novietota virpas darba vārpsta.
Helix	Līkne, kas ir apļveida XY izmēros un lineāra Z izmērā. <i>Mastercam</i> ļauj izveidot spirālveida ieejas un izejas gājienu daudzām instrumenta trajektorijām.
Hide	Funkcija, kura padara uz laiku neredzamus visus elementus (izņemot iezīmētus), lai vienkāršotu grafiskā loga izskatu. Tie paliek neredzami līdz šīs komandas atcelšanai (<i>unhide</i>) grupveidā. Neredzamie elementi nesaglabājas failā.
Highlight	Izvēle ar peles kursoru, kā rezultātā izvēlētais objekts maina krāsu vai kļūst gaišs uz tumša fona.
Hogging	Liela materiāla tilpuma izvākšana no sagataves.

Holder (turētājs)	Darbgalda aprīkojums griezējinstrumenta vai maināmās plāksnītes saturēšanai. Turētāju tieši novieto uz darbgalda (neliela), revolvergalvā (virpa) vai magazīnā (apstrādes centrs).
Home position	Vieta, kur griezējinstrumenti atgriežas tā nomaiņai un NC programmas beigās.
HSS	Saīsinājums no <i>High Speed Steel</i> (ātrgriezējtērauds).
Icon	Mazs simbols, ko lieto funkcijas vai programmas palaišanas vienkāršošanai; dažreiz sauc arī par pogu.
ID	Saīsinājums no <i>inside diameter</i> (tulkojumā no angļu valodas 'iekšējais diametrs'). Saistībā ar cilindrisku sagatavi ID apzīmē to, ka virpas instrumenta trajektorija ir izmantota cilindra diametra iekšpusē.
IGES	Saīsinājums no <i>Initial Graphics Exchange Standard</i> (tulkojumā no angļu valodas 'pamata grafikas apmaiņas standarts'). To izmanto ģeometrijas pārņemšanai no viena tipa CAD sistēmas uz citu.
Included angle	Leņķis starp urbja griezošajām šķautnēm.
Incremental (koordinātas, izmērs, novietojums)	Pieaugums, mērīts no iepriekšējā punkta.
Infinite look ahead	Kontūru analīzes paņēmiens, pārskatot robežu pilnībā ar mērķi atrast krustojanos pašai ar sevi, pamatojoties uz aktīvo nobīdes atstatumu un griezējinstrumenta kompensāciju.
Insert (maināmā plāksnīte)	Virpošanas griežņa daļa, kas tieši griež materiālu. Vairums maināmo plāksnīšu ir izgatavotas no karbīdiem.
Internal thread	Vītne uz iekšējās virsmas (uzgrieznī).
Y axis	Vertikālā ass ar sākumu attiecībā pret konstruēšanas sākuma punktu: virs tā ir pozitīvs; zem – negatīvs.
Job	Operāciju virkne.
Job Setup	Apstrādes darba parametri, ieskaitot sagataves iestatījumu, NCI konfigurāciju un instrumentu nobīdes.
Jump height command	Komanda, kura ļauj pārvietot instrumentu uz augstumu virs atvirzīšanas plaknes starp trajektorijas punktiem.
Land	Vertikāls griezums bez stieples slīpuma.
Lathe	Darbgalds, kuru lieto galvenokārt cilindriskām detaļām. Lielākoties izmanto nostiprinātu instrumentu, kuru virza kontaktā ar rotējošu detaļu.

Lead	Attālums, par kādu pavirzās uzgrieznis vienā skrūves apgriezienā.
Lead in/out parameters	Parametri, kas nosaka režīmu, kā stieple iegriežas detaļā vai iziet no tās.
Lead in/out arcs and lines	Ieejas loks pieskaras pirmajam trajektorijas posmam, un izejas loks pieskaras pēdējam trajektorijas posmam. Ieejas taisne ir perpendikulāra pirmajam trajektorijas posmam, un izejas taisne ir perpendikulāra pēdējam trajektorijas posmam.
Level	Grupēšanas paņēmieni ģeometrijas organizēšanai.
Level report	Paziņojums par ģeometrija faila saturu noteiktā līmenī.
Line	Taisns elements starp diviem gala <i>Linear array</i> punktiem.
Line style	Taisnes izskats; var būt nepārtraukta, neredzamā skata, centru līnija u. c.
Linear array	Noteiktā attālumā atkārtota instrumenta trajektorija pa X un Y asi konstruēšanas plaknē.
Linearization tolerance	Lieto, pārveidojot virknētas ģeometrijas 3D lokus un 2D vai 3D splainus no līknēm uz taisnēm; tas ir maksimālais attālums starp loku vai splainu un tā lineāro aproksimāciju.
Live tooling	Rotējošo frēzēšanas instrumentu lietošana atšķirībā no nostiprinātiem virpošanas instrumentiem. Lieto frēzēšanas instrumentu trajektorijām uz virpas.
Loft surface	Virsmas, kas sastāv no gludi savienotām līknēm, kuras savukārt savieno šķērsām novietotu līkņu kopumu.
Macro	Komandu un instrukciju grupa, kuru var saglabāt, izsaukt un izpildīt kāda uzdevuma veikšanai; var lietot kādu kopīgu vai atkārtojamu uzdevumu automatizēšanai.
Main Menu	Galvenā izvēlne, kas parāda <i>Mastercam</i> pamata funkcijas.
Major diameter	Skrūves vai uzgriežņa vītnes lielākais (ārējais) diametrs.
Manual entry wirepath	Ģenerē komentārus NCI failā.
Mask	Funkcija, kura ierobežo elementu izvēli ar noteiktu tipu vai līmeni. Nejaukt ar <i>Filter!</i>
Mastercam®	CAD/CAM programmatūra, ko izveidoja <i>CNC Software, Inc.</i>
Material dropout	Gadījums, kad pēc izvirzījuma griezuma nav novākts materiāla atlikums vai arī izveidojušās skaidiņas ir sakritušas šķidrums tvertnē. Tas var pārraut stiepli vai sabojāt EDM mašīnu.

Material library	Satur informāciju par apstrādājamiem materiāliem, ko lieto procentuālai padevju un darba vārpstas rotācijas ātruma noteikšanai; lieto MT9 faila nosaukuma paplašinājumu.
MCEDIT	<i>Mastercam</i> tekstu redaktors, ļauj rediģēt un darboties ar failiem.
Merge	Funkcija, kura apvieno mc7, mc8, mc9 vai ge3 failus ar esošo ģeometrijas failu. Var apvienot arī dažus vai visus viena vai vairāku failu konfigurācijas failus.
Mill/turn	Virpu vadības programmas, kas satur frēzēšanas un virpošanas darbu apvienojumu.
Minor diameter	Skrūves vai uzgriežņa vītnes mazākais (iekšējais) diametrs.
Miscellaneous integers	Dažādu veselā tipa mainīgo vērtības (no mi1 līdz mi10), ko lieto pēcprocesors. Tās lieto kā uzskaites vai skaitīšanas datu tipus.
Miscellaneous reals	Dažādu reālo skaitļu tipa mainīgo vērtības (no mr1 līdz mr10), ko izmanto pēcprocesors. Tās lieto noteiktas precizitātes mērījumu rezultātu un citu skaitļu glabāšanai.
Miscellaneous values	Dažādas vērtības, ko <i>Mastercam</i> ieraksta NCI failā katras operācijas apraksta sākumā, tādējādi piesaistot tās noteiktam mainīgajam pēcprocesora darbības laikā.
Morph spiral	Rupjās apstrādes metode, kurā materiālu griež pa spirāli un instruments pakāpeniski iet starp ārējo un iekšējo robežu.
Multiaxis	Darbs pa vairāk nekā vienu asi; bieži norāda uz 4 vai 5 asu instrumenta trajektorijām.
NC	Saīsinājums no <i>Numerical Control</i> , darbgaldu vai procesu vadības metode ar kodētu komandu instrukciju palīdzību, arī <i>Mastercam</i> pēcprocesoru darba rezultāta faila formāts.
NC program	Fails, kuru izveido pēcprocesors un kurš satur G kodus, kurus nolasa erozijas mašīnas vadības sistēma, lai apstrādātu detaļu.
NCI	Saīsinājums no <i>Numerical Control Intermediate</i> , <i>Mastercam</i> instrumenta trajektoriju formēšanas starpposma failu formāts.
Nesting	Process, kura rezultātā vairākas vienas detaļas kopijas ievietojas iepriekš noteiktās robežās (<i>sheet</i> – loksne).
Nesting session	Fails, kurš satur loksne ievietoto saturu, detaļu, grupu un parametru iestatījumus no <i>Nesting</i> dialoga lauka. <i>Nesting session</i> tiek saglabāts NST failā.

