



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Promocijas darba
kopsavilkums

Summary of
Doctoral Thesis

Raimonda Soloha

**METODOLOĢISKAIS IETVARŠ
RADĪTO PĀRTIKAS ATKRITUMU
DAUDZUMA KVANTIFICĒŠANAI:
ADAPTĒŠANA PĀRTIKAS
RAŽOŠANAS UN MĀJSAIMNIECĪBU
POSMIEM**

**METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR
QUANTIFICATION OF GENERATED
FOOD WASTE: ADAPTATION TO FOOD
MANUFACTURING AND HOUSEHOLD STAGES**

Rīga 2026



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE

Eksakto zinātņu un tehnoloģiju fakultāte
Ģeogrāfijas nodaļa

Raimonda Soloha

**METODOLOĢISKAIS IETVARŠ RADĪTO
PĀRTIKAS ATKRITUMU DAUDZUMA
KVANTIFICĒŠANAI: ADAPTĒŠANA PĀRTIKAS
RAŽOŠANAS UN MĀJSAIMNIECĪBU POSMIEM**

Promocijas darba kopsavilkums

Doktora grāda iegūšanai sociālās un ekonomiskās ģeogrāfijas zinātnes nozarē
Apakšnozare: vides pārvaldība

Rīga 2026

Promocijas darbs izstrādāts Latvijas Universitātes Medicīnas un dzīvības zinātņu fakultātē, Mikrobioloģijas un biotehnoloģijas institūtā un Eksakto zinātņu un tehnoloģiju fakultātes Ģeogrāfijas nodaļā laika posmā no 2021. līdz 2026. gadam.

Promocijas darba izstrādei finansiāls atbalsts gūts projektos:

- “Pārtikas atkritumu rašanās sociālekonomiskā konteksta novērtējums Latvijā” (Rīgas Stradiņa universitāte, projekts Nr. 6-ZD-22/2/2022),
- Atvērēšanas un noturības mehānisma atbalstīts projekts “Latvijas Universitātes iekšējā un ārējā konsolidācija” (Nr. 5.2.1.1.i.0/2/24/I/CFLA/007).



Finansē
Eiropas Savienība
NextGenerationEU



Nacionālais
attīstības plāns

Darbs sastāv no ievada, četrām nodaļām, nobeiguma, literatūras saraksta un trim pielikumiem. Darba forma: publikāciju kopa Sociālās un ekonomiskās ģeogrāfijas zinātnes nozarē, Vides pārvaldības apakšnozarē.

Darba zinātniskā vadītāja:

Dr. sc. ing. Elīna Dāce

Darba recenzenti:

Ph.D. Lea Kubičková (Mendeļa universitāte Brno, Čehija)

Ph.D. Claudia Giordano (Somijas Dabas resursu institūts (Luke), Somija)

Dr. geogr. Jānis Brizga (Latvijas Universitāte, Latvija)

Promocijas padome:

Dr. geogr. Agrita Briede, padomes priekšsēdētāja

Dr. habil. chem. Māris Kļaviņš, eksperts apakšnozarē

Dr. habil. paed. Raimonds Ernšteins, eksperts apakšnozarē

Dr. geogr. Jānis Brizga, eksperts apakšnozarē

Dr. geogr. Zaiga Krišjāne, eksperte nozarē

Dr. geogr. Laimdota Kalniņa, eksperte nozarē

Dr. geogr. Māris Bērziņš, eksperts nozarē

Promocijas darba aizstāvēšana notiks 2026. gada 7. septembrī plkst. 10.00 Latvijas Universitātes Zemes zinātņu, fiziskās ģeogrāfijas un vides zinātņu un Sociālās un ekonomiskās ģeogrāfijas nozaru apvienotās promocijas atklātā sēdē.

© Latvijas Universitāte, 2026

© Raimonda Soloha, 2026

ISBN 978-9934-36-625-3

ISBN 978-9934-36-626-0 (PDF)

Anotācija

Datu vākšana un ziņošana par pārtikas atkritumu daudzumu Eiropas Savienībā (ES) ir obligāta kopš 2020. gada. Neskatoties uz vienotas sistēmas ieviešanu, kas nosaka radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu, praktiskā īstenošana ir katras ES dalībvalsts individuāla atbildība. Vienotā sistēma darbojas kā vadlīnijas, nevis kā konkrēts metodoloģiskais ietvars. Turklāt pārtikas atkritumi tiesiskajā regulējumā, pētniecībā un praksē tiek definēti atšķirīgi, kas palielina pārtikas atkritumu datu salīdzināmības sarežģītību. Latvijā radīto pārtikas atkritumu kvantificēšana atrodas sākuma stadijā. Tāpēc trūkst sistemātiskas pieejas pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai. Pārtikas atkritumu kvantificēšanas sistēmas izstrāde ir arī daļa no Latvijas Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas programmas.

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt metodoloģisko ietvaru radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai pārtikas ražošanas un mājsaimniecību posmos Latvijā, balstoties uz vispārpieņemtajiem pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas ietvariem un pētniecības praksēm. ES tiesiskais regulējums izmantots par normatīvo ietvaru. Tas tiek izprasts kā regulas, direktīvas un citi dokumenti, piemēram, deleģētie un īstenošanas lēmumi, kas reglamentē pārtikas atkritumu jomu. Šis promocijas darbs ir tematiski vienota publikāciju kopa. Balstoties uz teorētisko izpēti, promocijas darbā veikti empīriski pētījumi par pārtikas nozares blakusproduktu daudzuma novērtēšanu, kā arī pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu Latvijas mājsaimniecībās.

Promocijas darbā izvirzīti šādi uzdevumi: 1) veikt radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumu analīzi visā lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdē, fokusējoties uz pētījumu metodoloģiju un ar to saistītajiem ierobežojumiem, kā arī izvērtēt to sasaisti ar ES tiesisko regulējumu; 2) Izstrādāt pārtikas pārstrādes un ražošanas nozares blakusproduktu definīcijas tvērumu un veikt blakusproduktu daudzuma kvantitatīvo novērtējumu, izmantojot vienotus konversijas koeficientus astoņās Ziemeļeiropas valstīs; 3) identificēt saikni starp pārtikas pārvaldības praksi un pārtikas atkritumiem Latvijas mājsaimniecībās; 4) izstrādāt metodoloģiju un definīciju ietvaru pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai Latvijas mājsaimniecībās.

Šī promocijas darba rezultāti sekmē pārtikas atkritumu kvantificēšanas metodoloģiskā ietvara izveidi nacionālā līmenī. Blakusproduktu daudzuma novērtēšanas metode ir izstrādāta atbilstoši ES deleģētā lēmuma prasībām. Tajā tiek piedāvāta jauna pieeja, kurā blakusproduktu daudzumu aprēķināšanai tiek izmantoti vienoti blakusproduktu koeficienti. Atkarībā no blakusproduktu izmantošanas veida tie var kļūt par pārtikas atkritumiem. Šis aspekts nav ticis padziļināti skatīts ne Latvijā, ne citās Ziemeļeiropas valstīs. Ir izstrādāts metodoloģiskais ietvars pārtikas atkritumu kvantificēšanai Latvijas

mājsaimniecībās, saskaņojot to ar ES prasībām pārtikas atkritumu datu vākšanai un ziņošanai. Promocijas darbā ir piedāvāta metodoloģija un definīciju tvērums pārtikas atkritumu kvantificēšanai mājsaimniecībās, lai iegūtu datus, kas ir salīdzināmi starp ES dalībvalstīm un mērījumu periodiem. Lai palielinātu datu detalizācijas pakāpi, promocijas darbā novērtēti arī pārtikas atkritumi, kas tiek novadīti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem – plūsma, kas iepriekš Latvijā netika uzskaitīta. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu mājsaimniecībās papildina izpēte par pārtikas pārvaldības lomām un izpratni par pārtikas atkritumiem mājsaimniecībās, kas ļauj sasaistīt pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un mazināšanas pasākumus ar indivīdu paradumiem. Kopumā promocijas darbs piedāvā metodoloģisko ietvaru pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai nacionālā līmenī sistemātiskā veidā. Rezultāti var tikt izmantoti, lai informētu attiecīgos pārtikas piegādes ķēdes dalībniekus par pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu un tās praktisko īstenošanu.

Atslēgas vārdi: pārtikas zudumi un atkritumi, pārtikas ražošanas blakusprodukti, kvantificēšana, pārtikas piegādes ķēde, metodoloģija, mājsaimniecības, saskaņošana.

Saturs

Darbā lietotie saīsinājumi	7
Ievads.....	8
1. Teorētiskais pamatojums.....	17
1.1. Pārtikas zudumi un atkritumi ilgtspējas kontekstā	17
1.2. Pārtikas atkritumu tiesiskais regulējums ES	19
1.2.1. Definīcija	19
1.2.2. Sistēmas robežas	20
1.2.3. Atkritumu hierarhija un atkritumu statusa beigas	23
1.3. Pārtikas atkritumu klasifikācija ārpus ES tiesiskā regulējuma	26
1.4. Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas mērķi ES... 31	
1.5. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana ES	35
2. Materiāli un metodes.....	37
2.1. Pārtikas atkritumu definīcijas ietvars	39
2.2. Sistemātiskais literatūras pārskats	40
2.2.1. Protokols	40
2.2.2. Kvalitatīvā satura analīze	42
2.3. Blakusproduktu daudzuma novērtēšana	43
2.3.1. Ar blakusproduktiem saistītā terminoloģija	44
2.3.2. Blakusproduktu daudzuma novērtējums	45
2.4. Pārtikas pārvaldības lomas un pārtikas atkritumi mājāsaimniecībās 47	
2.4.1. Pētījuma plāns.....	47
2.4.2. Pētījuma izlases kopa.....	47
2.4.3. Datu vākšana.....	47
2.4.4. Datu analīze	47
2.5. Metodoloģija pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai mājāsaimniecībās	49
2.5.1. Pārtikas atkritumu definīcijas tvērums mājāsaimniecībās	49
2.5.2. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metode.....	50
2.5.3. Pētījumu izlases kopa un datu vākšana	52

2.5.4. Datu analīze	53
3. Rezultāti un diskusija.....	54
3.1. Pārtikas zudumu un atkritumu kvantificēšanas pētījumi	54
3.2. Blakusprodukti pārtikas atkritumu definīcijas ietvarā	57
3.3. Pārtikas pārvaldība un pārtikas atkritumi mājāsaimniecībās	60
3.4. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana mājāsaimniecībās	62
Secinājumi.....	65
Rekomendācijas	67
Pateicības.....	69
Izmantotās literatūras saraksts.....	70
I pielikums – Publikācijas	75
II pielikums – Anketa	75
III pielikums – Dienasgrāmata un anketa.....	75

Darbā lietotie saīsinājumi

AP-1	Lauksaimniecības produkcijas ražošana (1 – darbības pirms ražas novākšanas vai dzīvnieku kaušanas)
AP-2	Lauksaimniecības produkcijas ražošana (2 – ražas novākšanas darbības)
C	Pārstrādāts augkopības produkts
CPC	ANO Centrālā produkcijas klasifikācija
EK	Eiropas Komisija
ES	Eiropas Savienība
ES27	27 Eiropas Savienības dalībvalstis pēc <i>Brexit</i>
FCL	Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas FAOSTAT produktu saraksts (aizstāts ar CPC lauksaimniecības produktiem)
FAO	Pārtikas un lauksaimniecības organizācija
PZA	Pārtikas zudumi un atkritumi
FS	Restorāni un ēdināšanas pakalpojumi
PPK	Pārtikas piegādes ķēde
FUSIONS	ES projekts "Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies"
FWPP	Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas programma
HH	Mājsaimniecības
JRC	EK Kopīgais pētniecības centrs
KEM	Latvijas Republikas Klimata un enerģētikas ministrija
L	Pārstrādāts dzīvnieku izcelsmes produkts
LV	Latvija
NACE	Saimniecisko darbību statistiskā klasifikācija Eiropas Kopienā, 2. redakcija
AAVP	Atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns
PM	Pārstrāde un ražošana
PP	Primārā ražošana
PPP	Primārās pārstrādes produkts
RD	Pārtikas mazumtirdzniecība un citāda izplatīšana
IAM	Ilgtspējīgas attīstības mērķis
SPP	Sekundārās pārstrādes produkts
ANO	Apvienoto Nāciju Organizācija
UNEP	ANO Vides programma
VARAM	Latvijas Republikas Viedās administrācijas un reģionālās attīstības ministrija (iepriekš Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija)
TPP	Terciārās pārstrādes produkts
AAL	Latvijas Republikas Atkritumu apsaimniekošanas likums
WRAP	Atkritumu un resursu rīcības programma (labdarības organizācija Lielbritānijā)
wt%	masas procenti

Ievads

Atkritumu apsaimniekošanai ir būtiska nozīme vides piesārņojuma ierobežošanā. Pieaugošais atkritumu daudzums (kopējais un uz vienu iedzīvotāju) visā pasaulē rada ierobežojumus izejmateriālu pieejamībai, kā arī tradicionālajiem atkritumu apsaimniekošanas paņēmieniem, piemēram, apglabāšanai poligonos. Tāpēc atkritumu rašanās novēršana un mazināšana, kā arī materiālu atgūšana kļūst svarīgāka nekā atkritumu apsaimniekošanas darbības.

Kopš 2015. gada, kad tika ieviesti Apvienoto Nāciju Organizācijas ilgtspējīgas attīstības mērķi (IAM, jo īpaši IAM 12 – “Atbildīgs patēriņš un ražošana”) arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta bioloģiski noārdāmajiem atkritumiem, jo īpaši pārtikas atkritumiem. Līdz ar globālajiem mērķiem pārtikas zudumu un atkritumu rašanās novēršanai un mazināšanai ir auguši arī centieni izstrādāt pārtikas atkritumu daudzuma uzraudzības un uzskaites sistēmu. ES līmenī Deleģētais lēmums (ES) 2019/1597, ar ko papildināta Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīva 2008/98/EK attiecībā uz kopēju metodiku un minimālajām kvalitātes prasībām pārtikas atkritumu daudzuma vienotai mērīšanai, kalpo kā vienotas vadlīnijas visās ES dalībvalstīs (turpmāk – ES deleģētais lēmums) (EC, 2019a). Tādējādi kopš 2020. gada ES dalībvalstīm ir jāziņo ES par pārtikas atkritumu daudzumu visā pārtikas piegādes ķēdē, izmantojot vienotu ziņošanas formātu. Turklāt 2025. gadā Eiropas Savienībā noteikti saistošie mērķi pārtikas atkritumu daudzuma rašanās novēršanai, izmantojot vienoto ziņošanas formātu, lai sekotu līdzi progresam šo mērķu sasniegšanā.

Tomēr ES deleģētais lēmums nesniedz konkrētu metodoloģisko ietvaru, bet gan vadlīnijas pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai katrā pārtikas piegādes ķēdes posmā. Tas norāda uz nepilnībām starp vienotajām prasībām un to praktisko īstenošanu.

Praksē un pētniecībā tiek izmantoti atšķirīgi pārtikas atkritumu definīciju ietvari, kas savstarpēji atšķiras pēc sistēmas robežām, materiālu veidiem (jeb pārtikas frakcijām) un to galamērķa. Šie aspekti nosaka pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas tvērumu. Tas ir novedis pie sadrumstalotas pārtikas atkritumu jēdziena interpretācijas un ziņošanas par tiem starptautiskā mērogā, negatīvi ietekmējot datu salīdzināmību starp valstīm. Dažas valstis, tostarp Latvija, joprojām atrodas pārtikas atkritumu kvantificēšanas centienu agrīnā posmā, un tajās vēl nav izveidota sistēma radīto pārtikas atkritumu kvantificēšanai un ziņošanai nacionālā līmenī. Šis promocijas darbs risina minēto nepilnību.

Minimālā ziņošanas prasība ES tiesiskajā regulējumā ietver kopējos pārtikas atkritumus, kas sastāv no pārtikas ēdamajām un neēdamajām frakcijām. Tomēr šī minimālā ziņošanas prasība atbilst zemākajam datu detalizācijas līmenim, kas

apgrūtinā centienus novērtēt progresu ceļā uz atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas mērķu sasniegšanu. Savukārt šo frakciju nodalīšana palielina datu detalizācijas pakāpi, bet vienlaikus arī pārtikas atkritumu frakciju skaitu, kas jākvantificē un par kurām jāziņo atsevišķi. Rīcība ar pārtikas atkritumiem, kas atbilst atkritumu apstrādes veidiem, ietver materiālu atgūšanas darbības (kompostēšana un anaerobā pārstrāde), atkritumu apglabāšana poligonos un sadedzināšanu ar vai bez enerģijas reģenerācijas. Pārtikas atkritumi, kas tiek novadīti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem, tiek klasificēti atsevišķi, ņemot vērā to atšķirīgo galamērķi notekūdeņu attīrīšanas sistēmā, nevis atkritumu apsaimniekošanas sistēmā. Neskatoties uz detalizāciju, ēdamo frakciju, kā arī pārtikas atkritumu, kas tiek novadīti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem, atsevišķa nodalīšana un kvantificēšana var tikt veikta brīvprātīgi.

Blakusprodukti, kas rodas pārtikas piegādes ķēdes pārstrādes un ražošanas posmā, nav iekļauti vispārpieņemtajos pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas ietvaros, tai skaitā ES deleģētajā lēmumā. Lai gan to rašanās ir nenovēršama noteiktu pārtikas pārstrādes un ražošanas procesu dēļ, tie var kļūt par pārtikas atkritumiem atkarībā no rīcības ar tiem un attiecīgi galamērķa. Pašlaik nepastāv vienotas sistēmas blakusproduktu daudzuma kvantificēšanai. Sistematizētu zināšanu trūkums ierobežo informētu lēmumu pieņemšanu par sekundāro bioloģisko resursu efektīvu pārvaldību un blakusproduktu kā izejmateriālu integrāciju aprites bioekonomikā.

ES deleģētais lēmums tika pieņemts ne tikai vienotas pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas nolūkā, bet arī, lai uzraudzītu progresu pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un mazināšanas mērķu sasniegšanā visā pārtikas piegādes ķēdē. Pētījumi citās Eiropas valstīs liecina, ka vislielākā pārtikas atkritumu rašanās ir novērojama pārtikas piegādes ķēdes mājāsaimniecību posmā. Mājāsaimniecības ir arī pārtikas piegādes ķēdes noslēdzošais posms, kurā pārtika ir paredzēta patēriņam cilvēku uzturā, taču tā var tikt pārdalīta, novirzīta dzīvnieku barībai vai izmesta. Lai identificētu piemērotus pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un mazināšanas pasākumus, ir būtiski ne tikai izmantot vienotu pieeju pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai, bet arī izpētīt mājāsaimniecību ieradumus un izpratni par pārtikas atkritumiem.

Pētījuma aktualitātes pamatojums

Lai gan ziņošana par pārtikas atkritumu daudzumiem ir obligāta kopš 2020. gada, Latvijā vēl nav izstrādāta un ieviesta sistemātiska pieeja pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai un ziņošanai. Pārtikas atkritumu jēdziena definēšana ir nekonsekventa gan starp valstīm, gan laika gaitā. Fragmentēta datu vākšana apgrūtinā datu interpretāciju un salīdzināmību, kā arī centienus novērtēt progresu virzībā un pārtikas atkritumu rašanās novēršanu un mazināšanu. Šis promocijas darbs risina šo nepilnību, piedāvājot metodoloģisko ietvaru, kas

saskan ar ES tiesisko regulējumu un ko iespējams pielāgot nacionālā līmenī vairākos ziņošanas periodos.

Pētījuma tēze

Metodoloģiskais ietvars, kas ņem vērā konkrēta pārtikas piegādes ķēdes posma iezīmes un integrē zināšanas no esošajiem pētījumiem un tiesiskā regulējuma prasībām par pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu, var nodrošināt konsekventāku un salīdzināmāku pārtikas atkritumu datu vākšanu valsts līmenī nekā līdz šim izmantotās sadrumstalotās kvantificēšanas pieejas.

Darba mērķis

Promocijas darba mērķis ir izstrādāt metodoloģisko ietvaru pārtikas atkritumu daudzuma noteikšanai un adaptēt to pārtikas ražošanas un mājsaimniecību posmiem Latvijā, sistematizējot vispārpieņemtos pārtikas atkritumu daudzuma noteikšanas metodoloģiskos ietvarus un pētniecības praksi. Promocijas darbā kā normatīvais pamats izmantots attiecīgais ES tiesiskais regulējums. Balstoties uz teorētisko pētījumu, promocijas darbs ir papildināts ar empīrisko analīzi par pārtikas atkritumu rašanos, tās novēršanu un mazināšanu Latvijas mājsaimniecībās. Turklāt promocijas darbā tiek izskatīti blakusprodukti, kas nav iekļauti pārtikas atkritumu kvantificēšanas sistēmā, bet ir cieši saistīti ar pārtikas atkritumiem pārtikas piegādes ķēdē. Šajā promocijas darbā metodoloģiskais ietvars tiek saprasts kā *“strukturētas norādes procesa vai procedūras veikšanai”* (McMeekin et al., 2020).

Promocijas darba pētāmie jautājumi

1. Kā pētniecībā un praksē tiek veikti pārtikas atkritumu daudzuma mērījumi?
2. Kā veikt blakusproduktu daudzuma mērījumus saskaņā ar pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas sistēmu?
3. Kā iedzīvotāju pārtikas pārvaldība ir saistīta ar viņu izpratni par radīto pārtikas atkritumu daudzumu, kā arī ar rīcību pārtikas atkritumu rašanās novēršanai, mazināšanai un apsaimniekošanai?

Promocijas darba uzdevumi

- **1. uzdevums.** Veikt pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumu analīzi visā lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdē, fokusējoties uz pētījumu metodoloģiju un ar to saistītajiem ierobežojumiem, kā arī izvērtēt to sasaisti ar ES tiesisko regulējumu.
- **2. uzdevums.** Izstrādāt pārtikas pārstrādes un ražošanas nozares blakusproduktu definīcijas ietvaru un veikt to daudzuma kvantitatīvo novērtējumu astoņās Ziemeļeiropas valstīs, izmantojot vienotus konversijas koeficientus.
- **3. uzdevums.** Identificēt saikni starp pārtikas pārvaldības praksi un pārtikas atkritumiem Latvijas mājsaimniecībās.

- **4. uzdevums.** Izstrādāt metodoloģiju un definīciju ietvaru pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai Latvijas mājāsaimniecībās.

Promocijas darba novītāte

1. **Metodoloģisko nepilnību novēršana.** Promocijas darbs piedāvā sistemātisku pārskatu par atkritumu kvantificēšanas pētījumos izmantoto metodoloģiju, lai identificētu pētījuma dizainu, metodes un to ierobežojumus. Šo ierobežojumu noskaidrošana var sekmēt turpmāko pētījumu plānošanu, izvairoties no ierobežojumiem, kas var mazināt pārtikas atkritumu datu ticamību un kvantificēšanas atkārtotamību.
2. **Priekšlikums blakusproduktu daudzuma kvantificēšanai.** Promocijas darbā pētīti arī blakusprodukti, kas pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumos netiek ietverti. Lai gan blakusprodukti bieži netiek klasificēti kā pārtikas atkritumi, atkarībā no to galamērķa tie var kļūt par pārtikas atkritumiem. Promocijas darbā tiek parādīta pieeja blakusproduktu daudzuma novērtēšanai valsts līmenī, ko var pārņemt plašākā ģeogrāfiskā kontekstā, jo tā balstās uz statistikas datiem valsts līmenī. Blakusproduktu definīcijas ietvars tika veidots, balstoties uz ES deleģēto lēmumu.
3. **Atšķirīgu pārtikas pārvaldības lomu identificēšana.** Promocijas darbs piedāvā pārtikas pārvaldības lomas, kas induktīvi veidotas, balstoties uz indivīda iesaisti pārtikas pārvaldībā mājāsaimniecībā. Promocijas darbā pētīts, vai attieksme, motivācija un iemesli, kādēļ mājāsaimniecībās rodas pārtikas atkritumi, atšķiras starp dažādām pārtikas pārvaldības lomām.
4. **Iepriekš nenoteiktu pārtikas atkritumu plūsmu kvantificēšana:** Papildus pārtikas atkritumu kopējam daudzumam, pirmo reizi Latvijā tika noteikts mājāsaimniecību pārtikas atkritumu daudzums, kas tiek notecināti kā notekūdeņi, tādējādi nosakot atskaites punktu turpmākiem kvantificēšanas centieniem.

Promocijas darba praktiskā nozīme

1. **Pārtikas atkritumu datu vākšanas sistēmas pilnveide Latvijā.** Metodoloģiskais ietvars tika izmantots, lai 2024. gadā Latvijā veiktu pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu, lai sniegtu obligātos ziņojumus *Eurostat*, skatīt Dace et al. (2025). Risinot pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas, rašanās novēršanas un mazināšanas jautājumus valsts mērogā, kur datu pieejamība ir ierobežota, promocijas darbs veicina progresu virzībā uz ANO Ilgtspējīgas attīstības mērķi (IAM) 12.3.
2. **Ieskats iedzīvotāju izpratnē par pārtikas atkritumiem.** Promocijas darbā tiek uzsvērtā nozīme, kāda ir Latvijas pastāvīgo iedzīvotāju informētībai, attieksmei, motivācijai un rīcībai saistībā ar pārtikas atkritumu rašanos, novēršanu un mazināšanu. Sniegts ieskats, kas var noderēt, izstrādājot vadlīnijas Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas programmas īstenošanai Latvijā (VARAM, 2021).

3. **Blakusproduktu identificēšana aprites bioekonomikas kontekstā:** Ierosinot pieeju blakusproduktu daudzuma kvantificēšanai, promocijas darbs sniedz sistemātisku pārskatu par blakusproduktu daudzuma pieejamību nacionālā līmenī. Pašlaik nav vienotas sistēmas blakusproduktu daudzuma novērtēšanai, un lēmumu pieņēmējiem var trūkt datu, kas nepieciešami blakusproduktu izmantošanai.

Aizstāvamās tēzes

1. Visos pārtikas piegādes ķēdes posmos ir nepieciešams saskaņots un nacionālā līmenī pieņemts metodoloģiskais ietvars pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai, lai nodrošinātu kvantificēšanas atkārtojamību, akurātus datus un to salīdzināmību starp pārtikas piegādes ķēdes posmiem, starp gadiem un valstīm.
2. Blakusproduktu daudzuma kvantificēšanas ieviešana ļauj uzskaitīt sekundārās bioresursu plūsmas, kas līdz šim nav iekļautas datu vākšanas un ziņošanas sistēmā, taču var sniegt zināšanas par iespējami nepietiekami izpētiem resursiem, kurus var integrēt aprites bioekonomikā.
3. Lielāka iesaiste pārtikas pārvaldībā mājāsaimniecībās ir saistīta ar lielāku informētību par pārtikas atkritumiem, kā arī ar rīcību, kas vērsta uz pārtikas atkritumu rašanās novēršanu un mazināšanu, salīdzinājumā ar atsvešinātību no pārtikas pārvaldības ikdienā.

Promocijas darba rezultātu aprobācija

Promocijas darbs izstrādāts laika posmā no 2021. līdz 2026. gadam. Promocijas darba rezultāti ir publicēti trīs zinātniskās publikācijās (publicētas žurnālos, kas indeksēti *Web of Science* un *Scopus* datu bāzēs). Promocijas darba rezultāti ir prezentēti 10 starptautiskās un 2 Latvijas konferencēs. Autore ir piedalījies pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas sistēmas izstrādē Latvijā, kas īstenota projektā “Atkritumi kā resursi Latvijā – reģionālās ilgtspējas un aprites veicināšana, ieviešot atkritumu kā resursu izmantošanas koncepciju” (LIFE Waste To Resources IP, LIFE20 IPE/LV/000014), ko īsteno ar Eiropas Savienības *LIFE* programmas un Latvijas Republikas Klimata un enerģētikas ministrijas finansiālu atbalstu. Kopumā autore ir līdzautore 10 zinātniskajām publikācijām, kas indeksētas *Scopus* un *Web of Science* datu bāzēs. Divas datu kopas ir iesniegtas Rīgas Stradiņa Universitātes institucionālajā repozitorijā *Dataverse*.

Ar promocijas darbu saistītās zinātniskās publikācijas

1. **Soloha, R., Kleinberga, V., Dace, E.** (2026). Linking household food management practices and food waste: Evidence from Latvian households. *Cleaner Waste Systems*, 14, Article No. 100534. (indeksēts *Web of Science/Scopus*, Elsevier, IF₂₀₂₄ = 3.9, Q2). DOI : 10.1016/j.clwas.2026.100534.

2. **Soloha, R.** & Dace, E. (2025). Research on quantification of food loss and waste in Europe: A systematic literature review and synthesis of methodological limitation. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 28. Article No. 200287. (indeksēts *Web of Science/Scopus*, Elsevier, IF₂₀₂₄ = 6.4, Q1). DOI: 10.1016/j.rcradv.2025.200287.
3. **Soloha, R.**, Lukasa, L.K. & Dace, E. (2025). Estimation and bio-valorisation of food industry by-products in Northern Europe. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 4349–4370. (indeksēts *Web of Science/Scopus*, Springer, IF₂₀₂₄ = 4.1, Q2). DOI: 10.1007/s13399-024-05423-6.

Konferences materiāli

1. **Soloha, R.**, Muižniece, M., Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU framework. *Symposium Proceedings of Sardinia Symposium 2025: 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*. ISBN 9788862650472, ISSN 2282-0027.

Datu kopas

1. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2024). Survey on household food consumption, food waste awareness, generation and practices: The case of Latvia, January 2023. *Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse*, V1. DOI: 10.48510/FK2/BDUEIO.
2. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2024). Survey on food waste awareness, generation and measurement in retail and food service sectors: The case of Latvia, January 2023. *Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse*, V2. DOI: 10.48510/FK2/HF20LT.

Citas promocijas darbā neiekļautās zinātniskās publikācijas

1. Mukamwi, M., Somorin, T., **Soloha, R.**, & Dace, E. (2023). Databases for biomass and waste biorefinery – a mini-review and SWOT analysis. *Bioengineered*, 14(1). (indeksēts *Web of Science/Scopus*, Taylor & Francis, IF₂₀₂₄=4.2, Q1). DOI: 10.1080/21655979.2023.2286722.
2. Balina, K., **Soloha, R.**, Suleiko, A., Dubencovs, K., Liepins, J., Dace, E. (2023). Prospective Life Cycle Assessment of Microbial Sophorolipid Fermentation, *Fermentation*, 9(9), 839. (indeksēts *Scopus*, IF₂₀₂₃=3.7, Q2). DOI: 10.3390/fermentation9090839.
3. Liepins, J., Balina, K., **Soloha, R.**, Berzina, I., Lukasa, L. K., Dace, E. (2021). Glycolipid Biosurfactant Production from Waste Cooking Oils by Yeast: Review of Substrates, Producers and Products. *Fermentation*, 7, 136. (indeksēts *Scopus*, IF₂₀₂₁=5.1, Q2). DOI: 10.3390/fermentation7030136.

Ziņojumi starptautiskās zinātniskajās konferencēs

1. **Soloha, R.**, Muižniece, M., Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU

- framework (mutiska prezentācija). *Sardinia Symposium 2025: 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*. Sardinija, Itālija, 13.–17. oktobris.
2. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2025). Causes, awareness and behaviour of food waste generation in Latvian households: a quantitative study (mutiska prezentācija). *RETASTE 2025: Rethink Food Resources, Losses and Waste. 5th International Conference*. Atēnas, Grieķija, 24.–27. septembris.
 3. **Soloha, R.**, Melnalksne, Z., Svarupa, S., Vecozola, A., Dace, E. (2024). Harmonizing food waste reporting in the EU: Decoding flows at the level of food supply stages (stenda referāts). *RETASTE 2024: Rethink Food Resources, Losses and Waste 2024. 4th International Conference*. Heraklion, Greece, September 25–27.
 4. **Soloha, R.**, Lukaša, L. K., Dace, E. (2024). Assessment and bio-valorisation of by-products from food industry in Europe (mutiska prezentācija). *RHODES 2024: 11th International Conference on Sustainable Waste Management*. Roda, Grieķija, 19.–22. jūnijs.
 5. **Soloha, R.**, Lukaša, L. K., Dāce, E. (2024). Estimation and bio-valorisation of food industry by-products in Northern Europe (mutiska prezentācija). Side event *CIRCLE: International conference “Promoting collaboration for a sustainable and circular bioeconomy”* of the *World Circular Economy Forum*. Tiešsaistē, 10. aprīlis
 6. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2023). The Survey of systemic food waste generation causes in Latvian retail, catering and households (mutiska prezentācija). Side event “*Fostering action with narratives: Communicating about climate change and energy transition in politics, business, media and society*” of the *3rd International Interdisciplinary Conference PLACES*. Rīga, Latvija, 30. marts.
 7. **Soloha, R.**, Dace, E., Kleinberga, V. (2023). Challenges and causes of food loss and waste generation across the food supply chain: the case of Latvia (mutiska prezentācija). *World PhD Students Summit on Sustainable Development*. Tiešsaistē, 22. marts.
 8. Dace, E., **Soloha, R.** (2022). Household Biowaste Management in Latvia: An Assessment within the Infrastructure, Socio-Economic and Environmental Context of Local Municipalities (mutiska prezentācija). *icRS 2022: International Conference on Resource Sustainability*. Tiešsaistē, 1.–4. augusts.
 9. Dace, E., **Soloha, R.**, Bāliņa, K. Lukaša, L. K. (2022). Enabling circular bioeconomy via estimating the potentially valorisable food loss and waste in the Northern European region (mutiska prezentācija). *BTechPro 2022: International Conference for Young Scientists on Biorefinery Technologies and Products*. Rīga, Latvija, 27.–29. aprīlis.

10. Dace, E., **Soloha, R.**, Lukaša, L. K. (2021). Enabling circular bioeconomy via estimating biowaste and food loss valorisation potential in Latvia (stenda referāts). *International Conference Strategies toward Green Deal Implementation: Water, Raw Materials & Energy*. Tiešsaistē, 8.–10. decembris.

Ziņojumi vietēja mēroga konferencēs

1. Kleinberga, V., Dace, E., **Soloha, R.** (2023). Pārtikas un bioloģiskie atkritumi – komunikācijas izaicinājumi (mutiska prezentācija). *Dialogs ar zinātni*. Tiešsaistē, 8. decembrī.
2. **Soloha, R.**, Dace, E. (2022). Izaicinājumi un iespējas pārtikas zudumu un atkritumu rašanās novēršanas un valorizācijas īstenošanā (mutiskais referāts). *80. LU starptautiskās zinātniskās konferences sesijā Vides un ilgtspējīgas attīstības pārvaldība*. Tiešsaistē, 23. februāris.

Promocijas darba struktūra

Darbs balstās uz trim recenzētām zinātniskajām publikācijām (I, II un III raksts) un vienu publikāciju konferences tēžu krājumā (IV raksts). **I raksts** ir sistemātisks literatūras pārskats, kurā analizēts, kā un vai radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas procedūra zinātniskajos pētījumos balstās uz, papildina vai atšķiras no metodēm, kas izklāstītas vispārpieņemtajos pārtikas atkritumu kvantificēšanas ietvaros – ES deleģētajā lēmumā un Pārtikas zudumu un atkritumu uzskaites un ziņošanas standartā (Soloha & Dace, 2025). **II raksta** mērķis ir identificēt un novērtēt pārtikas pārstrādes un ražošanas nozares blakusproduktus (Soloha et al., 2024). **III rakstā** analizēta saikne starp pārtikas pārvaldības lomu un pārtikas atkritumiem Latvijas mājstaimniecībās (Soloha et al., 2026). **Datu kopa I** tiek izmantota kā izejmateriāls datu analīzei (Soloha et al., 2023). **IV raksts** piedāvā metodoloģiju pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai mājstaimniecībās (Soloha et al., 2025).

Autores ieguldījums

Promocijas darbs izstrādāts vadošās pētnieces Dr. sc. ing. Elīnas Dāces vadībā. Zinātniskās publikācijas izstrādātas kopā ar Elīnu Dāci (publikācija I–III), Vinetu Kleinbergu (publikācija III) un Līvu Kristiānu Lukašu (publikācija I). Autores ieguldījums atbilstoši *Contributor Roles Taxonomy* (CRediT) sistēmai:

- **I raksts** – koncepcija, metodoloģija, validēšana, datu analīze, datu apstrāde, attēlu veidošana, manuskripta sākotnējā uzmetuma sagatavošana, pārskatīšana un rediģēšana.
- **II raksts** – koncepcija, metodoloģija, validēšana, datu analīze, datu apstrāde, attēlu veidošana, manuskripta sākotnējā uzmetuma sagatavošana, pārskatīšana un rediģēšana.

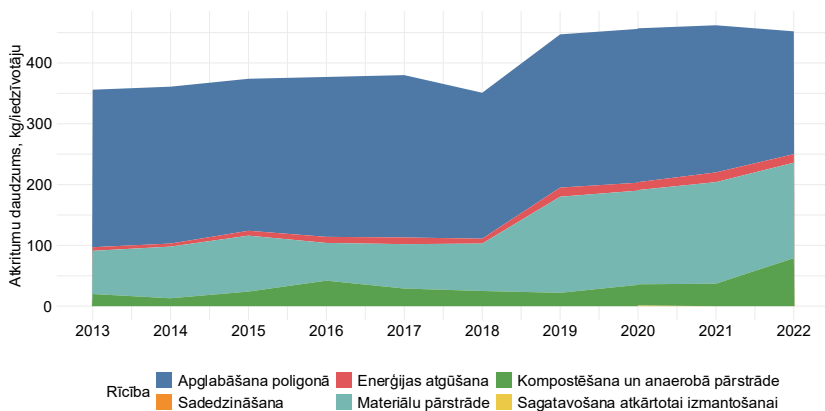
- **III raksts** – koncepcija, datu apstrāde, datu analīze, finansējuma piesaiste, metodoloģija, validēšana, attēlu veidošana, manuskripta sākotnējā uzmetuma sagatavošana, pārskatīšana un rediģēšana.
- **IV raksts** – koncepcija, metodoloģija, datu analīze, attēlu veidošana, manuskripta sākotnējā uzmetuma sagatavošana, pārskatīšana un rediģēšana

1. Teorētiskais pamatojums

1.1. Pārtikas zudumi un atkritumi ilgtspējas kontekstā

Klimata pārmaiņas, dabas resursu izsīkšana, ūdens, augsnes un gaisa piesārņojums (tai skaitā atkritumu radītais), vides degradācija, bioloģiskās daudzveidības samazināšanās, iedzīvotāju skaita pieaugums, pārtikas nodrošinājuma trūkums un pārtikas nekaitīguma riski, kā arī nepietiekams uzturs un ar to saistītās saslimšanas apdraud pārtikas sistēmas ilgtspēju. Pārtikas sistēma aptver lauksaimniecības un pārtikas aprites ķēdi (lauksaimniecības produkcijas ražošana un pārtikas piegādes ķēde), tajā iesaistītos dalībniekus (no angļu val. – *actors*), kā arī vides, ekonomikas, sociālās, politikas un veselības dimensijas, kas saistītas ar pārtikas nodrošināšanu, patēriņu un arī atkritumu apsaimniekošanu. Ilgtspējīga pārtikas sistēma aptver efektīvu resursu izmantošanu, dabas resursu aizsardzību, lauku kopienu (no angļu val. – *rural livelihood*) labklājību, cilvēku, kopienu un ekosistēmu noturību, kā arī atbildīgu pārvaldību (Holden et al., 2018). Ilgtspējīga, veselīga un iekļaujoša pārtikas sistēma ir daļa no Eiropas Savienības pētniecības un inovāciju politikas ietvara “*Food 2030*” (EC, 2023). Turklāt ilgtspējīga pārtikas sistēma ir cieši saistīta ar planētas robežu (no angļu val. – *planetary boundaries*) konceptu. Vairāki no deviņiem definētajiem Zemes sistēmas procesiem ir cieši saistīti ar pārtikas ražošanu, tas ir, zemes lietojuma veida maiņa (no angļu val. – *land system change*), biosfēras integritāte (no angļu val. – *biosphere integrity*), slāpekļa un fosfora aprites cikli un klimata pārmaiņas (Richardson et al., 2023).

Līdz ar pasaules iedzīvotāju skaita pieaugumu visā pasaulē palielinās pārtikas patēriņš un kopējais pārtikas atkritumu daudzums (Gatto & Chepeliev, 2024). Lai gan Latvijas pastāvīgo iedzīvotāju skaits samazinās, atkritumu daudzums uz vienu iedzīvotāju pieaug. Piemēram, radītais sadzīves atkritumu daudzums 2022. gadā sasniedza 464 kg uz vienu iedzīvotāju, tādējādi tuvinoties ES vidējam rādītājam, kas 2023. gadā bija 511 kg uz vienu iedzīvotāju (Eurostat, 2025b). Lai gan sadzīves atkritumu apglabāšana poligonos ir samazinājusies, tā joprojām veido nozīmīgu daļu no sadzīves atkritumu apsaimniekošanas Latvijā (1. attēls).



1. attēls. Sadzīves atkritumu apsaimniekošana Latvijā no 2013. līdz 2022. gadam (autores veidots, Eurostat dati)

Pārtikas zudumu un atkritumu (PZA) rašanās mazina pārtikas sistēmas ilgtspēju. Tādējādi ar to rašanos saistīto problēmu risināšana ir būtiska. Virzīties uz resursu efektīvu pārtikas sistēmu var, piemēram, uzlabojot pārtikas pārvaldību, novēršot, mazinot vai pārstrādājot pārtikas atkritumus. Pārtikas atkritumu rašanās novēršana kopā ar pāreju uz veselīgu uzturu un lauksaimniecības ražības (no angļu val. – *agricultural productivity*) uzlabošanu ir saistīta ar lielāku negatīvās ietekmes uz vidi samazinājumu nekā tad, ja katrs no šiem uzdevumiem tiktu risināts atsevišķi (Rockström et al., 2025). Piemēram, salīdzinot ar 2020. gada bāzes līmeni, šie kopīgie pasākumi līdz 2050. gadam ļautu mazināt globālās lauksaimniecības emisijas par 20 %, salīdzinot ar 15 %, ja notiktu tikai pāreja uz veselīgu uzturu (Rockström et al., 2025). PZA ir tieši saistīti ar lauksaimniecības ražošanu, pārtikas drošību un uzturu, savukārt netieši ar klimata pārmaiņām un bioloģiskās daudzveidības samazināšanos, veselības aprūpes sistēmu, kā arī ekonomikas un pārvaldības sistēmu (Delgado et al., 2023).

Valstīs ar augstu ienākumu līmeni lielākā daļa pārtikas atkritumu rodas māsaimniecībās, savukārt valstīs ar zemu ienākumu līmeni – primārās ražošanas posmā (UNEP, 2024). Pasaules mēroga datus par pārtikas atkritumiem pirmo reizi 2011. gadā publicēja Pārtikas un lauksaimniecības organizācija (FAO). Vidēji māsaimniecībās Eiropā un Ziemeļamerikā uz vienu iedzīvotāju radās 95–115 kg pārtikas atkritumu (Gustavsson et al., 2011).

Pirmajā ES mēroga pētījumā par pārtikas atkritumu daudzuma novērtējumu 2012. gadā secināts, ka ES kopumā rodas $87,6 \pm 13,7$ miljoni tonnu pārtikas atkritumu, kas atbilst 143 miljardiem eiro jeb 1,63 eiro par katru izmesto kilogramu (Stenmarck et al., 2016). Tika secināts, ka kopumā 20 % no visiem ES saražotajiem pārtikas produktiem tiek izmesti. Izsakot uz vienu iedzīvotāju, visā

pārtikas piegādes ķēdē (PPK) radās 173 ± 27 kg uz iedzīvotāju. Visvairāk mājāsaimniecībās (92 ± 9 kg), savukārt vismazāk vairumtirdzniecības un mazumtirdzniecības posmā (9 ± 2 kg). Neskatoties uz to, ka pētījums ir visaptverošs, tajā izmantotie dati pamatā balstās uz pētījumiem no Ziemeļeiropas un Rietumeiropas valstīm.

Jaunākie ES dati, kas iegūti atbilstoši ES deleģētā lēmuma prasībām, par pārtikas atkritumu daudzumu liecina, ka 2023. gadā ES27 dalībvalstīs kopumā radās 58,2 miljoni tonnu pārtikas atkritumu jeb vidēji 130 kg uz vienu iedzīvotāju visā PPK (Eurostat, 2025a). Lielākais daudzums tika radīts mājāsaimniecībās – 69 kg uz vienu iedzīvotāju. Primārā ražošana veidoja 12 kg uz vienu iedzīvotāju, pārstrāde un ražošana – 24 kg uz vienu iedzīvotāju, mazumtirdzniecība un izplatīšana – 10 kg uz vienu iedzīvotāju, kā arī restorāni un ēdināšanas pakalpojumi – 14 kg uz vienu iedzīvotāju. Tomēr dati no katras ES27 dalībvalstīm liecina par ievērojamām atšķirībām. Turklāt pārtikas atkritumu rašanās samazinājums gadu gaitā vēl nav novērojams, izņemot nelielu samazinājumu primārās ražošanas posmā. Piemēram, pārtikas atkritumu daudzums mājāsaimniecībās svārstījās no 34 kg uz vienu iedzīvotāju Slovēnijā līdz 122 kg uz vienu iedzīvotāju Portugālē. Lai īstenotu pasākumus pārtikas atkritumu rašanās novēršanai un mazināšanai, ir svarīgi saprast, kāpēc un cik daudz to rodas (Bruns et al., 2024).

1.2. Pārtikas atkritumu tiesiskais regulējums ES

2015. gadā Apvienoto Nāciju Organizācija (ANO) izvirzīja mērķi līdz 2030. gadam uz pusi samazināt pārtikas atkritumu daudzumu uz vienu iedzīvotāju mazumtirdzniecības un patēriņa posmā, kā arī samazināt pārtikas zudumus pēc ražas novākšanas, pārtikas ražošanā un izplatīšanā, salīdzinot ar 2015. gadu, kas ir atsaucies gads (“Atbildīgs patēriņš un ražošana”) (UN, 2016). Šis mērķis vēlāk tika pielāgots un iekļauts Eiropas Savienības (ES) tiesību aktos par atkritumiem un pēc tam arī ES dalībvalstu, tostarp Latvijas, nacionālajos tiesību aktos un politikas plānošanas dokumentos. ES galvenais tiesību akts, kas regulē atkritumu jomu, ir Eiropas Parlamenta un Padomes 2008. gada Direktīva 2008/98/EK par atkritumiem (turpmāk – Atkritumu pamatdirektīva), kas stājās spēkā 2008. gadā. Stratēģija “No lauka līdz galdam” ir daļa no ES aprites ekonomikas rīcības plāna, kas veicina aprites ekonomiku pārtikas vērtības ķēdē (no angļu val. – *food value chain*) (EC, 2020), tostarp pārtikas atkritumu rašanās novēršanu un mazināšanu.

1.2.1. Definīcija

Vēsturiski pētījumos atkritumu definīcijas un tvērums ir bijuši atšķirīgi, tādēļ ir grūti ilgtermiņā vākt, analizēt un uzraudzīt datus par atkritumu daudzumiem (Boiteau & Pingali, 2023; Gage et al., 2024). 2018. gadā Atkritumu pamatdirektīva tika grozīta ar Direktīvu (ES) 2018/851 (EC, 2018a). Pirmo reizi

ES tika oficiāli definēts termins “pārtikas atkritumi”. “Pārtikas atkritumi” ir *“visi pārtikas produkti, kā definēts Eiropas Parlamenta un Padomes Regulas (EK) Nr. 178/2002 2. pantā, kas kļuvuši par atkritumiem”*. Tādējādi, lai precīzi interpretētu terminu “pārtikas atkritumi” saskaņā ar ES tiesisko regulējumu, ir nepieciešams izprast atsevišķo terminu “pārtika” un “atkritumi” definīcijas. Termins “pārtika” (vai “pārtikas produkts”) ir definēts Eiropas Parlamenta un Padomes Regulā (EK) Nr. 178/2002, ar ko nosaka pārtikas tiesību aktu vispārējos principus un prasības, izveido Eiropas Pārtikas nekaitīguma iestādi (EFSA) un nosaka procedūras pārtikas nekaitīguma jautājumos (turpmāk – Vispārīgais pārtikas aprites tiesību akts). “Pārtika” ir *“jebkura viela vai produkts, kas ir pārstrādāts, daļēji pārstrādāts vai nepārstrādāts un paredzēts lietošanai uzturā”* (EC, 2002). Saskaņā ar Vispārējo pārtikas tiesību aktu pārtika neietver dzīvnieku barību, dzīvos dzīvniekus, ja vien tie nav sagatavoti laišanai tirgū cilvēku patēriņam, augus pirms ražas novākšanas, medicīniskos produktus, kosmētiku, tabaku un tabakas izstrādājumus, narkotiskās un psihotropās vielas, kā arī atliekas un piesārņotājus. “Atkritumi”, kā definēts Atkritumu pamatdirektīvā, ir *“jebkura viela vai priekšmets, ko turētājs izmet vai plāno izmest, vai viņam ir pienākums to izmest”* (EC, 2018a). Tātad pārtikas atkritumi ir jebkura pārtika, kas bijusi paredzēta cilvēku patēriņam, bet tā vietā ir kļuvusi par atkritumiem.

ES tiesiskais regulējums no pārtikas atkritumu definīcijas izslēdz dzīvniekus un citus šķidrumus, kas tiek notecināti kopā ar notekūdeņiem. Tie tiek izdalīti kā atsevišķa kategorija. Turklāt pārtikas atkritumos netiek iekļautas pārtikas atkritumu frakcijas, kas ir sajauktas ar iepakojumu, atliekvielām vai citiem materiāliem, kuri netiek uzskatīti par pārtiku un kurus nevar atdalīt no pārtikas atkritumiem. Tas galvenokārt ir nepieciešams, lai izvairītos no datu nepareizas interpretācijas, proti, lai neiekļautu aprēķinos nepārtikas frakcijas.

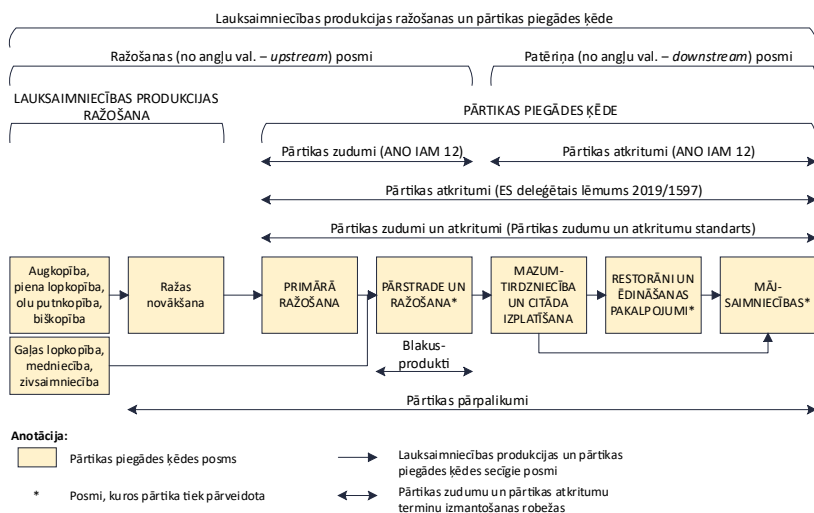
1.2.2. Sistēmas robežas

Lai precīzi interpretētu pārtikas atkritumu definīciju, ir svarīgi noteikt sistēmas robežas. Attiecībā uz ES tiesisko regulējumu sistēma aptver PPĶ, sākot no primārās ražošanas, pārstrādes un ražošanas, mazumtirdzniecības un izplatīšanas, restorāniem un ēdināšanas pakalpojumiem līdz pat mājsaimniecībām (2. attēls). ES tiesiskajā regulējumā primārā ražošana aptver tikai procesus pēc ražas novākšanas un lopu kaušanas. Tādējādi lauksaimniecības produkcijas ražošana ir ārpus sistēmas robežām (2. attēls).

Pārtikas pakalpojumu un mājsaimniecību posmus dažkārt dēvē par patēriņa posmu. Ja tas nav skaidri norādīts, var būt grūti saprast, vai patēriņš attiecas tikai uz vienu no šiem posmiem vai uz abiem kopā. Klasifikācijas nolūkos ES izmanto ekonomiskās darbības statistisko klasifikāciju (NACE), lai identificētu attiecīgās darbības dažādos PPĶ posmos, izņemot mājsaimniecības.

Katrs PPĶ posms ir saistīts ar dažādām apakšnozarēm un procesiem, kas notiek ar pārtiku. Tas ir saistīts arī ar dažādām izejvielām un produktiem, kā arī

to galamērķiem. Saskaņā ar ES deleģēto lēmumu katrs PPĶ posms, izņemot mājsaimniecības, var tikt saistīts ar NACE klasifikāciju. Kamēr daži NACE kodi ir saistīti ar konkrētu PPĶ posmu un pārtikas grupu, daži attiecas uz jauktām (pārtikas un nepārtikas produktiem) saimnieciskām darbībām, kas prasa pārbaudi uz vietas (Barco et al., 2019). Turklāt praksē uzņēmums var veikt vairākas saimnieciskās darbības un tādējādi tas var attiekties uz vairākiem NACE kodiem, vai arī ar pārtiku saistītās darbības var nebūt galvenās, bet gan papildu darbības. Tas palielina pārtikas atkritumu attiecināšanas uz atbilstošo PPĶ posmu un NACE kodu sarežģītību.



2. attēls. Terminu atšķirības starp vispārpieņemtajiem pārtikas atkritumu definīciju ietvariem (EC, 2019a; Hanson et al., 2016); (Östergren et al., 2014; UNEP, 2021) un robežas lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdē (autoreis veidots, pamatojoties uz Leverenz et al. (2021))

Primārā ražošana

Primārā ražošana ietver lauksaimniecības nozares saskaņā ar NACE A sadaļu "Lauksaimniecība, mežsaimniecība un zvejniecība", kas saistītas ar dārzeņu ražošanu (augļu, ogu un dārzeņu ražošana), piena lopkopību, olu ražošanu un biškopību medus ražošanai. Primārās ražošanas dzīvnieku audzēšanas, medību un zvejniecības, kā arī akvakultūras nozares nav iekļautas pārtikas atkritumu uzskaitē, jo šīs darbības nav radījušas pārtiku, proti, tās neietilpst ES "pārtikas" definīcijas ietvarā. No šīm lauksaimniecības nozarēm dārzeņu produktus var izplatīt svaigus gala patēriņam vai izmantot kā sastāvdaļas pārstrādē un ražošanā, lai ražotu pārstrādātus pārtikas produktus. Citās nozarēs pārstrāde ir

nepieciešama, lai sagatavotu produktu izplatīšanai cilvēku patēriņam. Pārstrāde ietver neapstrādātu produktu pārveidošanu par pārstrādātiem pārtikas produktiem, kā arī iepakojšanu.

Pārstrāde un ražošana

Pārstrādes un ražošanas posms attiecas uz darbībām, kurās augu un dzīvnieku izcelsmes produktus pārstrādā un pārveido par pārstrādātiem produktiem. Pārstrādes un ražošanas posms sastāv no dažādām nozarēm, kas klasificētas saskaņā ar NACE klasifikāciju C sadaļas “Ražošana” 10. nodaļā “Pārtikas produktu ražošana” un 11. nodaļā “Dzērienu ražošana”. Tajā ietilpst šādas NACE grupas: gaļas pārstrāde un konservēšana un gaļas produktu ražošana (10.1. grupa), zivju, vēžveidīgo un gliemju pārstrāde un konservēšana (10.2. grupa), augļu un dārzeņu pārstrāde un konservēšana (10.3. grupa), augu un dzīvnieku eļļu un tauku ražošana (10.4. grupa), piena produktu ražošana (10.5. grupa), graudu malšanas produktu, cietes un cietes produktu ražošana (10.6. grupa), maizes un miltu izstrādājumu ražošana (10.7. grupa) un citu pārtikas produktu ražošana (10.8. grupa).

Gaļas pārstrāde ietver vairākus procesus. Pirmais no tiem ir kaušana, kuras rezultātā rodas kautķermeni, kas vēlāk tiek izplatīti kā svaigi gabali (no angļu val. *fresh cuts*) un dzīvnieku izcelsmes blakusprodukti. Kaušana sastāv no vairākiem posmiem, kas ietver apstrādi pirms kaušanas un kaušanu. Katrs posms nodrošina atšķirīgus blakusproduktus. Gaļa cilvēku patēriņam var tikt izplatīta svaiga (atdzesēta vai saldēta) vai tālāk izmantota pārstrādē, lai ražotu pārstrādātus gaļas produktus.

Pārtikas mazumtirdzniecība un citāda izplatīšana

Pārtikas mazumtirdzniecība un izplatīšana ietver svaigu un pārstrādātu pārtikas produktu vairumtirdzniecību un mazumtirdzniecību. Šīs darbības ir klasificētas attiecīgi NACE 46. un 47. nodaļā. Tās ietver specializētus un nespecializētus mazumtirdzniecības un vairumtirdzniecības veikalus, veikaliņus, tirgus, tirdzniecības automātus un mobilos pārtikas tirgotājus, kas pārdod gatavus ēdienus un dzērienus.

Restorāni un ēdināšanas pakalpojumi

Restorāni un ēdināšanas pakalpojumi ietver izmitināšanas un ēdināšanas pakalpojumu darbības saskaņā ar NACE 55. nodaļu “Izmitināšana” un 56. nodaļu “Ēdināšanas pakalpojumi”, tostarp pakalpojumus, kas piedāvā gatavas maltītes uz vietas vai līdzīgu ņemšanai. Izmitināšana ietver viesnīcas un līdzīgas izmitināšanas vietas, kas piedāvā ēdināšanu uz vietas. Pārtikas un dzērienu pakalpojumu darbības ietver publiskas iestādes, piemēram, restorānus (ieskaitot ātrās ēdināšanas iestādes), kafejnīcas, bārus, mobilos pārtikas pārdevējus (piemēram, pārtikas furgonus vai ratiņus) un tirgus standus. Cita grupa aptver ēdināšanu izglītības iestādēs (pirmsskolas, skolas, augstākās

izglītības iestādes), slimnīcās (ieskaitot sanatorijas un rehabilitācijas iestādes) un birojos vai citās institucionālās ēdnīcās vai kafējnīcās, kas piedāvā ēdināšanu. Pēdējās var klasificēt kā nekomerciālas iestādes, jo tās parasti ir paredzētas konkrētiem apmeklētājiem (piemēram, skolēniem, studentiem, pacientiem un darbiniekiem) un parasti nav pieejamas plašai sabiedrībai. Ēdināšanas pakalpojumi var atšķirties atkarībā no pakalpojumu sniegšanas nepārtrauktības. Tie var būt pieejami visa gada garumā, tikai noteiktos gada laikos vai tikai konkrētiem pasākumiem.

Mājsaimniecības

Mājsaimniecība sastāv no vienas vai vairākām personām, kas dzīvo vienā mājoklī (dzīvoklī vai privātmājā), kas atrodas pilsētā, ciematā vai lauku apvidū. Mājokļa veids un atrašanās vieta var ietekmēt gan pārtikas nodrošinājumu, gan patēriņa paradumus, gan atkritumu apsaimniekošanu.

1.2.3. Atkritumu hierarhija un atkritumu statusa beigas

Atkritumu hierarhija

Saskaņā ar Atkritumu pamatdirektīvu atkritumu hierarhija nosaka prioritāšu secību ES: (1) novēršana, (2) sagatavošana atkārtotai lietošanai, (3) pārstrāde, (4) cita veida reģenerācija un (5) apglabāšana. Atkritumu novēršana attiecas uz jebkuru pasākumu, kura mērķis ir nodrošināt, ka materiāls pilda savu sākotnējo mērķi un neklūst par atkritumiem. Šajā gadījumā sākotnējais mērķis nozīmē nodrošināt, ka pārtika sasniedz sākotnēji paredzēto galamērķi kā pārtika un tiek patērēta atbilstoši. Turpmākās darbības, proti, sagatavošana atkārtotai izmantošanai, pārstrāde, cita veida reģenerācija un apglabāšana attiecas uz atkritumu apstrādes darbībām, kā definēts Atkritumu pamatdirektīvā.

Kopīgais pētniecības centrs (JRC) ir izstrādājis pārtikas izmantošanas hierarhiju, kas ir atkritumu hierarhijas pielāgojums pārtikas nozarei (De Laurentiis et al., 2024). Pārtikas izmantošanas hierarhija nošķir novēršanas un atkritumu apstrādes pasākumus. Pārtikas pārpalikumu ziedošana un pārdale, izmantošana dzīvnieku barībai vai pārstrādei JRC pētījumā ir klasificēta kā pārtikas atkritumu rašanās novēršanas darbības. Tomēr promocijas darba nolūkos šīs darbības ir klasificētas kā atkritumu rašanās mazināšanas darbības, jo tās attiecas uz pārtikas pārpalikumu apstrādi pēc tam, kad to sākotnējais mērķis (izmantošana pārtikā) vairs nav iespējams (1. tabula). Atkritumu rašanās samazināšanas pasākumi ir būtiski, lai nodrošinātu, ka pārtikas pārpalikumi netiek apstrādāti kā atkritumi, pirms tos var izmantot citādi, ievērojot pārtikas izmantošanas hierarhiju. Dzīves cikla analīze un sociālās dzīves cikla izmaksu aprēķini liecina, ka novēršana un pārdale ir visaugstākā prioritāte vides, ekonomiskās un sociālās ilgtspējas jomās, salīdzinot ar citām darbībām pārtikas izmantošanas hierarhijā (Albizzati et al., 2021). Lai materiālu pārstrāde augstākas pievienotās vērtības produktos un dzīvnieku barībā kļūtu

konkurētspējīga salīdzinājumā ar tradicionālajiem produktiem, šīm tehnoloģijām būtu jānodrošina zemāks enerģijas un materiālu patēriņš, augstāks ražošanas iznākums no izejvielām un zemākas investīciju un darbaspēka izmaksas. Turklāt saskaņā ar ES stratēģiju “No lauka līdz galdam” pārtikas ziedošana un pārdale veicina pārtikas nodrošinājumu (no angļu val. – *food security*).

1. tabula. Pārtikas izmantošanas hierarhija (De Laurentiis et al., 2024)

Veids	Darbība	Piemērs
Novēršana	Novēršana rašanās avotā	Jebkura darbība, lai novērstu pārtikas pārpalikumu rašanos (piemēram, uzvedības maiņa)
Mazināšana	Pārtikas pārpalikumu ziedošana vai pārdale	Pārtikas banku vai citu pārtikas pārdales organizāciju veikta pārtikas pārpalikumu ziedošana un izplatīšana cilvēku patēriņam
	Izmantošana dzīvnieku barībai	Pārtikas, kas vairs nav paredzēta cilvēku patēriņam, izmantošana dzīvnieku barībā
	Rūpnieciskā izmantošana (pārstrāde)	Pārstrāde produktos ar pievienoto vērtību pārtikas vai nepārtikas vajadzībām
Atkritumu apstrāde	Materiālu pārstrāde un barības vielu atgūšana	Pārstrāde kompostā vai biogāzē (ar barības vielu reģenerāciju)
	Enerģijas atgūšana	a) pārstrāde biogāzē (bez barības vielu atgūšanas) vai biodeģvielā (piemēram, bioetanolā) un b) sadedzināšana ar enerģijas atgūšanu
	Apglabāšana	(a) sadedzināšana bez enerģijas atgūšanas un (b) apglabāšana poligonos

ES Bioekonomikas stratēģija veicina sekundāro biomasas resursu pārstrādi, piemēram, pārtikas ražošanas blakusproduktu pārstrādi jaunos produktos, lai veicinātu resursu izmantošanas efektivitāti un samazinātu vajadzību pēc primārajiem resursiem (EC, 2025a). Lai gan JRC terminu “rūpnieciskā izmantošana” lieto, lai apzīmētu pārstrādi produktos ar pievienoto vērtību, pētniecībā bieži tiek lietots arī termins “valorizācija”.

Atkritumu apstrāde ir svarīga, ja, piemēram, pārtiku vairs nevar lietot cilvēku uzturā vai izmantot citiem mērķiem, izņemot atkritumu apstrādi, pārtikas nekaitīguma apsvērumu dēļ. Atkritumu apstrāde attiecas uz darbībām, kad pārtika vai ar to saistīti produkti, piemēram, blakusprodukti, tiek uzskatīti par pārtikas atkritumiem. Pārtikas atkritumu apglabāšana poligonos un sadedzināšana bez enerģijas atgūšanas ir vismazāk vēlamā atkritumu apstrādes darbība un tiek uzskatīta par apstrādes veidu, kas nerada nekādu vērtību (López-Portillo et al., 2021).

ES atkritumu klasifikācijas sarakstā pārtikas atkritumus var klasificēt ar kodu 02 – “atkritumi no lauksaimniecības, dārzkopības, akvakultūras, mežsaimniecības, medniecības un zvejniecības, pārtikas sagatavošanas un

pārstrādes atkritumi”, kas attiecas uz procesiem, kuri notiek PPĶ patēriņa posmos, un kodu 20 – “Sadzīvē radušies atkritumi (mājsaimniecību atkritumi un tiem līdzīgi tirdzniecības un rūpniecības uzņēmumu un iestāžu atkritumi), arī atsevišķi savāktie atkritumu veidi”, kas galvenokārt attiecas uz PPĶ patēriņa posmiem (EC, 2014). ES deleģētajā lēmumā ir precizēts, kuri atkritumu kodi attiecas uz katru PPĶ posmu. Tomēr dažas atkritumu klases, piemēram, “20 01 08 – bioloģiski noārdāmie virtuves atkritumi”, “20 01 25 – pārtikas eļļas un tauki” un “20 03 01 – nešķiroti sadzīves atkritumi” PPĶ patēriņa posmos var tikt attiecināti uz mazumtirdzniecību un izplatīšanu, restorāniem un ēdināšanas pakalpojumiem, kā arī mājsaimniecībām. Tomēr klases “20 03 01” gadījumā ir nepieciešams zināt pārtikas atkritumu īpatsvaru sadzīves atkritumos. Turklāt statistikas dati par atkritumu daudzumu var neietvert datus no visiem atkritumu rašanās avotiem. Saskaņā ar Latvijas Atkritumu apsaimniekošanas likumu (AAL) Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs (LVĢMC) ir atbildīgs par datu par atkritumu apsaimniekošanu apkopošanu un šīs informācijas nodrošināšanu sabiedrībai un ES iestādēm.

Atkritumu beigu statuss

Saskaņā ar Atkritumu pamatdirektīvu atkritumi ir jāpārstrādā, lai tie zaudētu atkritumu statusu. Tas ietver jebkuru darbību, kuras rezultātā atkritumi aizstāj citas izejvielas, kas citādi tiktu izmantotas, lai pildītu konkrētu funkciju. Atkritumu pamatdirektīva (6. pants) definē kritērijus atkritumu statusa zaudēšanai. Tas nozīmē, ka viela vai priekšmets tiek izmantots konkrētam mērķim, pēc kura ir pieprasījums, tas atbilst tehniskajām prasībām, ir saskaņā ar šim mērķim piemērojamiem tiesību aktiem un standartiem un tā izmantošana nerada nelabvēlīgu ietekmi uz vidi vai cilvēku veselību. Tomēr atkritumu beigu statusa kritērijus, kas definēti Atkritumu pamatdirektīvā, uzņēmēji un uzraudzības iestādes interpretē atšķirīgi juridiskās nenoteiktības dēļ (Johansson, 2023).

ES līmenī nav juridiski noteikti atkritumu statusa beigu kritēriji, kas būtu specifiski bioloģiski noārdāmajiem atkritumiem, tostarp pārtikas atkritumiem (Kenk et al., 2025). Komposts un digestāts ir piemēri, kuriem bija plānots izstrādāt specifiskus kritērijus, bet tie netika īstenoti (Saveyn & Eder, 2013). Higiēniskā drošība un bioloģiskā stabilitāte ir faktori, kas nosaka komposta un digestāta atkritumu statusu (Saveyn & Eder, 2013). Bioloģiski noārdāmo atkritumu kompostēšana (R3A) un mehāniski bioloģiskā apstrāde (R12A) tiek uzskatītas par atkritumu pārstrādes (no angļu val. – *waste recovery*) darbībām (EC, 2014). Tomēr pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas nolūkos šīs darbības tiek klasificētas kā pārtikas atkritumu galamērķis.

1.3. Pārtikas atkritumu klasifikācija ārpus ES tiesiskā regulējuma

Vienota PZA definīcija uzlabotu datu interpretāciju un salīdzināmību (Boiteau & Pingali, 2023). Kā iepriekš minēts, pārtika ir *“jebkura viela vai produkts, kas ir pārstrādāts, daļēji pārstrādāts vai nepārstrādāts un paredzēts lietošanai uzturā”*. Šī definīcija varētu radīt iespaidu, ka par pārtiku tiek uzskatīts tikai tas, ko var patērēt uzturā. Tomēr pārtika sastāv arī no neēdamajām daļām, kas parasti nav paredzētas lietošanai cilvēku uzturā, un atkarībā no PPK posma pārtika var tikt pakļauta dažādiem pārstrādes vai pārveidošanas procesiem. Rezultātā katram PPK posmam ir dažāda veida ieejas un izejas plūsmas atkarībā no pārtikas veida un tās paredzētā galamērķa.

Pārtika (gan ēdamās, gan neēdamās daļas), kas netiek patērēta cilvēku uzturā, bet tiek apsaimniekota kā atkritumi (1. tabula), saskaņā ar ES tiesisko regulējumu tiek uzskatīta par pārtikas atkritumiem. Pārtikas ēdamās vai neēdamās daļas, kas tiek novirzītas dzīvnieku barībai vai pārstrādātas citos produktos, netiek uzskatītas par pārtikas atkritumiem ES tiesiskā regulējuma ietvaros. Tomēr dažos definīciju ietvaros un pētījumos dzīvnieku barībai paredzētā pārtika tiek uzskatīta par pārtikas atkritumiem. Pārtika, kas paredzēta dzīvnieku barībai vai pārstrādei produktos, netiek uzskatīta par pārtikas atkritumiem saskaņā ar Atkritumu pamatdirektīvu (EC, 2018a), Pārtikas zudumu un atkritumu standartu (Hanson et al., 2016), FAO metodoloģiju (Gustavsson et al., 2011) vai ES FUSIONS definīciju ietvaru (Östergren et al., 2014). Savukārt citos pētījumos dzīvnieku barība tiek uzskatīta par pārtikas atkritumu galamērķi (Beretta et al., 2013; Hartikainen et al., 2018; Quested & Johnson, 2009; van Herpen et al., 2019). Tas rada nesaskaņotību pārtikas galamērķa interpretācijā saistībā ar pārtikas zudumu un atkritumu definīciju, liecinot, ka dažās valstīs var dominēt atšķirīgas pieejas. Saskaņā ar ES deleģēto lēmumu dzīvnieku barībai novirzīto pārtikas daudzumu var ziņot brīvprātīgi. Izpratne par materiālu plūsmām lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdē var sniegt pilnīgāku priekšstatu par pārtikas resursu plūsmām un resursu izmantošanas lietderību.

Pārtikas pārpalikumi

Pārtikas pārpalikumi ir pārtika, kas ir sagādāta pārāk lielā daudzumā, ir droša lietošanai uzturā, bet nevar tikt izmantota sākotnēji paredzētajam mērķim. Piemēram, estētisku iemeslu dēļ, pieprasījuma izmaiņu dēļ vai tāpēc, ka ir beidzies derīguma termiņš, kas neietekmē pārtikas drošību. Lai nodrošinātu, ka pārtika netiek zaudēta, var tikt veikti atkritumu rašanās mazināšanas pasākumi, lai atrastu vislabāko izmantošanas veidu un novērstu to, ka pārtikas pārpalikumi tiek uzskatīti par atkritumiem. ES citā klasifikācijā ir iekļauta *“pārtika, kas vairs nav paredzēta cilvēku patēriņam”* komerciālu iemeslu, ražošanas problēmu un citu defektu dēļ. Šie aspekti padara to nederīgu cilvēku patēriņam, bet, ja tas

neapdraud dzīvnieku un sabiedrības veselību, to var droši izmantot dzīvnieku barībā (EC, 2018c).

Pārtikas zudumi un atkritumi

Divi visbiežāk lietotie termini politikas plānošanā un pētniecībā ir “pārtikas zudumi” un “pārtikas atkritumi”. Šo terminu definīcijas un lietošana dažādās pārtikas drošības jomās atšķiras, bet dažkārt tos lieto kā sinonīmus, apzīmējot ar saīsinājumu PZA (2. tabula). ES FUSIONS definīciju ietvarā tiek izmantots termins “pārtikas atkritumi” (Östergren et al., 2014), un uz tā pamata ticis veidots pārtikas atkritumu definīcijas ietvars Atkritumu pamatdirektīvā (EC, 2018a). Savukārt FAO izstrādātais ietvars (Gustavsson et al., 2011) izmantota par pamatu ANO IAM 12.3. FAO ietvars izmanto atšķirīgus terminus, lai nošķirtu pārtikas piegādes ķēdes (PPK) ražošanas (pārtikas ražošanas sistēma) un patēriņa (pārtikas patēriņa sistēma) posmus. Pārtikas zudumi tiek definēti kā pārtikas kvalitātes samazināšanās primārās ražošanas, pārstrādes un ražošanas posmos klimata un laikapstākļu, tehnisko ierobežojumu vai neatbilstošas uzglabāšanas dēļ. Savukārt pārtikas atkritumi ir pārtika, kas kļūst par atkritumiem procesā no mazumtirdzniecības līdz galīgajam patēriņam (Gustavsson et al., 2011). Apvienotās Karalistes Atkritumu un resursu rīcības programma (WRAP) izstrādājusi sistēmu, kas koncentrējas uz PPK mājsaimniecību posmu (Quested & Johnson, 2009) un ko parasti piemēro pētījumos, kas vēltīti mājsaimniecību pārtikas atkritumiem. Tomēr dažos gadījumos PZA tiek definēti atšķirīgi vai vispār netiek definēti.

PZA tiek klasificēti, pamatojoties uz ēdamību (ēdamie vai neēdamie) un novēršamību (novēršami vai nenovēršami) (Chauhan et al., 2021). Daži pētījumi koncentrējas tikai uz ēdamajiem PZA, bet citi – gan uz ēdamajiem, gan neēdamajiem PZA, tādējādi terminu lietošana var būt nekonsekventa (Lebersorger & Schneider, 2011). Tādas pārtikas daļas kā, piemēram, mizas, ādas, sēklas, lapas un kauli no dažādiem augu un dzīvnieku izcelsmes pārtikas produktiem parasti nav paredzētas lietošanai cilvēku uzturā un tiek uzskatītas par neēdamām. Tomēr nav vienkārši noteikt, kas ir ēdams un kas nav. To var ietekmēt kultūras un sociālekonomiskie faktori, audzināšana un izpratne (Teigiserova et al., 2020). Dažādu uzvedības un attieksmes iemeslu dēļ ēdamais pārtikas produkts var kļūt par atkritumiem. Termins “ēdamais” attiecas uz pārtiku, ko var ēst vai ko varētu patērēt cilvēku uzturā. Piemēram, tā var būt pārtika, kas joprojām ir droša lietošanai uzturā, bet dažādu iemeslu, piemēram, uztura ieradumu, dēļ tiek izmesta, vai pārtika, kas bijusi paredzēta lietošanai uzturā, bet sabojājās (piemēram, sapuva) vai ir beidzies tās derīguma termiņš “izlietot līdz”, un tādēļ vairs netiek uzskatīta par drošu lietošanai uzturā. Tādu dažkārt sauc par “kādreiz ēdamās pārtikas atkritumiem” (no angļu val. – *once-edible food*), lai izvaiļtos no neskaidrībām par vārda “ēdamais” lietošanu, kas varētu liecināt, ka pārtiku joprojām var ēst (Sigala et al., 2024).

2. tabula. Pārtikas zudumi un pārtikas atkritumi vispārpieņemtajos definīciju ietvaros

Termins	Lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdes posmi							Iekļaušana		Galamērķis		
	AP-1	AP-2	PP	PM	RD	FS	HH	Ēdamā daļa	Neēdamā daļa	Šķidrumi	Dzīvnieku barība	Pārstrāde
Novēršamie pārtikas atkritumi ¹	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	NA
Novēršamie un iespējami novēršamie pārtikas atkritumi ¹	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	NA
Pārtikas zudumi ²	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NA	✓	✓	NA
Pārtikas zudumi ³	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	NA	NA	NA
Pārtikas zudumi un atkritumi ⁴	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Pārtikas atkritumi ⁵	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x
Pārtikas atkritumi ⁶	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	NA
Pārtikas atkritumi ³	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	NA	NA	NA

NA – nav norādīts; * Pārīka, kas paredzēta dzīvnieku barībai vai pārstrādei un klasificēta kā pārtikas zudumi vai pārtikas atkritumi, ✓ – iekļauts; x – neiekļauts

¹(Quested & Johnson, 2009); ²(FAO, 2014); ³(Gustavsson et al., 2011, 2013); ⁴(Hanson et al., 2016); ⁵(Östergren et al., 2014); ⁶(EC, 2018a)

Neatkarīgi no definīcijas, tieši ēdamie pārtikas atkritumi ir būtiski pārtikas atkritumu rašanās mazināšanas mērķu sasniegšanā. Turklāt terminus “novēršami” (no angļu val. – *avoidable*) un “nenovēršami” (no angļu val. – *unavoidable*) izmanto, lai nošķirtu pārtikas atkritumus, kuru rašanos var novērst vai samazināt, no tiem, kurus nevar. Pētījumos arī ierosināts, ka valstīs jāidentificē, kas attiecīgajā valstī tiek uzskatīts par ēdamu un kas par neēdamu (Teigiserova et al., 2020).

Pārtikas atkritumus var iedalīt cietās un šķidrās frakcijās. Šķidrās frakcijas ietver dzeramo ūdeni, citus dzērienus vai šķidrumus, piemēram, eļļas un taukus, zupas un mērces. Materiāla īpašību dēļ šķidrie pārtikas atkritumi bieži tiek

apsaimniekoti dažādos veidos, piemēram, novadīti kanalizācijas sistēmā vai tiek savākti atsevišķi, kā tas ir eļļu un tauku gadījumā.

Ar procesu saistītā terminoloģija

PPK dažādajām plūsmām var novērot dažādus terminus, piemēram, “blakus plūsma” (no angļu val. *side flow*) lauksaimniecības produkcijas ražošanā (AP-1 un AP-2) un primārajā ražošanā (PP), lai nošķirtu to no pārtikas zudumiem vai pārtikas atkritumiem PPK (Franke et al., 2016; Hartikainen et al., 2018).

Termini “uzglabāšanas atkritumi” (no angļu val. – *storage waste*), “uzglabāšanas zudumi” (no angļu val. – *storage loss*), “gatavošanas zudumi” (no angļu val. – *preparation loss*), “pasniegšanas zudumi” (no angļu val. – *serving loss*), “nepasniegtā pārtika” (no angļu val. – *non-served/unserved food*) (Boschini et al., 2018), “pārpalikumi” (no angļu val. – *leftovers*), “uz šķīvja atstātais neapēstais ēdiens” (no angļu val. – *plate waste*) tiek izmantoti, lai raksturotu atkritumu plūsmas restorānos un ēdināšanas pakalpojumu nozarē (Engström et al., 2004). Šīs plūsmas ir saistītas ar uzglabāšanas, pagatavošanas, pasniegšanas un maltītes ieturēšanas procesiem. Lai gan atkritumi, kas rodas maltītes ieturēšanas laikā ir pārtikas atkritumi, tie neatspoguļo kopējo atkritumu daudzumu, jo tie neietver pārtikas atkritumus, kas rodas pārtikas uzglabāšanas un pagatavošanas laikā. Pārtikas atkritumu klasifikāciju mājāsaimniecībā var veidot, pamatojoties uz (1) procesa posmu, piemēram, “pagatavošanas atlikumi” (no angļu val. – *preparation residues*), “pārpalikumi” (no angļu val. – *leftovers*), “pilnībā neizmantoti pārtikas produkti” (no angļu val. – *whole unused foods*), “daļēji patērēta pārtika” (no angļu val. – *partly consumed foods*) un “neklasificējamie atlikumi” (no angļu val. – *not classifiable remainder*) vai (2) pārtikas iepakojumu (oriģinālajā pārdošanas iepakojumā vai citā) (Lebersorger & Schneider, 2011). Mājāsaimniecību posmā izmanto arī nedaudz atšķirīgus novēršamo pārtikas atkritumiem terminus, piemēram, “maltīšu pārpalikumi” (no angļu val. – *meal leftovers*) un “uzglabāšanas pārpalikumi” (no angļu val. – *leftovers after storage*), “pilnīgi neizmantoti pārtikas produkti” (no angļu val. – *completely unused foods*) un “daļēji izmantoti pārtikas produkti” (no angļu val. – *partly used foods*) (van Herpen et al., 2019), bet to definīcijas ir līdzīgas tām, ko ieviesis Lebersorger et al. (2011). Pārtikas atkritumus, kas rodas mazumtirdzniecības un izplatīšanas, kā arī restorānu un ēdināšanas pakalpojumu posmos dēvē arī par tirdzniecības atkritumiem (no angļu val. – *commercial food waste*).

Blakusprodukti

Blakusprodukti nav konkrēta pārtikas pārstrādes un ražošanas procesa galvenais produkts, bet ir noteikta apstrādes vai pārveidošanas procesa neatņemama sastāvdaļa. Piemēram, sūkļu veidošanās ir neatņemama biežpiena vai siera ražošanas sastāvdaļa, tādējādi to var uzskatīt par blakusproduktu. Blakusprodukti netiek klasificēti kā pārtikas atkritumi, ja vien tie netiek pakļauti

atkritumu apstrādei. ES Atkritumu pamatdirektīvas 5. pantā ir noteikts, ka jāveic atbilstoši pasākumi, lai novērstu blakusproduktu pārvēršanos atkritumos.