No core wirepath	Stieples trajektorija, ko vispirms izmanto detaļās ļoti mazu tukšumu izveidei, neveidojot atgriezumus. Trajektorija tipiski sākas no iepriekš materiālā izurbta cauruma un zigzaga vai spirāles veidā kustas uz āru, kamēr izgriež visu materiālu virknētās ģeometrijas iekšienē.
No dropout tabs	Griešanas metode, kura nepieļauj materiāla šķēlīšu veidošanos, kas dažreiz var notikt, ja izvirzījumus veidojošā trajektorijā izmanto ieejas un izejas lokus un taisnes. Ja <i>Tabs</i> dialoga logā atslēdz <i>Tab Leads</i> , tad <i>Mastercam</i> nodrošina visa materiāla izvākšanu.
Node (par splineu)	Punkti uz parametriskā splaina.
Nonlinear	Neatrodas uz vienas un tās pašas taisnes.
Normal	Perpendikulārs stāvoklis pret kaut ko. Katrai plaknē esošai līkņu virknei ir divi normālie vektori, kas vērsti pretējos virzienos.
NPL	Ievietoto detaļu bibliotēkas faila nosaukuma paplašinājums.
NPT	Saīsinājums <i>National Pipe Threads</i> (tulkojumā no angļu valodas 'nacionālās cauruļu vītnes'). Standarta vītne.
NSL	Ievietošanas lokšņu vai atlieku bibliotēkas faila nosaukuma paplašinājums.
NST	Ievietošanas sesijas faila nosaukuma paplašinājums.
NURBS (spline)	Saīsinājums <i>Non-uniform Rational b-spline</i> apzīmējumam; tā ir divu vai trīs dimensiju līkne, kuru nosaka mezgli un kontroles punkti.
NURBS (surface)	Virsmas, kas definēta līdzīgi kā <i>NURBS spline</i> ar kontroles punktu virkni, kas ir paplašināta citā virzienā, veidojot punktu tīklu.
Obround	Forma, kas sastāv no divām taisnēm un diviem 180 grādu lokiem.
OD	Saīsinājums no <i>Outside Diameter</i> (tulkojumā no angļu valodas 'ārējais diametrs'). Saistībā ar cilindrisku sagatavi OD apzīmē to, ka virsas instrumenta trajektorija ir izmantota cilindra diametra ārpusē.
Offset	Elementa vai virknes pārbīde par noteiktu attālumu perpendikulāri esošajai konstruēšanas plaknei. Līknes gadījumā pārbīde ir perpendikulāra līknes virziena vektoram katrā līknes punktā.
Offset register number	Mainīgais, kura vērtības dod speciālas instrukcijas pēcprocesoram. Dažām CNC vadības sistēmām vajag šos reģistrus piesaistīt noteiktiem trajektorijas punktiem.
Offset surface	Virsmas, kas veidojas, pārbīdot esošo virsmu par noteiktu attālumu.

One way cutting	Griešanas metode, kur visi gājieni ir vienā virzienā un mašīna atgriežas kontūras sākumā katram gājienam. Tad mašīna apstājas gājiena beigās, nogriež stiepli, atgriežas sākuma punktā, iever stiepli no jauna un sāk jaunu griezuma gājienu.
Open chain	Virkne, kuras sākuma un beigu punkti nav identiski, piemēram, taisne.
OpenGL®	No operētājsistēmas neatkarīgs grafikas attēlošanas standarts.
Operation	Operācija attiecībā uz instrumenta trajektoriju ietver ģeometriju, trajektoriju (NCI failu), instrumenta definīciju, materiāla definīciju un parametrus. Operāciju kopa veido darbu vai MC9 failu. Katra operācija satur tikai vienu trajektoriju. Attiecībā uz cietiem ķermeņiem tā ir viena vai vairākas darbības ķermeņa veidošanai. Katra operācija, piemēram, <i>Fillet</i> vai <i>Extrude</i> , atrodas atsevišķi veidošanas vēstures sarakstā zem paša ķermeņa, kuru tā veido vai maina.
Operation library	Satur noklusējuma parametrus konkrētai instrumenta trajektorijai; to var piemērot pašreizējai ģeometrijai; lieto OP9 faila nosaukuma paplašinājumu.
Operations Manager	Uzrāda visu MC9 failā esošo operāciju sarakstu, ieskaitot asociatīvās un neasociatīvās trajektorijas, kā arī dod variantus to pārvaldībai.
Optional stop	Skatīt <i>Glue stop</i> .
Origin	Koordinātu asu krustpunkts.
Other (corner type)	Stūru veidošanas paņēmieni UV plaknē. Paņēmieni ļauj norādīt stūra rādiusu pēcprocesora vidē. Tad stūris attēlojas kā taisne, jo trajektorijā (NCI failā) tā veids nav noteikts.
Overburn	Dzirksteles jeb spraugas lielums, kas rada papildu materiāla novākšanu. To var ievadīt kā atšķirīgu no stieples diametra.
Overcut	Attālums, par kādu grieznis pavirzās tālāk par vītnes beigām iepriekš izgrieztā iedobumā.
Overlap	Nepieļauj potenciālo <i>Overburn</i> , pārsedzot kontūras sākumu un beigas par ievadīto lielumu.
Pan	Ģeometrijas pārvietošana grafiskajā logā. Varat nospiegt bultiņu taustiņus vai uzklikšķināt labo peles pogu grafiskajā logā un izvēlēties <i>Dynamic</i> no izvēlnes.
Parallel spiral-clean corners	Līdzīgi iepriekšējai metodei, bet papildus pievieno mazus attīrošus griezumus materiāla izvākšanai no stūriem.

Parallel views	Konstruēšanas plaknes, kas eksistē vienā un tajā pašā 2D plaknē, bet ir pagrieztas vai nobīdītas.
Parametric spline	2D vai 3D līkne, kuru nosaka koeficientu vai mezgla punktu kopums.
Parametric surface	Virsmas, kas sastāv no parametriskiem splainiem, kur katrs līknes segments ir paplašināts (pavairots) kādā citā virzienā, veidojot mozaīkas posmu.
Part	Apstrādājama objekts.
Part drawing	Informācija par detaļas formu un izmēriem; parasti ietver detaļas sastāvdaļas, izmērus, pielaides un virsmu raupjumu.
Part feature (detaļas sastāvdaļa)	Uz detaļas veidojama noteikta forma un lielums; tie var būt 2D (plakne, iekšēji un ārēji profili, iedobes, caurumi u.c.) vai 3D (virsmas).
Part library	Bibliotēka, kur glabājas ar ievietošanas procedūru (<i>Nesting</i>) ievietoto detaļu apraksts, lai tās varētu atkārtoti lietot. Šāda bibliotēka glabājas NPL failā.
Pass	Griezējinstrumenta kustība pa X un Y asi. Nejaukt ar griezum!
Pass number	EDM mašīnas jaudas parametru kopuma apzīmējuma kārtas skaitlis. Katrs jaudas parametru kopums atbilst kādam griezumam – rupjajam, gludajam utt.
Patch	Virsmas laukums, kuru ierobežo četri to ģenerējošu līkņu segmenti.
Peck	Urbšanas vai rievu iegriešanas metode, kad iegriešanās padeve kombinējas ar atvirzīšanas kustībām skaidas nolaušanai vai izvākšanai.
Peck clearance	Urbuma dziļums, uz kuru urbis ātri atvirzās starp darba padeves gājieniem trajektorijas realizācijas laikā.
PFE32	<i>Mastercam</i> teksta redaktors, ļauj rediģēt un darboties ar failiem.
Pitch	Attālums starp punktiem uz diviem vītnes vijumiem, kas izmērīts paralēli asij.
Planar	Plakans virsmas gabals, kas atrodas vienā ģeometriskajā plaknē.
Plot	Esošā grafiskā loga satura izvade uz printeri vai ploteri.
Plunge	Griešana paralēli griezējinstrumenta vai maināmās plāksnītes galvenajai asij.
Point (elements)	Elements, kas iezīmē novietojumu 2D vai 3D telpā, bet tam nav izmēra.
Point (pele)	Peles pārvietošana līdz brīdim, kad kursors uz ekrāna novietojas virs vajadzīgā elementa.

Point data	Dati, kas satur tikai punktus.
Point sorting	Standarta ciklu lietošanas funkcija, kas nosaka punktus, kuros realizē standarta ciklus. To var izmantot virknēšanai daudzu kontūru apstrādes operācijās, kur katrai virknei ir savs ieejas punkts, kas nosaka stieples ievēršanas/nogriešanas punktu katrai virknei.
Point toolpath or wirepath	Ātrā kustība detaļas iespīlētāju apiešanai, kas tiek realizēta noteiktā augstumā virs detaļas, lai stieples virzītāji apietu šķēršļus.
Polar	Koordinātu sistēma, kas izmanto konkrētu punktu, garumu (rādiusu) un leņķi, lai noteiktu cita punkta vietu telpā. Leņķi aprēķina pret pulksteņrādītāja virzienu no horizontālās ass pozitīvā virziena, kas iet caur konkrēto punktu esošajā konstruēšanas plaknē.
Polar (koordinātas un izmēri)	Koordinātu sistēma, kas izmanto konkrētu punktu, garumu (rādiusu) un leņķi, lai noteiktu cita punkta vietu telpā. Leņķi aprēķina pret pulksteņrādītāja virzienu no horizontālās ass pozitīvā virziena, kas iet caur konkrēto punktu esošajā konstruēšanas plaknē.
Polygon	Neregulāra noslēgta forma ar trim un vairāk taisnām malām. <i>Mastercam</i> vidē to var izveidot kā vienu NURBS splineu vai kā atsevišķu taisņu kopu.
Port	Fiziska datora pieslēguma vieta. Seriālais ports tiek lietots pieslēgšanai CNC vadības iekārtai, un tos apzīmē ar <i>COM1</i> , <i>COM2</i> utt.
Post	Pēcprocesors. Arī pēcprocesora veidots (PST) fails.
Post processor	Programma, kas pārvērš NCI datus formā, ko atpazīst darbgalds, tas ir, detaļas NC programmā vai <i>Gcode</i> .
Posting	NCI faila pārveide uz G kodu, kas ietilpst NC failā.
Power set function	Funkcija, kas ļauj izmainīt jaudas iestatījumu bibliotēku caur <i>NC utils</i> izvēlni.
Power settings	Stieples jaudas iestatījumu bibliotēkas īss apzīmējums. Bibliotēkā ir stieples diametrs, dzirksteles sprauga, nobīdes reģistri un cita informācija par konkrēto erozijas mašīnu. Bibliotēkā var būt informācija pat par 24 gājieniem.
Primitive	Ķermenis vai virsma, kas veidota, izmantojot iepriekš izveidotas formas, piemēram, bloks vai sfēra. Tā parametrus var interaktīvi mainīt, bet pamatforma paliks tā pati. To neveido līkņu ģeometrija. <i>Mastercam primitive</i> ir cilindrs, konuss, bloks, izvilks (tikai virsmas), sfēra un gredzens.