Dzīvnieku izcelsmes blakusprodukti tiek regulēti ES. Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (EK) Nr. 1069/2009, ar ko nosaka veselības aizsardzības noteikumus attiecībā uz dzīvnieku izcelsmes blakusproduktiem un atvasinātiem produktiem, kas nav paredzēti cilvēku patēriņam (turpmāk – Dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu regula), ir vērsta tieši uz dzīvnieku izcelsmes blakusproduktiem (EC, 2009). Saskaņā ar Dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu regulu “dzīvnieku blakusprodukti” ir *“dzīvnieku veseli ķermeņi vai to daļas, dzīvnieku izcelsmes produkti vai citi no dzīvniekiem iegūti produkti, kas nav paredzēti cilvēku patēriņam, tostarp olšūnas, embriji un sperma”*. Dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu regula nosaka blakusproduktu definīciju, klasifikāciju un noteikumus attiecībā uz to turpmāko izmantošanu. Blakusprodukti, kas tiek apsaimniekoti kā atkritumi, tiek uzskatīti par atkritumiem. Dzīvnieku blakusprodukti tiek iedalīti trīs atšķirīgās kategorijās atkarībā no riska līmeņa attiecībā uz cilvēku un dzīvnieku veselību un vidi. 1. kategorija attiecas uz augstu risku, 2. kategorija – uz vidēju risku, bet trešā kategorija – uz zemu risku, kā noteikts attiecīgi Dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu regulas 8., 9. un 10. pantā. Trešās kategorijas grupā galvenokārt ietilpst blakusprodukti, kas saistīti ar pārtikas pārstrādi, piemēram, kaušanu, zivju pārstrādi, piena un olu pārstrādi. Turklāt šajā grupā ietilpst dzīvnieku izcelsmes produkti, kas vairs nav paredzēti cilvēku patēriņam, piemēram, komerciālu iemeslu dēļ vai iepakojuma defektu dēļ, kā arī ēdināšanas atkritumi. Saskaņā ar PPĶ trešās kategorijas blakusprodukti rodas gaļas (ieskaitot medniecības), zivsaimniecības un akvakultūras pārstrādes un ražošanas posmā. Tie neietver blakusproduktus, kas rodas kaušanas procesā vai pirms šiem procesiem. Tomēr blakusproduktiem, tostarp tiem, kas nav saistīti ar gaļu, zivīm vai akvakultūras produktiem, trūkst vienotas sistematizācijas, jo īpaši attiecībā uz to kvantificēšanu.

Trešās kategorijas blakusprodukti nerada risku dzīvnieku vai cilvēku veselībai. Tos var izmantot dzīvnieku barībā, bet Dzīvnieku izcelsmes blakusproduktu regula to atļauj tikai dzīvniekiem, kas nav paredzēti pārtikas ražošanai cilvēku patēriņam. Tas galvenokārt ir darīts, lai novērstu patogēnu pārnešanu starp dzīvniekiem un cilvēkiem, jo īpaši govju sūkļveida encefalopātiju (BSE). BSE izplatīšanās Apvienotajā Karalistē 1980. un 1990. gados, bija priekšnoteikums stingrākiem noteikumiem par dzīvnieku blakusproduktu izmantošanu barībā. ES EFSA sniedz neatkarīgus zinātniskus pierādījumus un atbalstu saistībā ar pārtikas un barības drošības pasākumiem. Tas ietver riska novērtējumu saistībā ar dzīvnieku blakusproduktu izmantošanu.

Netiešie pārtikas zudumu un atkritumu aspekti

Lauksaimniecības atkritumi var būt bioloģiski noārdāmi, piemēram, lauksaimniecības atliekas pēc ražas novākšanas un kūtsmēsli, vai neorganiskas

izcelsmes, piemēram, palīgmateriāli un lauksaimniecības plastmasas plēve, ko izmanto lauksaimniecības produkcijas ražošanā un kas kļūst par atkritumiem. Ar iepakojuma atkritumiem saprot dažāda veida materiālus (papīru, plastmasu, metālu, kompozītmateriālus), kurus izmanto pārtikas produktu drošai pārvadāšanai un uzglabāšanai. Tomēr iepakojums netiek uzskatīts par pārtikas atkritumiem. Ūdens, enerģija (siltums un elektrība) un citi pārtikas ražošanas, izplatīšanas, pagatavošanas procesos izmantotie resursi netiek uzskatīti par pārtikas atkritumiem, bet drīzāk attiecas uz attiecīgā procesa resursu izmantošanas efektivitāti PPĶ. Šī informācija ir svarīga, novērtējot ietekmi uz vidi un ekonomiku.

Sastāvs

Aprites bioekonomika vērsta ne tikai uz materiālu izmantošanas pagarināšanu ekonomikā, bet arī uz to materiālu atkārtotu ievadīšanu aprītē, kuru izmantošana saskaņā ar sākotnējo mērķi ir beigusies. Materiālu sastāva izpratne ir svarīga materiālu pārstrādei un valorizācijai. Tipoloģija, savākšanas avots un ģeogrāfiskā izcelsme ir faktori, kas ietekmē sastāva variācijas nozīmīgāk nekā ievākšanas sezona un uzglabāšanas temperatūra (Moonsamy et al., 2024). Turklāt dzīvnieku un augu izcelsmes materiālu sastāvs ir atšķirīgs. Sastāvu var iedalīt bioķīmiskajā, elementu un fizikāli ķīmiskajā. Bioķīmiskais sastāvs attiecas uz ogļhidrātiem, šķiedru, celulozi, hemicelulozi, lignīnu, cieti, lipīdiem un olbaltumvielām. Elementu sastāvs attiecas uz C/N attiecību, CNHSO (oglekļa, slāpekļa, ūdeņraža, sēra un skābekļa) elementu sastāvu, kā arī makro- un mikroelementiem. Fizikāli ķīmiskās īpašības ietver tādu parametru kā sausas, kopējo cieto vielu, gaistošo vielu, pelnu saturu, sadegšanas siltuma un ķīmiskā skābekļa patēriņa noteikšanu (Moonsamy et al., 2024).

1.4. Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas mērķi ES

Līdz 2035. gadam sadzīves atkritumu sagatavošana atkārtotai izmantošanai un pārstrādei jāpalielina vismaz līdz 65 % no radīto atkritumu masas. Atlikšana par 5 gadiem ir iespējama, ja ES dalībvalsts 2013. gadā sagatavoja atkārtotai izmantošanai un pārstrādāja mazāk nekā 20 % no radīto atkritumu masas vai apglabāja poligonos vairāk nekā 60 % sadzīves atkritumu (EC, 2018a). No 2030. gada visi materiāli, ieskaitot bioloģiski noārdāmos atkritumus, kas ir piemēroti pārstrādei, materiālu vai enerģijas atgūšanai, ir jāpārvirza prom no apglabāšanas poligonos (EC, 2018b).

2025. gadā Atkritumu pamatdirektīva tika papildus grozīta ar Direktīvu (ES) 2025/1892, ieviešot atsevišķu pantu (9.a pants) par pārtikas atkritumu rašanās novēršanu (EC, 2025b). Šajā pantā ierosināts:

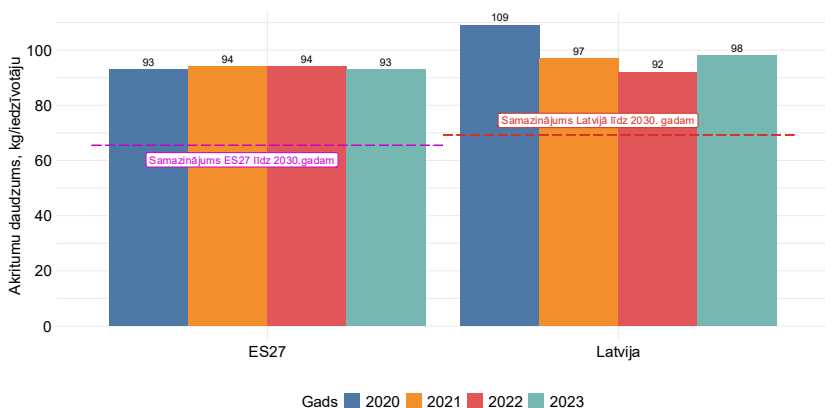
- 1) veikt pasākumus, lai mainītu cilvēku uzvedību, kā arī organizēt informācijas kampaņas par pārtikas atkritumu rašanās novēršanu un mazināšanu;
- 2) nodrošināt pārtikas atkritumu plūsmu uzraudzību, lai identificētu un novērstu neefektivitāti un veicinātu sadarbību;
- 3) veicināt pārtikas ziedošanu un cita veida pārdali, izvirzot par prioritāti izmantošanu cilvēku uzturā, nevis dzīvnieku barībā vai pārstrādē nepārtikas produktos;
- 4) veicināt apmācību un prasmju pilnveidi, kā arī finansējuma nodrošināšanu;
- 5) sekmēt pārtikas atkritumu rašanās novēršanas inovāciju un tehnoloģisko risinājumu attīstību.

Sākot no 2035. gada, poligonos drīkst apglabāt ne vairāk kā 10 % no kopējā sadzīves atkritumu daudzuma. Dati no 2024. gada pētījuma par atkritumu sastāvu Latvijā liecina, ka vidēji pārtikas atkritumi veido 21,03 % no kopējiem nešķīrotajiem sadzīves atkritumiem, kas rodas mājāsaimniecībās, mazumtirdzniecības sektorā un birojos. Citi bioloģiski noārdāmie atkritumi veido vidēji 6,24 % no kopējā nešķīroto sadzīves atkritumu daudzuma (SIA “Geo Consultants”, 2024).

Bioloģiski noārdāmo atkritumu (jeb bioloģisko atkritumu) šķirošana un atsevišķa savākšana ES ir obligāta kopš 2024. gada janvāra. Atkritumu pamatdirektīvas (ES) 2018/851 22. pants nosaka, ka bioloģiskie atkritumi jāšķiro un jāpārstrādā to rašanās vietā vai jāsavāc atsevišķi, tos nemaisot ar citiem atkritumu veidiem. Pārtikas atkritumi ir viens no bioloģisko atkritumu veidiem. Bioloģiskie atkritumi ietver ne tikai pārtikas atkritumus, bet arī dārza un parku atkritumus. Tādējādi, runājot par obligāto bioloģisko atkritumu atsevišķo savākšanu ES, tiek domāti ne tikai pārtikas atkritumi.

Atkritumu pamatdirektīva (ES) 2025/1892 nosaka saistošus pārtikas atkritumu rašanās samazināšanas mērķus visām Eiropas Savienības dalībvalstīm (turpmāk – dalībvalstis). Līdz 2030. gada beigām dalībvalstīm ir:

- jāsamazina pārtikas atkritumu radīšana PPK pārstrādes un ražošanas posmā par 10 % salīdzinājumā ar gada vidējo rādītāju laika posmā no 2021. līdz 2023. gadam (kā ziņots *Eurostat*);
- jāsamazina pārtikas atkritumu radīšana uz vienu iedzīvotāju kopā mazumtirdzniecībā un izplatīšanā, restorānos un ēdināšanas pakalpojumu nozarē, kā arī mājāsaimniecībās par 30 % salīdzinājumā ar gada vidējo rādītāju laika posmā no 2021. līdz 2023. gadam (3. attēls) (kā ziņots *Eurostat*).



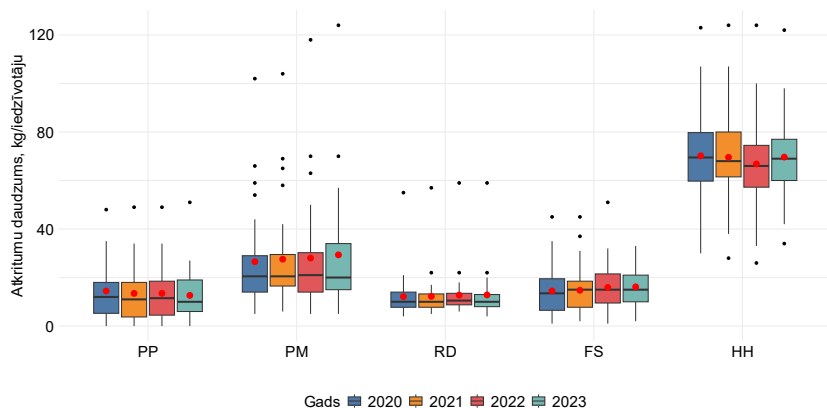
3. attēls. Pārtikas atkritumu daudzums uz vienu iedzīvotāju reģionālajās attīstības zonās (RD), lauku apgabalos (FS) un mājāsaimniecībās (HH) laika posmā no 2020. līdz 2023. gadam, dalībvalstu Eurostat sniegtie dati (autores veidots, Eurostat dati)

“Samazinājums Latvijā līdz 2030. gadam” attiecas uz 30 % samazinājuma mērķi, kas aprēķināts, ņemot vērā vidējo pārtikas atkritumu daudzumu uz vienu iedzīvotāju Latvijā laika posmā no 2021. līdz 2023. gadam (3. attēls), savukārt “Samazinājums ES27 līdz 2030. gadam” attiecas uz 30 % samazinājuma mērķi, ņemot vērā vidējo pārtikas atkritumu daudzumu uz vienu iedzīvotāju ES27 valstīs laika posmā no 2021. līdz 2023. gadam.

Atkritumu pamatdirektīva ir jāpārņem dalībvalstu nacionālajos tiesību aktos. Latvijā galvenais tiesību akts atkritumu jomā ir Atkritumu apsaimniekošanas likums (AAL). Latvijas Republikas Nacionālais atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns (AAVP) laika posmam no 2021. līdz 2028. gadam ir galvenais politikas plānošanas dokuments atkritumu apsaimniekošanas jomā. AAVP ietver atsevišķu sadaļu par pārtikas atkritumiem – Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas programmu. Atkritumu pamatdirektīva nosaka, ka ES dalībvalstīm jānovērtē sava Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas programma saistībā ar pārtikas atkritumu rašanās samazināšanas mērķiem.

2023. gadā pārtikas atkritumu daudzums ES vidēji sasniedza 130 kg uz vienu iedzīvotāju visā PPK. Lielākais daudzums tika radīts mājāsaimniecībās – 69 kg uz vienu iedzīvotāju. Primārā ražošana veidoja 12 kg uz vienu iedzīvotāju, pārstrāde un ražošana – 24 kg uz vienu iedzīvotāju, mazumtirdzniecība un izplatīšana – 10 kg uz vienu iedzīvotāju, kā arī restorāni un ēdināšanas pakalpojumi – 14 kg uz vienu iedzīvotāju. Tomēr dati no katras ES27 dalībvalstīm liecina par ievērojamām atšķirībām (4. attēls). Turklāt pārtikas atkritumu rašanās samazinājums gadu gaitā joprojām nav novērojams, izņemot nelielu samazinājumu primārās ražošanas posmā. Piemēram, pārtikas atkritumu

daudzums mājāsaimniecībās svārstījās no 34 kg uz vienu iedzīvotāju Slovēnijā līdz 122 kg uz vienu iedzīvotāju Portugālē.



4. attēls. Pārtikas atkritumu daudzums uz vienu iedzīvotāju gadā 27 ES dalībvalstīs visā PPĶ (sarkanie punkti attēlo vidējās vērtības; autores veidots, Eurostat dati)

Neraugoties uz Atkritumu pamatdirektīvā (ES) 2025/1892 noteiktajiem ES mēroga pārtikas atkritumu samazināšanas mērķiem, datu kvalitāte joprojām ir nepietiekama. Dati par pārtikas atkritumiem tiek apkopoti kopā, nenošķirot novēršamos un nenovēršamos atkritumus. Turklāt ES mērķi ir noteikti attiecībā uz kopējo pārtikas atkritumu daudzumu, kas tiek ziņots *Eurostat*. Atšķirības pārtikas atkritumu daudzumā (kg) uz vienu iedzīvotāju ES nevar pilnībā izskaidrot, jo izmantotās metodikas netika publicētas (UNEP, 2024). Vienota metodika pārtikas atkritumu daudzuma mērīšanai var uzlabot datu salīdzināmību starp dažādām valstīm, PPĶ posmiem vai nozarēm (Fabi et al., 2021; Spang et al., 2019). ES deleģētais lēmums nosaka vienotu pieeju pārtikas atkritumu kvantificēšanai. Tomēr praktisko īstenošanu ietekmē pieejamie tehniskie, finanšu un cilvēkresursi, kā arī izpratne par šādas datu vākšanas plašāku nozīmi valstu līmenī. Trūkst kvantitatīvu datu par novēršamajiem pārtikas atkritumiem (UNEP, 2024). Piemēram, ES deleģētajā lēmumā par vienotiem pārtikas atkritumu mērījumiem nav pietiekamas informācijas par paraugu lieluma reprezentativitāti un labāko pieejamo datu izmantošanu gadījumos, kad nav veikti padziļināti pārtikas atkritumu mērījumi (Leverenz et al., 2021). Pirms jaunajiem Atkritumu pamatdirektīvas grozījumiem 2025. gadā, nosakot pārtikas atkritumu daudzumu, tūrisms netika ņemts vērā.

1.5. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana ES

Ņemot vērā ES atkritumu novēršanas mērķus 2030. gadam, proti, sasniegt vismaz 65 % sadzīves cieto atkritumu pārstrādes rādītāju un ne vairāk kā 10 % apglabāšanas rādītāju līdz 2035. gadam, atkritumu apstrāde būtu jāsaskaņo ar atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas iniciatīvām.

Lai izvēlētos atbilstošus pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas pasākumus, ir svarīgi noteikt atsaucē stāvokli, pret kuru tiek mērīts progress. Salīdzināmi dati ir būtiski pārtikas atkritumu rašanās novēršanas pasākumu īstenošanai (Corrado & Sala, 2018) un atkritumu rašanās novēršanas mērķu sasniegšanā. Dažādas PPĶ ieinteresētās personas (lauksaimnieki, ražotāji, mazumtirgotāji, ēdināšanas uzņēmumi, mājsaimniecības) ne vienmēr ir gatavas brīvprātīgi dalīties ar datiem, ja tādi ir pieejami, vai piedalīties radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanā, lai iegūtu primāros datus. Turklāt, ja pārtikas atkritumu definīcija netiek interpretēta vienādi, ir grūti iegūt reprezentatīvus un salīdzināmus datus, piemēram, par PPĶ konkrētu posmu vai tās apakšnozari valsts līmenī. Tāpēc ir nepieciešams izveidot valsts līmenī labi funkcionējošu datu vākšanas sistēmu.

Lai novērtētu radīto pārtikas atkritumu daudzumu, plaši tiek izmantotas netiešas kvantificēšanas metodes. Agrāk pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana bija sadrumstalota, jo trūka vienotas metodikas un vadlīniju, kā arī brīvprātīgas uzraudzības un ziņošanas prasību ES līmenī. Atbilstoši Atkritumu pamatdirektīvas prasībām Eiropas Komisija pieņēma ES deleģēto lēmumu. ES deleģētais lēmums ir pirmā ES mēroga iniciatīva vienotai radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai, kas saistoša visām ES27 dalībvalstīm. Tās mērķis ir sasniegt pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un mazināšanas mērķus ES. Pamatojoties uz Atkritumu pamatdirektīvas (ES) 2018/851 prasībām, kopš 2020. gada ES dalībvalstīm ir obligāti jāziņo par radīto pārtikas atkritumu daudzumu katrā no PPĶ posmiem. Šā iemesla dēļ ne visas valstis ir izstrādājušas skaidras procedūras, lai sistemātiski vāktu reprezentatīvus datus, tos analizētu, uzglabātu un ilgtermiņā uzraudzītu. ES deleģētajā lēmumā pārtikas atkritumu definīcijā ir iekļautas pārtikas gan ēdamās, gan neēdamās daļas (EC, 2018a), savukārt FAO metodoloģijā (Gustavsson et al., 2011) neēdamās daļas nav iekļautas.

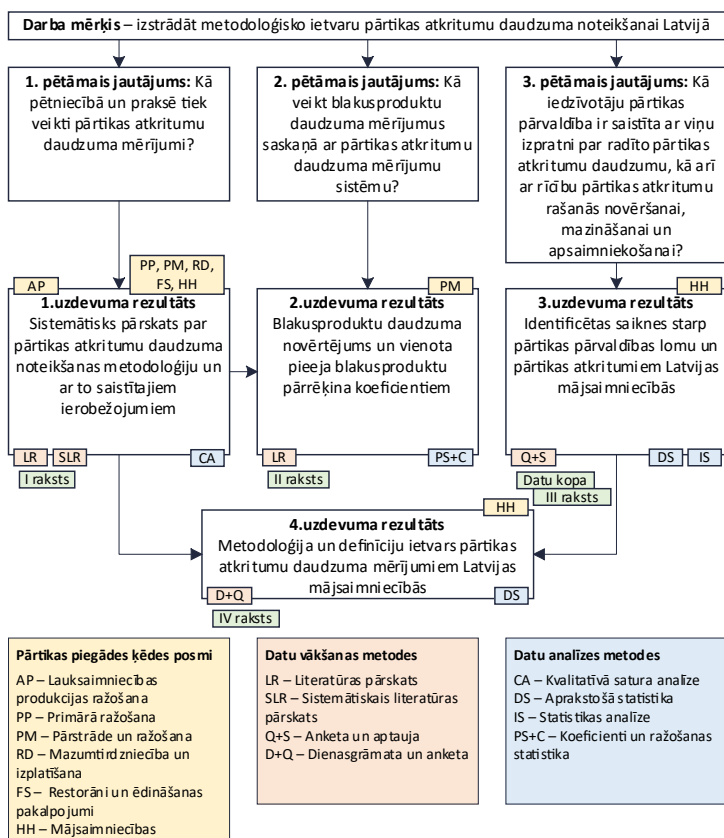
Lai gan ES dalībvalstīm ir jāapkopo, jāuzrauga un jāziņo *Eurostat* par radīto pārtikas atkritumu daudzumu, kas rodas katrā PPĶ posmā, attiecīgo PPĶ posmu dalībnieku līdzdalība ir brīvprātīga. Obligāta ziņošana varētu darboties kā pārvaldības mehānisms, lai palielinātu centienus pārtikas atkritumus kvantificēt (Eriksson et al., 2019). Piemēram, Lietuvā pārtikas pārstrādes un ražošanas (Eičaitē et al., 2023) un mazumtirdzniecības un izplatīšanas (Eičaitē et al., 2022a) uzņēmumiem nebija pienākuma ziņot par radīto pārtikas atkritumu

daudzumu, un tie šādus datus brīvprātīgi nepublicēja. Iestādei, kas atbildīga par ziņošanu *Eurostat*, tas apgrūtināja datu vākšanu un sniegšanu.

Pat ja dažādos pētījumos tiek lietots viens un tas pats termins, tā nozīme var atšķirties. Lai uzlabotu datu salīdzināmību, ir būtiski nodrošināt saskaņotu definīciju ietvaru (Hartikainen et al., 2018). Pārtikas zudumu un atkritumu uzskaites un ziņošanas standarts (turpmāk – PZA standarts) nosaka vadlīnijas PZA kvantificēšanai (Hanson et al., 2016). Lai gan PZA standarts nepiedāvā skaidru PZA definīciju, tajā ir norādīti materiālu veidi un to iespējamie galamērķi kas nosaka, vai attiecīgais materiāls uzskatāms par PZA vai ne. Pamatojoties uz apsvērumiem, PZA definīcija var atšķirties atkarībā no attiecīgā PPĶ posma, PZA novēršamības (novēršami vai nenovēršami), ēdamības (ēdamās vai neēdamās frakcijas) un to galamērķa.

2. Materiāli un metodes

Šī promocijas darba empīriskais pētījums balstās uz veikto literatūras pārskatu (1. nodaļa “Teorētiskais pamatojums”). Promocijas darba metodoloģija pamatojas uz kvalitatīvo un kvantitatīvo metožu kombināciju datu vākšanai un analīzei un parāda saikni starp pētāmajiem jautājumiem, uzdevumiem un promocijas darba rezultātiem (5. attēls). 1. uzdevuma izpilde veido pētījuma teorētisko daļu, kas saistīta ar metodoloģisko pamatu pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai, savukārt pārējie uzdevumi veido praktisko pētījumu.



5. attēls. Promocijas darba struktūra

Sistemātiskais literatūras pārskats sniedz zināšanas par radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas procedūru, ko izmanto pētniecībā lauksaimniecības produkcijas un pārtikas piegādes ķēdē, un norāda uz trūkumiem pārtikas atkritumu kvantificēšanas metodoloģijā, kas var ietekmēt pārtikas atkritumu datu interpretāciju un izmantošanu. Šī informācija palīdz uzlabot metodoloģisko precizitāti, plānojot turpmākos pārtikas atkritumu daudzuma datu vākšanas un monitoringa pētījumus. Īpaši jāņem vērā, ka pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana Latvijā atrodas sākuma stadijā. Lai gan šajā darbā kā normatīvais ietvars izmantots ES tiesiskais regulējums, kurā termins “pārtikas zudumi” netiek lietots, sistemātiskajā literatūras pārskatā ir ņemti vērā gan “pārtikas zudumi”, gan “pārtikas atkritumi”. Tas atspoguļo faktu, ka šie termini dažkārt tiek lietoti kā sinonīmi vai ka dažos vispārpieņemtajos metodoloģiskajos vai definīciju tvērumos katrs termins tiek attiecināts uz konkrētiem lauksaimniecības produkcijas un pārtikas piegādes ķēdes posmiem.

Lai gan blakusproduktus neuzskata par pārtikas atkritumiem, ņemot vērā, ka to rašanās ir nenovēršama, tie var kļūt par pārtikas atkritumiem. Sistematizētu zināšanu trūkums par blakusproduktiem ierobežo pamatotu lēmumu pieņemšanu, kas nepieciešama, lai efektīvi pārvaldītu un integrētu sekundāros bioloģiskos resursus kā izejmateriālus aprīes bioekonomikā. II raksta mērķis ir sniegt blakusproduktu sistematizētu klasifikāciju un to masas novērtējumus valstu līmenī. Šajā pētījumā ir izklāstīti metodoloģiskie apsvērumi un sistēmas robežas, kas papildina ES deleģēto lēmumu, un sniegti blakusproduktu daudzuma aprēķini, pamatojoties uz pārtikas ražošanas statistiku un koeficientiem.

Pārtikas atkritumu rašanās novēršana un samazināšana ir prioritāte ES atkritumu politikā, tomēr izpratne par pārtikas atkritumu cēloņiem joprojām ir nepietiekama, lai pieņemtu praktiski īstenojamus pasākumus, kas varētu samazināt pārtikas atkritumu rašanos. Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas stimuli tiek prioritizēti individuālā (patērētāju) līmenī, un radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana tiek uzskatīta par svarīgu instrumentu pārtikas atkritumu rašanās novēršanas, mazināšanas un pārvaldības pasākumos. Balstoties uz I rakstā izklāstītajiem secinājumiem, III raksts koncentrējas uz pārtikas atkritumu kvalitatīvajiem aspektiem. Lai gan pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana galvenokārt attiecas uz pārtikas daudzuma noteikšanu, kvalitatīvie aspekti palīdz izpētīt plašākus pārtikas patēriņa un pārtikas atkritumu rašanās aspektus, kas var palīdzēt risināt jautājumus par pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un mazināšanas iniciatīvām un to, kā identificēt īstenojamus pasākumus, izmantojot radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas datus. Lai saistītu radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu ar pārtikas atkritumu rašanās novēršanu, mazināšanu un pārvaldību, III raksta mērķis ir izprast saikni starp māsaimniecību pārtikas pārvaldības praksi, piemēram, plānošanu, iepirkšanu un gatavošanu, un pārtikas atkritumiem. Ņemot vērā ES

deleģētā lēmuma prasības par obligāto pārtikas atkritumu kvantificēšanu, III raksts pievēršas tam, kā indivīdu izpratne, attieksme un motivācija ir saistīta ar pārtikas atkritumu daudzumu, kā arī tam, kādas pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un mazināšanas darbības un pasākumi tiek uzskatīti par noderīgiem.

IV rakstā izstrādāta metodoloģiskā pieeja pārtikas atkritumu kvantificēšanai Latvijas mājsaimniecībās, kurās iepriekš nav veikti sistemātiski pārtikas atkritumu mērījumi. Metodoloģiskā pieeja (2.5. nodaļa “Metodoloģija pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai mājsaimniecībās”) balstās uz promocijas darba teorētiskā pamatojuma un sistemātiskā literatūras pārskata rezultātiem, lai saskaņotu pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu ar ES tiesiskā regulējuma prasībām.

2.1. Pārtikas atkritumu definīcijas ietvars

Šajā promocijas darbā ES tiesiskais regulējums ir izmantots par normatīvo pamatu pārtikas atkritumu definēšanai. Komisijas Īstenošanas Lēmums (ES) 2019/2000, ar ko saskaņā ar Eiropas Parlamenta un Padomes Direktīvu 2008/98/EK nosaka pārtikas atkritumu datu ziņošanas un kvalitātes pārbaudes ziņojumu formātu (turpmāk – ES Īstenošanas lēmums) nosaka formātu pārtikas atkritumu datu ziņošanai visos PPĶ posmos (EC, 2019b). Minimālās prasības ietver obligātu pārtikas atkritumu kopējā daudzuma ziņošanu. Šo plūsmu veido gan neēdamās (nenovēršamās), gan ēdamās (novēršamās) pārtikas daļas, kas netiek nošķirtas un kvantificētas atsevišķi. Šīs nosakāmās pārtikas atkritumu plūsmas definīcija saskan ar 1.2.1. nodaļā “Definīcija” skaidroto. Lai pārtikas atkritumu datus uzskaitē būtu detalizētāka, ES Īstenošanas lēmums paredz brīvprātīgu datu vākšanu un ziņošanu par ēdamajām (jeb novēršamajiem) pārtikas daļām, kas sākotnēji bija paredzētas lietošanai cilvēku uzturā, bet kļuva par atkritumiem. Papildus dati par pārtikas atkritumiem, kas notecināti notekūdeņos var tikt vākti un ziņoti brīvprātīgi. Lai arī šī plūsma arī ir uzskatāma par pārtikas atkritumiem, tā ir nodalīta atsevišķi atšķirīgā galamērķa dēļ, proti, šī pūsma nonāk notekūdeņu apsaimniekošanas sistēmā. 3. tabulā ir attēlotas pārtikas atkritumu plūsmas, par kurām jāziņo obligāti un brīvprātīgi, kā arī parādīta to saistība ar pārtikas atkritumu apsaimniekošanas un izmešanas veidiem. Izmantošana dzīvnieku barībai un rūpnieciskai izmantošanai (piemēram, pārstrāde produktos un valorizācija) netiek uzskatīta par atkritumu apstrādi, bet gan par atkritumu rašanās mazināšanas darbībām. Pārtikas atkritumu dati tiek ziņoti svaigmasas vienībās: kopējā masa katrā PPĶ posmā un masa uz vienu iedzīvotāju attiecīgajā PPĶ posmā.

3. tabula. Pārtikas atkritumu daudzuma ziņošana atbilstoši ES tiesiskajam regulējumam

Ziņošana (obligāta/brīvprātīga)	Obligāta	Brīvprātīga	Brīvprātīga
Pārtikas atkritumu frakcija	Pārtikas atkritumu kopējais daudzums	Atkritumu kopējā daudzuma frakcija, kas sastāv no cilvēkiem apēšanai paredzētām pārtikas daļām	Pārtikas atkritumi, kas notecināti kā notekūdeņi vai notecināti notekūdeņos
Pārtikas atkritumu apsaimniekošanas veids	Atkritumu apsaimniekošana (materiālu pārstrāde un barības vielu atgūšana, enerģijas atgūšana, apglabāšana)	Atkritumu apsaimniekošana (materiālu pārstrāde un barības vielu atgūšana, enerģijas atgūšana, apglabāšana)	Notekūdeņu apsaimniekošana
Izmešanas veids rašanās avotā	Nešķīroti sadzīves atkritumi, daļēti vākti bioloģiski noārdāmie atkritumi, mājkompostēšana	Nešķīroti sadzīves atkritumi, daļēti vākti bioloģiski noārdāmie atkritumi, mājkompostēšana	Notecināti kā notekūdeņi

Lai gan blakusproduktu kvantificēšana ir ārpus pārtikas atkritumu kvantificēšanas sistēmas tvēruma, 3. tabulā attēlotie pārtikas atkritumu galamērķi un apglabāšanas veidi palīdz noteikt, kad blakusprodukti klasificējami kā pārtikas atkritumi. Blakusproduktu definīciju tvērums pārtikas pārstrādes un ražošanas posmā, kā arī pārtikas atkritumu definīciju tvērums mājdomniecībā ir sīkāk izklāstīts 2.3.1. nodaļā “Ar blakusproduktiem saistītā terminoloģija” un 2.5.1. nodaļā “Pārtikas atkritumu definīcijas tvērums mājdomniecībā”.

2.2. Sistemātiskais literatūras pārskats

Promocijas darba 1. uzdevums ietver radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumu analīzi visā lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdē, pievēršot uzmanību pētījumu metodoloģijai un ar to saistītajiem ierobežojumiem, kā arī izvērtējot tās atbilstību ES kontekstam, kas izklāstīts I rakstā (Soloha & Dace, 2025).

2.2.1. Protokols

Sistemātisks literatūras pārskats nodrošina, ka visi pārskatīšanai atlasītie dokumenti atbilst iepriekš noteiktiem izslēgšanas un iekļaušanas kritērijiem un sniedz atbildes uz definētajiem pētāmajiem jautājumiem (Mengist et al., 2020). Šis sistemātiskais literatūras pārskats veidots saistībā ar sekojošiem pētāmajiem jautājumiem.

- Kāda ir līdžība un atšķirība analizēto pētījumu rakstu metodoloģiskajā ietvarā (īpašu uzmanību pievēršot tvērumam un datu veidam)?
- Kādas metodes tiek izmantotas PZA kvantificēšanai dažādos PPK posmos?
- Kādi ir visbiežāk minētie PZA kvantificēšanas procedūras ierobežojumi?

Turklāt, salīdzinot ar naratīvo literatūras pārskatu (no angļu val. – *narrative literature review*), sistemātiskais literatūras pārskats ļauj sistemātiski analizēt esošos pētījumus un mazināt atlases neobjektivitāti. 4. tabulā sniegts pārskats par iekļaušanas un izslēgšanas kritērijiem.

4. tabula. Atbilstības kritēriji literatūras atlasei

Atlases soļi	Atlases kritēriji	Iekļaušana	Izslēgšana
Pārskatīšana pēc nosaukuma, kopsavilkuma un atslēgvārdiem	Tēma (pētījuma pārskats)	PZA definīciju ietvars PZA daudzuma kvantificēšanas metodoloģija un metodes PZA daudzuma kvantificēšana	Pētījumi, kas veltīti vienīgi pārtikas atkritumu radīšanas paradumiem, novēršanai, apsaimniekošanai vai pārstrādei
Pilna teksta pieejamības pārbaude	Dokumenta pieejamība	Pieejams pilnā tekstā	Pilna teksta pieejamība nav nodrošināta
Raksta pilna teksta pārskatīšana	Dokumenta veids	Pilna garuma raksti	Recenzijas
	Ģeogrāfiskais pārklājums	Eiropa	Reģioni ārpus Eiropas
	Pētījuma mērķis un uzdevumi	PZA daudzuma kvantificēšanas pētījums	Teorētiskā analīze, PZA daudzuma kvantificēšana nav veikta, kā iepriekš paredzēts

Vispirms raksti tika atlasīti, pamatojoties uz virsrakstu, kopsavilkumu un atslēgvārdiem. Pēc tam, pārbaudot dokumentu pieejamību, tika pārskatīti pilni teksti, lai noteiktu pētījuma ģeogrāfisko pārklājumu un pārbaudītu, vai pētījuma mērķos ir iekļauta radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana. Tas tika darīts, lai nodrošinātu ģeogrāfisko atbilstību Eiropai un iekļautu tikai oriģinālus pētījumus, kuros iekļauta radīto pārtikas atkritumu daudzuma datu vākšana. Visi raksti, kas atbilst iepriekš minētajiem kritērijiem, tikuši atlasīti analīzei, lai izprastu, kā radītie pārtikas atkritumi tiek kvantificēti no pētniecības metodoloģijas viedokļa.

2.2.2. Kvalitatīvā satura analīze

Lai atbildētu uz pētāmajiem jautājumiem, tika pārskatīti raksti, kas tika atlasīti pilna teksta analīzei. Informācija tika apkopota un kodēta, lai identificētu metodoloģiskās atšķirības starp pētījumiem. Analīze tika veikta, izmantojot kvalitatīvo satura analīzi ar tematisko sintēzes pieeju (Flick & Schreier, 2014). Satura analīze tiek definēta kā “pētniecības metode, lai no tekstiem iegūtu atkārtojamus un pamatotus secinājumus par to lietošanas kontekstu” (Krippendorff, 2019). Citiem vārdiem sakot, to izmanto, lai sistemātiski pārbaudītu tekstuālos datus un identificētu tēmas konkrētā kontekstā.

Lai izprastu pētījumu metodoloģijas līdzību un atšķirību analizētajos rakstos, tika pārskatīta rakstu materiālu un metožu sadaļa. No katra pētījuma iegūtā un apkopotā informācija ietvēra pētījuma mērķus un uzdevumus, sistēmas robežas (aptvertie PPK posmi), PZA definīcijas (ieskaitot materiālu veidus un galamērķus), pētījuma izlases veidošanu un reprezentativitāti, izvēlēto PZA kvantificēšanas metodi un izmantotos datu avotus.

Lai izprastu, kādas metodes tiek izmantotas kvantificēšanai dažādos lauksaimniecības produkcijas ražošanas un pārtikas piegādes ķēdes posmos, kā atsaucē analizēto pētījumu rakstos piemēroto kvantificēšanas metožu kategorizēšanai tika izmantoti kvantificēšanas ietvari (5. tabula) – PZA standarts (Hanson et al., 2016) un ES deleģētais lēmums (EC, 2019a).

5. tabula. Kvantificēšanas metodes ES deleģētajā lēmumā (EC, 2019a) un PZA standartā (Hanson et al., 2016)

Metodes veids	Metode ES deleģētajā lēmumā	Metode PZA standartā	Ieteicamā radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metode*					Datu veids
			PP	PM	RD	FS	HH	
Tiešā	Tiešie mērījumi	Tiešā svēršana	✓	✓	✓	✓	✓	Primārie
Tiešā	NA	Tilpuma noteikšana						Primārie
Tiešā	Dienasgrāmata	Dienasgrāmata				✓	✓	Primārie
Tiešā	Atkritumu sastāva analīze	Atkritumu sastāva analīze			✓	✓	✓	Primārie
Tiešā	Skaitīšana / Skenēšana	Skaitīšana			✓	✓		Primārie
Netiešā	Masas balance	Masas balance	✓	✓	✓			Primārie un sekundārie
Netiešā	Anketa	Aptauja	✓	✓				Primārie
Netiešā	Intervija	NA	✓	✓				Primārie

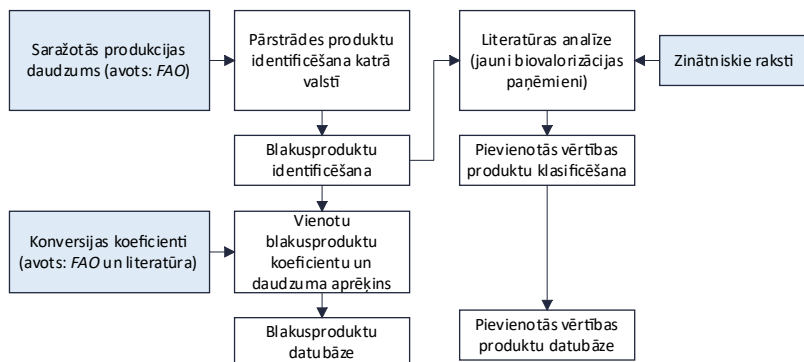
Netiešā	Koeficienti un ražošanas statistika	NA	✓	✓	Sekundārie
Netiešā	NA	Modelēšana			Sekundārie
Netiešā	NA	Aizstājējdati			Sekundārie
Netiešā	NA	Ieraksti			Sekundārie

*NA – metode dokumentā nav iekļauta; *Ieteicamā metode katram PPĶ posmam saskaņā ar ES deleģēto lēmumu.*

Tika izpētīti arī pētījumos minētie ierobežojumi, kas saistīti ar pētījuma veikšanu. Pētījumos izklāstītie ierobežojumi tika apkopoti, lai identificētu aspektus, kas ietekmē kvantificēšanu un iegūto datu ticamību. Šī informācija tika iegūta un apkopota no rezultātu, diskusijas vai atsevišķas ierobežojumu sadaļas, ja tāda bija pieejama. Iegūtie dati tika kodēti, lai identificētu atkārtotojās tēmas, kas pēc tam tika sagrupētas lielākās grupās, kas saistītas ar trim kvantificēšanas procedūras posmiem: pētījuma plānošana, datu vākšana un analīze.