Prompt area	Divu vai četru rindu augsts laukums <i>Mastercam</i> interfeisa apakšā, kur parādās vai ievada vērtības no klaviatūras.
PST	Failu formāts pēcprocesora pielāgošanas failam.
Quadrant	Plaknes daļa, kur 1. kvadrants atrodas starp 0 un 90 grādiem, 2. – starp 90 un 180, 3. – starp 180 un 270, bet 4. – starp 270 un 360 grādiem.
Quick toolpaths	Instrumenta trajektorija, kas apvieno vienkāršotu lietotāja interfeisu ar parametriem, kuri ir nedzēšami iekodēti kā parasti lietojamās vērtības. To izmanto ātrai un vieglai parastu trajektoriju programmēšanai.
RAM	Saīsinājums no <i>Random Access Memory</i> (brīvi pieejama atmiņa).
RAM-saver	Iespēja sistēmas datubāzes saspiešanai un pieejamās atmiņas atbrīvošanai; ar to var veikt arī datubāzes veseluma un darba efektivitātes pārbaudi.
Rapid moves	Ātrie pārvietojumi, kas veidojas trajektorijā, ievadot G0 vai G32.
Raster	Grafikas ģenerēšanas metode, kur attēli glabājas kā daudzi mazi, neatkarīgi vadīti punkti (pikseļi).
Real number	Skaitlis, ko veido cipari skaitīšanas sistēmā ar fiksētu atskaites punktu, piemēram, 0,5; 25,4; lieto mērījumu rezultātu un citu vērtību glabāšanai ar ierobežotu precizitāti.
Rectangle	Paralelograms, ko veido četras taisnes un četri taisni leņķi.
Rectangular nesting	Ievietošanas metode, kur katra loksne vai detaļa tiek uzskatīta par ievietotu taisnstūra rāmītī.
Redraw	Funkcija, kas nodzēš redzamo ģeometriju un atkārtoti attēlo grafiskajā logā, lai notīrītu displeja attēlošanas paliekas.
Reference point	Punkts, uz kuru instruments pārvietojas pirms atkārtotas ieejas trajektorijā vai pēc izejas no trajektorijas.
Regenerate	Tas nozīmē atkārtoti izskaitļot ķermeņus, rasēšanas elementus vai instrumentu trajektorijas, kad piesaistītā ģeometrija vai parametri ir mainīti. Arī grafiskajā logā attēlojamo elementu saraksta atjaunošana, lai palielinātu darba ātrumu un uzlabotu rezultātus. <i>Regenerate all selected operations</i> variants atkārtoti izskaitļo instrumenta trajektoriju, kad piesaistītā ģeometrija vai parametri ir mainīti.

Register	Mainīgais lielums, ko lieto pēcprocesora darba noteikšanai. Dažām CNC vadības sistēmām vajag šos reģistrus apzīmēt stieples trajektorijas ieejas vai citos punktos. Katra stieples bibliotēka vadības sistēmā ļauj iestatīt līdz desmit reģistriem. Reģistrus var iestatīt gājienam vai tikai punktam.
Relative (koordinātas, izmēri, novietojums)	Attālums, ko mēra no noteikta punkta, kas var nebūt nulles punkts vai iepriekšējais punkts.
Relief angle	Griezējinstrumenta slīpēšanas leņķis, lai nepieļautu virsmu, kas negriež, vai šķautņu kontaktu ar sagatavi griešanas laikā, arī skaidas aizvadīšanas spraugas leņķis.
Remachine	Apstrādes operācija, kuru lieto, lai noņemtu sagataves daļu, kas atlikusi no vienas vai vairākām iepriekšējām operācijām. Šāda operācija aprēķina atlikušo sagataves lielumu un izmanto to kā griezējinstrumenta trajektorijas sākuma punktu.
Repaint	Redzamās ģeometrijas nodzēšana un atkārtota attēlošana grafiskajā logā, lai notīrītu displeja attēlošanas paliekas.
Required pilot diameter	Minimālais diametrs, kas nepieciešams, lai griezējinstrumenti varētu nokļūt uz trajektorijas.
Rest material	Sagataves atlikums, kas ir par pamatu griezējinstrumenta trajektorijai. <i>Mastercam</i> to aprēķina, ņemot informāciju no vienas vai vairākām Jūsu izvēlētajām operācijām vai arī no Jūsu ievadītajiem rupjās apstrādes instrumenta izmēriem.
Restmill	Atkārtotas apstrādes griezējinstrumenta trajektorijas tips rupjajai apstrādei, kur instruments veic vairākus griezumus dziļumā, lai noņemtu sagataves daļu, kas atlikusi no vienas vai vairākām iepriekšējām operācijām.
Result	Pārveidotas elementu grupas izskats; to var izvēlēties turpmākai pārveidošanai. Pēc noklusējuma tas ir violetā krāsā.
Retract amount	Attālums, par kuru urbis ātri atvirzās starp darba padeves gājieniem trajektorijas realizācijas laikā.
Retract height	Augstums, uz kuru instruments pārvietojas pirms nākamā gājiena.
Reverse cutting method	Griešanas metode, kas programmē vairākus griezumus pretējā virzienā. Virziens mainās kontūras beigās vai pie izvirkājuma. Stieples kompensācija un slīpuma leņķis automātiski pārslēdzas uz pretējo.
Reverse post processor	Programma, kas nolasa NC failu un izveido NCI failu.

Revolved surface	Virsmas, kas veidojas, šķēluma formai rotējot ap asi vai taisni.
Right-click	Peles labās pogas uzklikšķināšana uz kāda objekta; tad attēlojas šim objektam piemērojama izvēlne.
Right-click menu	Izvēlne, kas atveras, klikšķinot labo peles pogu. Tas ļauj ātri piekļūt daudzām kopīgi lietojamām funkcijām.
Roll	Funkcija, ar kuru apritina punktu, taisni, loku vai splainu ap cilindru.
Rough	Funkcija, ar kuru iespējami ātri var novākt lielu materiāla apjomu no detaļas. Piešķir detaļai aptuvenu formu un izmērus nākamai tīrās apstrādes trajektorijai.
Roughing angle	Iestata zigzaga griešanas metodes virzienu, ietekmē novietojumu, kurā stieple sāk griešanu.
Roughing pass	Funkcija, ar kuru stieples trajektorijā bez serdes uz iekšējās sieniņas tiek atstāts materiāla slānis, kad gludo griezumu skaits ir lielāks par nulli.
RPM	Saīsinājums no <i>Revolutions Per Minute</i> (apgriezieni minūtē).
Rubber-band	Īslaicīgi attēloti elementi, kas tajā brīdī tiek veidoti vai izmainīti; attēls dinamiski mainās, kursoram mainot novietojumu, un rezultāts parādās kursora novietojumā.
Ruled surface	Virsmas, kas sastāv no lineāri saplūstošām līknēm un kura veidojas no taisnām līnijām starp divām vai vairākām līknēm vai taisnēm.
Run (backplot)	Funkcija, ar kuru ģenerē un uz ekrāna attēlo trajektoriju un attiecīgo instrumentu vai stiepli.
Save some	Funkcija, ar kuru saglabā izvēlētos elementus EMCAM failā. Ar to nevar saglabāt instrumentu trajektorijas.
Scale	Funkcija, ar kuru palielina vai samazina kāda elementa lielumu par noteiktu reizinātāju attiecībā pret konstruēšanas sākuma punktu vai kādu citu punktu.
ScaleXYZ	Funkcija, ar kuru palielina vai samazina kāda elementa lielumu pa X, Y, Z asi neatkarīgi vienai no citas.
Scrap	Materiāls, kas palicis pāri no iepriekšējā ievietošanas sesijā lietotās loksnes.
Scrap library	Fails, kurš satur atlikumu aprakstus, lai tos varētu atkārtoti lietot (NSL fails).

Screen, Configure	Izvēlne, caur kuru iestata <i>Mastercam</i> noklusējuma vērtības. Tās glabājas noklusējuma konfigurācijas failos <i>MILL9.CFG</i> (collu mērvienībām) un <i>MILL9M.CFG</i> (metriskajām mērvienībām).
Segment	Splaina posms starp diviem mezgliem.
Selection cues	Norādes (grafiski simboli), kas parādās kā palīgs izvēlētu elementu atpazīšanai pie tādām <i>Mastercam</i> funkcijām kā <i>AutoHighlight</i> , <i>AutoCursor</i> u. c.
Selection grid	Atskaites punktu tīkls, kuriem kursorš var piesaistīties skicēšanas režīmā.
Self-intersection	Vieta trajektorijā, kur tā šķērso pati sevi.
Sequence number	Rindas numurs NC programmā.
Setup sheet	<i>Mastercam</i> izveidots fails, kas satur informāciju par NCI failu, ieskaitot operācijas, norādi uz instrumentu, kopējo programmēšanas laiku un tekstu, kas ievadīts programmēšanas laikā. Faila nosaukuma paplašinājums ir SET.
SFM	Saīsinājums no <i>Surface feet per minute</i> , apzīmē instrumenta padeves lielumu.
Shading	Pakāpeniski mainīga gaišuma aizpildījums, kad gaisma krīt uz krāsainu virsmu vai ķermeni.
Sharp (corner type)	Stūra vai loka veids, kurš rada lauztu kustību ap detaļas stūri pat tad, ja eksistē loks XY plaknē.
Sheet	Noslēgta robeža (loksne), kura apraksta materiālu, uz kura atrodas ievietotās detaļas.
Sheet library	Fails, kurā glabājas lokšņu apraksti, lai tās varētu atkārtoti lietot (NSL fails).
Shortcuts	<i>Mastercam</i> datu sakopšanas paņēmieni no grafiskā loga. Ļauj izmainīt sakopotos datus, ievadot vērtības uzaicinājuma laukumā. Tie parādās uzaicinājuma laukā kā X, Y, Z, R (rādiuss), D (diametrs), L (taisnes garums), S (attālums starp diviem punktiem) un A (leņķis).
SIM	Saīsinājums no <i>Software Interface Module</i> (programmatūras interfeisa modulis). Dažreiz to sauc par <i>Dongle</i> . To pievieno pie paralēlā porta, un tas ir nepieciešams <i>Mastercam</i> palaišanai.
Singled	Forma, kas sastāv no viena taisnes elementa un viena loka elementa.

Sync	Funkcija, kas sadala virkni atsevišķos posmos, kuri katrs sākas un beidzas noteiktā punktā; tad savieto tos ar vienu vai vairākām citām virknēm ar tādu pašu sinhronizācijas punktu skaitu
System origin	Fiksēts atskaites punkts visas ģeometrijas veidošanai (X0, Y0, Z0).
System tolerance	Maksimālais attālums starp diviem punktiem, lai tos tomēr uzskatītu par sakrītošiem.
Sketch	Ģeometrijas veidošana vai elementa izvēle, atzīmējot punktus grafiskajā logā ar cursoru un peli.
Slice	Punktu veidošanas process taisņu, loku vai splainu krustošanās vietās ar plakni, kā arī punktu veidošana to krustošanās vietās. Arī līkņu veidošanas process virsmu un ķermeņu krustošanās vietās ar plakni, kā arī līkņu veidošana to krustošanās vietās.
Slug	Viens materiāla gabals, ko izgriež stieples trajektorija, parasti ar 4 asu trajektoriju. Izvirzījumi notur šo gabalu vietā, lai operators varētu aizkavēt šī gabala iekrišanu šķidrums tvertnē pēc izvirzījumu pārgriešanas.
Solid (ķermenis)	Noslēgta 3D objekta ģeometrisks veidojums. <i>Mastercam</i> ķermenis ir ģeometrisks elements, kas atšķiras no citiem ģeometrisku elementu tipiem, kā taisnes, līknes un splaini, ar to, ka katrs ķermenis ir arī topoloģisks elements, kurš aizņem telpas daļu un sastāv no vienas vai vairākām virsmām, kas kopā veido noslēgtu ķermeņa robežu.
Spindle (darba vārpsta)	Mehānisms, kurš griež detaļu (virpas instrumenta trajektorijām) vai instrumentu (frēzēšanas instrumenta trajektorijām) apstrādes laikā.
Spindle speed	Detaļas vai instrumenta rotācijas ātrums.
Spline	Slaida, brīvas formas līkne, kuru nosaka punkti (ieskaitot tās gala punktu nosacījumus). Var būt parametriski vai NURBS splaini.
Spot drill	Urbšanas instrumenta trajektorija, kas izveido virzošu caurumu tālākai urbšanas instrumenta trajektorijai. Bieži lieto īsu, strupu instrumentu un mazu dziļumu.
Start position	Pašreizējā darba sākšanas vieta.
Startup file	Konfigurācijas fails, kas satur <i>Mastercam</i> noklusējuma vērtības.
Static	Funkcija, kas aprēķina un attēlo trajektoriju un stiepli soli pa solim, kad no <i>Backplot</i> izvēlnes ir izvēlēts <i>Run</i> .
Statistics	Redzamo elementu uzskaitījums pa tipiem.

STCW	Uzsākšanas, stieples ievēršanas, nogriešanas un detaļas nulles punkti. Katrai virknei trajektorijā ir savs stieples ievēršanas un nogriešanas punkts, kamēr katram darbam ir viens detaļas nulles un sākšanas punkts.
Step	<i>Backplot</i> komandas variants, kad trajektorija tiek ģenerēta un attēlota soli pa solim.
Step angle	Nosaka pagrieziena lielumu, ko var izmantot detaļu novietošanai (<i>Nesting</i>) uz loksnes (<i>Sheet</i>). Piemēram, 90 grādu <i>Step angle</i> ļauj pagriezt par 90, 180 un 270 grādiem. Mazāks leņķis palielina rezultātu ģenerēšanas laiku, jo <i>Nesting</i> mēģina savietot detaļas precīzāk.
Stepdown	Attālums, kas atdala blakus esošus griezumus pa Z asi uz virsmas instrumenta trajektorijas.
Stepover	Attālums, kas atdala blakus esošus griezumus XY plaknē uz virsmas stieples trajektorijas.
Style/width	Taisnes tips un biezums, ko lieto taišņu, loku un splineu attēlošanai.
Stop point	Programmas apstāšanās uz trajektorijas līdz tam brīdim, kad operators atjauno kustību.
Stretch	Funkcija, ar kuru ap ģeometriju apvelk logu, kurš šķērso citu ģeometriju, tad pārvieto elementus, kuri pilnībā atrodas apvilktā loga iekšienē, kā arī jebkuras taisnes, kas krusto loga malas, pagarināšana vai saīsināšana (pārbīdot galapunktu, kurš atrodas šī loga iekšienē).
Subprogram	NCI faila vai NC programmas daļa, kura atkārtojas dažādās vietās.
Surface normal	Virsmas pieskares plaknei perpendikulārs vektors.
Supplementary angle	Leņķis, kuru pievienojot citam leņķim, veidojas 180 grādu leņķis.
Surface	Detaļas apvalka apraksts ar matemātiskām izteiksmēm; robeža, kas nosaka ķermeņa ārējo virsmu.
Surface curve	Līknes tipa elements, kuru izveido tieši uz virsmas, izmantojot <i>Create Curve</i> funkciju.
Surface memory allocation	RAM apjoms, kas rezervēts virsmu ģenerēšanai.
Surface model	Nosaka virsmu, ieskaitot katras virsmas malas.
Surface projection	Veido punktus (vai līknes), projicējot izvēlētos punktus (vai līknes) uz izvēlētas virsmas.

Surface shading	Krāsains pildījums, ko pievieno virsmām un ķermeņiem, lai tos labāk varētu saskatīt. Tas var būt pastāvīgs vai uz noteiktu brīdi.
Surface types	<i>Mastercam</i> uztur trīs virsmu tipus atkarībā no to ģenerēšanas matemātiskās metodes: parametriskās, NURBS un tādas, ko ģenerē līkne. Virsmas var klasificēt arī pēc tās veidojošiem komponentiem un izmantošanas: <i>Loft</i> , <i>Ruled</i> , <i>Coons</i> , <i>Revolved</i> , <i>Swept</i> , <i>Draft</i> , <i>Fillet</i> , <i>Offset</i> , <i>Trim/Extend</i> un <i>Blend</i> virsmas.
Swept surface	Veidojas, virzot vienu vai vairākas līknes vai līkņu virknes (šķērsvirziena līknes) pa trajektoriju, ko veido viena vai vairākas citas līknes vai līkņu virknes (garenvirziena līknes). Var būt 2D vai 3D, sauc arī par <i>Drag</i> virsmu.
Swept toolpath	Instrumenta trajektorija, kas veidojas, virzot vienu līkņu virkni (šķērsām novietotu virkni) gar otru virkni (garenvirziena virkni).
Tab	Neizgriezts trajektorijas posms, kas notur novācamo detaļas gabalu līdz tam, kad mašīnas operators var to satvert (iespīlēt) pirms tā nogriešanas no pārējā materiāla. Tas neļauj gabalam iekrist tvertnē un, iespējams, bojāt apakšējo stieples vadotni.
Tab width	Nosaka, cik plats trajektorijas posms tiks atstāts neizgriezts.
Tailstock	Pārvietojama virpas iespīlēšanas ierīce, kas balsta detaļas (parasti garas) galu, izmantojot rotējošu centru.
Tangent	Divas līknes, kuru slīpums ir nepārtraukts virzienā gar to kopīgo krustpunktu vai galapunktu.
Taper angle	Stieples sagāzuma pakāpe attiecībā pret trajektoriju. Kontūras trajektorijā var būt sagāzums, kuru var atcelt pēc noteikta gājiena, lai veidotu vertikālu laukumu.
Thread	Instrumenta trajektorija, kas izgriežot nepārtrauktu rievu ap cilindru, veido spirālveida izvirzījumu (ridge) ar nemainīgu šķērsriezumu.
Thread form	Apraksta vītnes formu un to, kādam nolūkam to lieto.
Thread position (SCTW)	Vieta, kur notiek stieples ievēršana. Uz ekrāna to apzīmē sarkans ievēršanas simbols un krustiņš. Stieple pārvietojas no ievēršanas vietas uz virknes sākumu saskaņā ar ieejas/izejas parametriem.
Thread table	Standarta ārējā diametra, kāpes un vītnes formu apraksts, kas ir kopā ar <i>Mastercam</i> programmnodrošinājumu.
Tip comp	Griezējinstrumenta kompensācija, kas aprēķināta instrumenta centram vai virsotnei.