2.3. Blakusproduktu daudzuma novērtēšana

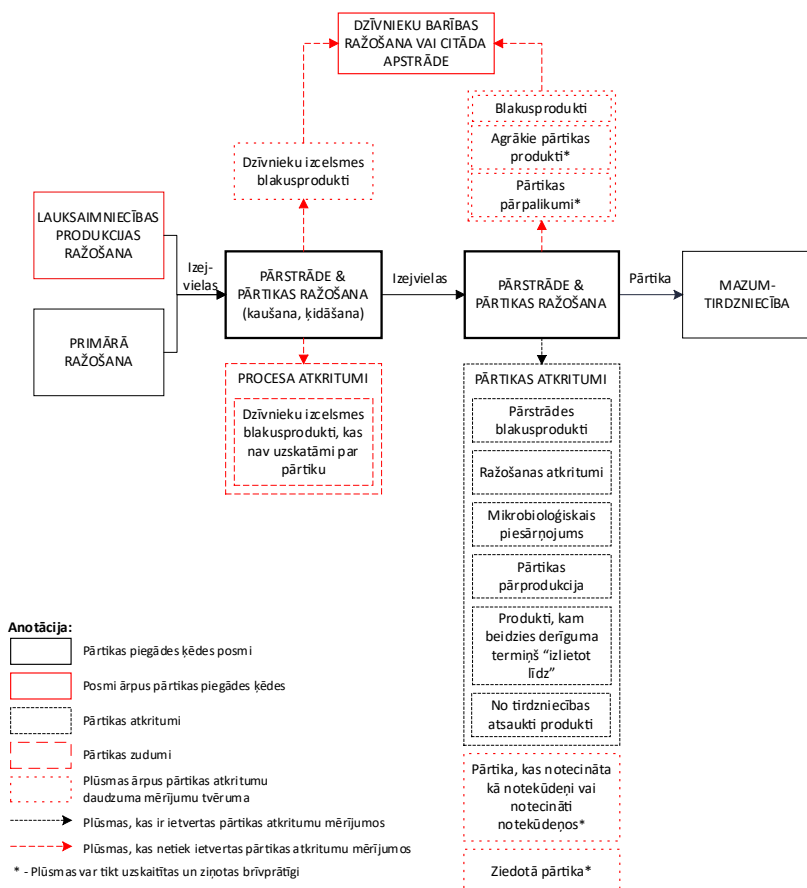
2. uzdevums tika veikts, lai nodrošinātu uz masu balstītu aprēķinu pieeju pārtikas pārstrādes un ražošanas blakusproduktiem, izmantojot vienotus konversijas koeficientus, kā izklāstīts II rakstā (Soloha et al., 2024). ES tiesiskajā regulējumā dzīvnieku izcelsmes blakusprodukti (īpaši gaļa) un to klasifikācija ir definēti salīdzinoši detalizēti nekā augu izcelsmes blakusprodukti. Tāpēc šis pētījums ir vērsts uz augu izcelsmes blakusproduktiem un dzīvnieku izcelsmes blakusproduktiem, izņemot gaļu. Pētījumā uzmanība tika pievērsta astoņām Ziemeļeiropas valstīm (Dānijai, Igaunijai, Somijai, Islandei, Latvijai, Lietuvai, Norvēģijai, Zviedrijai), lai salīdzinātu apjomus valstīs, kas atrodas līdzīgā ģeogrāfiskajā reģionā. Pētījuma metodoloģiskā pieeja ir norādīta 6. attēlā.



6. attēls. Pētījuma metodoloģiskā pieeja

2.3.1. Ar blakusproduktiem saistītā terminoloģija

Blakusproduktus uzskata par atsevišķu materiālu plūsmu, kas raksturīga PPĶ pārtikas pārstrādes un ražošanas posmam. Tā kā blakusprodukti ir neatņemama konkrēta pārtikas pārstrādes procesa sastāvdaļa, to veidošanās tiek uzskatīta par nenovēršamu. PPĶ pārtikas pārstrādes un ražošanas posmā bieži notiek dažādi pārtikas pārstrādes procesi. Šajā pētījumā tika izmantoti termini “primārās pārstrādes produkti (PPP)”, “sekundārās pārstrādes produkti (SPP)”, “terciārās pārstrādes produkti (TPP)”, “tiešie blakusprodukti” un “netiešie blakusprodukti”. Tas nozīmē, ka PPP ir “pārstrādāts pārtikas produkts, kas ražošanas un pārstrādes posmā tiek ražots galvenokārt cilvēku patēriņam, izmantojot izejvielas (augu vai dzīvnieku izcelsmes) no primārās ražošanas (piemēram, augkopības, lopkopības vai zvejniecības)”, SPP ir “produkts, kas ražots, izmantojot PPP kā galveno sastāvdaļu”, TPP ir “pārstrādāts produkts, kas ražots, izmantojot SPP kā galveno sastāvdaļu”. Tiešais blakusprodukts ir materiāls, kas ir daļa no konkrētā pārtikas pārstrādes procesa, bet nav galvenais mērķa produkts (PPP, SPP vai TPP). Netiešais blakusprodukts ir “blakusprodukts, kas neveidojas konkrētā produkta pārstrādes un ražošanas laikā, bet veidojas cita iepriekšējā līmeņa pārtikas produkta (piemēram, PPP) ražošanas laikā, kuru arī izmanto kā sastāvdaļu konkrētā produkta (SPP) ražošanā”. Ir izveidots blakusproduktu definīcijas ietvars un tā saistība ar pārtikas atkritumiem ES deleģētā lēmuma ietvaros (7. attēls). Šis definīciju ietvars tiek piemērots šajā pētījumā.



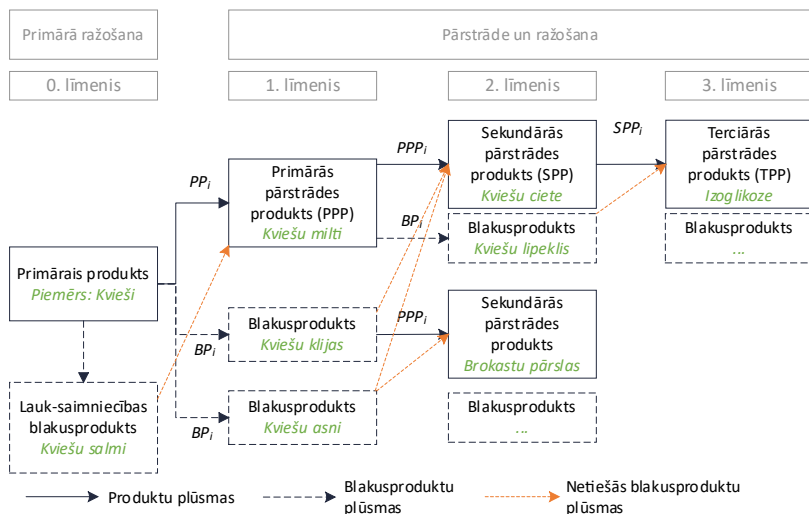
7. attēls. Blakusproduktu definīcijas ietvars un saistība ar pārtikas atkritumiem pārstrādes un ražošanas posmā (autore veidots)

2.3.2. Blakusproduktu daudzuma novērtējums

Blakusproduktu daudzuma aprēķins balstās uz koeficientu un ražošanas statistikas metodes pieeju, kā noteikts ES deleģētajā lēmumā. Lai gan aprēķins balstās uz sekundāriem datiem – statistikas datiem valstu līmenī un literatūrā iegūtiem koeficientiem –, tajās ierosināts vienots aprēķins, ko var atjaunināt, ja kļūst pieejami precīzi vai konkrētam produktam atbilstoši dati. Turpmāk aprakstīta izmantotā ražošanas statistikas un koeficientu metodoloģiskā pieeja.

Ražošanas statistika

Kā datu avots pārstrādāto augkopības un dzīvnieku izcelsmes produktu ražošanas apjomiem tika izmantota FAOSTAT datu bāze “Food Balances: Supply Utilization Accounts” (FAOSTAT, 2023). Pētījumā vispirms tika iegūti ražošanas dati par pārstrādātiem augkopības un dzīvnieku izcelsmes produktiem. Katrs atsevišķs produkts FAOSTAT datu bāzē tiek saukts par “vienību”. Pozīcijas tika sistematizētas, pamatojoties uz ierosināto PPP, SPP un TPP terminoloģiju (8. attēls), un, ja attiecināms, saistīts ar tiešajiem un netiešajiem blakusproduktiem. FAOSTAT produktu saraksta (FCL) un Centrālās produktu klasifikācijas (CPC) kodi tika izmantoti, lai izveidotu produktu aprakstus (definīcijas). Turklāt FCL kodi tika izmantoti, lai definētu produktu līmeņus, kas ļāva nošķirt primāros produktus vai lauksaimniecības produktus (0. līmenis) no PPP (1. līmenis), SPP (2. līmenis) un TPP (3. līmenis).



8. attēls. Pārtikas produktu pārstrāde (autoreis veidots, pamatojoties uz (FAO, 2025))

Koeficienti

Lai aprēķinātu analizēto pārstrādāto produktu blakusproduktu daudzumu, tika pārskatīta literatūra (zinātniskā literatūra un FAO avoti), lai iegūtu kvantitatīvos datus un saskaņotu heterogēnos blakusproduktu ziņošanas formātus (piemēram, kg vai masas % uz ieejas plūsmu vai izejas plūsmu) vienotajos blakusproduktu koeficientos, kas izteikti kā blakusprodukta kg uz pārstrādātā produkta kg (svaigmasas), ļaujot veikt konsekventus kopējo blakusproduktu daudzuma aprēķinus atbilstoši ziņotajai ražošanas apjomu statistikai. Formulas

ir aprakstītas II raksta (Soloha et al., 2024) metodoloģijas sadaļā, un precīzi aprēķini ir iekļauti raksta pielikumos.

2.4. Pārtikas pārvaldības lomas un pārtikas atkritumi mājāsaimniecībās

Promocijas darba 3. uzdevums tika veikts, lai noteiktu saikni starp mājāsaimniecību locekļu pārtikas pārvaldības lomu un pārtikas atkritumiem, kā izklāstīts III rakstā (Soloha et al., 2026).

2.4.1. Pētījuma plāns

Šim pētījumam tika izstrādāta strukturēta anketa (II pielikums). Strukturētā anketa tika izstrādāta, balstoties uz iepriekšējo pētījumu analīzi (Flanagan & Priyadarshini, 2021), (Eičaitē et al., 2021), (van Herpen et al., 2019), (Visschers et al., 2016), (Koivupuro et al., 2012) un kuros tika izmantotas strukturētas anketas. Tā sastāv no 17 slēgtajiem jautājumiem (*f01* līdz *f17*, skatīt II pielikumu), un izstrādāta latviešu valodā. Anketu veido slēgtie jautājumi (jeb fiksētās izvēles jautājumi). Atbilžu varianti ietver dihotomiskos (atbildes – jā/nē), kategoriskos un ordinālos mainīgos. Atvērtie jautājumi netika veidoti, lai izvairītos no grūtībām atbilžu interpretēšanā, kategorizēšanā un datu analīzē.

2.4.2. Pētījuma izlases kopa

Ģenerālā kopa bija visi Latvijas pastāvīgie iedzīvotāji vecumā no 18 līdz 75 gadiem. Lai iegūtu pētījuma izlases kopu, kas būtu reprezentatīva mērķa grupai, tika izmantota stratificēta izlases atlase, pamatojoties uz administratīvi teritoriālajiem slāņiem. Tādējādi, lai gan pētījums ir vērsts uz mājāsaimniecību līmeni, tā uzmanības centrā ir indivīds un viņa loma mājāsaimniecībā. Iegūtais izlases apjoms ir 1007 respondenti. Respondentu sociāldemogrāfiskais profils ir aprakstīts III rakstā (Soloha et al., 2026).

2.4.3. Datu vākšana

Datu vākšanu veikusi neatkarīga pētniecības organizācija, kas organizēja tiešās intervijas respondentu dzīves vietās (tā sauktās Omnibusa aptaujas). Dati ievākti laikā no 2023. gada 13. janvāra līdz 25. janvārim. Iegūtie dati ir anonimizēti, tādējādi respondenti nav identificējami. Jēldati kopā ar metadatiem (strukturēta anketa, kodu grāmata un tehniskā informācija) ir publicēti datu repozitorijā (Soloha et al., 2023).

2.4.4. Datu analīze

Vāktie dati vispirms apkopoti, izmantojot aprakstošo statistiku. Visi mājāsaimniecības locekļi patērē pārtiku un tādēļ tiek uzskatīti par patērētājiem. Tomēr to iesaistīšanās pārtikas pārvaldībā tos atšķir no citiem. Pamatojoties uz

atbildēm par iesaistīšanos pārtikas pārvaldībā (*f02*), tika izveidoti noteikumi un respondenti tika induktīvi iedalīti pilnīgos pārtikas pārvaldītājos (no angļu val. – *full meal managers*), daļējos pārtikas pārvaldītājos (no angļu val. – *partial meal managers*) un ēdienu baudītājos (no angļu val. – *meal enjoyers*) (6. tabula). Šo lomu nosaukumi ir autores veidoti.

6. tabula. Respondentu iedalīšana, pamatojoties uz atbildēm par sešām pārtikas pārvaldības praksēm*

Pārtikas pārvaldības loma	Obligāts nosacījums	Neobligāts nosacījums
Pilnīgi pārtikas pārvaldītāji	plāno UN pērk, UN gatavo	bauda, pērk (ārpus mājām), pērk (mājās)
Daļēji pārtikas pārvaldītāji	plāno UN pērk VAI pērk UN gatavo, VAI plāno UN gatavo, VAI plāno, VAI gatavo	bauda, pērk (ārpus mājām), pērk (mājās)
Ēdienu baudītāji	NEIEKĻAUJ plāno UN gatavo	Jebkura kombinācija no baida, pērk (ārpus mājām), pērk (mājās)

*(1) Plāno – Plānoju maltītes un pirkumus; (2) Pērk – Veicu pārtikas produktu iegādi; (3) Gatavo – Gatavoju ēdienu sev un/vai citiem; (4) Bauda – Baudu citu pagatavoto ēdienu (pats/-i negatavoju); (5) Pērk (mājās) – Iegādājos gatavo ēdienu un baudu to mājās; (6) Pērk (ārpus mājām) – Iegādājos un ēdu maltīti ārpus mājām

Tad šīm grupām tika piemērots neparametriskais Pīrsona hi-kvadrāta (χ^2) neatkarības tests, lai noteiktu, vai pilnīgu pārtikas pārvaldītāju, daļēju pārtikas pārvaldītāju un ēdienu baudītāju reālās atbildes (no angļu val. – *observed values*) būtiski atšķiras no sagaidāmām vērtībām (no angļu val. – *expected values*) attiecībā uz konkrētiem mainīgajiem. Analizēto mainīgo kombinācijas:

- 1) pārtikas pārvaldības loma un vainas sajūta (attieksme) pret pārtikas izmešanu (*f09*);
- 2) pārtikas pārvaldības loma un galvenā motivācija, kas attur respondentu no pārtikas izmešanas (*f10*);
- 3) galvenā motivācija, kas attur respondentu no pārtikas izmešanas (*f10*), un vainas sajūta par pārtikas izmešanu (*f09*);
- 4) pārtikas pārvaldības loma un iemesli, kāpēc māsjaimniecībā tiek izmesta pārtika (*f12_1*);
- 5) pārtikas pārvaldības loma un rīcība pārtikas atkritumu rašanās novēršanai un mazināšanai māsjaimniecībā (*f15*);
- 6) pārtikas pārvaldības loma un pasākumi, kas palīdzētu respondentiem mazināt pārtikas atkritumu rašanos viņu māsjaimniecībās (*f16*).

Katra rinda iegūtajā datu kopā attēlo atsevišķu respondentu. Tādējādi novērojumi tiek uzskatīti par neatkarīgiem. Sagaidāmās vērtības atspoguļo to, kā

atbildes būtu sadalītas, ja starp mainīgajiem nebūtu saistības (H_0 : nulles hipotēze). Ja sagaidāmās vērtības ir tuvas novērotajām vērtībām, ir maz ticams, ka mainīgie ir savstarpēji saistīti. Novērotās un sagaidāmās vērtības tika izmantotas, lai aprēķinātu hi-kvadrāta vērtību (χ^2). Statistiskā nozīmība tika novērtēta pie nozīmības līmeņa $\alpha = 0,05$. Aprēķinātās χ^2 vērtības tika salīdzinātas ar hi-kvadrāta sadales kritiskajām vērtībām pie $\alpha = 0,05$ nozīmības līmeņa (χ^2_{crit}). Ja χ^2 vērtība pārsniedza χ^2_{crit} vērtību, nulles hipotēzi (H_0) var noraidīt. Statistiski nozīmīgs rezultāts liecina, ka starp pārtikas pārvaldības lomām var novērot atšķirības. Lai novērtētu efekta lielumu (no angļu val. – effect size) starp mainīgajiem, tika aprēķināts *Cramér V* (McHugh, 2018), izmantojot R programmas paketi “vcd” (Meyer et al., 2024). Dati analizēti, izmantojot R versiju 4.5.1 (R Core Team, 2025). Precīzas formulas un aprēķins atspoguļots III rakstā un tā pielikumā (Solohe et al., 2026).

2.5. Metodoloģija pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai mājāsaimniecībās

Pamatojoties uz I rakstā iegūtajām zināšanām par pārtikas atkritumu daudzuma mērījumiem un ar tiem saistītajiem ierobežojumiem, ir izstrādāta metodoloģija pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai Latvijas mājāsaimniecībās. Lai izpildītu ES deleģētā lēmuma minimālās pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas kvalitātes prasības, tai jābūt balstītai uz reprezentatīvu izlases kopu un adekvāti jāatspoguļo pārtikas atkritumu daudzuma datu izmaiņas (EC, 2019a).

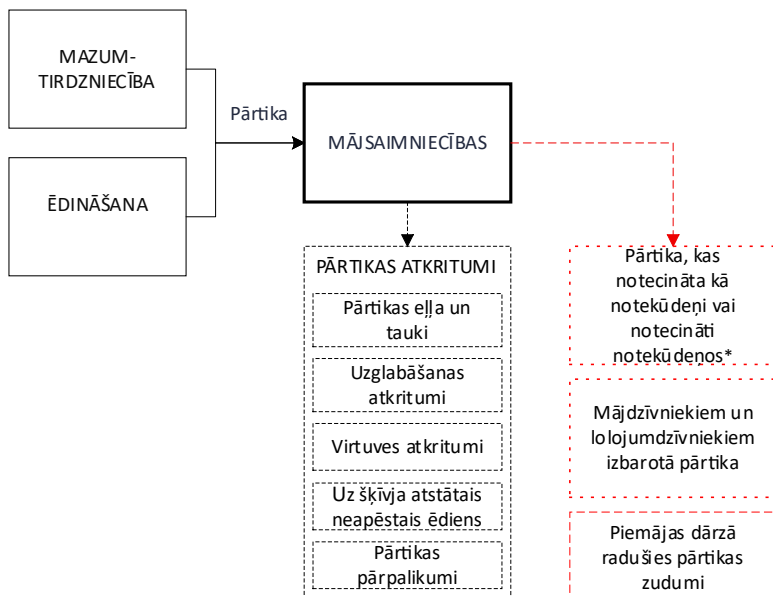
2.5.1. Pārtikas atkritumu definīcijas tvērums mājāsaimniecībās

Pārtikas atkritumi ietver gan ēdamās (novēršamās), gan neēdamās (nenovēršamās) daļas. Pārtikas atkritumu galamērķi mājāsaimniecībās ir nešķirotu sadzīves atkritumu izmešana, šķirotu bioloģiski noārdāmo atkritumu izmešana un kompostēšana. Turklāt kā atsevišķa kategorija tiek skatīti pārtikas atkritumi, kas notecināti kopā ar notekūdeņiem, ņemot vērā to nokļūšanu notekūdeņu apsaimniekošanas sistēmā, nevis atkritumu apsaimniekošanas sistēmā. ES Īstenošanas lēmumā (EC, 2019b) šī kategorija ir izdalīta atsevišķi, lai ņemtu vērā šķīdros pārtikas atkritumus, kuru apglabāšanas veids var atšķirties no iepriekš minētajiem apglabāšanas veidiem. Iepriekšējos pētījumos par pārtiku Latvijā pārtikas atkritumi, kas tiek notecināti kopā ar notekūdeņiem, nav ņemti vērā. ES Īstenošanas lēmumā ierosināts ziņot par trim pārtikas atkritumu plūsmām:

- 1) pārtikas atkritumu kopējais daudzums (obligāti ziņojamā plūsma);
 - a) atkritumu kopējā daudzuma frakcija, kas sastāv no cilvēkiem apēšanai paredzētām pārtikas daļām (novēršamie pārtikas atkritumi; var ziņot brīvprātīgi);

- 2) pārtikas atkritumi, kas notecināti kā notekūdeņi vai notecināti notekūdeņos (var ziņot brīvprātīgi).

Pārtikas atkritumu definīcijas mājsaimniecībās saistībā ar ES deleģēto lēmumu skatīt 9. attēlā.



Anotācija:

Pārtikas piegādes ķēdes posmi

Pārtikas atkritumi

Pārtikas zudumi

Plūsmas ārpus pārtikas atkritumu daudzuma mērījumu tvēruma

-----> Plūsmas, kas ir ietvertas pārtikas atkritumu mērījumos

-.-.-.-> Plūsmas, kas netiek ietvertas pārtikas atkritumu mērījumos

* Plūsmas var tikt uzskaitītas un ziņotas brīvprātīgi

9. attēls. Pārtikas atkritumu definīcija mājsaimniecībās (autores veidots)

2.5.2. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metode

Mājsaimniecību radīto pārtikas atkritumu daudzuma mērījumiem tika izvēlēta dienasgrāmatas metode. Tās princips ir pārtikas atkritumu svēršana (svaiga masa) un izmesto produktu reģistrēšana. Tā kā iepriekšējos pētījumos Latvijā nav izmantota tieša kvantificēšana, lai vāktu datus par radīto pārtikas

atkritumu daudzumu Latvijas mājsaimniecībās, kā optimāla metode ir izvēlēta dienasgrāmata primāro datu iegūšanai atkritumu rašanās avotā (tieši no mājsaimniecībām). Dienasgrāmatas metodi papildina strukturēta anketa, lai ievāktu datus pirms un pēc mērījumu perioda (III pielikums).

Pētījumā mājsaimniecību pārstāvji tieši piedalījās radīto pārtikas atkritumu daudzuma mērīšanā (katrā mājsaimniecībā bija viens atbildīgais par pārtikas atkritumu daudzuma mērījumiem un datu fiksēšanu). Katra mājsaimniecība saņēma mērīšanas komplektu, kurā ietilpa dienasgrāmatas veidlapas, virtuves atkritumu konteiners un virtuves svāri. Dienasgrāmatas veidlapas tika izstrādātas tā, lai dalībniekiem būtu ērti septiņas dienas pēc kārtas ierakstīt dienas beigās nosvērtu pārtikas atkritumu masu šādās divās kategorijās:

- 1) pārtikas atkritumi (pārtikas atkritumu kopējais daudzums, ko veido pārtikas ēdamās un neēdamās daļas),
- 2) šķidrie pārtikas atkritumi (notecināti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem).

Tādējādi šajā darbā mājsaimniecību posmā mērījumi tiek veikti pārtikas atkritumu kopējam daudzumam (obligāti saskaņā ar ES deleģēto lēmumu), kā arī pārtikas atkritumu, kas tiek novadīti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem (brīvprātīgi saskaņā ar ES deleģēto lēmumu), kā norādīts 3. tabulā. Lai atvieglotu dalībnieku iesaisti un noturētu viņu līdzdalību, dienasgrāmatas veidlapā nav prasīts atsevišķi nosvērt un reģistrēt ēdamās (novēršamās) un neēdamās (nenovēršamās) pārtikas atkritumus. Tā vietā, lai uzskaitītu to, kas tiek izmests, respondentiem jāreģistrē produkti, norādot iemeslus, galamērķi un ēšanas paradumus. Lai izvairītos no interpretācijas neskaidrībām, tika piedāvātas konkrētas atbilžu iespējas (7. tabula). Tas tika darīts, lai pārliecinātos, ka reģistrētais produkts var tikt uzskatīts par pārtikas atkritumiem atkarībā no definīcijas ietvara.

7. tabula. Izmešanas iemesls, galamērķis un ēdiena veids

Izmešanas iemesls	Galamērķis	Ēdienreizes (brokastis / pusdienas / vakariņas)
1 – Maltītes gatavošanas laikā radās neēdami atlikumi (augļu un dārzeņu mizas, olu čaumalas, kauli, asakas u.tml.)	A – Izmetīšu kompostā	A – Pagatavots un apēsts mājās
2 – Gatavošanas laikā ēdiens tika sabojāts (slikti pagatavots, pārsālīts, piededzis u.c.)	B – Izmetīšu bioloģisko atkritumu konteinerā	B – Pagatavots mājās, bet apēsts ārpus mājām
3 – Sagatavots vai iegādāts par daudz ēdiena, un to nevar apēst vai izdzert	C – Izmetīšu nešķirotu/jauktu sadzīves atkritumu konteinerā	C – Iegādāts un apēsts ārpus mājām (t.sk. izglītības iestādē vai darba vietā)

Izmešanas iemesls	Galamērķis	Ēdienreizes (brokastis / pusdienas / vakariņas)
4 – Negaršo nopirktais ēdiens/produkts vai daļa no tā	D – Izliešu/izmetīšu kanalizācijā	D – Apmaksāta ēdienreize izglītības iestādē (piemēram, brīvpusdienas) vai darba vietā
5 – Negaršo mājās pagatavotais ēdiens/produkts vai daļa no tā	E – Izbarošu mājdzīvniekiem vai mājlopiem	E – Iegādāts ārpus mājām (piemēram, pasūtīts ar piegādi uz mājām; nopirkts restorānā, pārtikas veikalā u.tml.), bet apēsts mājās
6 – Uzglabāšanas laikā sabojājies produkts (sapuvīis, sapelējis, sarūdzis u.c.)	F – Cits (lūgums <i>īsi uzrakstīt kāds</i>)	F – Cita cilvēka (radnieka, drauga u.c.) gatavota maltīte, kas apēsta mājās
7 – Nezinu, kā izmantot produktu		G – Cita cilvēka (radnieka, drauga u.c.) gatavota maltīte, kas apēsta ārpus mājās
8 – Produktam beidzies derīguma termiņš		
9 – Cits iemesls (<i>lūgums īsi uzrakstīt kāds</i>)		

2.5.3. Pētījumu izlases kopa un datu vākšana

Saskaņā ar sistemātisko literatūras pārskatu dienasgrāmatas metode var būt saistīta ar nereprezentatīvu izlasi, izlases veidošanas neobjektivitāti un zemu dalībnieku gatavību iesaistīties pārtikas atkritumu daudzuma mērījumos. Lai to ierobežotu, izlases veidošana jābalsta uz kritērijiem, kas atspoguļo ģenerālo kopu.

Pētījuma ģenerālā kopa bija Latvijas mājsaimniecības. Pētījuma izlases kopa tika veidota, izmantojot stratificēto izlasi, pamatojoties uz mājsaimniecības lielumu, dzīvesvietu (reģionu) un ienākumu līmeni. Lai vēl vairāk nodrošinātu dažādu mājsaimniecību pārstāvību, tika ņemts vērā arī sociodemogrāfiskais profils, urbanizācija un mājokļa tips. Pētījuma dalībnieku (mājsaimniecību) rekrutēšanu, dienasgrāmatu metodes testēšanu un atbalstu pētījuma dalībniekiem radīto pārtikas atkritumu daudzumu mērījumu laikā projekta ietvaros veica projekta partneris (Dace et al., 2025).

Lai ņemtu vērā sezonālās svārstības, datu vākšana tika organizēta divreiz gadā (pavasārī un rudenī). Turklāt mērījumu periodi tika izvēlēti tā, lai izvairītos no valsts svētkiem, skolas brīvdienām un citiem notikumiem, kas varētu būtiski ietekmēt mājsaimniecību ikdienas darbības (piemēram, pārtikas atkritumu pārvērtēšana vai nepietiekama novērtēšana). Katra mērīšanas perioda ilgums bija 7 secīgas dienas. Pavasara mērīšanas periodā (viena nedēļa aprīlī vai maijā) piedalījās 25 mājsaimniecības, bet rudenī (viena nedēļa septembrī vai oktobrī) – vēl 25 mājsaimniecības. Tas tika plānots, lai ierobežotu neatbilstoši izvēlēta mērījumu perioda radītās sekas uz iegūtajiem datiem. Lai standartizētu datu

vākšanu, visām mājsaimniecībām tika nodrošināti identiski digitālie svāri un virtuves atkritumu tvertnes.

2.5.4. Datu analīze

Pārtikas atkritumu daudzuma datu kopa sastāvēja no 7 ierakstiem par pārtikas atkritumiem (kg/dienā) un 7 ierakstiem par šķidrajiem pārtikas atkritumiem (kg/dienā) katrā mājsaimniecībā. Katra plūsma tika analizēta atsevišķi, bet saskaņā ar vienu un to pašu aprēķināšanas procedūru. Lai aprēķinātu vidējo dienā radīto atkritumu daudzumu uz vienu personu (kg/personai/dienā), mērījumu periodā reģistrēto daudzumu summa tika dalīta ar septiņi (mērījumu dienu skaits) un kopējo attiecīgajā mājsaimniecībā dzīvojošo cilvēku skaitu. Šis rādītājs tika izmantots, lai aprēķinātu kopējo pārtikas atkritumu daudzumu valsts līmenī (t/gadā) un pārtikas atkritumu daudzumu uz vienu iedzīvotāju (kg/iedzīvotāju/gadā) katrai no mērītajām atkritumu plūsmām (pārtikas atkritumu kopējais daudzums un pārtikas atkritumi novadīti notekūdeņos).

Masa tika pārrēķināta no kilogramiem uz tonnām, izmantojot vienību pārrēķina koeficientu (1000 kg/t). Tad vidēji dienā radītais atkritumu daudzums (kg/cilvēku/dienā) tika reizināts ar dienu skaitu gadā (366 kalendārās dienas 2024. gadā) un iedzīvotāju skaitu, kas dzīvo attiecīgajā stratā (reģions un mājsaimniecību lielums), kā norādīts oficiālajā statistikā (CSB, 2025). Iegūtie rezultāti katrā stratā tika saskaitīti, lai iegūtu kopējo gadā radīto pārtikas atkritumu daudzumu valsts līmenī. Tas tika darīts, ņemot vērā iedzīvotāju nevienmērīgo sadalījumu pa reģioniem un mājsaimniecību lielumiem.

3. Rezultāti un diskusija

Promocijas darba empīriskie rezultāti ir izklāstīti trīs zinātniskajos rakstos (I–III raksts) un vienā publikācijā konferences tēžu krājumā (IV raksts). Kopumā šie pētījumi aplūko pārtikas atkritumus, izmantojot gan teorētiskus (sistemātisks literatūras pārskats par pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu), gan praktiskus (kvalitatīvi un kvantitatīvi pētījumi par blakusproduktiem un pārtikas atkritumiem) empīriskos pētījumus. Kopumā rezultāti liecina, ka radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana pētniecībā ir daudzveidīga un atšķiras to detalizētība (I raksts). Blakusprodukti radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodoloģijā nav ietverti, galvenokārt to nenovērsamās rašanās dēļ, tomēr tos var sistematizēt un kvantificēt, pielāgojot radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodi no ES normatīvā ietvara (II raksts). Pārtikas atkritumu rašanās Latvijas pastāvīgo iedzīvotāju vidū ir sarežģīta, bet var novērot sakarību starp pārtikas pārvaldības lomām un izpratni par pārtikas atkritumiem. Tas var savukārt palīdzēt pieņemt lēmumus saistībā ar pārtikas atkritumu rašanās novēršanu, mazināšanu un pārvaldību (III raksts). Metodika, ar ko kvantificēt mājsaimniecībās radītos pārtikas atkritumus Latvijā, ir izstrādāta, izmantojot tiešo kvantificēšanas metodi (dienasgrāmatu) divām atšķirīgām pārtikas atkritumu plūsmām (IV raksts).

3.1. Pārtikas zudumu un atkritumu kvantificēšanas pētījumi

Līdzības un atšķirības pētījumu metodoloģijā

Sistemātiskā literatūras pārskata rezultāti liecina, ka pārtikas zudumu un atkritumu kvantificēšanas metodoloģija dažādos pētījumos ir atšķirīga. Lai nodrošinātu rezultātu korektu interpretāciju, to salīdzināmību un pētījuma atkārtojamību, ir svarīga skaidri definēta pētījumu metodoloģija. Pētījumu metodoloģijā ir svarīga plānošanas, izlases veidošanas, datu vākšanas un datu analīzes skaidrība. Tāpēc I raksta mērķis ir divkārtš – izklāstīt šīs dažādās pieejas pārtikas zudumu un atkritumu kvantificēšanas pētījumos un izcelt problēmas, kuru ņemšana vērā varētu palīdzēt attīstīt empīriskos pētījumus nākotnē.

I raksta rezultāti liecina, ka kopš 2015. gada pētījumi par pārtikas atkritumu daudzuma noteikšanu Eiropas valstīs galvenokārt ir koncentrējušies uz restorānu un ēdināšanas pakalpojumu, kā arī mājsaimniecību posmiem. Pētījumu tvēruma atšķirību dēļ, tai skaitā atšķirīgo pārtikas atkritumu definīciju un izvēlēto pētījuma ģenerālkopu, vairums pētījumu nav reprezentatīvi attiecīgajam PPK posmam radīto pārtikas atkritumu daudzuma noteikšanā. Tas norāda uz PPK apakšnozaru daudzveidības trūkumu zinātniskajā literatūrā. Lielākā daļa pētījumu atbilst PPK posmiem ES deleģētā lēmuma kontekstā, taču daži posmi ir apvienoti vai definēti atšķirīgi. Pētījumi, kas vērsti uz primāro ražošanu, pārstrādes un ražošanas posmiem, bieži vien koncentrējas uz konkrētām nozarēm vai pārtikas produktiem, nevis uz visu attiecīgo PPK posmu. Lauksaimniecības

produkcijas ražošana (AP-1 un AP-2) neietilpst PPĶ tvērumā atbilstoši ES tiesiskajam regulējumam, taču tā var noteikt pārtikas atkritumu rašanos turpmākajos PPĶ patēriņa posmos. Turklāt to nereti pēta kopā ar primārās ražošanas posmu, jo tie ir cieši saistīti posmi. Pētījumi visbiežāk koncentrējas uz vienu PPĶ posmu, jo īpaši restorāniem un ēdināšanas pakalpojumiem, kā arī mājāsaimniecībām. Pētījumu, kas vienā pētījumā aplūko vairākus PPĶ posmus, ir mazāk, bet tie sniedz sistēmiskāku ieskatu par pārtikas atkritumu rašanos lielākā mērogā, piemēram, reģionālā vai valsts līmenī.

Pētījumos pārtikas atkritumu termini un to definīcijas atšķiras atkarībā no PPĶ posma, ēdamo (novēršamās) un neēdamo (nenovēršamās) frakciju un šķidrumu iekļaušanas, kā arī plūsmu galamērķa. Lai gan izmantošana dzīvnieku barībā vai valorizācija ES tiesiskajā regulējumā netiek uzskatīta par atkritumu galamērķi, analizētajos pētījumos ir atšķirīgas pieejas par to iekļaušanu vai izslēgšanu no definīciju ietvara.

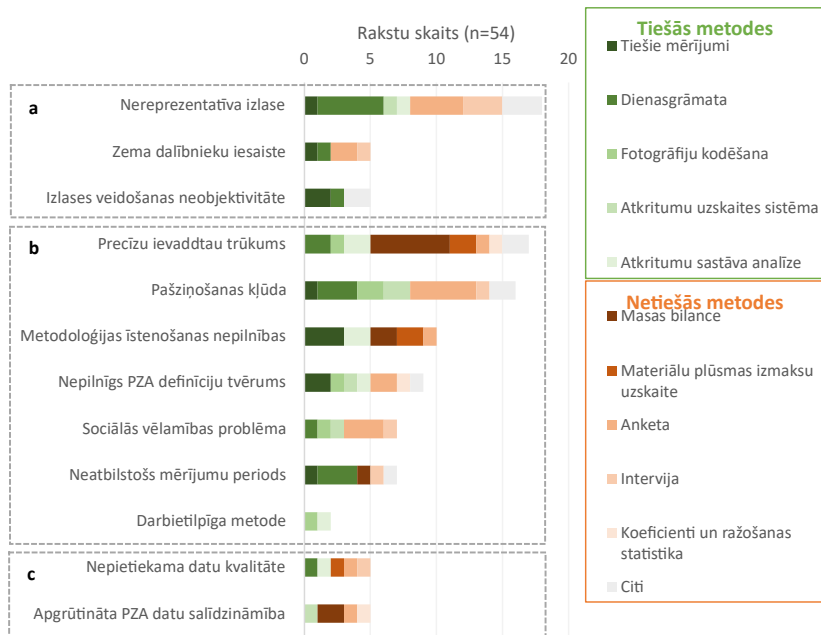
Izsoles reprezentativitāte pētījumos atšķiras. Dažos pētījumos izmanto stratificētu izlasi pēc nejaušības principa, citos – nereprezentatīvu izlasi. Daži pētījumi ir gadījumu izpētes pētījumi, tāpēc tie īpaši koncentrējas uz konkrētiem pārtikas produktiem vai uzņēmumiem, kas darbojas PPĶ, un tādējādi rezultātus nevar attiecināt uz visu nozari vai PPĶ konkrētā ģeogrāfiskajā teritorijā. Tomēr gadījumu izpētes pētījumi sniedz ieskatu datu vākšanā atsevišķa uzņēmuma līmenī.

Analizētajos pētījumos galvenokārt izmantotas netiešās radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodes, lai gan metožu pielietojums atšķiras atkarībā no PPĶ posma. Tiešās metodes, piemēram, tiešie mērījumi, dienasgrāmatas un atkritumu sastāva analīze galvenokārt tiek izmantotas restorānu un ēdināšanas pakalpojumu, kā arī mājāsaimniecību posmos. Dažos pētījumos tiešās metodes tiek piemērotas ražas novākšanas (AP-2) un primārās ražošanas posmā, savukārt pirms ražas novākšanas vai dzīvnieku kaušanas (AP-1), pārstrādes un ražošanas, kā arī mazumtirdzniecības un izplatīšanas posmos tiešās kvantificēšanas metodes netiek izmantotas. No visām identificētajām metodēm visbiežāk tiek izmantotas aptaujas, kuras papildina dienasgrāmatas vai atkritumu sastāva analīze, ja vienā pētījumā tiek izmantotas vairākas metodes. Masas bilance ir visbiežāk izmantotā metode visos PPĶ posmos, un to bieži lieto pētījumos, kas vērsti uz vairākiem PPĶ posmiem. Turklāt pētījumos, kas vērsti uz vairākiem PPĶ posmiem, parasti izmanto vienu un to pašu metodi, lai gan dažos pētījumos izmantotas atšķirīgas metodes dažādos posmos. Metodes izvēle ir atkarīga no mēroga, un netiešās metodes parasti izmanto lielākā mērogā (piemēram, visā PPĶ), bet tiešās metodes – detalizētos pētījumos (gadījumu izpētēs) vai PPĶ pakārtotajos posmos (restorānu un ēdināšanas pakalpojumu un mājāsaimniecību posmos). Nevienā pētījumā nav izmantota ES deleģētajā lēmumā ietvertā skaitīšanas (skenēšanas) metode.

Pētījumos identificētie ierobežojumi

Metodoloģiskie ierobežojumi ietekmē pārtikas atkritumu datu ticamību, salīdzināmību un nozīmi politikas veidošanā. Analizētajos pētījumos kā galvenie ierobežojumi ir identificēti nereprezentatīva izlase, precīzu datu trūkums un pašziņošanas kļūdas (no angļu val. – *self-reporting error*). I rakstā tiek nošķirti ierobežojumi, kas saistīti ar dalībnieku izlases veidošanu, radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu un datu interpretāciju.

Turklāt identificētie ierobežojumi ir attēloti attiecībā pret izmantotajām kvantificēšanas metodēm, lai uzsvērtu to saistību ar konkrētām pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodēm (10. attēls). Datu ievākšanas metode var būt tieša vai netieša.



10. attēls. Analizētajos pētījumos identificētie ierobežojumi (a – izlases veidošana (dalībnieku rekrutēšana); b – datu vākšana (pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana); c – datu analīze (pārtikas atkritumu daudzuma datu interpretēšana))

Rezultāti liecina, ka nereprezentatīva izlase ir izplatīta primāro datu vākšanā, izmantojot tiešās metodes, kā arī anketas un intervijas. Lai gan aptaujas un intervijas pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumos ļauj vākt primāros datus, tās tiek uzskatītas par netiešām metodēm, jo balstās uz respondentu spēju atcerēties pārtikas atkritumu radīšanas paradumus, nevis jaunu

datu ievākšanu konkrētā pētījuma vajadzībām. Masas bilancei un materiālu plūsmas izmaksu uzskaitēi, kas galvenokārt balstās uz sistēmisku perspektīvu, aptverot vairākus PPĶ posmus, var tikt izmantoti gan primārie, gan sekundārie dati, kuru kvalitāte var būt nepietiekama. III rakstā detalizētāk skaidrots katrs identificētais ierobežojums.

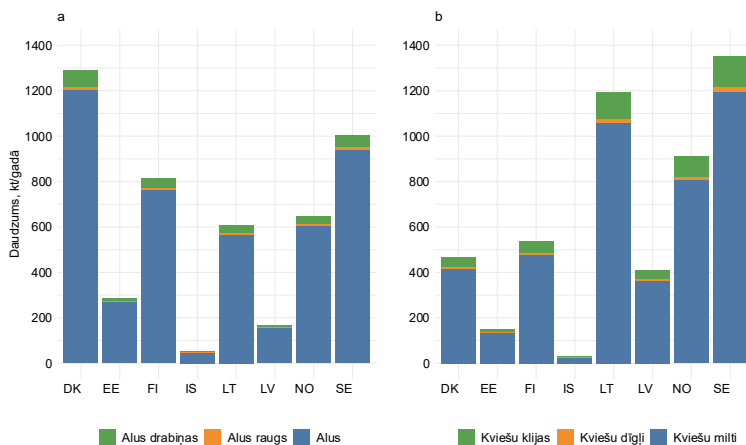
3.2. Blakusprodukti pārtikas atkritumu definīcijas ietvarā

Pamatojoties uz I rakstu par pārtikas zudumu un atkritumu kvantificēšanas pētījumu izpēti, II raksts pievēršas blakusproduktiem un piedāvā to kvantificēšanu, izmantojot ražošanas statistiku un koeficientu metodi. Atšķirība no citiem PPĶ posmiem ir tāda, ka blakusprodukti attiecas tieši uz PPĶ pārstrādes un ražošanas posmu (1.3. nodaļa “Pārtikas atkritumu klasifikācija ārpus ES tiesiskā regulējuma”). Ņemot vērā, ka blakusprodukti atkarībā no to galamērķa var tikt uzskatīti par pārtikas atkritumiem, tos var saistīt ar radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumiem. Tomēr blakusproduktus uzskata par pārtikas atkritumiem, ja tie ir novirzīti uz atkritumu apstrādi. Šis galamērķis var kalpot kā rādītājs, kas liecina par iespējamu blakusproduktu novirzīšanu no atkritumu apstrādes uz pārstrādi produktos. Tas ir tāpēc, ka blakusproduktus uzskata par nenovēršamām blakus plūsmām, kas rodas kā daļa no konkrēta pārtikas pārstrādes procesa, un, ja vien attiecīgā pārtikas produkta ražošana netiek pārtraukta, šādu blakusproduktu rašanās ir nenovēršama. II rakstā ir sistematizēti pārstrādātie pārtikas produkti un to attiecīgie blakusprodukti (8. tabula), kā arī sniegti blakusproduktu aprēķini pa produktu grupām un salīdzinājumi starp valstīm.

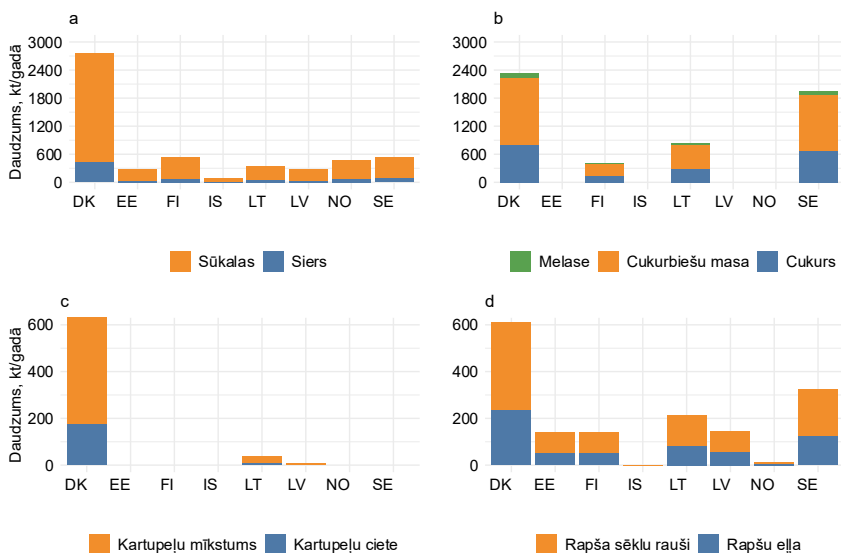
8. tabula. Identificētie blakusprodukti analizētajiem pārstrādātajiem produktiem

Pozīcija	Produkta kategorija	Klase	Blakusprodukti	Produktu grupa
Alus no miežiem, iesala	C	SPP	Alus ražošanas atliekas (drabiņas) Alus rauga atliekas,	Alus darītavas un vīna darītavas
Vīns	C	PPP	Vīnogu izspiedumi	Alus darītavas un vīna darītavas
Kviešu milti	C	PPP	Kviešu klijas Kviešu dīgli	Labība
Kartupeļu milti	C	PPP	Kartupeļu mizas	Labība
Kviešu ciete	C	SPP	Kviešu līpekļi Kviešu klijas (netieši) Kviešu dīgli (netieši)	Labība
Rudzu milti	C	PPP	Rudzu klijas	Labība

Pozīcija	Produkta kategorija	Klase	Blakusprodukti	Produktu grupa
Kukurūzas milti	C	PPP	Kukurūzas klijas Kukurūzas dīgļi	Labība
Makaroni	C	SPP	Kviešu klijas (netieši) Kviešu dīgļi (netieši)	Labība
Auzas, valcētas	C	PPP	Auzu klijas Auzu čaumalas	Labība
Miežu graudi	C	PPP	Miežu čaumalas (mizas) Miežu klijas	Labība
Kukurūzas ciete	C	SPP	Kukurūzas lipekļi, Kukurūzas klijas (netieši) Kukurūzas dīgļi (netieši)	Labība
Rīsi, sasmalcināti	C	SPP	Rīsu sēnalas (netieši) Rīsu klijas (netieši)	Labība
Siers no pilnpiena	L	PPP	Sūkalas	Piena produkti
Siers no vājpiena	L	SPP	Sūkalas	Piena produkti
Olas, šķidras	L	PPP	Olu čaumalas Olu čaumalu membrāna	Olas
Neapstrādāts cukurmiedru vai cukurbiešu cukurs	C	PPP	Melase Cukurbiešu masa, mitra Cukurbiešu masa, sausa	Augļi un dārzeņi
Rafinēts cukurs	C	SPP	Melase (netieša) Cukurbiešu masa (netieši)	Augļi un dārzeņi
Apelsīnu sula	C	PPP	Apelsīnu mīkstums (pazīstams arī kā citrusaugļu mīkstums)	Augļi un dārzeņi
Tomātu sula	C	PPP	Tomātu mīkstums	Augļi un dārzeņi
Rapšu eļļa, neattīrīta	C	PPP	Rapša sēklu rauši	Eļļas un tauki
Sojas pupu eļļa	C	PPP	Sojas pupu milti	Eļļas un tauki
Kakao sviests, tauki un eļļa	C	SPP	Kakao čaumalas un mizas (netieši)	Eļļas un tauki
Pārstrādāti zemesrieksti	C	SPP	Zemesriekstu čaumalas	Pākšaugi, rieksti un eļļas augu sēklas
Kartupeļu ciete	C	PPP	Kartupeļu mīkstums	Saknes un bumbuļi
Kafija, bez kofeīna vai grauzdēta	C	PPP	Kafijas plēvīte (no angļu val. – <i>coffee silverskin</i>)	Stimulanti
Kakao pulveris un kakao masa	C	SPP	Kakao čaumalas un mizas (netieši)	Stimulanti



11. attēls. Vidējais pārstrādāto pārtikas produktu un to blakusproduktu daudzums (no 2015. līdz 2020. gadam) (a – alus; b – kviešu milti); DK – Dānija, EE – Igaunija, FI – Somija, IS – Islande, LV – Latvija, LT – Lietuva, NO – Norvēģija, SE – Zviedrija; ■ – produkts; ■ un ■ – blakusprodukti



12. attēls. Vidējais pārstrādāto pārtikas produktu un to blakusproduktu daudzums (no 2015. līdz 2020. gadam) (a – siers; b – cukurs (EE un LV – nav datu par produktu daudzumiem; IS un NO – 0); c – kartupeļu ciete (EE, FI, IS, NO un SE – nav datu par produktu daudzumiem); d – rapšu eļļa)

Vienotu blakusproduktu koeficientu aprēķini liecina, ka dažādu produktu, piemēram, neapstrādāta cukurniedru vai cukurbiešu cukura, siera, rapšu un sojas eļļas, kartupeļu cietes ražošana rada lielāku blakusproduktu daudzumu attiecībā pret pārstrādāto pārtikas produktu. Alus un kviešu milti ir vieni no visvairāk ražotajiem pārtikas produktiem visās aplūkotajās valstīs (11. attēls). Tomēr siera, cukura, kartupeļu cietes un rapšu eļļas ražošanā rodas lielāks blakusproduktu daudzums nekā, ražojot alu, kā arī kviešu miltus (12. attēls). Blakusproduktu rašanās uzsvēr blakusproduktu daudzumu kvantificēšanas nozīmi, jo to rašanās apjoms var veidot būtisku apjomu konkrētos pārstrādes un ražošanas procesos.

3.3. Pārtikas pārvaldība un pārtikas atkritumi mājāsaimniecībās

Respondenti tika induktīvi iedalīti trīs pārtikas pārvaldības lomās. Kopumā respondenti parādīja zemu izpratni par pārtikas atkritumiem, jo ievērojama daļa respondentu apgalvoja, ka nerada pārtikas atkritumus (18,6 %) vai neizmet pārtiku, ko varētu patērēt uzturā (30,5 %). Turklāt starp ēdiena baudītājiem lielākā daļa norādīja, ka viņiem ir grūti pateikt, cik daudz pārtikas atkritumu rodas uz vienu personu mājāsaimniecībā. Savukārt mazāks īpatsvars daļējo pārtikas pārvaldītāju un pilnīgo pārtikas pārvaldītāju norādīja, ka viņiem grūti novērtēt radīto pārtikas atkritumu daudzumu. Tas ļāva secināt, ka atsvešinātība no pārtikas pārvaldības ir saistīta ar zemāku izpratni par pārtikas atkritumu radīšanu mājāsaimniecībā.

9. tabulā parādīts respondentu sadalījums pēc izstrādātajām pārtikas pārvaldības lomām (pilnīgi pārtikas pārvaldītāji, daļēji pārtikas pārvaldītāji un ēdienu baudītāji). Kopumā rezultāti liecina, ka ēdiena baudītājiem, kuri nav iesaistīti pārtikas pārvaldībā (plānošana un pagatavošana), ir zemāka izpratne par pārtikas atkritumiem, viņi jūtas mazāk vainīgi par pārtikas izšķērdēšanu un ir mazāk motivēti neizmet pārtiku, salīdzinot ar pilnīgiem un daļējiem ēdiena pārvaldītājiem.

9. tabula. Respondentu atbildes atbilstoši pārtikas pārvaldības lomām, jautājums ar vairākiem atbilžu variantiem (NA = 16)

Manā mājāsaimniecībā es visbiežāk ...	Pilnīgi pārtikas pārvaldītāji * (n = 546)	Daļēji pārtikas pārvaldītāji * (n = 263)	Ēdienu baudītāji* (n = 182)
<i>Plānoju maltītes un pirkumus</i>	100,0	38,4	0,0
<i>Pērķ – Veicu pārtikas produktu iegādi</i>	100,0	71,5	40,1
<i>Gatavo – Gatavoju ēdienu sev un/vai citiem</i>	100,0	71,9	0
<i>Bauda – Baudu citu pagatavoto ēdienu (pats/-i negatavoju)</i>	14,8	28,5	91,8

<i>Pērk (mājās) – iegādājos gatavo ēdienu un baudu to mājās</i>	17,0	18,6	16,5
<i>Pērk (ārpus mājām) – iegādājos un ēdu maltīti ārpus mājām</i>	18,5	17,9	23,1

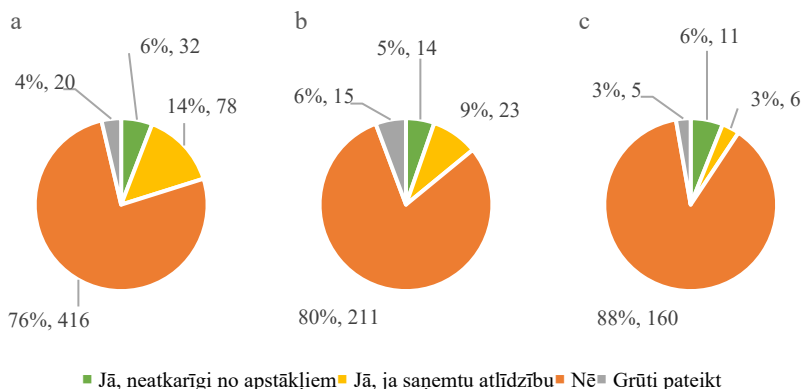
**Respondentu procentuālais sadalījums pēc lomas (attiecīgi $n = 546$, $n = 263$, $n = 182$); NA – nav atbildes*

No sociodemogrāfiskā viedokļa dzimums un vecums uzrāda atšķirības starp pārtikas pārvaldības lomām. Lielākā daļa respondentu sievietes ietilpst pilnīgu pārtikas pārvaldītāju grupā, proti, 74,3 % no visām sievietēm ($n = 530$). Tas ir atšķirīgi starp vīriešu respondentiem, kuru skaits gandrīz vienādi sadalās starp pārtikas pārvaldības lomām. Tikai 33,0 % no visiem vīriešiem ($n = 461$) ir pilnīga pārtikas pārvaldītāja lomā. Tas liecina, ka pārtikas pārvaldības pienākumos starp dzimumiem ir atšķirības. Turklāt tika konstatēta statistiski nozīmīga saistība starp pārtikas pārvaldības lomu un dzimumu ($\chi^2 = 223.43$, $df = 2$,

$p\text{-value} < 0.001$), kas norāda, ka mainīgie nav neatkarīgi. Turklāt efekta lielums ir mērens ($V = 0.47$). Skatot pa vecuma grupām, lielāka pilnīgu pārtikas pārvaldītāju daļa ir konstatēta vecāku respondentu vidū, proti, 66,0 % no 64–75 gadus veciem respondentiem. Bet 18–24 gadus vecu respondentu vidū tādu ir 27,8 %. Tika konstatēta statistiski nozīmīga saistība starp pārtikas pārvaldības lomu un vecumu ($\chi^2 = 48.805$, $df = 10$, $p\text{-value} < 0.001$). Tomēr efekta lielums ir mazs ($V = 0.14$).

Veicot hi-kvadrāta testus, ir novērota statistiski nozīmīga saistība starp lomu pārtikas pārvaldībā un attieksmi ($f09$ – vainas sajūta par pārtikas izmešanu), motivāciju ($f10$ – motivācija, kas attur respondentu no pārtikas izmešanas) un pārtikas atkritumu rašanās iemesliem ($f12$ – iemesli, kāpēc māsasaimniecībā tiek izmesta pārtika), lai gan saistības stiprums svārstās no vāja līdz vidējam. Turklāt strukturētajā aptaujā bija iekļauti jautājumi, kas saistīti ar pārtikas atkritumu rašanās novēršanu un mazināšanu: a) rīcība, ko indivīdi dara, lai novērstu un mazinātu pārtikas atkritumu rašanos ($f15$), un b) pasākumi, lai saprastu, kādi stimuli, kuru mērķis ir veicināt pārtikas atkritumu rašanās novēršanu un mazināšanu, tiek uzskatīti par noderīgiem ($f16$). Pilnīgi pārtikas plānotāji ievērojami biežāk iesaistījās, piemēram, maltīšu plānošanā un pieejamo produktu pārbaudē, savukārt ēdienu baudītāji izrādīja vislielāko atsvešinātību no pārtikas atkritumu rašanās novēršanas, bieži norādot, ka viņus nekas nemotivē. Tas liecina, ka tie, kas ir atsvešināti no pārtikas pārvaldības, potenciāli mazāk apzinās vai nav ieinteresēti pārtikas atkritumu jautājumos. Pilnīgo pārtikas pārvaldītāju loma biežāk nekā citu lomu pārstāvji ziņoja par rīcību, kas saistīta ar plānošanu. Pretstatā tam ēdienu baudītāji nevienu no piedāvātajām darbībām neizvēlējās vairāk nekā sagaidāms, kas liecina par iespējamu atsvešinātību no pārtikas atkritumu rašanās novēršanas pasākumiem, jo maltītes galvenokārt tiek patērētas, nevis pārvaldītas.

III rakstā iekļautās aptaujas rezultāti liecina par zemu gatavību piedalīties vai sniegt ieguldījumu obligātajā radīto pārtikas atkritumu daudzuma ziņošanā ES (13. attēls), pilnīgie pārtikas pārvaldītāji ir nedaudz atvērtāki salīdzinājumā ar daļējiem pārtikas pārvaldītājiem un ēdienu baudītājiem.



13. attēls. Gatavība piedalīties pētījumā par pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu (f17) (a – pilnīgi pārtikas pārvaldītāji (n=546); b – daļēji pārtikas pārvaldītāji (n=263); c – ēdienu baudītāji (n=182)) (Sološa et al., 2023)

Tomēr, neatkarīgi no indivīda lomas mājsaimniecībā, pārtikas atkritumu kvantificēšanai mājsaimniecības līmenī būtu jāaptver visi mājsaimniecības locekļi, lai nodrošinātu, ka pārtikas pārvaldība un atkritumu radīšana ir reprezentatīva visai mājsaimniecībai.

3.4. Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšana mājsaimniecībās

Pirms mērījumu perioda respondentiem tika lūgts aprēķināt pārtikas atkritumu daudzumu, ko, pēc viņu domām, viņu mājsaimniecība rada katru nedēļu. Lielākā daļa respondentu (74,0 %) nepietiekami novērtēja faktisko pārtikas atkritumu daudzumu, kas tika savākts mērījumu periodā. Savukārt tie, kuri pārvērtēja radīto pārtikas atkritumu daudzumu, parasti bija mājsaimniecības, kurās arī radās vairāk pārtikas atkritumu (10. tabula). Tas saskan ar secinājumiem citos pētījumos, piemēram, (Ammann et al., 2021).

10. tabula. Pirms mērījumiem novērtētais (no angļu val. – *perceived*) pārtikas atkritumu daudzums un faktiski (no angļu val. – *actual*) radītais pārtikas atkritumu daudzums mājsaimniecībās

Novērtētais, kg/nedēļā	Mājsaimniecību skaits	Faktiski* (pārtikas atkritumi) kg/nedēļā	Faktiski* (šķidrie pārtikas atkritumi), kg/nedēļā	Faktiski (kopā), kg/nedēļā
≤ 0,5 kg	3	2,49	0,00	2,49
0,5–1 kg	5	1,36	0,20	1,56
1–2 kg	10	2,38	0,55	2,93
2–3 kg	11	4,55	0,87	5,42
3–4 kg	5	3,02	0,66	3,67
4–5 kg	3	4,56	0,40	4,95
5–6 kg	2	7,87**	3,22**	11,09
> 6 kg	2	4,54**	2,77**	7,31
Grūti pateikt	9	6,61	1,27	7,88

* Vidējais atkritumu daudzums mājsaimniecībās; **Vidējā aprēķinātā vērtība balstās uz divām vērtībām

Pretēji ES noteiktajiem atkritumu rašanās mazināšanas mērķiem aprēķinātie dati par pārtikas atkritumiem 2024. gadā liecina par to daudzuma pieaugumu kopš pēdējā pārskata perioda. Vidējais radīto pārtikas atkritumu daudzums palielinājies no 71 kg uz iedzīvotāju 2022. gadā līdz 82,3 kg uz iedzīvotāju 2024. gadā (šis pētījums). Salīdzinājumam – ES vidējais rādītājs uz iedzīvotāju 2022. gadā ir 68 kg (Eurostat, 2025a). Pirmo reizi Latvijas mājsaimniecībās tika vērtēti šķidrie pārtikas atkritumi, kuru vidējais daudzums bija 17,5 kg/iedzīvotājam. Šis ir pirmais pētījums Latvijā, kurā pārtikas atkritumu daudzuma mērījumi mājsaimniecībās veikti, izmantojot tiešo radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodi (11. tabula).

11. tabula. Vidējais radītais pārtikas atkritumu daudzums uz vienu iedzīvotāju attiecīgajā reģionā un mājsaimniecību lieluma grupā (A – šķidrie pārtikas atkritumi, B – pārtikas atkritumi)

Reģions	Mājsaimniecības lielums	Izslases kopa	Iedzīvotāju skaits**	A, kg/gadā	B, kg/gadā
Rīga	1	11	179 204	16,0	95,8
Rīga	2	4	193 820	34,8	100,3
Rīga	3	5	172 113	21,3	85,1
Rīga	4	2	145 796	0,0	45,7
Rīga	≥ 5	1	151 645	0,0	77,0
Vidzeme	1	1	46 324	0,0	69,6
Vidzeme	2	1	55 420	5,6	109,2

Reģions	Mājsaimniecības lielums	Izslases kopa	Iedzīvotāju skaits**	A, kg/gadā	B, kg/gadā
Vidzeme	3	1	51 624	39,0	121,3
Vidzeme	4	1	47 364	62,4	172,5
Vidzeme	≥ 5	2	72 160	24,1	33,3
Kurzeme	1	0*	49 043	17,5	93,1
Kurzeme	2	3	59 890	16,0	33,6
Kurzeme	3	1	51 348	0,0	62,2
Kurzeme	4	1	47 292	0,0	62,4
Kurzeme	≥ 5	1	66 184	2,2	109,7
Zemgale	1	2	37 574	15,9	51,8
Zemgale	2	1	46 936	43,4	66,6
Zemgale	3	2	42 693	14,3	67,8
Zemgale	4	1	38 380	32,2	97,8
Zemgale	≥ 5	3	54 648	10,8	91,0
Latgale	1	2	50 713	36,1	131,7
Latgale	2	0*	60 568	26,2	75,3
Latgale	3	2	47 988	14,7	85,5
Latgale	4	1	37 992	8,8	45,0
Latgale	≥ 5	1	41 382	11,9	64,7

* Pieņēmums, ka radīto atkritumu daudzums ir tāds pats kā vidēji atbilstošā lieluma mājsaimniecībās. **Iedzīvotāju skaits 2024. gadā (CSB, 2025).

Lai gan šī pētījuma mērķis bija izstrādāt metodiku pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai mājsaimniecībās, kas atbilstu ES normatīvā ietvara prasībām, tam ir daži ierobežojumi, kas jārisina turpmākajos pētījumos. Pirmkārt, datu vākšana tika veikta manuāli. Respondenti reģistrēja pārtikas atkritumu daudzumu papīra formāta dienasgrāmatās. Tas, iespējams, varēja izraisīt pašziņošanas kļūdas (no angļu val. – *self-reporting*), reģistrējot datus vai pārnesot tos digitālā formātā. Otrkārt, tā kā mērījumus veica paši mājsaimniecību locekļi, radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai bija jānodrošina respondentu iesaistīšanās. Tāpēc bija nepieciešams samazināt to pārtikas atkritumu frakciju detalizācijas pakāpi, kuras bija jānosver atsevišķi, kā arī samazināt pārtikas atkritumu svēršanas biežumu. Treškārt, lai gan pētījuma izlase tika atlasīta, izmantojot stratificētu atlasī, tā joprojām ir nepietiekama, ņemot vērā iedzīvotāju daudzveidīgās īpašības. Šie apsvērumi var kalpot par pamatu turpmākiem pētījumiem, lai nodrošinātu precīzu, Latvijas mājsaimniecībām reprezentatīvu atlasī un uzlabotu datu vākšanu.

Secinājumi

Promocijas darbs ir tematiski vienota publikāciju kopa (I–IV raksts), kas veido pabeigtu pētījumu. Promocijas darbā ir piedāvāts metodoloģiskais ietvars radīto pārtikas atkritumu daudzuma noteikšanai pārtikas ražošanas un mājāsaimniecību posmos Latvijā. Tajā kā normatīvais ietvars izmantots ES tiesiskais regulējums.

1. I rakstā aprakstītas metodoloģiskās pieejas, kas tiek izmantotas pētījumos par pārtikas zudumu un atkritumu daudzuma kvantificēšanu, kā arī ar tām saistītie ierobežojumi. Tajā izcelti apsvērumi, kas var noderēt par pamatu turpmāko pētījumu plānošanai un palīdzēt mazināt metodoloģijas ietekmi uz datu akurātumu un salīdzināmību. Pētījumā ierobežojumi ir iedalīti kategorijās atbilstoši izlases veidošanai (dalībnieku atlasei), datu vākšanai, ka arī datu analīzei (interpretācijai), un tie ir saistīti ar konkrētām radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodēm. Tas ļauj paredzēt ierobežojumus, kas saistīti ar konkrētas metodes izvēli, un samazināt to ietekmi pētījuma plānošanas posmā. Metodoloģiskā ietvara skaidrība ir svarīga arī radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai Latvijā, ņemot vērā obligātās prasības par radīto pārtikas atkritumu daudzuma ziņošanu ES un Latvijas neilgo pieredzi radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas sistēmas izveidē.
2. Pašlaik pārtikas ražošanas blakusprodukti netiek iekļauti pārtikas atkritumu kvantificēšanas sistēmā, kaut arī atkarībā no to galamērķa tie varētu kļūt par pārtikas atkritumiem. II rakstā ir izstrādāta vienota metode pārtikas ražošanas blakusproduktu daudzuma aprēķināšanai astoņās Ziemeļeiropas valstīs, pielāgojot ES deleģētā lēmuma ražošanas statistikas un koeficientu metodi. Tajā ir izmantoti pārtikas ražošanas statistikas dati, lai identificētu pārtikas pārstrādes produktus, un tiek noteikti vienoti blakusproduktu koeficienti. Tādējādi blakusproduktu daudzuma aprēķināšanu var attiecināt arī uz citām valstīm. Specifisku datu trūkuma dēļ visās valstīs tiek izmantoti vieni un tie paši blakusproduktu koeficienti, kas būtu jāprecizē turpmākajos pētījumos. Ņemot vērā, ka pašlaik blakusproduktu daudzumi netiek sistemātiski novērtēti, ES deleģētajā lēmumā noteiktās radīto pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas metodes pielāgošana ļauj apkopot datus par šiem sekundārajiem bioloģiskajiem resursiem.
3. III rakstā tiek pētīta saikne starp pārtikas pārvaldības praksi un pārtikas atkritumiem Latvijas mājāsaimniecībās. Lomas ir noteiktas induktīvi, pamatojoties uz respondentu iesaistīšanos pārtikas pārvaldībā (plānošana, iepirkšanās, ēdiena gatavošana un/vai baudīšana). Pilnīgie pārtikas pārvaldītāji ievērojami biežāk veic preventīvo rīcību, piemēram, ēdienrežu plānošanā un pieejamo produktu pārbaudē, savukārt tie, kas galvenokārt bauda ēdienu, izrāda vislielāko atsvešinātību no pārtikas atkritumu rašanās

novēršanas, biežāk norādot, ka nekas viņus nemotivē neizšķiest pārtiku. Analīze liecina, ka atsvešinātība no pārtikas pārvaldības prakses potenciāli nozīmē, ka cilvēki mazāk apzinās vai pievērš uzmanību pārtikas atkritumiem. Kopumā neatkarīgi no pārtikas pārvaldības lomas, respondenti bija atbildīgi par noteiktu pārtikas atkritumu rašanās novēršanas pasākumu lietderību, liecinot, ka politikas stimuli pārtikas atkritumu rašanās novēršanai varētu būt neskaidri mājsaimniecību līmenī un tādēļ viņiem var būt nepieciešama konkrētāka informācija par to, kā ierosinātie pasākumi varētu atbalstīt mājsaimniecības pārtikas atkritumu rašanās novēršanā un mazināšanā.

4. Metodoloģija pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai mājsaimniecībās tika izstrādāta IV rakstā. Tā ir saskaņota ar ES deleģēto lēmumu, lai nodrošinātu iegūto datu salīdzināmību ES27 valstīs. Lai izvēlētos optimālu metodi pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai to rašanās avotā un risinātu ar metodi saistītos ierobežojumus, tika ņemtas vērā I rakstā iegūtās atziņas. Šis ir pirmais pētījums Latvijā, kurā radīto pārtikas atkritumu daudzuma mērījumi mājsaimniecību līmenī tiek veikti, izmantojot tiešo mērījumu metodi (dienasgrāmatu). Tajā pirmo reizi tika ievākti dati arī par tiem pārtikas atkritumiem, kas tiek novadīti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem. Par šo plūsmu var ziņot brīvprātīgi saskaņā ar ES deleģēto lēmumu. Tā kā pirmo reizi tika piemērota tiešo mērījumu metode un pārtikas atkritumi tika kvantificēti divās dažādās plūsmās, vēl ir pārāgri noteikt, vai un kādā mērā pašreizējie dati ir salīdzināmi ar iepriekšējo ziņošanas periodu datiem. Tomēr šie dati kalpo par atskaites punktu nākamajiem mērījumu periodiem. Tā kā dienasgrāmatas metodes izmantošana prasa tiešu mājsaimniecības locekļu līdzdalību, tā ir saistīta ar pašziņošanas kļūdām, piemēram, datu neierakstīšanu aizmāršības dēļ un nepareizu datu ievadi. Lai zināmā mērā mazinātu šos ierobežojumus, mērījumu periodā pētījuma dalībniekiem katru dienu tika atgādināts par pārtikas atkritumu daudzuma mērījumu veikšanu.

Rekomendācijas

Minimālās kvalitātes prasības pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai

Rūpīgs pētījuma dizains, izlases veidošana, datu vākšana un analīze, t. i., kvantificēšanas praktiskā īstenošana, ir cieši saistīta ar pieejamajiem finanšu resursiem. Lai izpildītu ES deleģētajā lēmumā noteiktās minimālās kvalitātes prasības pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanai, tai jābalstās uz reprezentatīvu izlasi un jāatspoguļo pārtikas atkritumu daudzuma datu variācijas. Turklāt padziļināti mērījumi (piemēram, izmantojot tiešo mērījumu metodes) jāveic vismaz reizi četros gados. Lai nodrošinātu pārtikas atkritumu datu salīdzināmību starp pārtikas piegādes ķēdes posmiem, starp dažādiem gadiem un citām ES valstīm, piemērotajam pārtikas atkritumu definīciju ietvaram jābūt saskaņotam visos ziņošanas gados. Šajā promocijas darbā tiek ierosināts saskaņot pārtikas atkritumu definīciju ar sistēmas robežām (pārtikas piegādes ķēdes posmiem) un atkritumu hierarhiju (pārtikas atkritumu galamērķi), kas veidots atbilstoši ES tiesiskajam regulējumam. Lai gan obligāti ir jāziņo tikai par pārtikas atkritumu kopējo daudzumu, nenodalot pārtikas atkritumu ēdamās un neēdamās frakcijas, ir ieteicams turpmāk šīs plūsmas kvantificēt atsevišķi. Pirmkārt, tādēļ, ka ēdamo (novēršamo) pārtikas atkritumu frakciju rašanos ir iespējams novērst. Tādējādi šī ir pārtikas atkritumu frakcija, uz kuru varētu attiecināt atkritumu rašanās novēršanas pasākumus. Pārtikas atkritumu, kas tiek novadīti kā notekūdeņi vai kopā ar tiem, vākšana un ziņošana ļauj kvantificēt plūsmas ar atšķirīgu galamērķi, proti, notekūdeņu attīrīšanas sistēmā, nevis atkritumu apsaimniekošanas sistēmā, kuras iepriekš netika uzskaitītas Latvijā. Lai validētu pārtikas atkritumu daudzuma datus, ieteicams kombinēt dažādas pārtikas atkritumu kvantificēšanas metodes.

Pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas attīstība

Ņemot vērā nepieciešamību ES27 dalībvalstīm ziņot par radīto pārtikas atkritumu daudzumu katrā no PPĶ posmiem, ir svarīgi noteikt, kā konsekventa datu vākšana un to uzraudzība varētu palīdzēt pārejai uz aprites bioekonomiku, kā arī uz atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas mērķu sasniegšanu valsts līmenī. Sadarbībai un savstarpējam atbalstam starp attiecīgajiem PPĶ dalībniekiem un ieinteresētajām pusēm būtu jāuzlabo datu vākšana ne tikai ES obligātajām pārtikas atkritumu daudzuma ziņošanas prasību izpildes vajadzībām, bet arī, lai nodrošinātu pārtikas atkritumu daudzuma datu salīdzināmību ilgtermiņā. Būtu svarīgi ņemt vērā, kā esošās prakses dažādos PPĶ posmos varētu papildināt ar pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanu, kas prasītu minimālu papildu piepūli no atkritumu radītājiem visā PPĶ. Lai izvairītos no pārtikas atkritumu daudzuma kvantificēšanas pētījumu metodoloģijas ietekmes uz datu kvalitāti, jāievēro un jāmēģina novērst ar metodoloģiju saistītie iespējamie ierobežojumi. Tas varētu ietvert attiecīgo PPĶ dalībnieku apmācības

un neatkarīgu ekspertu iesaistīšanu, lai uzlabotu pārtikas atkritumu datu akurātumu, salīdzināmību, kā arī nodrošinātu datu konfidencialitāti. Pārtikas atkritumu daudzums tiek izteikts un ziņots masas izteiksmē, taču būtu lietderīgi noteikt ar atkritumu rašanos saistīto vides, ekonomisko un sociālo ietekmi, kā arī veselības aspektus, piemēram, pārmērīga uztura uzņemšana (no angļu val. – *overnutrition*). Tas var palīdzēt izprast pārtikas atkritumu rašanās plašāko ietekmi uz pārtikas sistēmas ilgtspēju Latvijā.

Blakusprodukti pārtikas atkritumu kvantificēšanas sistēmā

Blakusproduktu koeficientu precizēšana, izmantojot primāros datus, varētu ļaut validēt piedāvāto blakusproduktu kvantificēšanas novērtējumu, izmantojot konkrētiem gadījumiem atbilstošus datus. Šādi dati varētu palīdzēt pieņemt pamatotus lēmumus par blakusproduktu pieejamību konkrētā reģionā (ne tikai valsts līmenī). Turklāt datu vākšana par blakusproduktu rašanos to avotā (piemēram, sūkalas kā blakusprodukts siera ražošanā) ļautu novērtēt vidējās vērtības un ar tām saistīto nenoteiktību, labāk atspoguļojot faktiskos apstākļus. Vides, tehnisko, ekonomisko un sociālo aspektu izpēte ir būtiska, lai pārvarētu problēmas, kas saistītas ar aprites bioekonomikas un valorizācijas ieviešanu praksē. Šie aspekti varētu palīdzēt saskaņot blakusproduktu pieejamību ar konkrētā reģiona potenciālu attiecīgo blakusproduktu izmantošanai. Lai novērtētu blakusproduktu piemērotību pievienotās vērtības produktu ražošanai, ir nepieciešami turpmāki pētījumi.

Pārtikas atkritumu rašanās novēršanas un samazināšanas pasākumu veicināšana mājsaimniecībās

Pārtikas atkritumu rašanās novēršana un mazināšana prasa gan individuālu rīcību, gan sistēmisku atbalstu. Lai to sasniegtu, nepieciešama saskaņotība starp identificētajām problēmām rašanās avotā, individuālajām vajadzībām un politikas līmeņa iniciatīvām un mērķiem, vienlaikus atzīstot, ka mājsaimniecības ir heterogēnas un intervences, visticamāk, būs sekmīgas, ja tās atbilst mājsaimniecību uzvedības realitātei. Turpmākie pētījumi varētu padziļināti analizēt pārtikas pārvaldības lomas, papildinot analīzi ar indivīdu pārtikas pārvaldības prasmju, ar dzīvesveidu saistītu faktoru (piemēram, laika ierobežojumu, ko rada darba un ģimenes pienākumi) un uztura izvēļu novērtējumu, lai iegūtu visaptverošāku izpratni par faktoriem, kas veido ar pārtikas atkritumu rašanos saistīto uzvedību.

Pateicības

Vēlos pateikties ikvienam, kurš mani atbalstījis manā doktorantūras ceļā. Esmu pateicīga par uzticību manam darbam, it īpaši brīžos, kad man bija šaubas. Liels paldies manai promocijas darba vadītājai *Dr.sc.ing.* Elīnai Dācei par iespēju attīstīt un realizēt idejas. Esmu pateicīga par vērtīgajiem ieteikumiem un konstruktīvu atgriezenisko saiti, kas ļāva profesionāli pilnveidoties. Sirsnīgs paldies *prof. Dr.sc.ing.* Guntai Kalvānei par atbalsta plecu doktorantiem, organizējot koppraktišanas sesijas un doktorantu prasmju pilnveides seminārus. Paldies promocijas darbā izmantoto zinātnisko publikāciju līdzautorēm *Dr.sc.ing.* Elīnai Dācei, Vinetai Kleinbergai un Līvai Kristiānai Čivkulei (*iepriekš* Lukaša). Paldies bijušajām kolēģēm *PhD* Karīnai Bāliņai-Siksnei un *Dr.sc.ing.* Jeļenai Ziemelei, kuras dažādos manas karjeras posmos ir mani atbalstījušas.

Paldies *prof. Dr.sc.ing.* Mārim Bērziņam un *Dr.sc.ing.* Olgai Sozinovai par atbalstu formālo doktorantūras studiju procesu izsekošanā, kas palīdzēja nepalaist garām svarīgas prasības un termiņus. Liels paldies *prof. Dr.philol.* Ilzei Stikānei par ieteikumiem un promocijas darba latviešu valodas rediģēšanu. Paldies Nodibinājuma “Baltic Studies Centre” kolēģiem, recenzentiem un ikvienam, kas sniedza konstruktīvu atgriezenisko saiti, lai pilnveidotu promocijas darbu. Paldies mācītbspēkiem par saistošām lekcijām.

Paldies Latvijas Jauno zinātnieku apvienības (LJZA) kolēģiem, īpaši Antrai, Lienei un Matīsam, par dalīšanos ar savu pieredzi, ieteikumiem, kā arī iedrošinājumu darboties LJZA valdē. Mīļš paldies Darjai par atbalstu un uzmundrinājumu. Paldies Annai S. par patīkamām sarunām un grāmatu maiņu. Sirsnīgs paldies maniem tuvākajiem draugiem, īpaši Annai J. un Kjarai, par emocionālo atbalstu, atklātību un iedvesmu.

Vislielākā pateicība ir manai ģimenei – vecākiem, vecvecākiem, brālim, māsai, krustmātei un mūsu ģimenes kaķim Oliveram, jo īpaši manai mammai Indrai un māsai Gerdai – par nenovērtējamo atbalstu, kopā pavadītiem brīvbrīžiem un uzmundrinājumu ikdienā, kas padarīja iespējamu, ka varu mācīties un attīstīties profesionāli. Bet brīžos, kad “Rīgas Ielu Nemiers” kļūst par skaļu, laiks pie vecvecākiem laukos – vietā, kur sākas pārtikas ceļš – palīdz atgūties.