Tolerance	Precizitāte, ar kādu kādam elementam jāsakrīt ar citu elementu vai procesu. Arī maksimālā pieļaujamā novirze no vērtības, ietver sistēmas, virknēšanas, minimālo loka garuma, līknes minimālā soļa lieluma, līknes maksimālā soļa lieluma, līknes hordas izmaiņas un virsmas maksimālās novirzes pielaides. Pielaides izmēra formāts ir viens no svarīgākajiem rasējuma parametriem.
Tool	Virpas, frēzmašīnas, ēvelmašīnas, urbjmašīnas un tamlīdzīgu mašīnu detaļa, parasti noņemama, ar to griež sagatavi.
Tool body	<p>Ķermenis (vai ķermeņi), kuru var pievienot, atdalīt vai paturēt vienā apgabalā ar izvēlētu mērķa ķermeni <i>Boolean</i> operācijas laikā. Ja ķermenis ir izvēlēts kā <i>Tool body</i>, tas kļūst par mērķa ķermeņa daļu. <i>Solids Manager</i> dialoga laukā instrumenta ķermenis atrodas sarakstā zem ķermeņa un tās <i>Boolean</i> operācijas, kuru tas palīdz definēt. Tā ikona ir apzīmēta burtu T.</p> <p>Piezīme. Kad tiek nodzēsta <i>Boolean</i> operācija, sistēma atjauno šīs operācijas instrumenta ķermeni kā parastu, aktīvu ķermeni. Instrumenta ķermeni iespējams arī dubultot un iegūt ķermeņa aktīvo kopiju.</p>
Tool center boundary	Noslēgta līkņu kopa, kas ierobežo instrumenta pārvietojumu pa virsmas apstrādes instrumenta trajektoriju. Instrumenta centrs vienmēr paliks izvēlētās robežas iekšpusē.
Tool library	Satur informāciju par vairākiem frēzēšanas un virpošanas instrumentiem – darba vārpstas ātrumu, iegriešanās (padeves) lielumiem, instrumenta diametriem; izmanto TL faila nosaukuma paplašinājumu.
Tool origin	Atskaites punkts (X0, Y0, Z0) griezējinstrumenta plaknē (<i>Tplane</i>); tas ir tas pats punkts, kas sistēmas sākums, ja vien nav definēts citādi.
Tool plane (Tplane)	2D plakne, kurā atrodas programmvadības darbgalda <i>XY axis</i> un sākuma punkts.
Toolbar	Teritorija uz ekrāna, kas satur ikonas (pogas). Pogas ir sakārtotas pa lappusēm, kuras lietotājs var ritināt. Tās var arī pārbīdīt un mainīt pogu piesaisti funkcijām.
Toolpath	Materiāla noņemšanai no detaļas nepieciešamo griezējinstrumenta pārvietojumu datubāze.

Tools Manager	<i>Mastercam</i> funkcija, kas uzrāda griezējinstrumentu sarakstu, kuri piesaistīti pašreizējam darbam vai aktuālajai instrumentu bibliotēkai; ļauj arī rīkoties ar instrumentu bibliotēkām.
Tplane	Saīsinājums no <i>Tool Plane</i> , 2D plakne, kurā atrodas programmvadības darbgalds XY asis un sākuma punkts.
Transform	Ģeometrijas vai instrumenta trajektorijas pārbīde, spoguļattēla veidošana, pagriešana, mēroga maiņa, ekvidista nobīde, izstiepšana vai velšana.
Translate	Ģeometrijas vai stieples trajektorijas pārceļšana vai kopēšana uz jaunu novietojumu bez orientācijas maiņas.
Trim	Kāda elementa vai virsmas ierobežošana līdz citam elementam.
Trim planes	<i>UV</i> un <i>XY trim plane</i> iestatījumi apzīmē augšējo un apakšējo stieples vadotņu novietojumu. Dažas CNC vadības sistēmas pieprasa šādas koordinātas.
Trim/extend surface	Virsmas, kas veidojas, ierobežojot vai izstiepjot esošu virsmu.
Trimmed surface	Virsmas, kuru ierobežo malu (šķautņu) kopums; to var veidot, izmantojot vienu vai noteiktu skaitu procedūru neierobežotām vai ierobežotām virsmām, piemēram, uz virsmas projicējot līknes, krustojoties virsmām, sajūdzot virsmas pa lokiem.
Trochoidal	Cilpas veids, ko izmanto ātrās apstrādes instrumentu trajektorijās, kur nepārtraukta cilpa ir trajektorijas augšpusē un instruments kustas gar cilpas ceļu.
True spiral (cutting method)	Rupjās apstrādes metode, kas veido gājienus visiem lokiem pa pieskarēm. Nodrošina slaidu stieples kustību, īsu NC programmu un labu izgriezumu.
True Shape Nesting	Ievietošanas metode, kur detaļas salāgojas uz loksnes (<i>Sheet</i>) pēc faktiskās formas un citiem parametriem. Arī šeit var izmantot lokšņu un detaļu bibliotēkas, un šai metodei ir paplašināta funkcionalitāte, salīdzinot ar <i>Rectangular Nesting</i> . <i>True Shape Nesting</i> palielina detaļu iznākumu no materiāla loksnes.
Turning	Virpošana, izmanto nostiprinātu griezējinstrumentu ar vienu griezošo šķautni.
Turret	Iespilēšanas ierīce (parasti rotējoša), kurā iespilē virpas griežņus.
UNC	Saīsinājums no <i>Unified National Coarse</i> (standarta rupjās vītnes forma).
Undo	Funkcija, ar kuru atsauc atpakaļ pēdējo veikto darbību.

UNF	Saīsinājums no <i>Unified National Fine</i> (standarta vītnes forma).
Unwrap	Atritina sarullētu elementu.
Unzoom	Funkcija, ar kuru atgriežas uz iepriekšējo attēlošanas mērogu vai uz oriģinālo attēla izmēru.
Unzoom by 0,8	Samazina attēlotās ģeometrijas izmēru līdz 80 % no oriģinālā.
UV contour	Stieples trajektorijas augšējā kontūra, kas apzīmē detaļas augšu.
UV extension	4 asu trajektorijā stieples vadotnēm ļauj izsekot detaļas ģeometriju, kura pilnībā nav vienā plaknē.
UV height	UV plaknes novietojums. Ja lieto pieauguma vērtības, tad UV augstums ir attiecībā pret XY plaknes Z dziļumu. Absolūtā vērtība ir attiecībā pret sistēmas sākumu.
UV trim plane	Var lietot augšējo vadotņu novietojuma iestatīšanai attiecībā pret detaļu. Šīs vērtības ir ierakstītas NC failā kā G1015 kods.
Vector	Taisnes posms norādītā virzienā.
Vertex	Malas (šķautnes) galapunkts.
View	Ģeometrijas novērošanas leņķis – no augšas, priekšas, aizmugures, apakšas, labā vai kreisā sāna, no <i>Cplane</i> , izometriska vai aksonometriska.
Viewport	Grafiskā loga daļa, kurā redzama ģeometrija.
Window (izvēlei)	Taisnstūris vai daudzstūris, ko skicē ap elementiem to izvēlei (iezīmēšanai).
Wire compensation	Kompensē stieples diametru, nosakot, kur atrodas stieple uz trajektorijas – pa labi, pa kreisi vai vidū. To var realizēt datorā vai vadības sistēmā. Tas ir tikai 4 asu, kontūras vai punktu trajektoriju faktors.
Wire EDM	Stieples elektriskās izlādes apstrāde, process, kur smalka, vadīta dzirkstele starp slīdošu stiepli un detaļu izgriež pēdējā rievu. Stiepli precīzi uzrauga CNC sistēma.
Wire library	Stieples jaudas iestatījumu bibliotēkas īss apzīmējums. Bibliotēkā ir stieples diametrs, dzirksteles sprauga, nobīdes reģistri un cita informācija par konkrētu erozijas mašīnu. Bibliotēkā var būt informācija pat par 24 gājieniem.
Wireframe model	3D objekts, kas veidots no atsevišķām līnijām, savienojot tās modeļa veidošanai; noslēgts malu un virsmu profilu kopums, kas veido virsmu.

Wirepath	Ceļš, ko stieple noiet detaļas veidošanas operācijā.
Witness lines	Tievas nepārtrauktas taisnes, kas atvirzās no objekta, veidojot tā izmēru (nosakot izmēra līnijas garumu).
Work coordinate system (WCS)	Koordinātu sistēma, uz kuru pārcelts detaļas sākuma punkts un orientācija. Nodrošina visērtāko veidu darbam ar ģeometriju.
Work offset	Vērtība, kas nosaka griezējinstrumenta plaknes sākuma un orientācijas pārcēlumu, veidojot instrumenta trajektorijas dažādos novietojumos (piemēram, padziļinājuma ar slīpām sienām apstrāde).
Work origin	Tas ir detaļas nulles punkts, arī stieples trajektorijas veidošanas atskaites punkts, kurš pēc noklusējuma sakrīt ar sistēmas sākumu. Mainot detaļas nulli, nobīdās arī trajektorijas punkti.
X axis	Horizontālā ass ar sākumu attiecībā pret konstruēšanas sākuma punktu: pa labi ir pozitīvs, pa kreisi – negatīvs.
X form	Saīsinājums no <i>Transform</i> . Funkcija, kas pārbīda, veido spoguļattēlu, pagriež, maina mērogu, nobīda ekvidistanti, izstiep vai noved ģeometriju.
XY contour	Trajektorijas apakšējā kontūra, kas parasti apzīmē detaļas apakšu vai rotācijas punktu, ja tiek izmantots konuss.
XY extension	4 asu trajektorijā stieples vadotnēm ļauj izsekot detaļas ģeometriju, kura pilnībā nav vienā plaknē. Negatīva vērtība novieto šo plakni zem XY ģeometrijas.
XY height	XY plaknes novietojums, kas parasti satur detaļas apakšējās kontūras ģeometriju. Ja lieto pieauguma vērtības, tad tas ir vienāds ar XY plaknes Z dziļumu. Absolūtā vērtība ir attiecībā pret sistēmas sākumu.
XY trim plane	Var izmantot apakšējo vadotņu novietojuma iestatīšanai attiecībā pret detaļu. Šīs vērtības ir ierakstītas NC failā kā G1015 kods.
XYZ axes marker	Apzīmē asu orientāciju atbilstoši 3D telpai; tas novietots grafiskā loga apakšējā kreisajā stūrī un maina izskatu saskaņā ar grafisko skatu (<i>Gview</i>).
Z axis	Perpendikulāri X un Y asij attiecībā pret konstruēšanas sākuma punktu.
Z depth	Konstruēšanas dziļums, kas tajā brīdī faktiski ir definētās konstruēšanas plaknes (<i>Cplane</i>) novietojums pa Z asi attiecībā pret sistēmas sākuma punktu.
Zig-zag	Rupjās griešanas metode ar lineāru kustību saskaņā ar apstrādes leņķi. Nulles leņķī veidojas horizontāls zigzags.
Zoom	Grafiskā loga taisnstūra veida daļas skata palielinājums.

IZMANTOTIE AVOTI

1. *Haas programming handbook SL Series*. Haas Automation, Inc., Oxnard, Ca., 2005. 160 p.
2. *Lathe Operator's Manual 96-8700 Rev Ap*. Haas Automation, Inc., Oxnard, Ca., 2012. 332 p.
3. *Mill operator's manual 96-8000 REV Ap*. Haas Automation, Inc., Oxnard, Ca., 2012. 314 p.
4. *VF/EC/HS Mill Series Controll Panel handbook*. Haas Automation, Inc., Oxnard, Ca., 2004. 127p.
5. *Haas programming workbook*, Haas Automation, Inc., Oxnard, Ca., 2006. 147 p.
6. *CNC Mill Example Program G01 G02 G03 G90 G91* (Programm vadības metālapstrādes frēzēšanas darbgalda programmas piemērs ar G01 G02 G03 G90 G91). Pieejams tiešsaistē: <http://www.helmancnc.com/cnc-mill-example-program-g01-g02-g03-g90-g91/> [skatīts 15.03.2020.]
7. *Tools for metal cutting* (Metālapstrādes instrumenti). Pieejams tiešsaistē: <https://www.sandvik.coromant.com/en-us/products/pages/tools.aspx> [skatīts 15.03.2020.]
8. *Modular Sistem Coromant EH C-1040:110 ENG/01*. © AB SandvikCoromant 2015, Sweden. 8 p.
9. *DAEWOO CNC Program Manual*. Daewoo Heavy Industries&Machinery. 102 p.
10. Darba aizsardzības prasības, lietojot individuālos aizsardzības līdzekļus. Pieejams tiešsaistē: <https://likumi.lv/ta/id/65619-darba-aizsardzibas-prasibas-lietojot-individualos-aizsardzibas-lidzeklus> [skatīts 16.03.2020.]
11. *Darba aizsardzības prasības metālapstrādē*. Pieejams tiešsaistē: http://stradavesels.lv/Uploads/2018/02/27/325_2017_Atgadne_metalapstrade.pdf [skatīts 15.03.2020.]
12. Jakubānis, R. *Programm vadības darbgaldu iestatīšanas pamati*. Skolotāja metodiskie materiāli. Rīga : RTK, 2013.
13. Krizbergs, J. *Programmētās ciparvadības darbgaldu programmēšana*. Mācību grāmata. Rīga : RTU, 2015. 205 lpp.
14. *Mill Operators manual Nr. 96-8200* (Programm vadības metālapstrādes frēzēšanas darbgalda operatora instrukcija Nr. 96-8200). Pieejams tiešsaistē: https://diy.haascnc.com/sites/default/files/Locked/Manuals/Operator/2015/Mill/English/Mill_Operators_manual_96-8200_Rev_C_English_May_2015.pdf?0=%253F845 [skatīts 15.03.2020.]
15. *Mill Operators manual 96-RU8210* (Programm vadības metālapstrādes frēzēšanas darbgalda operatora instrukcija Nr. 96-RU8210). Pieejams tiešsaistē: https://diy.haascnc.com/sites/default/files/Locked/Manuals/Operator/2016/NGC%20Translated/Mill_Operators_manual_96-RU8210_Russian_April_2016.pdf?0=%253F2417 [skatīts 15.03.2020.]
16. *Helmann CNC programming manual*. Pieejams tiešsaistē: <http://www.helmancnc.com/fanuc-g73-pattern-repeating-canned-cycle-basic-cnc-sample-program/> [skatīts 15.03.2020.]

17. *HAAS Lathe programming workbook. Haas Automation, 2015.* Pieejams tiešsaistē:
https://diy.haascnc.com/sites/default/files/Locked/3/Lathe_Programming_Workbook.pdf?0=%253F1191 [skatīts 15.03.2020.]
18. *HAAS Mill programming Workbook. Haas Automation, 2015.* Pieejams tiešsaistē:
https://diy.haascnc.com/sites/default/files/Locked/3/Mill_Programming_Workbook.pdf?0=%253F2196 [skatīts 15.03.2020.]

ATTĒLU SARAKSTS

1. 2.1.A. attēls. Programm vadības metālapstrādes virpas vadības statne. *Haas* virpotāja manuāls.
2. 2.1.B. attēls. Programm vadības metālapstrādes virpas uzbūve. *Haas* virpotāja manuāls.
3. 2.2. attēls. Programm vadības metālapstrādes darbmašīnas iekšpuses skats ar vienu vārpstu. *Haas* virpotāja manuāls.
4. 2.3. attēls. Programm vadības metālapstrādes darbmašīna ar vienu vārpstu (C1) un pārvietošanās asīm – X, Y, Z. *Haas* virpotāja manuāls.
5. 2.4. attēls. Divu vārpstu C1 un B programm vadības metālapstrādes virpa ar trim kustības asīm – X, Y, Z. *Haas* virpotāja manuāls.
6. 2.5. attēls. VMC programm vadības metālapstrādes frēzmašīna un tās sastāvdaļas. *Haas* frēzētāja manuāls.
7. 2.6. attēls. Vadības displeja lauku izvietojums. *Haas* programmētāja grāmata.
8. 2.7. attēls. Datu ievades tastatūras izkārtojums. *Haas* programmētāja grāmata.
9. 2.8. attēls. Programm vadības metālapstrādes darbmašīnas funkcionēšanas operāciju secības blokhēma. *Haas* programmētāja grāmata.
10. 2.9. attēls. MDI paraugs. *Haas* programmētāja grāmata.
11. 2.10. attēls. G02 un G03 izmantošana. Pieejams tiešsaistē:
<https://en.cncarea.com/g02-and-g03-code-circular-interpolation> [skatīts: 10.03.2021.]
12. 2.11. attēls. G40 un G42 izmantošanas piemērs. Pieejams tiešsaistē:
<https://en.cncarea.com/g02-and-g03-code-circular-interpolation> [skatīts: 10.03.2021.]
13. 2.12. attēls. M30 koda izmantošanas piemērs. Pieejams tiešsaistē:
<https://en.cncarea.com/g02-and-g03-code-circular-interpolation> [skatīts: 10.03.2021.]
14. 2.13. attēls. Apstrādājamās detaļas skice. *Hermann CNC* programmēšana.
15. 2.14. attēls. Apstrādājamās detaļas skice. *Hermann CNC* programmēšana.
16. 3.1. attēls. CNC virpošanas instrumenta paraugs. *Sandvik* instrumentu izvēle.
17. 3.2. attēls. Liela profila detaļas apstrāde. *Sandvik* instrumentu izvēle.
18. 3.3. attēls. Detaļas izgatavošana ar dažāda veida virpošanas instrumentiem. *Sandvik* instrumentu izvēle.
19. 3.4. attēls. CNC virpas izvirpošanas instrumentu iespēju kombinācija. *Sandvik* instrumentu izvēle.
20. 3.5. attēls. Virpošanas instrumentu forma, veidi un citas ražotāja katalogā norādītās iespējas. *Sandvik* instrumentu izvēle.
21. 3.6. attēls. Virpošanas plāksnīšu izmēru tabula. *Sandvik* instrumentu izvēle.
22. 3.7. attēls. Frēzēšanas instrumentu piemērs. *Sandvik* instrumentu izvēle.
23. 3.8. attēls. Frēzēšanas instrumentu piemērs. Instrumentu katalogs.
24. 3.9. attēls. Frēzēšanas instrumentu piemērs. *Sandvik* instrumentu izvēle.
25. 3.10. attēls. Frēzēšanas instrumentu piemērs. Instrumentu katalogs.
26. 4.1. attēls. Plakņu novietojums telpā. Pieejams tiešsaistē:
<http://jack-3dcad.blogspot.com/2009/02/cartesian-coordinates-system.html>
[skatīts: 10.03.2021.]
27. 4.2. attēls. Dekarta (taisnleņķa) koordinātu sistēma. *Haas* programmēšana.
28. 4.3. attēls. VFC mašīnas kustību koordinātas. *Haas* programmēšana.

29. 4.4. attēls. CNC frēzēšanas mašīnas atskaites punkti. Baskutis, S. *Metālapstrādes nozares darbinieku sagatavošana darbam ar viedām tehnoloģijām*. Jelgavas pilsētas pašvaldības pieaugušo izglītības iestāde "Zemgales reģiona kompetenču attīstības centrs", 2019.s
30. 4.5. attēls. Nulles punkta kompensācijas aprēķina shēma, ņemot vērā M (mašīnas nulles punktu), R (kontroles punktu) un W (detaļas nulles punktu). *Haas* programmēšana.
31. 4.6. attēls. Frēzēšanas mašīnas darba zona; W1, W2 – detaļu nulles punkti. *Haas* programmēšana.
32. 4.7. attēls. Absolūtās mērīšanas izmēru uzstādīšana ar bultiņu. *Haas* programmēšana.
33. 4.8. attēls. Absolūtās mērīšanas izmēru uzstādīšana progresijā (ar bultiņām). *Haas* programmēšana.
34. 4.9. attēls. Relatīvā izmēru uzstādīšana. *Haas* programmēšana.