Izmantotās literatūras saraksts

- Albizzati, P. F., Tonini, D., & Astrup, T. F. (2021). A Quantitative Sustainability Assessment of Food Waste Management in the European Union. *Environmental Science & Technology*, 55(23), 16099–16109. <https://doi.org/10.1021/ACS.EST.1C03940>
- Ammann, J., Osterwalder, O., Siegrist, M., Hartmann, C., & Egolf, A. (2021). Comparison of two measures for assessing the volume of food waste in Swiss households. *Resources, Conservation and Recycling*, 166, 105295. <https://doi.org/10.1016/j.RESCONREC.2020.105295>
- Barco, H., Oribe-García, I., Vargas-Viedma, M. V., Borges, C. E., Martín, C., & Alonso-Vicario, A. (2019). New methodology for facilitating food wastage quantification. Identifying gaps and data inconsistencies. *Journal of Environmental Management*, 234, 512–524. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.037>
- Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 33(3), 764–773. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2012.11.007>
- Boiteau, J. M., & Pingali, P. (2023). Can we agree on a food loss and waste definition? An assessment of definitional elements for a globally applicable framework. *Global Food Security*, 37, 100677. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2023.100677>
- Boschini, M., Falasconi, L., Giordano, C., & Alboni, F. (2018). Food waste in school canteens: A reference methodology for large-scale studies. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1024–1032. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.040>
- Bruns, H., De Laurentiis, V., García Herrero, L., & Listorti, G. (2024). Behavioural insights to reach European Union consumer food waste reduction targets. *Food Policy*, 128, 102725. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2024.102725>
- Chauhan, C., Dhir, A., Akram, M. U., & Salo, J. (2021). Food loss and waste in food supply chains. A systematic literature review and framework development approach. *Journal of Cleaner Production*, 295, 126438. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126438>
- Corrado, S., & Sala, S. (2018). Food waste accounting along global and European food supply chains: State of the art and outlook. *Waste Management*, 79, 120–131. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2018.07.032>
- CSB. (2025). *Total number and average size of private households in regions, State cities, municipalities, urban and rural areas at the beginning of year 2012 - 2025*. https://data.stat.gov.lv/pxweb/en/OSP_PUB/START_POP_MV_MVS/MVS011
- Dace, E., Soloha, R., Melnalksne, Z., Muižniece, M., Ceruss, R., & Sīlava, L. (2025). *Pārtikas atkritumi Datu vākšanas sistēmas izveide un radītā daudzuma noteikšanas rezultāti Latvijā 2024. gadā*. <https://wastetoresources.kem.gov.lv/en/news/a-study-has-been-conducted-on-the-amount-of-food-waste-generated-in-latvia-in-2024>
- De Laurentiis, V., Casonato, V., Mancini, L., García Herrero, L., Valenzano, A., & Sala, S. (2024). *Building evidence on food waste prevention interventions*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/684291>
- Delgado, L., Schuster, M., & Torero, M. (2023). Food Losses in Agrifood Systems: What We Know. *Annual Review of Resource Economics*, 15, 41–62. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-RESOURCE-072722-025159>
- EC. (2002). Regulation 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Official Journal of the European Union*, (31), 1–24. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj>
- EC. (2009). Regulation 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) 1774/2002. *Official Journal of the European Union*, (300), 1–33. <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj>

- EC. (2014). Commission Decision of 18 December 2014 amending Decision 2000/532/EC on the list of waste pursuant to Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union*, (370), 44–86. <http://data.europa.eu/eli/dec/2014/955/oj>
- EC. (2018a). Directive 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. *Official Journal of the European Union*, (150), 109–140. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/2018-07-05>
- EC. (2018b). Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. *Official Journal of the European Union*, L 150, 100–108. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/850/oj>
- EC. (2018c). Guidelines for the feed use of food no longer intended for human consumption (2018/C 133/02). *Official Journal of the European Union*, 1–17.
- EC. (2019a). Commission delegated decision 2019/1597 supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of levels of food waste. *Official Journal of the European Union*, (248), 77–85. http://data.europa.eu/eli/dec_del/2019/1597/oj
- EC. (2019b). Commission Implementing Decision (EU) 2019/2000 of 28 November 2019 laying down a format for reporting of data on food waste and for submission of the quality check report in accordance with Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union*, (310), 39–45. https://eur-lex.europa.eu/eli/dec_impl/2019/2000/oj/eng
- EC. (2020). *Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52020DC0381>
- EC. (2023). *Food 2030 – Pathways for action 2.0 – R&I policy as a driver for sustainable, healthy, climate resilient and inclusive food systems*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/365011>
- EC. (2025a). *A Strategic Framework for a Competitive and Sustainable EU Bioeconomy*.
- EC. (2025b). Directive (EU) 2025/1892 of the European Parliament and of the Council of 10 September 2025 amending Directive 2008/98/EC on waste. *Official Journal of the European Union*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2025/1892/oj>
- Eičaitė, O., Alenčikienė, G., Pauliukaitytė, I., & Šalaševičienė, A. (2021). Eat or Throw Away? Factors Differentiating High Food Wasters from Low Food Wasters. *Sustainability*, 13(19), 10741. <https://doi.org/10.3390/SU131910741>
- Eičaitė, O., Baležentis, T., Ribašauskienė, E., Morkūnas, M., Melnikienė, R., & Štreimikienė, D. (2022). Food waste in the retail sector: A survey-based evidence from Central and Eastern Europe. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 69, 103116. <https://doi.org/10.1016/J.JRETCONSER.2022.103116>
- Eičaitė, O., Baležentis, T., Ribašauskienė, E., Morkūnas, M., Melnikienė, R., & Štreimikienė, D. (2023). Exploring food loss in the food industry: A survey-based approach for Lithuania. *Journal of Cleaner Production*, 399, 136668. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.136668>
- Engström, R., & Carlsson-Kanyama, A. (2004). Food losses in food service institutions Examples from Sweden. *Food Policy*, 29(3), 203–213. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2004.03.004>
- Eriksson, M., Malefors, C., Callewaert, P., Hartikainen, H., Pietiläinen, O., & Strid, I. (2019). What gets measured gets managed – Or does it? Connection between food waste quantification and food waste reduction in the hospitality sector. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 4, 100021. <https://doi.org/10.1016/J.RCRX.2019.100021>
- Eurostat. (2025a). *Food waste and food waste prevention by NACE Rev. 2 activity - tonnes of fresh mass*. https://doi.org/10.2908/ENV_WASFW
- Eurostat. (2025b). *Municipal waste by waste management operations*. https://doi.org/10.2908/ENV_WASMUN

- Fabi, C., Cachia, F., Conforti, P., English, A., & Rosero Moncayo, J. (2021). Improving data on food losses and waste: From theory to practice. *Food Policy*, 98. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2020.101934>
- FAO. (2014). *Definitional Framework of Food Loss*. www.fao.org/publications
- FAO. (2025). *Food balance sheets and supply utilization accounts resource handbook 2025*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd4472en>
- FAOSTAT. (2023, January 30). *FAOSTAT: Supply Utilization Accounts (2010-)*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/SCL>
- Flanagan, A., & Priyadarshini, A. (2021). A study of consumer behaviour towards food-waste in Ireland: Attitudes, quantities and global warming potentials. *Journal of Environmental Management*, 284(October 2020), 112046. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112046>
- Flick, U., & Schreier, M. (2014). Qualitative Content Analysis. *The SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis*, 170–183. <https://doi.org/10.4135/9781446282243>
- Franke, U., Hartikainen, H., Mogensen, L., & Svanes, E. (2016). *Food losses and waste in primary production*. *TemaNord*. <https://doi.org/10.6027/TN2016-529>
- Gage, E., Wang, X., Xu, B., Foster, A., Evans, J., Terry, L. A., & Falagán, N. (2024). Reducing food loss and waste contributes to energy, economic and environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 451, 142068. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2024.142068>
- Gatto, A., & Chepeliev, M. (2024). Global food loss and waste estimates show increasing nutritional and environmental pressures. *Nature Food*, 5(2), 136–147. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00915-6>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Global food losses and waste - extent, causes and prevention*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i2697e>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., & Emanuelsson, A. (2013). *The methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent , causes and prevention " (Report No. 857)*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:944159/FULLTEXT01.pdf>
- Hanson, C., Lipinski, B., Robertson, K., Dias, D., Gavilian, I., Gréverath, P., Ritter, S., Fonseca, J., van Otterdijk, R., Timmermans, T., Lomax, J., O'Connor, C., Dawe, A., Swannell, R., Berger, V., Reddy, M., & Somogyi, D. (2016). Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard. *FLW Protocol*. <https://www.wbcsd.org/Programs/Food-and-Nature/Food-Land-Use/Climate-Smart-Agriculture/Resources/Food-Loss-and-Waste-Accounting-and-Reporting-Standard>
- Hartikainen, H., Mogensen, L., Svanes, E., & Franke, U. (2018). Food waste quantification in primary production – The Nordic countries as a case study. *Waste Management*, 71, 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.026>
- Holden, N. M., White, E. P., Lange, M. C., & Oldfield, T. L. (2018). Review of the sustainability of food systems and transition using the Internet of Food. *Science of Food*, 2(1), 2–18. <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0027-3>
- Johansson, O. (2023). The End-of-Waste for the Transition to Circular Economy: A Legal Review of the European Union Waste Framework Directive. *Environmental Policy and Law*, 53(2–3), 167–179. <https://doi.org/10.3233/EPL-220064>
- Kenk, K., Kerge, K., Kriipsalu, M., Grivins, M., Brobakk, J., & Värnik, R. (2025). No such thing as waste in primary food sector. *Waste Management & Research*, 43(7), 984–993. <https://doi.org/10.1177/0734242X241276088>
- Koivupuro, H. K., Hartikainen, H., Silvennoinen, K., Katajajuuri, J. M., Heikintalo, N., Reinikainen, A., & Jalkanen, L. (2012). Influence of socio-demographical, behavioural and attitudinal factors on the amount of avoidable food waste generated in Finnish households. *International Journal of Consumer Studies*, 36(2), 183–191. <https://doi.org/10.1111/J.1470-6431.2011.01080.X>
- Krippendorff, K. (2019). Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>

- Lebersorger, S., & Schneider, F. (2011). Discussion on the methodology for determining food waste in household waste composition studies. *Waste Management*, 31(9–10), 1924–1933. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2011.05.023>
- Leverenz, D., Schneider, F., Schmidt, T., Hafner, G., Nevárez, Z., & Kranert, M. (2021). Food Waste Generation in Germany in the Scope of European Legal Requirements for Monitoring and Reporting. *Sustainability*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/SU13126616>
- López-Portillo, M. P., Martínez-Jiménez, G., Ropero-Moriones, E., & Saavedra-Serrano, M. C. (2021). Waste treatments in the European Union: A comparative analysis across its member states. *Heliyon*, 7(12), e08645. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2021.E08645>
- McHugh, M. L. (2018). Cramér's V Coefficient. In *The SAGE Encyclopedia of Educational Research, Measurement, and Evaluation* (Vol. 4, pp. 417–418). SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781506326139.n162>
- McMeekin, N., Wu, O., Germini, E., & Briggs, A. (2020). How methodological frameworks are being developed: evidence from a scoping review. *BMC Medical Research Methodology* 2020 20:1, 20(1), 173-. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-01061-4>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.100777>
- Meyer, D., Zeileis, A., Hornik, K., & Friendly, M. (2024). Visualizing Categorical Data [R package vcd version 1.4-13]. CRAN: Contributed Packages. <https://doi.org/10.32614/CRAN.PACKAGE.VCD>
- Moonsamy, T. A., Rajauria, G., Priyadarshini, A., & Jansen, M. A. K. (2024). Food waste: analysis of the complex and variable composition of a promising feedstock for valorisation. *Food and Bioprocess Processing*, 148, 31–42. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2024.08.012>
- Östergren, K., Jenny Gustavsson, Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, J., Möller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quested, T., Eastel, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani, S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., ... Redlingshöfer, B. (2014). *FUSIONS Definitional Framework for Food Waste* (Number July). [http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS Definitional Framework for Food Waste 2014.pdf](http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS%20Definitional%20Framework%20for%20Food%20Waste%202014.pdf)
- Quested, T., & Johnson, H. (2009). *Household food and drink waste in the UK*. Wastes & Resources Action Programme (WRAP).
- R Core Team. (2025). *R: A Language and Environment for Statistical Computing* (4.5.1). Foundation for Statistical Computing.
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., ... Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh245>
- Rockström, J., Thilsted, S. H., Willett, W. C., Gordon, L. J., Herrero, M., Hicks, C. C., Mason-D'Croz, D., Rao, N., Springmann, M., Wright, E. C., Agustina, R., Bajaj, S., Bunge, A. C., Carducci, B., Conti, C., Covic, N., Fanzo, J., Forouhi, N. G., Gibson, M. F., ... DeClerck, F. (2025). The EAT–Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. *The Lancet*, 406(10512), 1625–1700. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(25\)01201-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(25)01201-2)
- Saveyn, H., & Eder, P. (2013). End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate): Technical proposals. *Publications Office of the European Union, Luxembourg*, (LB-NA-26425-EN-N), 310. <https://doi.org/10.2791/6295>
- SIA “Geo Consultants.” (2024). *Sadzīves atkritumu sastāva noteikšana. Noslēguma ziņojums (Nr. IL/11/2024/KEM)*.
- Sigala, E. G., Chroni, C., Boikou, K., Abeliotis, K., Panagiotakos, D., & Lasaridi, K. (2024). Quantification of household food waste in Greece to establish the 2021 national baseline and methodological implications. *Waste Management*, 190, 102–112. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2024.09.012>

- Soloha, R., & Dace, E. (2025). Research on quantification of food loss and waste in Europe: A systematic literature review and synthesis of methodological limitations. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 28, 200287. <https://doi.org/10.1016/J.RCRADV.2025.200287>
- Soloha, R., Kleinberga, V., & Dace, E. (2023). *Survey on household food consumption, food waste awareness, generation and practices: The case of Latvia, January 2023*. Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse. <https://doi.org/10.48510/FK2/BDUEIO>
- Soloha, R., Kleinberga, V., & Dace, E. (2026). Linking household food management practices and food waste: Evidence from Latvian households (under review). *Cleaner Waste Systems*.
- Soloha, R., Lukasa, L. K., & Dace, E. (2024). Estimation and bio-valorisation of food industry by-products in Northern Europe. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(3), 4349–4370. <https://doi.org/10.1007/S13399-024-05423-6>
- Soloha, R., Muižniece, M., & Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU framework. *Symposium Proceedings of Sardinia 2025 - 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*.
- Spang, E. S., Moreno, L. C., Pace, S. A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W. A., Jablonski-Sheffield, M. P., Abdul Momin, M., Quested, T. E., Winans, K. S., & Tomich, T. P. (2019). Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 117–156. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENVIRON-101718-033228>
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Quested, T., Moates, G., Cseh, B., Juul, S., Parry, A., Politano, A., Redlingshofer, B., Scherhaufer, S., Silvennoinen, K., Soethoudt, H., Zübert, C., & Östergren, K. (2016). *Estimates of European food waste levels*.
- Teigiserova, D. A., Hamelin, L., & Thomsen, M. (2020). Towards transparent valorization of food surplus, waste and loss: Clarifying definitions, food waste hierarchy, and role in the circular economy. *Science of The Total Environment*, 706, 136033. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.136033>
- UN. (2016). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>
- UNEP. (2021). *Food Waste Index*. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>
- UNEP. (2024). *Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste*. <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/45230>
- van Herpen, E., van Geffen, L., Nijenhuis-de Vries, M., Holthuysen, N., van der Lans, I., & Quested, T. (2019). A validated survey to measure household food waste. *MethodsX*, 6, 2767–2775. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.10.029>
- VARAM. (2021). Ministru kabineta rīkojums Nr. 45. Par atkritumu apsaimniekošanas valsts plānu 2021.–2028. gadam. *Latvijas Vēstnesis*, 19. <https://likumi.lv/ta/id/320476-par-atkritumu-apsaimniekosanas-valsts-planu-20212028-gadam>
- Visschers, V. H. M., Wickli, N., & Siegrist, M. (2016). Sorting out food waste behaviour: A survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 66–78. <https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2015.11.007>

I pielikums – Publikācijas

I raksts. Soloha, R. & Dace, E. (2025). Research on quantification of food loss and waste in Europe: A systematic literature review and synthesis of methodological limitation. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 28. Article No. 200287. (indeksēts *Web of Science/Scopus, Elsevier*, IF₂₀₂₄=6.4, Q1). DOI: 10.1016/j.rcradv.2025.200287.

II raksts. Soloha, R., Lukasa, L.K. & Dace, E. (2025). Estimation and biovalorisation of food industry by-products in Northern Europe. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 4349–4370. (indeksēts *Web of Science/Scopus, Springer*, IF₂₀₂₄=4.1, Q2). DOI: 10.1007/s13399-024-05423-6.

III raksts. Soloha, R., Kleinberga, V., Dace, E. (2026). Linking household food management practices and food waste: Evidence from Latvian households. *Cleaner Waste Systems*, 14, Article No. 100534. (indeksēts *Web of Science/Scopus, Elsevier*, IF₂₀₂₄=3.9, Q2). DOI: 10.1016/j.clwas.2026.100534.

IV raksts (konferences tēzu krājumā). Soloha, R., Muižniece, M., Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU framework. *Symposium Proceedings of Sardinia Symposium 2025: 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*. ISBN 9788862650472, ISSN 2282-0027.

II pielikums – Anketa

Datu kopā I. Soloha, R., Kleinberga, V., Dace, E. (2024). Survey on household food consumption, food waste awareness, generation and practices: The case of Latvia, January 2023. *Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse*, V1. DOI: 10.48510/FK2/BDUEIO.

III pielikums – Dienasgrāmata un anketa

Dace, E., **Soloha, R.**, Melnalksne, Z., Muižniece, M., Ceruss, R., & Silava, L. (2025). *Pārtikas atkritumi Datu vākšanas sistēmas izveide un radītā daudzuma noteikšanas rezultāti Latvijā 2024. gadā.*

<https://wastetoresources.kem.gov.lv/en/news/a-study-has-been-conducted-on-the-amount-of-food-waste-generated-in-latvia-in-2024>



UNIVERSITY OF
LATVIA

Faculty of Science and Technology
Department of Geography

Raimonda Soloha

**METHODOLOGICAL FRAMEWORK FOR
QUANTIFICATION OF GENERATED FOOD
WASTE: ADAPTATION TO FOOD
MANUFACTURING AND HOUSEHOLD STAGES**

Summary of Doctoral Thesis

Submitted for the PhD Degree in Natural Sciences
(Social and economic geography)
Subfield – Environmental governance

Riga 2026

The doctoral thesis was carried out from 2021 to 2026 at the University of Latvia, Faculty of Medicine and Life Sciences, Institute of Microbiology and Biotechnology, and Faculty of Science and Technology, Department of Geography.

The doctoral thesis was supported by:

- the project “Socio-economic context assessment of food waste generation in Latvia” (Rīga Stradiņš University, Project No. 6-ZD-22/2/2022).
- the Recovery and Resilience Facility project "Internal and External Consolidation of the University of Latvia" (No. 5.2.1.1.i.0/2/24/I/CFLA/007).



Funded by
the European Union
NextGenerationEU



National
Development Plan

The thesis contains the introduction, four chapters, reference list, three appendices. Form of the thesis: collection of research papers in Social and economic geography (Environmental governance).

Scientific supervisor:

Dr. sc. ing. Elina Dāce

Reviewers:

Ph.D. Lea Kubíčková (Mendel University in Brno, Czech Republic)

Ph.D. Claudia Giordano (Natural Resources Institute Finland (Luke), Finland)

Dr. geogr. Jānis Brizga (University of Latvia, Latvia)

Doctoral Committee:

Dr. geogr. Agrita Briede, chairwoman of the Doctoral Committee

Dr. habil. chem. Māris Kļaviņš

Dr. habil. paed. Raimonds Ernšteins

Dr. geogr. Jānis Brizga

Dr. geogr. Zaiga Krišjāne

Dr. geogr. Laimdota Kalniņa

Dr. geogr. Māris Bērziņš

The doctoral thesis will be defended at the public session of the Joint Doctoral Council for Earth Sciences, Physical Geography and Environmental Science, and Social and Economic Geography, University of Latvia, at 10.00 on September 7, 2026, at the University of Latvia.

© University of Latvia, 2026

© Raimonda Soloha, 2026

ISBN 978-9934-36-625-3

ISBN 978-9934-36-626-0 (PDF)

Abstract

Following the amendments to the European Union (EU) Waste Framework Directive, the collection and reporting of food waste data in EU Member States has been mandatory since 2020. Despite the introduction of a common framework for the quantification and reporting of generated food waste, it acts as a uniform guidance, not a concrete methodological framework. Practical implementation is the responsibility of each EU Member State. Moreover, food waste in policy, research and practice is defined differently, adding to the complexity of food waste data interpretability and comparability. In Latvia, quantification of generated food waste is in its early stages. Therefore, there is a lack of common understanding and a systematic, nationally accepted approach to food waste quantification. Moreover, the development of a food waste quantification system is part of the national Food waste prevention programme in Latvia.

The doctoral thesis aims to develop a methodological framework for quantifying food waste generated in Latvia, drawing on common food waste quantification frameworks and research practices. The EU legal framework is used as a normative reference. It is understood as regulations, directives and non-legislative documents, such as delegated and implementing decisions, governing food waste. This doctoral thesis is a thematically coherent collection of articles. Building on the theoretical research, this thesis presents an empirical analysis of estimating food industry by-product quantities and measuring food waste amount generated in Latvian households.

The thesis has the following tasks (1) to conduct analysis of generated food waste quantification research across the agri-food chain with a focus on research methodology and associated limitations, and to examine its compliance with the EU legal framework; (2) to provide mass-based calculation and definitional framework for estimating food processing and manufacturing industry by-products using unified conversion coefficients across eight Northern European countries; (3) to identify links between food management practices and food waste in Latvian households; (4) to develop a methodology and definitional framework for food waste quantification in Latvian households, and apply it to the household stage of the food supply chain.

Results of this doctoral thesis advance food waste quantification at a national level. The method for estimating by-product quantities is developed in accordance with the requirements of the EU Delegated Decision. It proposes a new approach using uniform by-product coefficients to estimate by-product quantities, which, depending on how they are used, may become food waste. This has previously not been addressed in-depth in Latvia, nor in other Northern European countries. A methodological framework for food waste quantification in Latvian households is developed, aligning with the EU food waste data collection and reporting

requirements. It proposes a methodology and definitional scope for food waste quantification to obtain data comparable across countries and temporally. For increased data granularity, this thesis also assessed food waste drained as or with wastewater, previously not accounted for in Latvia. Food waste quantification in households is supported by exploring the perception of food waste with respect to household food management practices, allowing to evaluate the association between the individual's food management role and their food waste awareness, attitude and motivation. Overall, the thesis presents a methodological framework for quantifying food waste generation in a systematic way at a national level. the results can be used to inform relevant food supply chain stakeholders about the food waste quantification and its practical execution.

Keywords: food loss and waste, food industry by-products, quantification, food supply chain, methodology, households, harmonisation

Contents

Abbreviations.....	83
Introduction	84
1. Literature review	93
1.1. Food loss and waste in the context of sustainability	93
1.2. Legal framework for food waste in the EU	95
1.2.1. Definition	95
1.2.2. System boundaries	96
1.2.3. Waste hierarchy and the end of waste status	99
1.3. Food waste classification beyond the EU legal framework	101
1.4. Food waste prevention and reduction targets in the EU	106
1.5. Food waste quantification in the EU	109
2. Methodology	112
2.1. Definitional scope of food waste	114
2.2. Systematic literature review	115
2.2.1. Search protocol	115
2.2.2. Qualitative content analysis	116
2.3. Estimation of by-product quantities	118
2.3.1. Definitional scope of by-products in food manufacturing	119
2.3.2. Estimation of by-product quantities	120
2.4. Food management roles and food waste in households	122
2.4.1. Research design	122
2.4.2. Sampling	122
2.4.3. Data collection	122
2.4.4. Data analysis	122
2.5. Methodology for food waste quantification in households	124
2.5.1. Definitional scope of food waste in households	124
2.5.2. Food waste quantification method	125
2.5.3. Sampling and data collection	126

2.5.4. Data analysis.....	127
3. Results and discussion.....	128
3.1. Food loss and waste quantification research.....	128
3.2. By-products within the food waste quantification framework.....	131
3.3. Food management and food waste in households.....	134
3.4. Food waste quantification in households.....	136
Conclusions.....	139
Further outlook.....	141
Acknowledgments.....	143
References.....	144
Appendix I – Article depository	149
Appendix II – Questionnaire	149
Appendix III – Diary and questionnaire.....	149

Abbreviations

ABR	Animal By-products Regulation (EC) 1069/2009
AP-1	Agricultural production (pre-harvest, pre-slaughter activities)
AP-2	Agricultural production (harvest activities)
BSE	Bovine spongiform encephalopathy
C	Processed crop product
CE	Circular economy
CPC	Central product classification of the United Nations
EC	European Commission
EFSA	European Food Safety Authority
EoW	End of Waste
EU	European Union
EU27	27 European Union Member States after Brexit
FCL	FAOSTAT commodity list of the Food and Agriculture Organization (replaced by CPC for agricultural commodities)
FAO	Food and Agriculture Organization
FLW	Food loss and waste
FS	Restaurants and food services
FSC	Food supply chain
FUSIONS	EU project "Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies"
FWPP	Food waste prevention programme
GFL	General Food Law Regulation (EC) 178/2002
HH	Household
JRC	Joint Research Centre
KEM	Ministry of Climate and Energy of the Republic of Latvia
L	Processed livestock product
LEGMC	Latvian Environment, Geology and Meteorology Centre
LV	Latvia
MS	Member State of the European Union
NACE	Statistical classification of economic activities in the European Community (revision 2)
NWMP	National Waste Management Plan of Latvia
PM	Processing and manufacturing
PP	Primary production
PPP	Primary processed product
RD	Retail and distribution
SDG	Sustainable Development Goal
SPP	Secondary processed product
UN	United Nations
UNEP	United Nations Environment Programme
VARAM	Ministry of Smart Administration and Regional Development of the Republic of Latvia (formerly Ministry of Environmental Protection and Regional Development)
TPP	Tertiary processed product
WFD	Waste Framework Directive (2008/98/EC)
WML	Waste Management Law of the Republic of Latvia
WRAP	Waste and Resources Action Programme (charity based in the United Kingdom)
wt%	Percentage by weight

Introduction

Waste management has a crucial role in controlling pollution. However, the increasing waste generation (total and per capita) worldwide has put constraints to conventional waste management operations, such as landfilling or material recycling, as well as on the availability of raw materials. Thereof, waste prevention, reduction and material recovery solutions are prioritised over waste treatment activities.

Biodegradable waste, food waste in particular, has received increased attention since 2015, when the United Nations Sustainable Development Goals (SDG) were introduced, particularly SDG 12 “Sustainable consumption and production”. With the global food loss and food waste prevention and reduction targets, efforts to develop food waste monitoring and accounting systems have increased too. At the EU level, a Delegated Decision (EU) 2019/1597 supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of levels of food waste in the EU serves as a uniform guideline to food waste quantification across the EU Member States (hereinafter, EU Delegated Decision) (EC, 2019a). Accordingly, since 2020, the EU Member States have been required to quantify and report food waste data to the EU using a unified reporting format, based on the EU Delegated Decision. Moreover, in 2025, the EU food waste prevention targets were revised. However, the EU Delegated Decision does not set out a specific methodology for the generated food waste quantification at each stage of the food supply chain, rather it provides guidelines, thereby revealing a gap between its uniform requirements and their practical implementation.

Different definitional frameworks for food waste are used in practice and research, and they differ from one another in terms of system boundaries, material types (or food fractions) and their destination, which together determine the scope of food waste quantification. This has led to differences in what is reported as food waste, impairing data comparability across countries and temporally. Some countries, such as Latvia, are still in the early stages of food waste quantification efforts and have not yet established a systematic approach to quantification and reporting of the generated food waste at a national level. This thesis addresses this gap.

The minimum reporting requirement under the EU legal framework covers total food waste, including both edible and inedible food fractions. However, the minimum reporting requirement corresponds to the highest level of data aggregation, making it difficult to assess the progress towards waste prevention and reduction targets. In contrast, the distinction of edible fractions from total food waste increases data granularity but also the number of fractions that needs to be quantified and reported separately. Destination that is used to determine if

an item is classified as food waste corresponds to waste treatment types, i.e. material recovery operations (composting and anaerobic digestion), waste disposal and incineration with or without energy recovery. Food waste drained as or with wastewaters is classified separately from total food waste due to its distinct destination in the wastewater treatment system rather than the waste management system. Nevertheless, separate distinction and quantification of edible fractions and food waste drained as or with wastewaters may be carried out on a voluntary basis.

By-products are a distinct material flow generated at the processing and manufacturing stage of the food supply chain, left out of the common food waste quantification and definitional frameworks. Although their generation is unavoidable due to certain food transformation processes, by-products may become food waste depending on their destination. Currently there is no unified framework, nor legal requirement for by-product quantification and reporting. the absence of systematised knowledge about by-products limits informed decision-making for effective management and integration of these unavoidable secondary bioresources as input materials into the circular bioeconomy.

The EU Delegated Decision was adopted not only for uniform food waste quantification purposes but also to monitor progress towards food waste prevention and reduction targets across the food supply chain. To identify effective measures for preventing and reducing food waste in Latvia, it is also important to understand how food waste is perceived and why is it generated. Research in Europe shows that the highest food waste generation can be observed in the household stage of the food supply chain. Households also represent the final stage of the food supply chain where food is intended for human consumption but may be redistributed, diverted to animal feed or discarded as food waste. To identify appropriate food waste prevention and reduction measures, it is not only important to use a uniform approach to food waste quantification, but also to explore household practices and perception of food waste.

Research gap

Although reporting food waste quantities has been mandatory since 2020, Latvia has not yet developed and implemented a systematic approach to food waste quantification and reporting. Classification of food waste is still mainly inconsistent both geographically and temporally. Fragmented data collection approaches impair data interpretability and comparability, as well as continued efforts to measure progress towards food waste reduction and prevention. This thesis addresses this gap by providing a methodological framework compliant with the EU legislative framework which can be adapted at a national scale across several reporting periods.

Research statement

A methodological framework that accounts for the specifics of a particular stage of the food supply chain and that integrates knowledge from existing food waste quantification studies and policy requirements can support more consistent and comparable food waste data collection at a national level than the fragmented quantification approaches employed to date.

Aim of the work

The aim of the doctoral thesis is to develop a methodological framework for generated food waste quantification drawing on common food waste quantification frameworks and research practices. the EU's legal and policy framework is used as a normative reference for food waste quantification. Building on the theoretical research, the thesis presents an empirical analysis of measuring food waste generation in Latvian households. In addition, the thesis examines by-products which currently are not included in the food waste quantification framework but are closely related to food waste in the food supply chain. For this thesis, a methodological framework is understood as a “*structured guide to completing a process or procedure*”, as defined by (McMeekin et al., 2020).

Research questions (RQs)

- **RQ1:** How is generated food waste quantified in research and practice?
- **RQ2:** How to quantify by-products within the food waste quantification framework?
- **RQ3:** How do the food management practices of household members relate to their perceptions of the amount of food waste they generate, and to the practices they use to prevent, reduce and manage food waste?

Tasks of the doctoral thesis

- **Task 1:** To conduct analysis of food waste quantification research across the agri-food chain with a focus on research methodology and associated limitations, and to examine its compliance with the EU legal and policy framework.
- **Task 2:** To provide mass-based calculation and definitional scope for estimating food processing industry by-products using unified conversion coefficients across eight Northern European countries.
- **Task 3:** To identify links between food management practices and food waste in Latvian households.
- **Task 4:** To develop a methodology and definitional framework for direct food waste quantification in Latvian households.

Novelty of the research

This thesis contributes to the scientific knowledge by:

1. **Addressing methodological gaps:** the doctoral thesis provides a systematic investigation of the applied methodological approaches in food waste quantification research to identify research design, methods and limitations associated with it. Recognising these limitations can support research design in further studies to avoid reoccurring problems that may impair food waste data credibility.
2. **Proposing an approach to by-product quantification:** the doctoral thesis examines by-products that are often overlooked in food waste quantification research. Although by-products are often not classified as food waste, depending on their destination they can be subject to food waste. the thesis proposes an approach to by-product estimation at a national level, that can be further extended to a broader geographical context, as it is based on nationally reported production statistics data. Definitional scope for by-products was conceptualised, based on the EU Delegated Decision.
3. **Identifying distinct food management roles:** This doctoral thesis proposes to inductively form food management roles, based on individual's involvement in household food management practices. the doctoral thesis then examines whether attitude, motivation and reasons for food wastage, as well as household awareness and perceptions of the relevance of specific food waste prevention actions and measures differs across these food management roles
4. **Quantifying previously unaccounted food waste flows:** In addition to food waste fraction discarded using common solid waste treatment destinations, in this thesis, household food waste drained as or with wastewaters was determined for the first time in Latvia, setting a benchmark for further quantification effort.

Practical applicability of the research

This thesis contributes to the practical applicability of the research by:

1. **Advancing food waste data collection system in Latvia:** the methodological framework was used by the Ministry of Climate and Energy to conduct food waste measurements in Latvia in 2024 for mandatory reporting to *Eurostat*, see report by Dace et al. (2025). In addition, by addressing food waste quantification and prevention and reduction in a national context with limited data availability, the doctoral thesis contributes to advancing progress towards the United Nations (UN) Sustainable Development Goal (SDG) 12.3.
2. **Providing insights into consumer perception of food waste:** the doctoral thesis highlights the importance of understanding the awareness, attitude, motivation and behaviour of food waste generation, prevention and reduction among permanent residents of Latvia, offering insights that may be taken into account in the implementation of the Food waste prevention program of Latvia (VARAM, 2021).

3. **Identifying by-products in the context of circular bioeconomy:** By proposing the approach to by-product quantification, doctoral thesis provides systematic overview of by-product availability at a cross-national level. Currently, there is no common system for by-product estimation, and decision makers may lack data needed to propose measures for their use.

Defensible theses

1. A harmonised, nationally accepted methodological framework for food waste quantification is necessary across all stages of the food supply chain to account for inherent discrepancies and to ensure reproducible quantification, accurate data, and comparability across stages of the food supply chain, over time and across other countries.
2. Introduction of by-product quantification allows to account for secondary bioresource flows that have previously been left out of the data collection and reporting system but can provide knowledge about possibly underexplored resources that can be introduced in the circular bioeconomy.
3. Higher involvement in household food management practices is associated with greater awareness and concern about food waste, as well as with actions taken to prevent and reduce food waste generation, compared with detachment from daily food management practices.

Approbation of the results

The doctoral thesis was developed between 2021 and 2026. the results of the doctoral thesis are published in three scientific publications (published in journals indexed in *Web of Science* and *Scopus* databases). the results of the doctoral thesis are presented and discussed in 10 international and 2 national conferences. the author has contributed to the development of a national food waste quantification system in Latvia implemented within the project “Waste To Resources Latvia - boosting regional sustainability and circularity” (LIFE Waste To Resources IP, LIFE20 IPE/LV/000014), implemented with the financial support of the LIFE Programme of the European Union and Ministry of Climate and Energy of the Republic of Latvia. In total, the author has co-authored 10 scientific publications indexed in Scopus and Web of Science databases. Two datasets are deposited in the Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse.

Scientific publications related to the thesis

1. **Soloha, R., Kleinberga, V., Dace, E.** (2026). Linking household food management practices and food waste: Evidence from Latvian households. *Cleaner Waste Systems*, 14, Article No. 100534. (indexed in *Web of Science/Scopus*, *Elsevier*, IF₂₀₂₄=3.9, Q2). DOI: 10.1016/j.clwas.2026.100534.

2. **Soloha, R.** & Dace, E. (2025). Research on quantification of food loss and waste in Europe: a systematic literature review and synthesis of methodological limitation. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 28. Article No. 200287. (indexed in *Web of Science/Scopus, Elsevier*, IF₂₀₂₄=6.4, Q1). DOI: 10.1016/j.rcradv.2025.200287.
3. **Soloha, R.**, Lukasa, L.K. & Dace, E. (2025). Estimation and bio-valorisation of food industry by-products in Northern Europe. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 4349–4370. (indexed in *Web of Science/Scopus, Springer*, IF₂₀₂₄=4.1, Q2). DOI: 10.1007/s13399-024-05423-6.

Conference proceedings

1. **Soloha, R.**, Muižniece, M., Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU framework. *Symposium Proceedings of Sardinia Symposium 2025: 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*. ISBN 9788862650472, ISSN 2282-0027.

Datasets

1. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2024). Survey on household food consumption, food waste awareness, generation and practices: the case of Latvia, January 2023. *Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse*, V1. DOI: 10.48510/FK2/BDUEIO.
2. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2024). Survey on food waste awareness, generation and measurement in retail and food service sectors: the case of Latvia, January 2023. *Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse*, V2. DOI: 10.48510/FK2/HF20LT.

Other scientific publications

1. Mukamwi, M., Somorin, T., **Soloha, R.**, & Dace, E. (2023). Databases for biomass and waste biorefinery – a mini-review and SWOT analysis. *Bioengineered*, 14(1). (indexed in *Web of Science/Scopus*, Taylor & Francis, IF₂₀₂₄ = 4.2, Q1). DOI: 10.1080/21655979.2023.2286722.
2. Balina, K., **Soloha, R.**, Suleiko, A., Dubencovs, K., Liepins, J., Dace, E. (2023). Prospective Life Cycle Assessment of Microbial Sophorolipid Fermentation, *Fermentation*, 9(9), 839. (indexed in *Scopus*, IF₂₀₂₃ = 3.7, Q2). DOI: 10.3390/fermentation9090839.
3. Liepins, J., Balina, K., **Soloha, R.**, Berzina, I., Lukasa, L.K., Dace, E. (2021). Glycolipid Biosurfactant Production from Waste Cooking Oils by Yeast: Review of Substrates, Producers and Products. *Fermentation*, 7, 136. (indexed in *Scopus*, IF₂₀₂₁ = 5.1, Q2). DOI: 10.3390/fermentation7030136.

Reports presented at international conferences

1. **Soloha, R.**, Muižniece, M., Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU

- framework (oral presentation). *Sardinia Symposium 2025: 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*. Sardinia, Italy, October 13–17.
2. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2025). Causes, awareness and behaviour of food waste generation in Latvian households: a quantitative study (oral presentation). *RETASTE 2025: Rethink Food Resources, Losses and Waste 2025. 5th International Conference*. Athens, Greece, September 24–27.
 3. **Soloha, R.**, Melnalksne, Z., Svarupa, S., Vecozola, A., Dace, E. (2024). Harmonizing food waste reporting in the EU: Decoding flows at the level of food supply stages (poster presentation). *RETASTE 2024: Rethink Food Resources, Losses and Waste 2024. 4th International Conference*. Heraklion, Greece, September 25–27.
 4. **Soloha, R.**, Lukaša, L.K., Dace, E. (2024). Assessment and bio-valorisation of by-products from food industry in Europe (oral presentation). *RHODES 2024: 11th International Conference on Sustainable Waste Management*. Rhodes, Greece, June 19–22.
 5. **Soloha, R.**, Lukaša, L. K., Dāce, E. (2024). Estimation and bio-valorisation of food industry by-products in Northern Europe (oral presentation). Side event *CIRCLE: International conference “Promoting collaboration for a sustainable and circular bioeconomy”* of the *World Circular Economy Forum*. Online, April 10.
 6. **Soloha, R.**, Kleinberga, V., Dace, E. (2023). the Survey of systemic food waste generation causes in Latvian retail, catering and households (oral presentation). Side event “*Fostering action with narratives: Communicating about climate change and energy transition in politics, business, media and society*” of the *3rd International Interdisciplinary Conference PLACES*. Riga, Latvia, March 30.
 7. **Soloha, R.**, Dace, E., Kleinberga, V. (2023). Challenges and causes of food loss and waste generation across the food supply chain: the case of Latvia (oral presentation). *World PhD Students Summit on Sustainable Development*. Online, March 22.
 8. Dace, E., **Soloha, R.** (2022). Household Biowaste Management in Latvia: An Assessment within the Infrastructure, Socio-Economic and Environmental Context of Local Municipalities (oral presentation). *icRS 2022: International Conference on Resource Sustainability*. Online, August 1–4.
 9. Dace, E., **Soloha, R.**, Bāliņa, K. Lukaša, L. K. (2022). Enabling circular bioeconomy via estimating the potentially valorisable food loss and waste in the Northern European region (oral presentation). *BTechPro 2022: International Conference for Young Scientists on Biorefinery Technologies and Products*. Riga, Latvia, April 27–29.

10. Dace, E., **Soloha, R.**, Lukaša, L. K. (2021). Enabling circular bioeconomy via estimating biowaste and food loss valorisation potential in Latvia (poster presentation). *International Conference Strategies toward Green Deal Implementation: Water, Raw Materials & Energy*. Online, December 8–10.

Reports presented at national conferences

1. Kleinberga, V., Dace, E., **Soloha, R.** (2023). Pārtikas un bioloģiskie atkritumi – komunikācijas izaicinājumi (oral presentation). *Dialogs ar zinātni*. Online, December 8.
2. **Soloha, R.**, Dace, E. (2022). Izaicinājumi un iespējas pārtikas zudumu un atkritumu rašanās novēršanas un valorizācijas īstenošanā (oral presentation). *80. LU starptautiskās zinātniskās konferences sesijā Vides un ilgtspējīgas attīstības pārvaldība*. Online, February 23.

Structure of the thesis

Thesis is based on three peer-reviewed scientific publications (Papers I, II and III) and one paper in conference proceedings (Paper IV). **Paper I** is a systematic literature review analysing how and whether the food waste quantification procedure in the scientific research is based on, complementary to or different from the methods outlined in the common food waste quantification frameworks – EU Delegated Decision and the Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard (Soloha & Dace, 2025). **Paper II** is a full-length article aimed to identify and estimate by-products of the food processing and manufacturing industry (Soloha et al., 2024). **Paper III** is a full-length article analysing the association between food management role and food waste in Latvian households (Soloha et al., 2026). **Dataset I** is used as input for data analysis (Soloha et al., 2023). **Paper IV** provides a methodology for food waste quantifications in households (Soloha et al., 2025).

Author's contribution

Research was conducted under the supervision of senior researcher *Dr.sc.ing.* Elina Dace. Scientific publications were developed together with Elina Dace (Paper I-IV), Vineta Kleinberga (Paper III), Līva Kristiāna Lukaša (Paper I) and Marta Muižniece (Paper IV). the author's contribution, according to the Contributor Roles Taxonomy (CRediT) system, is listed below.

- **Paper I.** Conceptualisation, methodology, validation, formal analysis, data curation, writing – review & editing, writing – original draft, visualisation.
- **Paper II.** Conceptualisation, methodology, validation, formal analysis, data curation, writing – original draft, writing – review and editing, visualisation.

- **Paper III.** Conceptualisation, data curation, formal analysis, funding acquisition, investigation, methodology, validation, visualisation, writing – original draft, writing – review & editing
- **Paper IV.** Conceptualisation, methodology, formal analysis, writing – review & editing, writing – original draft, visualisation.

1. Literature review

1.1. Food loss and waste in the context of sustainability

Climate change, resource scarcity, environmental pollution (including waste) to water, land and air, environmental degradation, biodiversity loss, population growth, food insecurity and food safety issues, as well as malnutrition and diseases are noticeable drivers of the food system unsustainability. Food system refers to the whole agri-food chain (agricultural production and food supply chain), actors involved and environmental, economic, social, policy and health dimensions associated with food provision, consumption, treatment and disposal. Sustainable food system refers to resource efficiency, protection of natural resources, rural livelihood and social well-being, resilience of people, communities and ecosystems, as well as to responsible governance (Holden et al., 2018). a sustainable, healthy and inclusive food system is part of the European Union's Food 2030 research and innovation policy framework (EC, 2023). In addition, the planetary boundaries and food system sustainability are closely related concepts. Several of the nine defined earth system processes are directly associated with food production, i.e., land system change, biosphere integrity, biogeochemical flows, and climate change (Richardson et al., 2023).

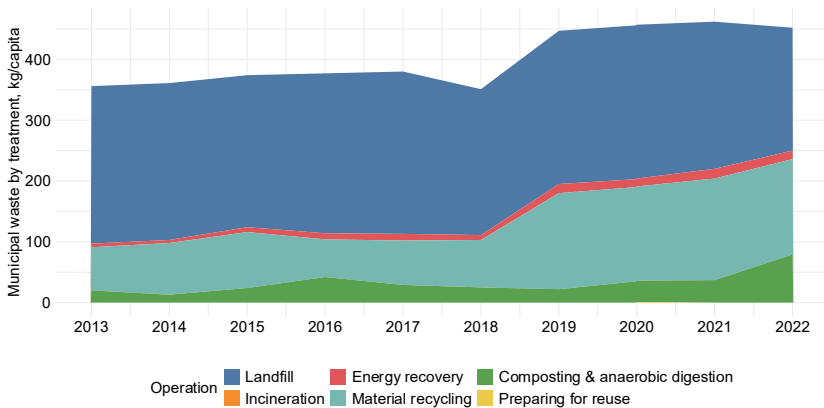


Figure 1. Municipal waste treatment in Latvia between 2013 and 2022 (own elaboration, Eurostat data)

Along with the growth in the world's population, food consumption and the total amount of food loss and waste (FLW) has increased globally (Gatto & Chepeliev, 2024). Although Latvia's population is declining, waste generation per capita is increasing. For instance, municipal waste generation shows an upward trend, having reached 464 kg per capita in 2022 (the latest available data for Latvia), thus approaching the EU average, which is 511 kg per capita as of

2023 (Eurostat, 2025b). Although landfilling has declined over the years, it still accounts for a significant part of the waste treatment in Latvia (Figure 1).