PIELIKUMI

1. pielikums

G kodi un to parametri, kas atbilst vadības sistēmai pēc ISO standarta

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G00	Ātrā pozicionēšana	F	V	2 vai 3 asu gājienos, G00 (pretēji G01) kustība starp sākuma un beigu punktiem nav obligāta pa taisnu līniju. Kustība pa katru asi ir ar vislielāko ātrumu līdz attiecīgā vektora galam. Īsākais vektors parasti tiek sasniegts pirmais (ja ātrums pa asīm ir vienāds).
G01	Lineārā interpolācija	F	V	Visbiežāk lietotais kods padevei griešanas laikā. Programma nosaka sākuma un beigu punktus, un vadības sistēma automātiski aprēķina (interpolē) starppunktus, veidojot taisnu līniju (tāpēc nosaukums „lineārā”). Vadības sistēma aprēķina leņķu ātrumus katras ass vadskrūvei. Dators veic tūkstošiem aprēķinu sekundē.
G02	Loka interpolācija pulksteņrādītāja kustības virzienā	F	V	Ar G02 vai G03 kodu nevar sākt G41 vai G42. Kompensācija ir jāveic agrāk programmas rindā ar G01.
G03	Loka interpolācija pret pulksteņrādītāja kustības virzienu	F	V	Ar G02 vai G03 kodu nevar sākt G41 vai G42. Kompensācija ir jāveic agrāk programmas rindā ar G01.
G04	Aizture	F	V	Aiztures periodam izmanto ass adresi (var būt X, U vai P).
G05	Ieslēdz ātrās apstrādes režīmu	F		
G06	Paraboliskā interpolācija	F		Kontūras vadības veids parabolas lokveida daļas iegūšanai.
G07	Iedomātas ass apzīmējums	F		
G09	Bremzēšana kadra beigās	F	V	Automātisks ātruma samazinājums attiecībā pret vērtību, kas ieprogrammēta punkta sasniegšanai.
G10	Programmējama datu ievade	F	V	

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G11	Datu ieraksta atcelšana	F	V	
G12	Pilna loka interpolācija pulksteņrādītāja kustības virzienā	F		Fiksēts cikls, atvieglo 360° loka veida interpolācijas programmēšanu ar sajūgšanu pa rādiusu ieejai un izejai no griešanas trajektorijas. Nav iekļauts kā standarts <i>Fanuc</i> vadības sistēmā.
G13	Pilna loka interpolācija pret pulksteņrādītāja kustības virzienu	F		Fiksēts cikls, atvieglo 360° loka veida interpolācijas programmēšanu ar sajūgšanu pa rādiusu ieejai un izejai no griešanas trajektorijas. Nav iekļauts kā standarts <i>Fanuc</i> vadības sistēmā.
G17	XY plaknes izvēle	F		
G18	ZX plaknes izvēle	F	V	Tā kā G17 un G19 nav jālieto, vairumam virpu ZX ir vienīgā iespējamā plakne.
G19	YZ plaknes izvēle	F		
G20	Programmēšana collās	F	V	Parasti neizmanto, izņemot ASV un (mazākā mērā) Kanādu un Apvienoto Karalisti. Tomēr globālajā tirgū kompetence darbā ar G20 un G21 vienmēr dod kādu darba iespēju. Parasti minimālais pieaugums ar G20 ir viena collas desmittūkstošā daļa (0,0001"), kas ir lielāks attālums nekā parastais minimālais pieaugums ar G21 (viena milimetra tūkstošdaļa, .001 mm, tas ir, viens mikrometrs). Šī fiziskā atšķirība dažreiz nosaka G21 priekšrocību programmēšanā.
G21	Programmēšana milimetros	F	V	Pārsvarā visā pasaulē. Tomēr pasaules tirgū kompetence darbā gan ar G20, gan G21 vienmēr dod priekšrocības jebkurā laikā.
G28	Atgriešanās sākuma novietojumā (mašīnas nulle, mašīnas atskaites punkts)	F	V	Lieto X Y Z adreses, kuras nosaka starppunktu, caur kuru ies instrumenta virsotne tās ceļā uz darbmašīnas nulles punktu. Šīs adreses ir saistītas ar detaļas nulli, bet ne mašīnas nulli.
G30	Atgriešanās otrās kārtas sākuma novietojumā (mašīnas nulle, mašīnas atskaites punkts)	F	V	Izmanto P adresi, norādot, <i>kurš</i> mašīnas nulles punkts jālieto, <i>ja</i> mašīnai ir vairāki otrās kārtas punkti (P1..P4). Lieto X Y Z adreses, kuras nosaka starppunktu, caur kuru ies instrumenta virsotne tās ceļā uz darbmašīnas nulles punktu. Šīs adreses ir saistītas ar detaļas nulli, bet ne mašīnas nulli.

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G31	Kadra ignorēšana (lieto instrumenta garuma mērīšanas sistēmās, taustu pielietojumos)	F		
Ē, G32	Vītnes virpošana (ja nelieto fiksēto ciklu, piemēram, G76)		V	Līdzīga G01 lineārai interpolācijai, izņemot mašīnas ar automātisko darba vārpstas sinhronizāciju vītnes virpošanā.
G33	Vītnes griešana ar konstantu soli	F		
G34	Vītnes griešana ar mainīgu soli	F		
G40	Atslēdz instrumenta rādiusa kompensāciju	F	V	Izdzēš G41 vai G42.
G41	Instrumenta rādiusa kompensācija pa kreisi	F	V	Frēzēšana: ja lieto instrumentu ar labās rokas spirāles veida griezošo šķautni un M03 darba vārpstas rotācijas virzienu, G41 atbilst frēzēšanai pret padevi. Lieto adreses (D vai H), kas piesaista rādiusa nobīdes reģistra vērtības. Virpošana: bieži vien virpām nav nepieciešamas D vai H adreses, jo neatkarīgi no tā, kurš instruments ir aktīvs, tam automātiski tiek piesaistīta nobīdes vērtība. (Katra revolvergalvas pozīcija ir piesaistīta savam nobīdes reģistram.)
G42	Instrumenta rādiusa kompensācija pa labi	F	V	Skatīt G41.
G43	Instrumenta augstuma nobīdes negatīvā kompensācija	F		Lieto adresi (parasti H), lai piesaistītu instrumenta garuma nobīdes reģistra vērtību. Vērtība ir <i>negatīva</i> , jo tā tiks <i>pieskaitīta</i> pie atskaites (kalibra) līnijas novietojuma. G43 ir parasti izmantotais variants (pretēji G44).
G44	Instrumenta augstuma nobīdes pozitīvā kompensācija	F		Lieto adresi (parasti H), lai piesaistītu instrumenta garuma nobīdes reģistra vērtību. Vērtība ir <i>pozitīva</i> , jo tā tiks <i>atņemta</i> no atskaites (kalibra) līnijas novietojuma. G44 ir reti izmantots variants (pretēji G43).

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G45	Ass nobīdes palielinājums par vienu soli	F		
G46	Ass nobīdes samazinājums par vienu soli	F		
G47	Ass nobīdes palielinājums par diviem soļiem	F		
G48	Ass nobīdes samazinājums par diviem soļiem	F		
G49	Instrumenta garuma nobīdes kompensācijas atcelšana	F		Izdzēš G43 vai G44.
G50	Definē maksimālo pieļaujamo darba vārpstas ātrumu		V	Lieto S adresi ar veselu skaitli, kas tiek uztverts kā apgr./min. Bez šīs funkcijas, lietojot G96 režīmu (konstants virsmas ātrums), darba vārpsta rotēs ar maksimālo ātrumu, kad instruments tuvosies rotācijas asij.
G50	Mēroga funkcijas atcelšana	F		
G50	Novietojuma reģistrs (programmē vektoru no detaļas nulles līdz instrumenta virsotnei)		V	Novietojuma reģistrs ir viena no oriģinālām metodēm, kā piesaistīt detaļas (programmas) koordinātu sistēmu pie instrumenta novietojuma, kurš savukārt netieši attiecas uz mašīnas koordinātu sistēmu, t. i., vienīgo patieso novietojumu, kuru vadības sistēma pazīst. Lielākoties šo vairs neizmanto, jo G54–G59 lietošana ir labāka, jaunāka metode. Tiek izsaukta ar G50 virpošanā, ar G92 frēzēšanā. Šīm G adresēm ir atsevišķas nozīmes (skatīt zemāk).
G52	Aktivizē vietējo koordinātu sistēmu	F		
G53	Mašīnas koordinātu sistēma	F	V	
G54–G59	Darba koordinātu sistēmas (DKS)	F	V	Plašāk aizvieto novietojuma reģistrus (G50 un G92).