The generation of FLW drives the unsustainability in the food system. Thus, addressing FLW problems is an important pathway in building a sustainable food system. Resource efficient food system can be achieved by improving food management, and food waste prevention, reduction and valorisation throughout the life cycle of food. Prevention of food waste generation together with the transition to a healthy diet and improved agricultural productivity is associated with a more significant reduction in environmental impact than if only one of the measures were taken (Rockström et al., 2025). For instance, compared to the 2020 baseline, these joint measures would reduce global agricultural emissions by 20% by 2050, compared to 15% if only the transition to a healthy diet took place (Rockström et al., 2025). FLW is directly linked to agricultural production and food safety and nutrition, while indirect impacts are associated with climate change and biodiversity loss, global health systems, and economic and governance systems (Delgado et al., 2023).

In high-income countries, most food waste is generated in households. In contrast, in low-income countries – primary production (UNEP, 2024). Global food waste data was first published in 2011 by the Food and Agriculture Organization (FAO). On average, in households 95–115 kg of food waste per capita was generated in Europe and North America, while in sub-Saharan Africa and South and Southeast Asia the figure was significantly lower, i.e., 6–11 kg (Gustavsson et al., 2011).

Data from the first EU-wide study on food waste estimates across all EU Member States (prior to the withdrawal of the United Kingdom from the EU) within the EU project "Food Use for Social Innovation by Optimising Waste Prevention Strategies (FUSIONS)" shows that in total 87.6 ± 13.7 million tonnes of food waste were generated in 2012 in the food supply chain (FSC) (Stenmarck et al., 2016). This translated to an overall economic loss of 143 billion euros, equivalent to 1.63 euros per kilogram of food waste in 2012, and 20 % of all food produced in the EU being wasted. Food production comprises agricultural production of fresh crop and livestock products that are either distributed fresh or diverted to processing and manufacturing to produce processed food products. In total, 173 ± 27 kg per capita was generated across the FSC in 2012, with the largest amounts generated in households (92 ± 9 kg) but the lowest – in wholesale and retail (9 ± 2 kg). Nevertheless, these estimates are uncertain due to the lack of robust studies providing accurate data, as well as the dominance of the countries from the Northern and Western part of the EU.

The latest EU mandatory reporting data on food waste shows that in 2023, a total of 58.2 million tonnes of food waste was generated in the EU27 countries (Eurostat, 2025a). Similarly to other studies, households accounted for the largest share of total food waste, averaging 69 kg per capita in the EU27

countries. These data suggest that over the years inefficiency in the provision and use of food can be observed. For efficient implementation of measures at the downstream stages of the FSC, it is important to understand why food waste is generated, share evidence-based resources and use evidence-based interventions and involve all relevant stakeholders (Bruns et al., 2024).

1.2. Legal framework for food waste in the EU

In 2015, the United Nations (UN) set a quantitative target under the Sustainable Development Goal (SDG) 12 “Responsible Consumption and Production” to halve food waste per capita at the retail and consumer levels by 2030 and to reduce food losses after harvest, in food production and distribution, compared to a reference year of 2015 (UN, 2016). This target was later incorporated and adapted into the European Union (EU) legislative documents on waste and subsequently into the national legislation and policy planning documents of the EU Member States (MSs), including Latvia. In the EU, the main legislative act addressing waste is the Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council on waste (hereinafter, Waste Framework Directive), that entered into force in 2008. the Farm to Fork strategy is part of the EU Circular Economy Action Plan that incentivises the circularity in the food value chain (EC, 2020), including food waste prevention and reduction.

1.2.1. Definition

Historically, the definition and scope of FLW in studies have varied, making it difficult to collect, analyse, and monitor FLW data over the long term (Boiteau & Pingali, 2023; Gage et al., 2024). In 2018, the Waste Framework Directive (WFD) was amended by the Directive (EU) 2018/851 (EC, 2018a). For the first time, the term “food waste” was officially defined in the EU. “Food waste” is *“all food as defined in Article 2 of Regulation (EC) 178/2002 of the European Parliament and of the Council that has become waste”*. Thus, to accurately interpret the term “food waste” under the EU legal framework, it is necessary to understand the definitions of the individual terms “food” and “waste”. the term “food” (or “foodstuff”) is defined in the Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority (EFSA) and laying down procedures in matters of food safety (hereinafter, General Food Law). “Food” is *“any substance or product, whether processed, partially processed or unprocessed, intended to be ingested by humans”* (EC, 2002). According to the General Food Law (GFL), food does not include animal feed, live animals unless they are prepared for placing on the market for human consumption, plants prior to harvesting, medical products, cosmetics, tobacco and tobacco products, narcotic and psychotropic substances, as well as residues

and contaminants. “Waste”, as defined in the WFD, is “*any substance or object which the holder discards or intends or is required to discard*” (EC, 2018a). In short, food waste is any food that was intended for human consumption but has instead become waste.

EU legal framework excludes beverages and other liquids discarded as or with wastewater from food waste definition. This is distinguished as a separate category. In addition, food waste excludes fractions of food waste that are mixed with packaging, residues or other materials that are not considered food and cannot be separated from food waste. This is mainly necessary to avoid misinterpretation of data, i.e., to not account for non-food fractions.

1.2.2. System boundaries

To interpret the definition of food waste accurately, it is important to define the scope of the system. With regards to the EU legal framework, the system covers the FSC starting from primary production, processing and manufacturing, retail and distribution, restaurants and food services up to the households (Figure 2). In the EU legal framework, primary production covers only processes after harvesting and slaughtering, i.e., post-harvest and post-slaughter processes. Thus, agricultural production is outside the scope of system’s boundaries (Figure 2).

Food service and household stages are sometimes referred to as the consumption stage. If not clearly stated, it can be difficult to understand whether consumption applies to only one of these stages or both together. For the classification purposes, the EU uses the statistical classification of economic activities (NACE) to identify the relevant activities at different stages of the FSC, excluding households.

Each stage of the FSC is associated with different sub-sectors and processes occurring with food. This is also associated with different inputs and outputs and their destinations. According to the EU Delegated Decision, each stage of the FSC, except for households, can be linked to the NACE classification. While some NACE codes are linked to a specific FSC stage and food group, some refer to mixed (food and non-food products) economic activities that require in-situ verification (Barco et al., 2019). Furthermore, in practice, an entity may carry out several economic activities and thus relate to several NACE codes, or food related activities may not be the primary but rather complementary activity. This increases the complexity of attributing food waste to the appropriate FSC stage and NACE code.

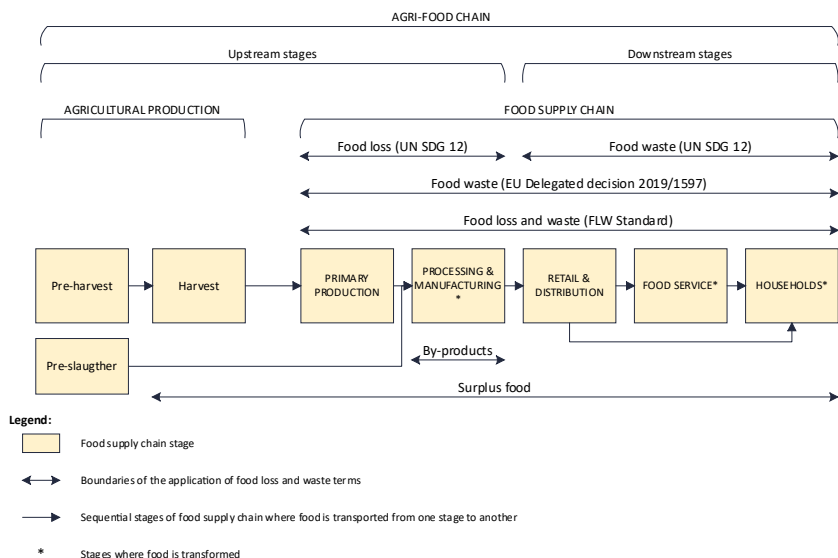


Figure 2. Definitional differences among common FLW definitional frameworks (EC, 2019a; Hanson et al., 2016); (Östergren et al., 2014; UNEP, 2021) and boundaries within the agri-food chain (adapted from Leverenz et al. (2021) and further developed by the author)

Primary production

Primary production includes the agricultural sectors under NACE section a “Agriculture, forestry and fishing” related to horticulture (fruit, berry and vegetable production), dairy farming, egg farming and beekeeping for honey production. From these agricultural sectors, horticultural products can be distributed fresh for final consumption or used as ingredients in processing and manufacturing to produce processed food products. In other sectors, processing is required to prepare the product for distribution for human consumption. Processing involves transformation of raw products into processed products, as well as packaging. Animal production, hunting and fishing and aquaculture sectors of primary production are not included in the food waste accounting, since these activities have not resulted in food yet, i.e., outside the scope of “food” definition in the EU.

Processing and manufacturing

Processing and manufacturing stage relates to activities that process and transform crop-based and animal-based products into processed products. Processing and manufacturing stage is comprised of different sectors, classified

based on the NACE classification under section C “Manufacturing”, division 10 “Manufacture of food products” and division 11 “Manufacture of beverages”. It includes the following NACE groups: processing and preserving of meat and production of meat products (Group 10.1), processing and preserving of fish, crustaceans and molluscs (Group 10.2), processing and preserving of fruits and vegetables (Group 10.3), manufacture of vegetable and animal oils and fats (Group 10.4), manufacture of dairy products (Group 10.5), manufacture of grain mill products, starches and starch products (Group 10.6), manufacturing of bakery and farinaceous products (Group 10.7) and manufacture of other food products (Group 10.8).

Meat processing involves multiple processes. the first involves slaughtering, producing carcass that is later distributed in fresh cuts and animal-based by-products. Slaughter consists of multiple steps that involve preslaughter handling, stunning and slaughtering. Each step provides different by-products. Meat for human consumption can either be distributed fresh (chilled or frozen) or further used in processing to manufacture processed meat products.

Retail and other distribution of food

Retail and distribution of food include wholesale and retail of fresh food and processed food products. These activities are classified under NACE divisions 46 and 47, respectively. These include specialised and non-specialised retail and wholesale and convenience stores, markets, vending machines and mobile food vendors that sell prepared foods and beverages.

Restaurants and food services

Restaurants and food services include accommodation and food and beverage service activities under NACE divisions 55 “Accommodation” and 56 “Food and beverage service activities”, including services that offer ready to eat meals on-site or for take-away. Accommodation includes hotel and similar accommodations that offer catering on site. Food and beverage service activities include public commercial establishments, such as restaurants (including fast-food), cafeterias, bars, mobile food vendors (such as food trucks or carts) and market stalls. Another group covers catering in educational institutions (pre-schools, schools, higher education institutions), hospitals (including sanatoria and rehabilitation) and offices or other institutional canteens or cafeterias that offer catering. the latter can be classified as non-commercial establishments, since they are usually intended for specific visitors (e.g., pupils, students, patients and employees) and are generally not available to the general public. Catering services can vary depending on the continuity of service provision. They may be available throughout the year, only at certain times of the year, or only for specific events.

Households

Household consists of one or more persons living in the same dwelling (apartment or private house) located in a city, village or rural area. the type of dwelling and its location can influence both food provision, consumption habits and waste management.

1.2.3. Waste hierarchy and the end of waste status

Waste hierarchy

According to the WFD, waste hierarchy presents the order of priority in the EU: (1) prevention, (2) preparing for re-use, (3) recycling, (4) other recovery and finally (5) disposal. Waste prevention refers to any measure aimed to ensure that material fulfils its original purpose and does not become waste. Here, original purpose refers to ensuring that food reaches its originally intended destination as food and is consumed accordingly. the subsequent actions, i.e., preparing for reuse, recycling, other recovery and disposal refers to waste treatment actions, as defined in the WFD.

Joint Research Centre (JRC) has developed a food use hierarchy, which is an adaptation of the waste hierarchy to the food sector (De Laurentiis et al., 2024). Food use hierarchy makes a distinction between prevention and waste treatment actions. Donation and redistribution of surplus food, use for animal feed and industrial use is classified as food waste prevention actions in the JRC study. However, for the purpose of the doctoral thesis these actions are classified as waste reduction activities because they refer to the handling of surplus food after its original purpose (application as food) is no longer possible (Table 1). Waste reduction measures are essential to ensure that surplus food is not treated as waste before reduction measures are implemented. Life cycle analysis and social life cycle costing show that prevention and redistribution have the highest priority across environmental, economic and social sustainability pillars, compared to other actions in the food use hierarchy (Albizzati et al., 2021). For material recycling into biochemicals and feed to become competitive with conventional products, these technologies should require lower energy and material consumption, higher production yield from feedstocks and lower capital expenditure and labour costs. Moreover, respective to the EU Farm to Fork Strategy food donation and redistribution contributes to food security.

The EU Bioeconomy Strategy encourages the processing of secondary biomass resources, e.g., food processing and manufacturing by-products into new products to support resource efficiency and reduce pressure on primary resources (EC, 2025a). Although JRC applies the term “industrial use” to refer to the transformation into value-added products, a term “valorisation” is often used in research.

Table 1. Food use hierarchy, adapted from De Laurentiis et al. (2024)

Type	Action	Example
Prevention	Prevention at source	Any action to avoid generation of surplus food (e.g., behaviour change)
Reduction	Donation or redistribution of surplus food	Donation and distribution of surplus food for human consumption by food banks or other food redistribution organisations
	Use for animal feed	Use of food no longer intended for human consumption in animal feed
	Industrial use (valorisation)	Transformation into value-added products for food or non-food purposes
Waste treatment	Material recycling and nutrient recovery	Transformation into compost or biogas (with nutrient recovery)
	Energy recovery	(a) Transformation into biogas (without nutrient recovery) or biofuel (e.g., bioethanol) and (b) incineration with energy recovery
	Disposal	(a) Incineration without energy recovery and (b) landfilling

Waste treatment is important if, for example, food can no longer be used for human consumption or used for other purposes than waste treatment due to food safety considerations. Waste treatment refers to activities when food or related products (such as by-products) are considered food waste. Food waste disposal, i.e. landfilling and incineration without energy recovery, is the least preferable waste treatment action and are considered treatment options that do not generate any value (López-Portillo et al., 2021).

In the EU list of waste classification, food waste can be classified under codes 02 “wastes from agriculture, horticulture, aquaculture, forestry, hunting and fishing, food preparation and processing” referring to the processes occurring in the upstream stages of the FSC and 20 “municipal wastes (household waste and similar commercial, industrial and institutional wastes) including separately collected fractions” referring primarily to the downstream stages of the FSC (EC, 2014). the EU Delegated Decision specifies which waste codes refer to each stage of the FSC. Nevertheless, some waste codes, such as “20 01 08 – biodegradable kitchen and canteen waste”, “20 01 25 – edible oil and fat” and “20 03 01 – mixed municipal waste”, in the downstream stages of the FSC, may be attributed to retail and distribution, restaurants and food services and households. However, in the case of code “20 03 01”, it is necessary to know the proportion of food waste in municipal waste. Furthermore, statistics may not include data from all waste generation sources. According to the Waste Management Law (WML) in Latvia, the Latvian Environment, Geology and

Meteorology Centre (LEGMC) is responsible for the compilation of data on waste management and ensure its provision to the public and EU institutions.

The end of waste status

According to the WFD, waste shall be recovered for it to lose waste status. This includes any operation in which waste replaces other raw materials that would otherwise be used to fulfil a specific function. the WFD (Article 6) defines criteria for the EoW status. That is, substance or object is used for a specific purpose for which there is a demand, it meets the technical requirements, complies with legislation and standards applicable to that purpose and its use will not have an adverse impact on the environment or human health. However, the EoW criteria defined in the WFD are interpreted differently by operators and supervisory authorities due to legal uncertainty (Johansson, 2023).

At the EU level, End of Waste (EoW) criteria specific to biodegradable waste, including food waste, has not been legally drawn (Kenk et al., 2025). Compost and digestate are examples for which creation of specific criteria were planned but not implemented (Saveyn & Eder, 2013). Hygienic safety and biological stability are factors determining the EoW status for compost and digestate (Saveyn & Eder, 2013). Biodegradable waste composting (R3A) and mechanical biological treatment (R12A) are considered waste recovery operations in the EU list of waste (EC, 2014). However, for the purposes of food waste quantification these actions are accounted for as food waste destination and waste treatment operation.

1.3. Food waste classification beyond the EU legal framework

The destination of food helps to understand whether food can be defined as waste or not. Food that enters any stage of the FSC and leaves the system for waste treatment is considered food waste under the EU legal framework (see Table 1). That is, edible or inedible parts of food that are diverted to animal feed or reprocessing into other products, are not considered food waste. Food destined for feed or valorisation for conversion into bio-based products is not considered food waste by the WFD (EC, 2018a), FLW Standard (Hanson et al., 2016), FAO methodology (Gustavsson et al., 2011) or EU FUSIONS definitional framework (Östergren et al., 2014). However, these destinations are of interest because in some methodological frameworks and research food destined for animal feed is considered food waste. For instance, for the definition of “food loss” by Beretta et al. (2013) and Hartikainen et al. (2018) and the definition of “food waste” from households by the UK Waste & Resources Action Programme (WRAP) (Qusted & Johnson, 2009) and van Herpen et al. (2019) considers animal feed as a destination of food waste. This leads to inconsistencies in how the destination of food is interpreted in relation to the FLW definition, suggesting that different

frameworks or legal norms may prevail in some countries. While definitional frameworks identify the destination as a factor in defining FLW, some studies do not specify the destination. According to the EU Delegated Decision, food destined for animal feed can be reported voluntarily. Understanding material flows within the agri-food chain or FSC can provide a more complete view of food resource flows and resource use efficiency in the system. a common definition of FLW would improve the interpretation and comparability of data (Boiteau & Pingali, 2023). As introduced earlier food is “any substance or product, whether processed, partially processed or unprocessed, intended to be ingested by humans”. This definition could lead to the understanding that only what can be consumed as food is considered food. However, food consists of parts that are not necessarily edible and depending on the stage of the FSC, food may be subject to various processing or transformation processes. As a result, each stage of the FSC has different types of food inputs and outputs and its intended destination. Understanding these flows helps to classify them accordingly.

Surplus food

Surplus food refers to food that has been provisioned in abundance, is safe for human consumption but cannot be destined for its intended original purpose in food. For instance, for aesthetic reasons, changes in demand or expiry of “best before” date which does not affect food safety. To ensure that food is not lost, waste reduction measures may take place to find the most optimum use and prevent surplus food from being treated as food waste. In the EU, other classification includes “food no longer intended for human consumption” due to commercial reasons, manufacturing problems and other defects. These aspects make it unsuitable for human consumption but without compromise to animal and public health, it can safely be used in feed (EC, 2018c).

Food loss and waste

Two of the most applied terms in policy planning and research are “food loss” and “food waste”. the definition and application across the FSC of these terms vary but sometimes they are used interchangeably as FLW (Table 2).

Table 2. the scope of food loss and food waste in common definitional frameworks

Term	Stage of the agri-food chain and FSC covered								Inclusion of		Destination*	
	AP-1	AP-2	PP	PM	RD	FS	HH	Edible parts	Inedible parts	Liquids	Animal feed	Valorisation
Avoidable food waste ¹	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	NA
Avoidable and possibly avoidable food waste ¹	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	NA
Food loss ²	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	NA	✓	✓	NA
Food loss ³	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	NA	NA	NA
Food loss and waste ⁴	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Food waste ⁵	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x
Food waste ⁶	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	NA
Food waste ³	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	NA	NA	NA

NA – unspecified; *Food destined for animal feed or valorisation applications (bioprocessing, conversion) classified as food loss or food waste, ✓ – included; x – excluded

¹(Questaed & Johnson, 2009); ²(FAO, 2014); ³(Gustavsson et al., 2011, 2013); ⁴(Hanson et al., 2016); ⁵(Östergren et al., 2014); ⁶(EC, 2018a)

The EU FUSIONS definitional framework applied the term “food waste” (Östergren et al., 2014) and was a foundational document for the food waste definition adopted in the WFD (EC, 2018a). FAO methodology (Gustavsson et al., 2011) was the basis for the UN SDG 12.3. It uses distinct terms to distinguish between the upstream (food production system) and downstream (food consumption system) stages of the FSC. Food loss is defined as the reduction in the quantity of food during primary production, processing, and manufacturing stages due to climate and weather conditions, technical limitations, or inadequate storage. In turn, food waste is food that becomes waste from retail to final consumption (Gustavsson et al., 2011). WRAP developed a framework that focuses on the household stage of the FSC (Questaed & Johnson, 2009), and is commonly applied in research that addresses household food waste. Nevertheless, in some cases FLW definition and scope is defined differently or is not defined at all.

FLW is classified based on edibility (edible or inedible) and preventability (avoidable or unavoidable) FLW (Chauhan et al., 2021). Some studies focus only on edible FLW while other – on both edible and inedible FLW, thus the application of terms may be inconsistent (Lebersorger & Schneider, 2011). Inedible parts of food, such as peel, skin, seeds, leaves, and bones from various

plant and animal-based food products, are not normally intended for human consumption and are considered inedible. However, it is not straightforward to determine what is edible and what is not. It can be influenced by cultural and socio-economic factors, upbringing, and perception (Teigiserova et al., 2020). Due to various behavioural and attitudinal reasons, edible food can become waste. the term “edible” refers to food that can be eaten or could have been eaten. For example, this can be food that is still safe for human consumption but has become waste, or food that was intended for human consumption but had been damaged, spoiled, or had passed its expiration date, and is therefore no longer considered safe for human consumption. the latter is sometimes named “once-edible food” to avoid confusion about the use of the word "edible," which may suggest that food can still be eaten (Sigala et al., 2024). Irrespective of the definition, edible food waste fractions are crucial in food waste reduction targets. In addition, the terms "avoidable" and "unavoidable" are used to distinguish between food waste that can be prevented or reduced and food waste that cannot. This means that type of food that is or was considered edible can be prevented from becoming waste in the future. Teigiserova et al. (2020) proposed that countries identified what is generally considered inedible in the respective country.

FLW can be classified into solid and liquid fractions. Liquid fractions include drinking water, other beverages or liquids, such as oils and fats, soups and sauces. Due to material properties liquid food waste often follows different disposal routes, such as discharge into sewer system or is subject to separate collection, such as in the case of oils and fats.

Process related terminology

A variety of terms can be observed for different streams in the FSC, e.g. “side flow” in agricultural production (AP-1 and AP-2) and primary production (PP) to make a distinction from food loss or food waste in the later stages of the FSC (Franke et al., 2016; Hartikainen et al., 2018). Terms “storage waste”, “storage loss”, “preparation loss”, “serving loss”, “non-served/unserved food” (Boschini et al., 2018), “leftovers”, “plate waste” are used to characterise waste flows in restaurants and food service sectors (Engström & Carlsson-Kanyama, 2004). These flows are related to storage, preparation, serving and consumption processes. For instance, plate waste is a type of food waste associated with uneaten food left on the plate, usually in the food service and household sectors. While plate waste is an inevitable source of food waste, it alone does not reflect the total waste because it excludes food waste generated during food storage and preparation. Lebersorger et al. (2011) proposed food waste classification in households based on the life cycle stage (“preparation residues”, “leftovers”, “whole unused foods”, “partly consumed foods”, and “not classifiable remainder”) and packaging (in original sales packaging or *other*). For instance, although van Herpen et al. (2019) used slightly different terms, such as “meal

leftovers” and “leftovers after storing”, “completely unused foods”, “partly used foods” as edible food waste for household stage, definitions are similar to those introduced by Lebersorger et al. (2011). Food waste from retail and distribution and restaurants and food services may also be referred to as commercial food waste.

By-products

Food production by-products are parts of food generated during processing and manufacturing stage of the FSC. By-products are not the primary product of a specific food processing and manufacturing process but are an integral output of a certain treatment or transformation process. For instance, whey formation is an integral part of cottage cheese or cheese production, thus it can be considered a by-product. By-products are classified as a separate category, distinct from food waste and are outside the scope of the WFD, unless they are subject to waste treatment. In that case, by-products are classified as food waste. Article 5 of the EU WFD specifies that appropriate measures shall be taken to prevent by-products from becoming waste.

Animal-based by-products are regulated in the EU. Regulation (EC) 1069/2009 of the European Parliament and of the Council laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption (hereinafter, Animal By-products Regulation) focuses specifically on animal by-products (EC, 2009). According to the Animal By-products Regulation (ABR), “animal by-products” are *“entire bodies or parts of animals, products of animal origin or other products obtained from animals, which are not intended for human consumption, including oocytes, embryos and semen”*. ABR lays down by-product definition, classification and rules regard to their further use. By-products that are treated as waste, are considered waste. Animal by-products are classified into three distinct categories, depending on the level of risk to human and animal health, as well as the environment. Category 1 refers to high risk, category 2 to intermediate risk, and category 3 to low risk, as laid down in the Article 8, 9 and 10 of the ABR, respectively. Category 3 group includes primarily by-products associated with processing of food, such as slaughtering, fish processing, milk and egg processing. In addition, this group includes products of animal origin no longer intended for human consumption, e.g., due to commercial reasons or packaging defects, and catering waste. In terms of the FSC, category 3 by-products refer to the material outputs of the processing and manufacturing stage of meat (including from hunting activities), fish, aquaculture and their products, excluding by-products of slaughter processes or prior to these processes. Nevertheless, by-products, including those not associated with meat, fish or aquaculture products, lack uniform systematisation, especially regards to their quantification.

Category 3 by-products do not pose a risk to animal or human health. They may be used in animal feed, but ABR allows this only for animals that are not

intended to produce food for human consumption. This is primarily to avoid pathogen transmission between animals and humans, in particular bovine spongiform encephalopathy (BSE). BSE, better known as *Mad cow disease*, that spread in the UK between 1980s and 1990s, was a precondition for more stringent use of animal by-products in feed. In the EU, EFSA provides independent scientific evidence and support related to food and feed safety measures. This includes risk assessment associated with animal by-product use.

Indirect aspects of food loss and waste

Agricultural waste can be biological, such as agricultural residues after harvest and manure, or non-biological components, such as auxiliary materials and agricultural plastic film used in agricultural production that become waste.

Packaging waste refers to various types of materials (paper, plastic, metal, composites) that are used to securely transport and store food products. Nevertheless, packaging is not accounted for as food waste.

Water, energy (heat and electricity) and other inputs used in the process are not accounted for as food waste but rather refer to the overall resource use efficiency of a particular process in the FSC. This information is important when assessing the environmental and economic impact.

Composition

Circular (bio)economy aims not only to extend the use of materials in the economy, but also to reintroduce into the cycle those materials whose use, in accordance with their original purpose, has come to an end. Understanding the composition of materials is important for material recycling and valorisation. Typology, collection source and geographical origin are factors that influence variations in composition more significantly, compared to the season of collection and storage temperature (Moonsamy et al., 2024). In addition, animal- and crop-based materials present differences in composition. Composition can be referred to biochemical, elemental and physicochemical. Biochemical composition refers to carbohydrates, fibre, cellulose, hemicellulose, lignin, starch, lipids and proteins. Elemental composition refers to C/N ratio, CNHSO (carbon, nitrogen, hydrogen, sulphur and oxygen) elemental composition, as well as macro- and micronutrients. Physicochemical properties are associated with dry matter, total solid, volatile solid and ash composition, heating value and chemical oxygen demand (Moonsamy et al., 2024).

1.4. Food waste prevention and reduction targets in the EU

By 2035, preparing for re-use and recycling of municipal waste shall be increased to a minimum of 65 % by mass. Postponement by 5 years is possible if a MS prepared for re-use and recycled less than 20 % by mass or landfilled more than 60 % of municipal waste in 2013 (EC, 2018a). All materials, including

biodegradable waste, that are suitable for recycling, material or energy recovery should be diverted from landfilling, as of 2030 (EC, 2018b).

In 2025, the WFD was further amended by the Directive (EU) 2025/1892, introducing a separate article (Article 9a) on prevention of food waste generation (EC, 2025b). This article proposes:

1. Behavioural change interventions and awareness raising information campaigns about food waste prevention and reduction.
2. FSC monitoring to identify and manage inefficiencies and facilitate cooperation.
3. Food donation and other distribution of food prioritising human use over (1) animal feed and (2) reprocessing into non-food products.
4. Training and skills development and facilitation of funding opportunities.
5. Promotion of food waste prevention innovations and technological solutions.

No more than 10 % of total municipal waste can be landfilled starting 2035. Data from a 2024 study on the waste composition analysis in Latvia shows that on average food waste accounts for 21.03 % of the total unsorted municipal waste from households, retail (generation of at least 20 tons of used packaging) and offices (20 – 30 employees). Other biodegradable waste accounts for an average of 6.24% (SIA “Geo Consultants,” 2024).

Biodegradable waste sorting and separate collection is mandatory in the EU since January 2024. Article 22 of the WFD (EU) 2018/851 stipulates that biodegradable waste must be separated and recycled at the place of origin or collected separately, without mixing it with other types of waste. Food waste is a type of biodegradable waste. Biodegradable waste encompasses not only food waste but also garden and park waste. Thus, when referring to the mandatory biodegradable waste separate collection in the EU it does not only refer to food waste.

The WFD (EU) 2025/1892 sets binding food waste reduction targets for all MSs. By the end of 2030, MSs shall:

- reduce the generation of food waste in the processing and manufacturing stage of the FSC by 10 %, compared to the annual average between 2021 and 2023 (as reported to the *Eurostat*).
- reduce the generation of food waste per capita jointly in retail and distribution, restaurants and food services and households by 30 %, compared to the annual average between 2021 and 2023 (Figure 3) (as reported to the *Eurostat*).

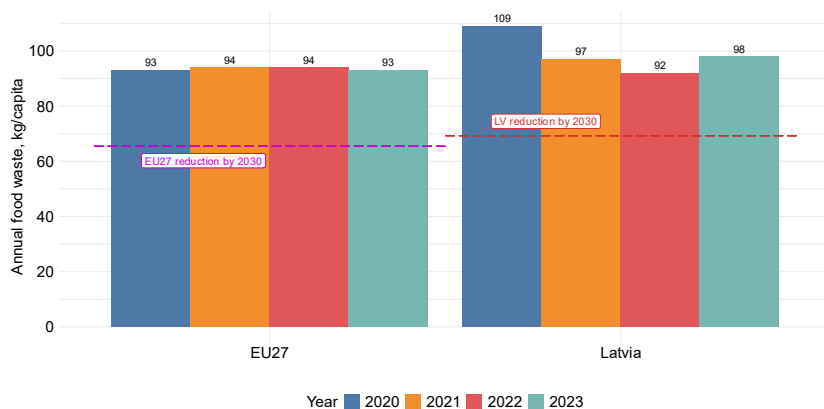


Figure 3. Annual food waste per capita in RD, FS and HHs between 2020 and 2023, data reported by MSs to Eurostat (own elaboration, Eurostat data)

In Figure 3 “LV reduction by 2030” refers to a 30 % reduction benchmark calculated against the average annual food waste per capita in Latvia between 2021 and 2023, while “EU27 reduction by 2030” represents a 30 % reduction benchmark against the average annual food waste per capita in the EU27 between 2021 and 2023.

The WFD must be transposed into the national legislation of the MS. In Latvia, the main legislative act on waste is the Waste Management Law (WML). the National Waste Management Plan of the Republic of Latvia (NWMP) for the period 2021-2028 is the main policy planning document in the field of waste management (as of 2026). the NWMP includes a separate section on food waste – the Food waste prevention programme (FWPP). WFD states that MS shall evaluate their FWPP with respect to the food waste reduction targets.

In 2023, food waste in the EU amounted to an average of 130 kg per capita across the FSC. the largest amount was generated by households – 69 kg per capita. Primary production accounted for 12 kg per capita, processing and manufacturing – 24 kg per capita, retail and distribution – 10 kg per capita, and restaurants and food services – 14 kg per capita. Nevertheless, data from each of the EU27 MS show significant differences (Figure 4). For instance, food waste quantity in households ranged from 34 kg per capita in Slovenia up to 122 kg per capita in Portugal. Moreover, food waste reduction over years still cannot be observed except for a slight decrease in primary production stage.

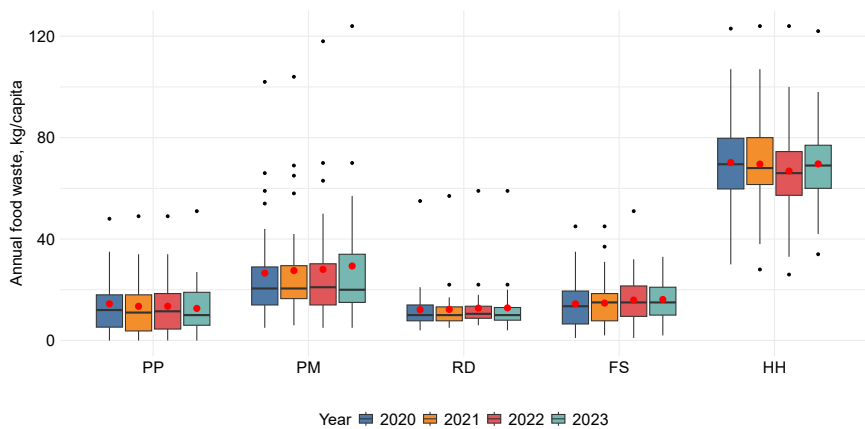


Figure 4. Annual food waste per capita in the 27 EU MSs across the FSC (red dots represent mean values; own elaboration, Eurostat data)

Despite the EU-wide food waste reduction targets set in the WFD (EU 2025/1892, the data quality is still insufficient. Data on food waste is compiled together without distinguishing between avoidable and unavoidable waste fractions. Moreover, the EU targets are set for the total food waste quantities reported to the *Eurostat*. Differences in the amount of food waste (kg) per capita in the EU cannot be fully explained because the applied methodologies were not published (UNEP, 2024). a common methodology for measuring FLW can improve data comparability between different countries, stages or sectors of the FSC (Fabi et al., 2021; Spang et al., 2019). the EU Delegated Decision guides unified approach to food waste quantification. Nevertheless, available technical, financial and human resources, as well as the understanding of a broader significance of such data collection at a national level affects practical execution. There is a lack of quantitative data on the avoidable food waste (UNEP, 2024). For instance, the EU Delegated Decision for uniform food waste measurements does not contain sufficient information on sample size representativeness and the use of best available data where no in-depth food waste measurements have been carried out (Leverenz et al., 2021). Prior to the new WFD amendments in 2025, tourism was not accounted for when estimating food waste quantities.

1.5. Food waste quantification in the EU

Given the EU's waste prevention targets for 2030, achieving a minimum recycling rate of 65% for municipal solid waste and a maximum landfill rate of 10% by 2035, waste treatment should be aligned with waste reduction and prevention incentives.

To select appropriate food waste prevention and reduction measures, it is important to understand the baseline against which progress is measured. Comparable data is essential for the implementation of food waste prevention measures (Corrado & Sala, 2018) and assessment of their contribution to the achievement of these targets. Various stakeholders of the FSC (farmers, producers, retailers, caterers, households) are not always willing to voluntarily share data, if available, or to participate in food waste measurements to obtain primary data. Furthermore, if the definition and scope of food waste are not interpreted consistently, it is difficult to obtain representative and comparable data, for example at national level for a given stage of the FSC or its sub-sector. It is therefore necessary to establish well-functioning data collection at national level.

Indirect quantification methods are widely used to estimate food waste quantities. In the past, food waste quantification was fragmented due to the lack of a unified methodology and guidelines, voluntary monitoring and no reporting requirements at the EU level. Following the requirements of the WFD, EC adopted the EU Delegated Decision. the EU Delegated Decision is the first EU wide binding generated food waste data collection and monitoring initiative aimed at achieving food waste prevention and reduction targets in the EU. It focuses on determining the fresh mass of food waste. Based on the requirements of the WFD (EU) 2018/851, reporting food waste quantities has been mandatory for EU MSs since 2020. For this purpose, not all countries have yet developed robust procedures for systematically collecting representative data, analysing it, storing it, and monitoring it over the long term.

Although each EU MS is required to collect, monitor, and report to *Eurostat* on the amount of food waste generated at each stage of the FSC, participation by relevant FSC stakeholders is voluntary. Thus, while they are considered a primary target group, they may not be involved. Mandatory reporting could act as a governance mechanism to increase efforts to quantify food waste (Eriksson et al., 2019). For instance, food processing and manufacturing (Eičaitė et al., 2023) and retail and distribution (Eičaitė et al., 2022a) companies in Lithuania were not obligated to report food waste quantities and did not publish such data voluntarily. This made it difficult for the authority responsible for reporting to *Eurostat* to collect and provide data.

Even if the same term is used in different studies, its meaning may be different. To improve data comparability, it is essential to ensure clarity in the scope of definitions, the boundaries of the FSC, the FLW quantification methods used, and the sample size (Hartikainen et al., 2018). Food loss and waste accounting and reporting standard (hereinafter, FLW Standard) establishes guidance on FLW quantification procedure (Hanson et al., 2016). While the FLW Standard does not provide explicit definition of FLW, it specifies material types and possible destination for food or inedible parts removed from the FSC that

need to be accounted for as FLW. the FLW Standard establishes guiding principles for accounting and reporting of FLW quantities based on relevance, completeness, consistency, transparency and accuracy. Based on the considerations, definition of FLW may differ based on the referred stage of the FSC, FLW preventability (avoidable or unavoidable), edibility (edible or inedible) and destination.

2. Methodology

The empirical research of this doctoral thesis builds on the conducted literature review. the methodology of the doctoral thesis is based on mixed qualitative and quantitative methods for data collection and analysis. Figure 5 shows the connection between the research questions, tasks and outputs of the thesis. Task 1 contributes to the theoretical component of the research associated with methodological framework for generated food waste quantification, while the remaining tasks address its practical component.

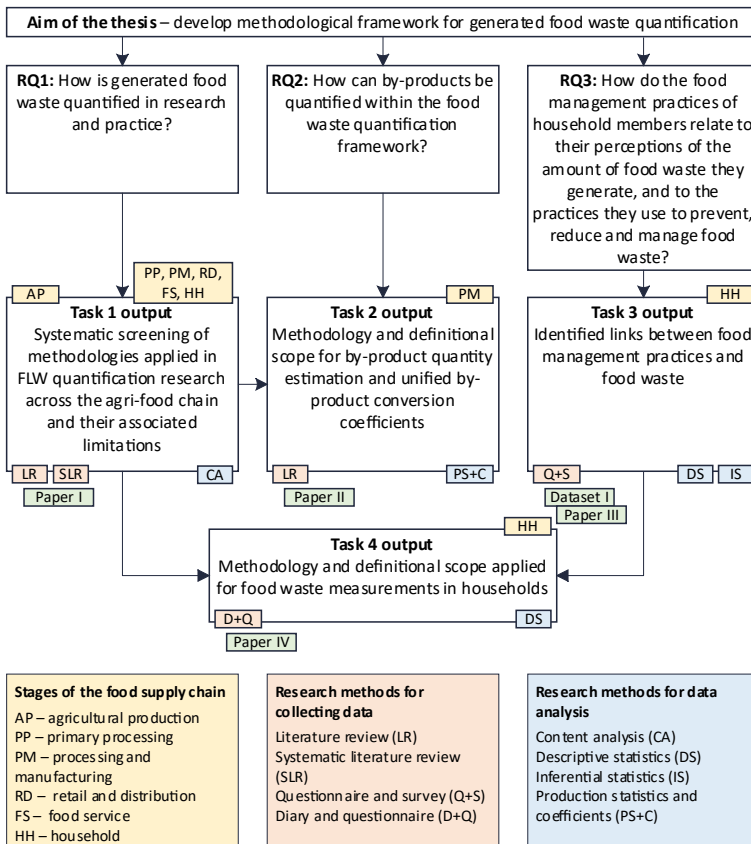


Figure 5. Structure of the doctoral thesis

Systematic literature review provides knowledge about the FLW quantification procedure used in scientific research in the agri-food chain and points to shortcomings in the FLW quantification methodology, which can affect the interpretation and use of food waste data. This information helps to improve methodological accuracy when planning future food waste data collection and monitoring studies, especially considering that food waste quantification in Latvia is in its early stages (Section 2.2 “Systematic literature review”). Although this thesis uses the EU legal framework as its normative reference, where the term “food loss” is not used, the systematic literature review considered both “food loss” and “food waste”. This reflects the fact that these terms are sometimes used interchangeably or that some common quantification or definitional frameworks assign each term to specific stages of the agri-food chain. In addition, SLR focuses on the entire agri-food chain, rather than just FSC, to include a broader range of studies.

Although by-products are not considered food waste, given their inevitable nature, their destination may result in them becoming food waste (Section 2.3 “Estimation of by-product quantities”). the absence of systematised knowledge about by-products limits informed decision-making for effective management and integration of secondary bioresources as input materials into the circular bioeconomy. Paper II aims to provide a systematic classification of by-products and their mass-based estimates at a country level. This research presents methodological considerations and system boundaries, complementary to the EU Delegated Decision and provides calculation of by-product quantities, based on food production statistics and coefficients.

Food waste prevention and reduction are prioritised in the EU waste policy, yet understanding of food waste drivers is still insufficient to adopt actionable measures that may lead to reduction of food waste generation. Food waste prevention incentives are prioritised at the individual (consumer) level, but food waste quantification is considered an important instrument for food waste prevention, reduction and management efforts. Moving from the findings in Paper I, Paper III focuses on qualitative aspects of food waste. While food waste quantification primarily addresses food waste quantities, qualitative insights help to explore the broader behavioural aspects of food and food waste that may help in addressing food waste prevention and reduction incentives and how to identify actionable measures through generated food waste data. To link food waste quantification with food waste prevention, reduction and management, Paper III aims to understand the association between household food management practices, such as planning, purchasing, and preparation, and food waste. Considering the requirements of the EU Delegated Decision on the mandatory food waste quantification, Paper III focuses on how awareness, attitude and motivation by individuals are associated with food waste, as well as which food

waste prevention and reduction actions and measures are perceived as useful (Section 2.4 “Food management roles and food waste in households”).