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G54.1 P1- P48	Paplašinātās darba koordinātu sistēmas	F	V	Līdz 48 DKS papildus 6 standarta, ko nosaka G54 līdz G59. Atšķirībā no agrāk lietotām veselu skaitļu G kodu adresēm, tagad var tikt lietots arī decimālais punkts. Ir arī citi piemēri (piemēram, G84.2). Modernās vadības sistēmas atbalsta šo metodi.
G70	Fiksēts cikls, vairākkārtējs atkārtots cikls gala apstrādei (ieskaitot kontūras)		V	
G71	Fiksēts cikls, vairākkārtējs atkārtots cikls rupjai apstrādei (Z ass uzsvars)		V	
G72	Fiksēts cikls, vairākkārtējs atkārtots cikls rupjai apstrādei (X ass uzsvars)		V	
G73	Fiksēts cikls, vairākkārtējs atkārtots cikls rupjai apstrādei, ar atkārtojumu pēc šablona		V	
G73	Urbšanas cikls ar atvirzīšanu, frēzējot lielā ātrumā (NAV pilnīgas atvirzīšanas pēc urbšanas)	F		Atvirza tikai par spraugas pieaugumu (sistēmas parametrs). Lieto, kad svarīgākā problēma ir skaidas nolaušana, nevis skaidas iespējamā iesprūšana skaidas rievā.
G74	Urbšanas cikls ar atvirzīšanu virpošanā		V	
G74	Vītnes griešanas cikls frēzēšanā, kreisā vītne, M04 darba vārpstas rotācijas virziens	F		

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G75	Rievu virpošanas cikls ar atvirzīšanu		V	
G76	Gludās izvirpošanas cikls frēzēšanā	F		
G76	Atkārtots vītņu virpošanas cikls		V	
G80	Fiksēto ciklu atcelšana	F	V	Frēzēšana: izdzēš visus ciklus, kā G73, G83, G88 utt. Z ass atgriežas vai nu uz Z sākuma līmeni, vai R līmeni, kā ir programmēts (attiecīgi G98 vai G99). Virpošana: virpām parasti nav nepieciešams, jo jaunās 1. grupas G adreses (G00–G03) atceļ jebkuru aktīvo ciklu.
G81	Parastais urbšanas cikls	F		Nav iebūvēta aizture.
G82	Urbšanas cikls ar aizturi	F		Padeves aizture urbuma apakšā (Z dziļums) uz tik milisekundēm, cik norādīts P adresē. Laba urbuma dibena gludai apstrādei.
G83	Urbšanas cikls ar aizturi (pilna atvirzīšana pēc urbšanas)	F		R līmenī atgriežas pēc katra urbšanas gājiena. Labi attīra skaidas rievu no skaidām.
G84	Vītnes griešanas cikls, labā vītne, M03 darba vārpstas rotācija	F		
G84.2	Vītnes griešanas cikls, labā vītne, M03 darba vārpstas rotācija, stings instrumenta turētājs	F		
G90	Absolūtā programmēšana	F	V (B)	Pozicionēšana attiecībā pret detaļas nulli. Frēzēšana: vienmēr (kā iepriekš minēts). Virpošana: dažreiz (kā iepriekš minēts) (<i>Fanuc</i> B tipa un līdzīgām konstrukcijām), bet vairumam virpu (<i>Fanuc</i> A tipa un līdzīgām konstrukcijām), G90/G91 nelieto absolūtā vai relatīvā režīmā. Tā vietā U un W ir pieauguma (relatīvās) adreses, un X un Z ir absolūtās adreses. Šīm virpām G90 ir fiksētā cikla adrese rupjā apstrādē.

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G90	Fiksēts cikls, vienkāršs cikls, rupjā apstrāde (Z ass uzsvars)		V (A)	Kad nelieto pie absolūtās programmēšanas (kā aprakstīts iepriekš).
G91	Pieauguma programmēšana	F	V (B)	Pozicionēšana attiecībā pret iepriekšējo novietojumu. Frēzēšana: vienmēr (kā iepriekš minēts). Virpošana: dažreiz (kā iepriekš minēts) (<i>Fanuc</i> B tipa un līdzīgām konstrukcijām), bet vairumam virpu (<i>Fanuc</i> A tipa un līdzīgām konstrukcijām), G90/G91 nelieto absolūtā vai relatīvā režīmā. Tā vietā U un W ir pieauguma (relatīvās) adreses, un X un Z ir absolūtās adreses. Šīm virpām G90 ir fiksētā cikla adrese rupjajā apstrādē.
G92	Novietojuma reģistrs (programmē vektoru no detaļas nulles līdz instrumenta virsotnei)	F	V (B)	Tāda pati informācija kā G50 novietojuma reģistram. Frēzēšana: vienmēr (kā iepriekš minēts). Virpošana: dažreiz (kā iepriekš minēts) (<i>Fanuc</i> B tipa un līdzīgām konstrukcijām), bet vairumam virpu (<i>Fanuc</i> A tipa un līdzīgām konstrukcijām) novietojuma reģistrs ir G50.
G92	Vienkāršs vītņu griešanas cikls		V (A)	
G94	Padeve minūtē	F	V (B)	A tipa virpu grupai padevi minūtē nosaka G98.
G94	Fiksēts cikls, vienkāršs cikls, rupjā apstrāde (X ass uzsvars)		V (A)	Kad nelieto padevi minūtē (kā iepriekš minēts).
G95	Padeve uz apgriezieni	F	V (B)	A tipa virpu grupai apgriezieni padevi nosaka G99.
G96	Konstants virsmas ātrums		V	Automātiski maina darba vārpstas rotācijas ātrumu, lai sasniegtu konstantu virsmas ātrumu. Lieto S adreses skaitli, kurš apzīmē pēdas/minūtē G20 režīmā vai m/min G21 režīmā.
G97	Konstants rotācijas ātrums	F	V	Lieto S adreses skaitli, kurš apzīmē apgr./min. Tas ir noklusējuma ātruma režīms saskaņā ar sistēmas parametru, ja režīms nav speciāli programmēts.
G98	Atgriešanās sākotnējā Z līmenī standarta ciklā	F		
G98	Padeve minūtē (A tipa mašīnu grupa)		V (A)	Padeve minūtē ir G94 B tipa mašīnu grupai.

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
G99	Atgriešanās R līmenī standarta ciklā	F		
G99	Padeve uz apgriezīnu (A tipa mašīnu grupa)		V (A)	Apgriezīnu padeve ir G95 B tipa mašīnu grupai.

M kodi un to parametri, kas atbilst vadības sistēmām pēc ISO standarta

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
M00	Piespiedu apstāšanās	F	V	Bez izvēles – mašīna vienmēr apstāsies, izpildes laikā sasniedzot M00 programmu.
M01	Izvēles STOP	F	V	Mašīna apstāsies pie M01, ja operators būs nospiedis STOP pogu.
M02	Programmas beigas	F	V	Neveic atgriešanos uz programmas sākumu; var atjaunot vai neatjaunot reģistra vērtības.
M03	Darba vārpsta aktīva (rotācija pulksteņrādītāja kustības virzienā)	F	V	
M04	Darba vārpsta aktīva (rotācija pret pulksteņrādītāja kustības virzienu)	F	V	
M05	Darba vārpsta apturēta	F	V	
M06	Automātiska instrumenta maiņa (AIM)	F	V (dažreiz)	Daudzas virpas neizmanto M06, jo V adrese pati pagriež revolvergalvu. Lai saprastu, kā V adrese darbojas un kā tā sadarbojas (vai nesadarbojas) ar M06, jāiepazīstas ar dažādām metodēm, kā virpas revolvergalvas programmēšanu, noteikta instrumenta izvēli no automātiskā instrumenta mainītāja, gadījuma instrumenta izvēli no automātiskā instrumenta mainītāja, nākamā instrumenta gaidīšanas koncepciju, tukšo instrumentu. Konkrētas darbmašīnas programmēšanai jāzina, kuru metodi tā izmanto.

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
M07	Dzesēšana (smidzinot) ieslēgta	F	V	
M08	Dzesēšana (plūsma) ieslēgta	F	V	
M09	Dzesēšana izslēgta	F	V	
M10	Paleta iespīlēta	F		Apstrādes centriem ar palešu mainītājiem.
M11	Paleta atbrīvota	F		Apstrādes centriem ar palešu mainītājiem.
M19	Darba vārpstas orientācija	F	V	Darba vārpstas orientāciju biežāk realizē ciklu iekšienē (automātiski) vai iestatot (manuāli), bet to var veikt arī programmēta vadība caur M19. Tad uz vadības sistēmas paneļa būs apzīmējums OSS (<i>oriented spindle stop</i>). Darba vārpsta tiks noturēta noteiktā rotācijas stāvoklī cikla iekšienē.
M21	Spoguļattēls pa X asi	F		
M21	Jātnieks uz priekšu		V	
M22	Spoguļattēls pa Y asi	F		
M22	Jātnieks atpakaļ		V	
M23	Spoguļattēls izslēgts	F		
M23	Pakāpeniska vītnes izbeigšana ON		V	

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
M24	Pakāpeniska vītnes izbeigšana OFF		V	
M30	Programmas beigas ar atgriešanos uz programmas sākumu	F	V	
M41	Pārnesuma izvēle – 1. pārnesums		V	
M42	Pārnesuma izvēle – 2. pārnesums		V	
M43	Pārnesuma izvēle – 3. pārnesums		V	
M44	Pārnesuma izvēle – 4. pārnesums		V	
M48	Padeves tempa maiņa atļauta	F	V	
M49	Padeves tempa maiņa NAV atļauta	F	V	Šis noteikums ir aktīvs (automātiski) vītņu griešanas ciklos, kur padeve ir precīzi atbilstoša ātrumam. Tas pats attiecas arī uz darba vārpstas ātruma maiņu un padeves noturēšanas pogu.
M60	Automātiska paletes maiņa (APM)	F		Apstrādes centriem ar palešu mainītājiem.

Kods	Apraksts	Frēze (F)	Virpa (V)	Papildu informācija
M98	Apakšprogrammas palaišana	F	V	Lieto P adresi, lai norādītu izsaucamo apakšprogrammu, piemēram, M98 P8979 palaiž apakšprogrammu O8979.
M99	Apakšprogrammas beigas	F	V	Parasti novieto apakšprogrammas beigās, tad izpildes vadība atgriežas uz galveno programmu. Pēc noklusējuma vadība pāriet uz bloku, kas seko M98 kodam galvenajā programmā. Pāreja uz cita bloka numuru var noteikt ar P adresi. M99 var izmantot arī galvenajā programmā, lai izlaistu kādu bloku galvenās programmas nepārtrauktā ciklā, virpā apstrādājot garus stieņus (līdz brīdim, kad operators pārslēdz bloka izlaišanu).