Paper IV develops methodological approach for food waste quantification in Latvian households, where food waste measurements have not been conducted systematically before. Methodological approach (Section 2.5 “Methodology for food waste quantification in households”) is based on the knowledge from literature review and systematic literature review to align it with the requirements of the EU Delegated Decision.

2.1. Definitional scope of food waste

For this thesis, the EU legal framework is used as a normative reference for defining food waste. the European Commission Implementing Decision (EU) 2019/2000 laying down a format for reporting of data on food waste and submission of the quality check report in accordance with Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council (hereinafter – EU Implementing Decision), presents a format for reporting food waste data across the FSC (EC, 2019b). Minimum requirements include mandatory reporting of total food waste. It comprises inedible (unavoidable) and edible (avoidable) fractions of food waste that are measured together, i.e., not distinguished separately. This aligns with the definition of food waste presented in Section 1.2.1. “Definition”. To account for food waste data more comprehensively, data collection and reporting can be more disaggregated. Thus, the EU Implementing Decision proposes voluntary measurements of food waste composed of parts of food intended to be ingested by humans, i.e., edible (avoidable) fraction of total food waste. In addition, food waste drained as or with wastewater can be collected and reported voluntarily. Although food waste, this flow is categorised separately due to its distinct destination in the wastewater treatment system rather than the waste management system. Table 3 presents food waste flows that are reported on mandatory and voluntary basis and shows their relationship to food waste destinations and disposal types. Use as animal feed and industrial uses (such as reprocessing into products and valorisation) are not considered waste treatment but rather waste reduction actions. Food waste data are reported in fresh mass units: total mass per stage of the FSC and mass per person by stage.

Table 3. Food waste reporting in accordance with the EU legal framework

Reporting	Mandatory	Voluntary	Voluntary
Food waste fraction	Total food waste	The portion of food waste, out of the total amount of food waste, that is intended for human consumption	Food waste drained as or with wastewaters

Food waste treatment	Waste treatment (material recycling and nutrient recovery, energy recovery, disposal)	Waste treatment (material recycling and nutrient recovery, energy recovery, disposal)	Wastewater treatment
Disposal type at source	Unsorted municipal waste, sorted biodegradable waste, home composting	Unsorted municipal waste, sorted biodegradable waste, home composting	Drained as or with wastewaters

Even though by-product quantification is outside the scope of food waste quantification system, the food waste destinations and disposal types presented in Table 3 help define when by-products should be classified as food waste. Further definitional scope of by-products in food processing and manufacturing stage and food waste in households is presented in Section 2.3.1. “Definitional scope of by-products in food manufacturing” and 2.5.1. “Definitional scope of food waste in households”.

2.2. Systematic literature review

Task 1 of the doctoral thesis involves analysis of generated food waste quantification research across the agri-food chain with a focus on the applied research methodology and associated limitations, and to examine its compliance with the EU legal framework, elaborated in Paper I (Soloha & Dace, 2025).

2.2.1. Search protocol

A systematic literature review ensures that all relevant documents selected for review meet the predefined exclusion and inclusion criteria and provide answers to the defined research questions (Mengist et al., 2020). This systematic literature review has the following research questions:

- What are the similarities and differences in the research methodology of the analysed research articles (with a particular focus on the scope and data type)?
- What methods are used for FLW quantification at different stages of the FSC?
- What are the prevalent reported limitations of FLW quantification procedure?

Moreover, systematic literature review allows to systematically analyse existing research and to reduce selection bias, compared to a narrative literature review. Table 4 provides an overview of inclusion and exclusion criteria.

Table 4. Eligibility criteria for selecting relevant literature

Selection based on	Criteria	Inclusion	Exclusion
Screening title, abstract and keywords	Topic (overview of the study)	FLW definitional framework, FLW quantification methodology and methods, FLW quantification	Studies solely covering food waste behaviour, prevention, management or valorisation
Checking full text accessibility	Document accessibility	Accessible for full text	Inaccessible for full text
Screening article full text	Document type	Full length articles	Reviews
	Geographical coverage	Europe	Regions other than Europe
	Aim and objectives of the study	FLW quantification research	Theoretical analysis, FLW quantification not performed as previously anticipated

First, articles were selected based on title, abstract and keywords. Then, after checking document accessibility, full texts were screened to obtain geographical coverage of the study and to check whether the study objectives included food waste quantification. This was done to ensure geographical relevancy of Europe and to include only original research that involves food waste data collection. All research articles meeting criteria above, were selected for the analysis to understand how FLW is quantified from a research methodology point of view.

2.2.2. Qualitative content analysis

Articles selected for full text analysis were reviewed to answer the defined research questions. the information was synthesised and coded to identify methodological differences across studies. Analysis followed a qualitative content analysis with a thematic synthesis approach (Flick & Schreier, 2014). Content analysis is defined as “*research technique for making replicable and valid inferences from texts to the contexts of their use*” (Krippendorff, 2019). In other words, it is used to systematically examine textual data to identify themes within a specific context.

To understand the similarities and differences in the research methodology in the analysed research articles, material and methods section of the research articles were reviewed. Information extracted and synthesised from each study included the study aims and objectives, system boundaries (stages of the agri-food chain covered), definitions of FLW (including material types and

destinations), study sample selection and representativeness, FLW quantification methods applied and data sources used.

To understand what methods are used for quantification at different stages of the agri-food chain, the most common quantification frameworks – the FLW Standard (Hanson et al., 2016) and the EU Delegated Decision (EC, 2019a) – were used as a reference for categorising quantification methods applied in the analysed research articles (see Table 5).

Table 5. Quantification methods in the EU Delegated Decision (EC, 2019a) and the FLW Standard (Hanson et al., 2016)

Type of method	Method in the EU Delegated Decision	Method in the FLW Standard	Recommended food waste quantification method*					Data type
			PP	PM	RD	FS	HH	
Direct	Direct measurement	Direct weighing	✓	✓	✓	✓	✓	Primary
Direct	NA	Assessing volume						Primary
Direct	Diary	Diary				✓	✓	Primary
Direct	Waste composition analysis	Waste composition analysis			✓	✓	✓	Primary
Direct	Counting / Scanning	Counting			✓	✓		Primary
Indirect	Mass balance	Mass balance	✓	✓	✓			Primary and secondary
Indirect	Questionnaires	Surveys	✓	✓				Primary
Indirect	Interviews	NA	✓	✓				Primary
Indirect	Coefficients and production statistics	NA	✓	✓				Secondary
Indirect	NA	Modelling						Secondary
Indirect	NA	Proxy data						Secondary
Indirect	NA	Records						Secondary

NA – method not covered in the document; *Recommended method for each stage of the FSC according to the EU Delegated Decision.

Study also explored the prevalent reported limitations of the FLW quantification procedure. Limitations outlined in the studies were synthesised to identify aspects limiting the credibility of the quantification procedure and the reliability of the FLW data. This information was extracted and synthesised from the results, discussion or a separate limitations section, if available. the extracted data were coded to identify recurring concepts which were subsequently grouped into larger groups, associated with three phases of quantification procedure: research design, data collection and data analysis.

2.3. Estimation of by-product quantities

Task 2 was carried out to provide a mass-based calculation approach for food processing and manufacturing industry by-products using unified conversion coefficients and propose potential bio-valorisation directions for value-added products from by-products, as elaborated in Paper II (Soloha et al., 2024). In the EU legal framework, animal-based by-products (particularly meat) and their classification are defined in more detail, compared to crop-based by-products. This estimation therefore focuses specifically on crop-based by-products and livestock-based by-products other than meat. Study focused on eight Northern European countries (Denmark, Estonia, Finland, Iceland, Latvia, Lithuania, Norway, Sweden) for comparison of quantities across countries in a similar geographical region. Research methodological approach is described in Figure 6.

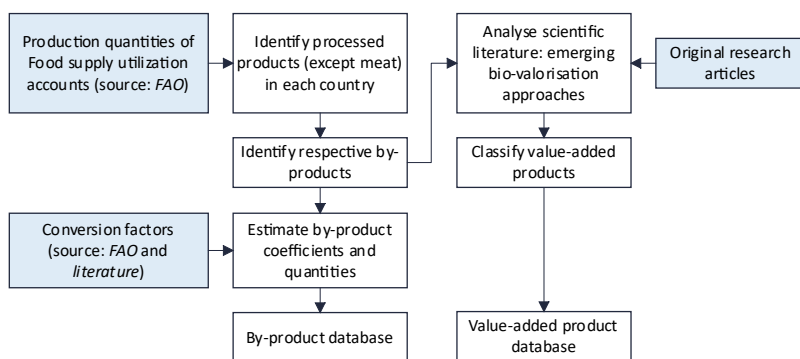


Figure 6. Research methodology approach

2.3.1. Definitional scope of by-products in food manufacturing

By-products are regarded as a distinct material output specific to the food processing and manufacturing stage of the FSC. Since by-products are an integral output of a specific food transformation process, their formation is considered unavoidable. Various food transformation processes often take place during food processing and manufacturing stage of the FSC. For this study, terms “primary processed products (PPP)”, “secondary processed products (SPP)”, “tertiary processed products (TPP)”, “direct by-products” and “indirect by-products” were used. That is, PPP refers to a “processed food product that is produced primarily for human consumption during the production and manufacturing stage using the feedstocks (crop or livestock) from the primary production (e.g., farming, fisheries)”, SPP refers to a “a product produced using PPP as its main ingredient”, TPP refers to “a processed product produced using SPP as its main ingredient”. Direct by-product refers to a material output that is part of the specific food processing process but not the primary target product (PPP, SPP or TPP). Indirect by-product is a “by-product that is not formed during the processing and production of a given product but is formed during the production of another food product (e.g., PPP) that is also used as an ingredient in the production of a given product (SPP)”. Figure 7 shows by-products and their relation to food waste with respect to the EU Delegated Decision. This definitional scope is applied in this study.

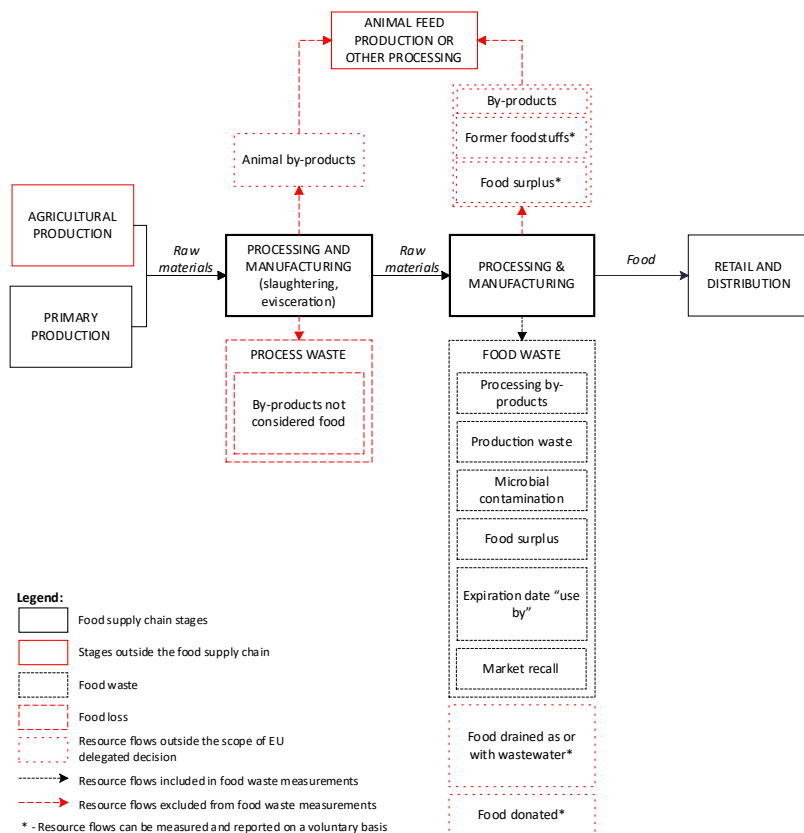


Figure 7. Definitional scope of by-products and their relation to food waste in the processing and manufacturing stage (own elaboration)

2.3.2. Estimation of by-product quantities

Quantification of by-products is based on the coefficients and production statistics method approach, as laid down in the EU Delegated Decision. Although estimates rely on secondary data – aggregated production data at a country level and coefficients derived from the literature –, it proposes a unified calculation that can be updated, if accurate or context specific data becomes available. Below is described the methodological approach of production statistics and coefficients used.

Production statistics

FAOSTAT database “Food Balances: Supply Utilization Accounts” was used as a data source for production quantities of processed crop and livestock products (FAOSTAT, 2023). The study first extracted production data of processed crop products and processed livestock products. Each individual product in the FAOSTAT is referred to as “item”. Items were systematised based on the proposed terminology of PPP, SPP and TPP and linked to direct and indirect by-products, if applicable. FAOSTAT Commodity list (FCL) and Central Product Classification (CPC) codes were used to derive item descriptions (definitions). In addition, FCL codes were used to define item levels, which allowed to distinguish primary product or agricultural commodities (level 0) from PPP (level 1), SPP (level 2) and TPP (level 3). An example is shown in Figure 8.

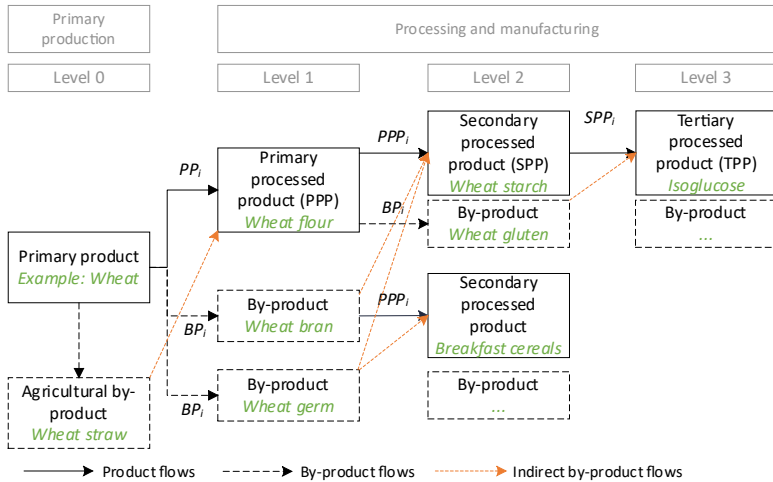


Figure 8. Transformation of food products (own elaboration, adapted from (FAO, 2025))

Coefficients

To estimate by-product quantities of the analysed processed products, literature (scientific literature and FAO sources) was reviewed to derive quantitative data and to harmonise heterogeneous by-product reporting formats (e.g. kg or wt% per input flow or output flow) into uniform by-product coefficients expressed as kg of by-product per kg of processed product (fresh weight), enabling consistent calculations of total by-product quantities respective to the reported statistics of production quantities. Formulas are described in

the Methodology section of Paper II (Soloha et al., 2024), and exact calculations are included in the article's supplementary material.

2.4. Food management roles and food waste in households

Task 3 was carried out to identify links between household food management roles and food waste, presented in Paper III (Soloha et al., 2026).

2.4.1. Research design

For this research, a structured questionnaire was developed (Appendix II). the structured questionnaire was developed based on the analysis of previous studies by Flanagan and Priyadarshini (2021), Eičaitė et al. (2021), van Herpen et al. (2019), Visschers et al. (2016), Koivupuro et al. (2012) that applied structured questionnaires. It consists of 17 close-ended questions (*f01* to *f17*, see Appendix II), originally developed in Latvian. It includes close-ended questions, with dichotomous (yes or no), nominal (categorical) or ordinal variables. Open-ended questions were omitted to avoid difficulties in interpreting answers, categorising them and analysing data.

2.4.2. Sampling

The target population of the study was all permanent residents of Latvia aged 18 to 75. Stratified random sampling based on administratively territorial strata was applied to obtain a study sample representative to the target population. Thus, although it targets the household stage, its focus is on the individual person and its role in the household. the obtained sample size amounts to 1007 respondents. Socio-demographic profile is described in (Soloha et al., 2026).

2.4.3. Data collection

Data collection was carried out by an independent research organisation that conducted direct interviews at the respondent's place of residence (so called Omnibus surveys). the survey was conducted between January 13 and January 25, 2023. Data were anonymised. Thus, respondents who participated in the survey cannot be identified. Raw data, along with its metadata (structured questionnaire, code book and technical information), have been deposited in a data repository (Soloha et al., 2023).

2.4.4. Data analysis

Collected data were first summarised, applying descriptive statistics. All household individuals consume food and thus are considered consumers. Yet their involvement in food management sets them apart. Based on answers to involvement in food management (*f02*), rules were formed and respondents were inductively categorised in full meal managers, partial meal managers and meal enjoyers (Table 6). Naming of food management roles is proposed by the author.

*Table 6. Categorising respondents based on responses on six food management practices**

Food management role	Mandatory rule	Optional rule
Full meal managers	plan AND purchase AND prepare	enjoy, buy (away), buy (home)
Partial meal managers	plan AND purchase OR purchase AND prepare OR plan AND prepare OR plan OR prepare	enjoy, buy (away), buy (home)
Meal enjoyers	DO NOT plan AND prepare	Any combination of enjoy, buy (away), buy (home), purchase

**(1) Plan – Plan meals and purchases; (2) Purchase – Purchase groceries; (3) Prepare – Prepare food for myself and/or others; (4) Enjoy – Enjoy food prepared by others (I do not cook myself); (5) Buy (home) – Buy prepared meals and eat at home; (6) Buy (away) – Buy and eat meals away from home*

These roles were then used to apply a nonparametric Pearson's chi-square (χ^2) test of independence to determine whether the observed frequencies of full meal managers, partial meal managers, and meal enjoyers differed significantly from the expected frequencies for the variables of interest. Below are the combinations of the analysed variables:

1. Food management role and feelings of guilt (attitude) towards throwing out food (*f09*).
2. Food management role and the main motivation that prevents respondents from throwing out food (*f10*).
3. The main motivation that prevents respondents from throwing out food (*f10*) and feelings of guilt about throwing out food (*f09*).
4. Food management role and reasons why food gets thrown out in the household (*f12_1*).
5. Food management role and actions regularly done to prevent food waste generation in the household (*f15*).
6. Food management role and measures that would help respondents to reduce food waste generation in their households (*f16*).

Each row in the obtained dataset represents a different respondent. Thus, the observations are considered independent. Expected frequencies present how the responses would be distributed if there were no association between the variables (H0: null hypothesis). If the expected values are close to the observed values, the variables are unlikely to be associated. the observed and expected values were used to calculate the chi-square value (χ^2). Statistical significance was evaluated at a significance level $\alpha = 0.05$. the calculated

χ^2 values were compared with the critical values of chi-square distributions at the 0.05 significance level (χ^2). If χ^2 value was above the χ^2 value, the null hypothesis (H0) can be rejected. a statistically significant result implies that differences can be observed across the roles (full meal managers, partial meal managers, and meal enjoyers). Cramér's V was calculated to assess the effect size (i.e. the strength of the association (McHugh, 2018)), between the variables, using 'vcd' package in R (Meyer et al., 2024). the data were analysed using R version 4.5.1 (R Core Team, 2025). Exact formulas and data are described in the Methodology section and included in the supplementary material of Paper III (Soloha et al., 2026).

2.5. Methodology for food waste quantification in households

Building on the knowledge from the FLW quantification research (Paper I), methodological approach for food waste quantification in Latvian households was developed. To meet the minimum quality requirements for food waste quantification, it must be based on a representative sample and adequately reflect variations in food waste data (EC, 2019a).

2.5.1. Definitional scope of food waste in households

Food waste comprises both edible (avoidable) and inedible (unavoidable) fractions. Disposal as unsorted municipal waste, disposal as sorted biodegradable waste and home-composting are included as household food waste destinations. In turn, food waste drained as or with wastewaters is included as a separate category due to its distinct destination in the wastewater treatment system rather than the waste management system. the EU Implementing Decision (EC, 2019b) separates this category to account for liquid food waste, disposal route for which may differ from destinations mentioned above. No prior food studies in Latvia have accounted for food waste drained as or with wastewaters. the EU Implementing Decision proposes reporting of three food waste flows:

- (1) Total food waste
 - a. Fraction of total food waste that consists of parts of food intended to be ingested by humans (avoidable food waste; can be reported voluntarily)
- (2) Food waste drained as or with wastewaters (can be reported voluntarily).

Figure 9 shows the definitional scope of food waste in households with respect to the EU Delegated Decision. This definitional scope is applied in this study.

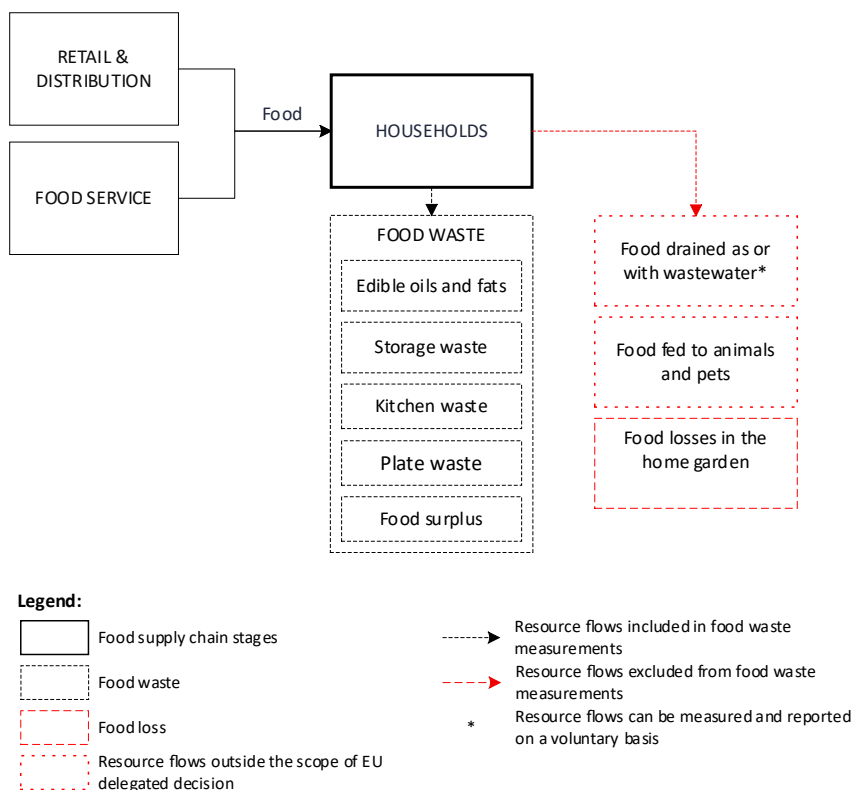


Figure 9. Definitional scope of food waste in households (own elaboration)

2.5.2. Food waste quantification method

Diary method was selected for household food waste measurements. the principle of a diary method is based on weighing food waste (fresh mass) and recording the items disposed. As no previous studies in Latvia had used direct quantification to collect food waste data from Latvian households, a diary was selected as an optimal method for collecting primary data at source (directly from households). the diary method was complemented by a structured questionnaire for baseline (before measurements) and follow-up (after measurements) data collection (Appendix III).

Research involved direct participation from household members (in each household there was one person responsible for food waste measurements) in carrying food waste measurements. Each household received a measurement set consisting of the diary form, kitchen caddies and kitchen scales. the diary form was developed asking participants to weigh fresh mass of food waste in

the following two fractions at the end of each measurement day for seven consecutive days:

- (1) food waste (total food waste consisting of edible and inedible fractions of food waste) and
- (2) food waste drained as or with wastewater.

Thus, household food waste measurements include collection and reporting of total food waste flow (mandatory according to the EU Delegated Decision) and food waste drained as or with wastewater (voluntary according to the EU Delegated Decision), as shown in Table 3. To ease their workload and retain participation, diary design did not require weighing and recording edible (avoidable) and inedible (unavoidable) food waste separately. Instead, to account for what is wasted, respondents were required to record those items, along with reasons, destination and dining habits. To avoid interpretability, concrete answer options were provided (Table 7). This was done to verify that the recorded item can be accounted for as food waste, depending on the proposed definitional scope.

Table 7. Reason for disposal, destination and type of meal

Reason of disposal	Destination	Meals (breakfast/lunch/dinner)
1 – Inedible parts from preparation	A – Compost	A – Prepared and eaten at home
2 – Spoiled during preparation	B – Sorted biodegradable waste	B – Prepared at home but eaten elsewhere
3 – Too much prepared or purchased	C – Unsorted municipal waste	C – Purchased and eaten elsewhere
4 – Disliked purchased meal	D – Poured down the drain	D – Paid meal at an educational institution or workplace
5 – Disliked home-cooked meal	E – Fed to pets or livestock	E – Purchased but eaten at home
6 – Spoiled during storage	F – Other	F – Meal prepared by someone else and eaten at home
7 – Didn't know how to use		G – Meal prepared by someone else but eaten elsewhere
8 – Past expiry date		
9 – Other		

2.5.3. Sampling and data collection

According to the systematic literature review, the diary method can be associated with unrepresentative sample, selection bias and low willingness of participants to be involved in food waste measurements. To limit these sampling should be based on criteria that reflect the target population.

The target group of the study were Latvian households. the study sample was selected using stratified sampling based on household size, place of residence

(region) and income level. To further ensure diverse household representation, socio-demographic profile, urbanisation and type of dwelling were considered too. the recruitment of study participants (households), diary method testing and study participant assistance during food waste measurements were carried out by a project partner as part of a project (Dace et al., 2025).

To account for seasonal variations, data collection was organised twice a year (during spring and autumn season). Moreover, measurement periods were organised to avoid public holidays, school breaks and other events that could significantly impact routine household activities (e.g., over- and underestimation of food waste). Each measurement period lasted 7 consecutive days. 25 households participated in the spring measurement period (one week in April or May), and another 25 households – in the autumn (one week in September or October). This was planned to limit consequences of inappropriately chosen measurement period. To standardise data collection, all households were provided with identical digital scales and kitchen caddies.

Since the use of a diary method requires direct participation of household members, it can be associated with self-reporting errors, such as forgetting to record data and entering data incorrectly. To reduce these limitations to some extent, during measurement period study participants were reminded daily about food waste measurements.

2.5.4. Data analysis

Food waste dataset consisted of 7 entries of solid food waste (kg/day) and 7 entries of liquid food waste (kg/day) in each household. Both flows were analysed separately but according to the same calculation procedure. To estimate daily average quantities per person (kg/person/day), sum of recorded quantities over the measurement period was divided by seven (number of consecutive measurement days) and the total number of people living in the household. This figure was then used to estimate total annual food waste at a national level (t/year) and food waste per inhabitant (kg/inhabitant/year).

To convert daily average to annual food waste at a national level, 366 calendar days for the year 2024. the weight was converted from kilograms to tons using the unit conversion factor. Then daily average (kg/person/day) was multiplied by the number of days per year and the number of population living in private households in the corresponding stratum, as reported in the official statistics (CSB, 2025), and then summed together. This was done considering the uneven distribution of population across regions and household sizes.

3. Results and discussion

The empirical findings of the doctoral thesis are presented in three scientific publications (Papers I–III) and one conference proceeding (Paper IV). Together, these studies examine food waste through theoretical (systematic overview of FLW quantification) and practical (qualitative and quantitative by-product and food waste studies) empirical research. Overall, the results demonstrate that FLW quantification methodology in research is diverse and differs in its detail (Paper I). By-products are left out from the food waste quantification framework, primarily due to its inevitable nature, yet can be systematised and quantified, adapting food waste quantification method from the EU regulatory framework (Paper II). Food waste generation among permanent residents of Latvia is complex, but associations can be observed between food management roles and perceived food waste that can help form decisions related to food waste prevention, reduction and management (Paper III). the methodology quantifying household food waste in Latvia was developed using a direct quantification method (diary) to quantify two distinct food waste flows (Paper IV).

3.1. Food loss and waste quantification research

Similarities and differences in the research methodology

The systematic literature review demonstrates that FLW quantification research methodology is heterogeneous across studies. Well-defined research methodology is important for ensuring accurate interpretation of the results, their comparability and replication of the study. Thus, clarity of research design, sampling, data collection and data analysis are important for transparency of research methodology. the results of Paper I, in turn, indicate heterogeneity in FLW quantification research. Therefore, the purpose of Paper I is twofold – to outline these different approaches in FLW quantification research and to highlight areas of concern that may guide empirical research in the future.

The results of Paper I show that since 2015, FLW quantification research in Europe has focused predominantly on restaurants and food service and household stages of the FSC. Due to differences in research scope, including definitions of FLW and selected target populations, most studies cannot be regarded as representative of the relevant FSC stage for FLW quantification. This highlights a gap in the literature related to sectoral diversity in representing the whole stage of the FSC. Most research aligns with the FSC scope, but some stages are combined or defined differently. Research that focuses on primary production and processing and manufacturing stages often focus on specific sectors or foods within those stages, rather than the whole stage. Agricultural production (AP-1 and AP-2) is less frequently analysed but may determine food waste generation upstream, even though outside the scope of the FSC, as defined in the EU legal framework. Moreover, it is often studied together with

the primary production stage, as they are closely related. Studies most frequently focus on one stage of the FSC, especially restaurants and food services and households. Studies addressing multiple FSC stages in one study are less common but provide more aggregated and systemic insights into FLW data at a larger scale, such as regional or national.

From a definitional scope perspective, the applied FLW terms and their definitions vary depending on the FSC stage, inclusion of edible (avoidable) and inedible (unavoidable) fractions and liquids, as well as the intended destination of FLW. Although animal feed or valorisation (bioprocessing, conversion) applications are not considered waste destinations under the EU legal framework, analysed studies have different approaches in including or excluding them from the definitional scope. Some of those rely on the common definitional frameworks (Table 2).

Sample representativeness varies across research. Some studies use stratified random sampling, others convenience sampling. Some studies are case studies and thus particularly focuses on specific foods or entities and are therefore not generalised to the whole sector or FSC stage in a particular geographical area. Yet, case specific studies provide insights into data collection at a single entity level.

Analysed studies primarily rely on indirect FLW quantification methods, although method application varies by the FSC stage. Direct methods, such as direct measurement, diary and waste composition analysis, are mainly used at restaurant and food service and household stages. In a few studies, direct methods are applied at harvest (AP-2) and primary production stage, while no direct quantification methods are used at pre-harvest/pre-slaughter (AP-1), processing and manufacturing and retail and distribution stages. Among all identified methods, questionnaires are the most frequently used method, often complemented by diary or waste composition analysis when multiple methods are applied in one study. Mass balance is the most frequently used method across all FSC stages and is often applied in those studies that focus on multiple stages of the FSC. Moreover, studies addressing multiple FSC stages typically use consistent FLW quantification methods, although some use different methods at different stages. the choice of method depends on the scale, with indirect methods commonly used at larger scales (such as whole FSC) and direct methods at smaller, detailed studies (case studies) or downstream stages of the FSC (restaurants and food services and households). No studies used the EU-recommended counting (scanning) method.

Reported methodological limitations

Methodological limitations affect the credibility, comparability, and policy relevance of FLW data. Unrepresentative sample, lack of accurate data and self-reporting error emerged as major limitations in the analysed studies. Paper I

distinguishes between limitations related to participant recruitment, FLW quantification and FLW interpretation.

In addition, identified limitations were mapped against the FLW quantification methods to highlight their connection to specific food waste quantification methods (Figure 10). Method is a practical tool that is used to collect data either by direct or indirect means.

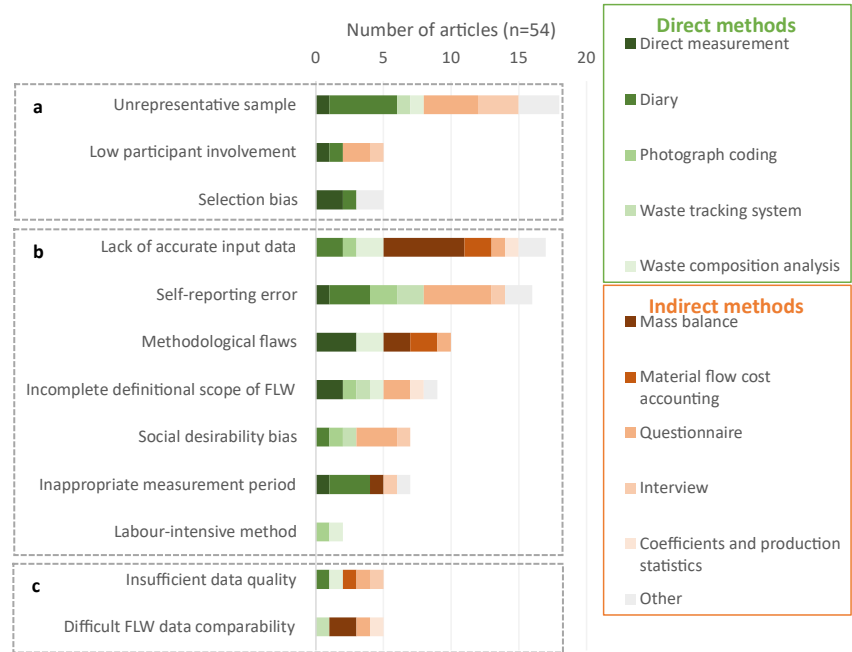


Figure 10. Reported limitations in the analysed studies (a – Sampling (participant recruitment); b –Data collection (FLW quantification); c – Data analysis (FLW interpretation))

Results show that unrepresentative sample is common across primary data collection through direct food waste quantification methods, as well as questionnaires and interviews. Although surveys and interviews in food waste studies allow for the collection of primary data, they are considered indirect methods because they rely on respondent's perceptions and ability to recall food waste generation practices. Mass balance and material flow cost accounting that primarily rely on a systemic perspective, covering multiple stages of the FSC, require primary and secondary data, which may be of insufficient quality. Paper III in greater detail elaborates on each identified limitation and its connection to the studied articles.

3.2. By-products within the food waste quantification framework

Based on the FLW quantification methodology research in Paper I, Paper II focuses on by-products and presents a framework for their quantification, using production statistics and coefficients method. the distinction from other stages of the FSC is that by-products particularly refer to the processing and manufacturing stage of the FSC (Section 1.3. “Food waste classification beyond the EU legal framework”). Given that by-products can be considered food waste depending on their destination, they can be linked to the food waste quantification research. However, by-products are considered food waste when they are destined for waste treatment. This destination can act as an indicator for potential diversion of a by-product from waste treatment to material recycling or valorisation. This is because by-products are considered unavoidable side streams that are generated as part of a specific food transformation process, and unless production of the related food product is discontinued, the generation of such by-products is inevitable. Paper II systematised processed food products with their respective by-products (Table 8) and presents by-product estimates across the product groups and show country comparisons.

Table 8. Identified by-products for the analysed processed products

Item	Product category	Class	By-products	Product group
Beer of barley, malted	C	SPP	Brewer's spent grain (residual spent grain), Brewery spent yeast, Hot trub (spent hops)	Brewery and winery
Wine	C	PPP	Marc of grapes	Brewery and winery
Wheat and meslin flour	C	PPP	Bran of wheat, Germ of wheat	Cereals
Flour, meal, powder, flakes, granules and pellets of potatoes	C	PPP	Potato peels	Cereals
Starch of wheat	C	SPP	Wheat gluten, Bran of wheat (indirect), Germ of wheat (indirect)	Cereals
Flour of rye	C	PPP	Bran of rye	Cereals
Flour of maize	C	PPP	Bran of maize, Germ of maize	Cereals
Uncooked pasta, not stuffed or otherwise prepared	C	SPP	Bran of wheat (indirect), Germ of wheat (indirect)	Cereals
Oats, rolled	C	PPP	Bran of oats, Oat hulls (husks)	Cereals

Item	Product category	Class	By-products	Product group
Pot barley	C	PPP	Barley hulls (husks), Bran of barley	Cereals
Starch of maize	C	SPP	Maize gluten, Bran of maize (indirect), Germ of maize (indirect)	Cereals
Rice, broken	C	SPP	Rice hulls (indirect), Bran of rice (indirect)	Cereals
Cheese from whole cow milk	L	PPP	Fresh whey	Dairy
Cheese from skimmed cow milk	L	SPP	Fresh whey	Dairy
Eggs, liquid	L	PPP	Eggshells, Eggshell membrane	Eggs
Raw cane or beet sugar	C	PPP	Molasses, sugar beet pulp, wet Sugar beet pulp, dry	Fruit and vegetables
Refined sugar	C	SPP	Molasses (indirect), Sugar beet pulp (indirect)	Fruit and vegetables
Orange juice	C	PPP	Orange fruit pulp (also known as citrus pulp)	Fruits and vegetables
Tomato juice	C	PPP	Tomato pulp	Fruits and vegetables
Rapeseed or canola oil, crude	C	PPP	Rapeseed cake	Oils and Fats
Soya bean oil	C	PPP	Soybean cake	Oils and Fats
Cocoa butter, fat and oil	C	SPP	Cocoa husks and shells (indirect)	Oils and Fats
Prepared groundnuts	C	SPP	Groundnut shells	Pulses, nuts and oilseeds
Starch of potatoes	C	PPP	Potato pulp	Roots and Tubers
Coffee, decaffeinated or roasted	C	PPP	Coffee silverskin	Stimulants
Cocoa powder and cake	C	SPP	Cocoa husks and shells (indirect)	Stimulants

Estimates of uniform by-product coefficients indicated that the production of various items such as raw cane or beet sugar, cheese, rapeseed and soya bean oil, potato starch results in a higher proportion of by-product with respect to the processed product. Beer of barley and wheat and meslin flour were among the most produced food products in all countries of the studied region (Figure 11). However, the production of cheese from whole cow milk, raw cane or beet sugar, potato starch, and rapeseed oil are associated with higher by-product generation, compared to by-product quantities of beer of barley and wheat and meslin flour production (Figure 12).

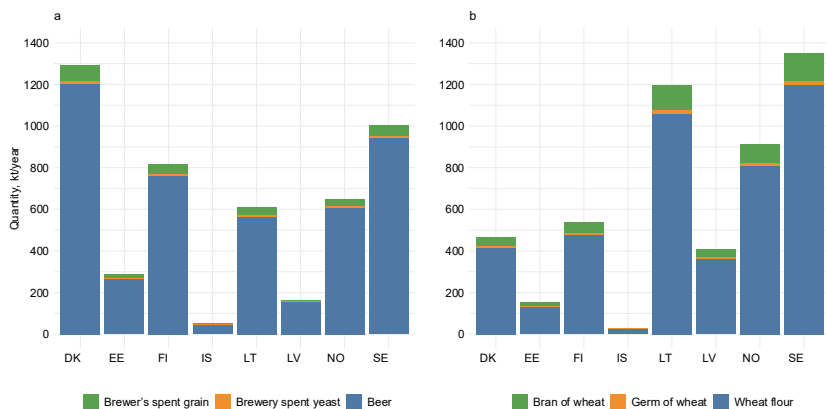


Figure 11. the annual average (2015-2020) quantity (fresh weight) of processed products and their respective by-products (a – beer; b – wheat flour); DK – Denmark, EE – Estonia, FI – Finland, IS – Iceland, LV – Latvia, LT – Lithuania, NO – Norway, SE – Sweden; ■ – processed product; ■ and ■ – by-product

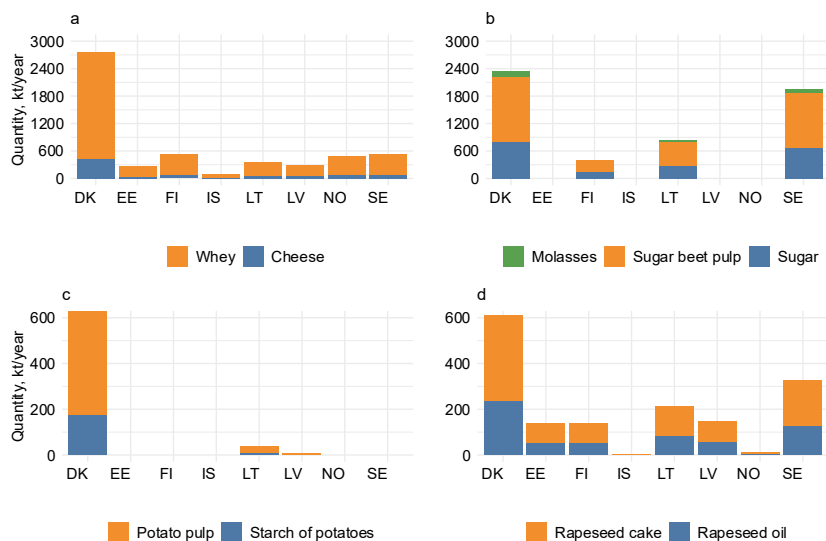


Figure 12. the annual average (2015-2020) quantity (fresh weight) of processed products and their respective by-products (a – cheese; b – sugar (EE and LV – no production quantity data; IS and NO – 0); c – potato starch (EE, FI, IS, NO and SE – no production quantity data); d – rapeseed oil); ■ – processed product; ■ and ■ – by-product

By-product generation emphasises the importance of by-product quantification, since their generation may contribute significantly to the overall processing and manufacturing process.

3.3. Food management and food waste in households

To address RQ3 on how food waste is perceived in households and what affects food waste prevention, reduction and management behaviour, respondents were inductively categorised into three food management roles.

Irrespective of the role, respondents exhibited generally low awareness of food waste, since a substantial share of respondents claimed to generate no food waste (18.6%) or waste no food that could have been eaten (30.5%). Furthermore, among meal enjoyers higher share indicated that it is hard to say how much food waste a person in their household generates. In turn, partial meal managers and full meal managers exhibited lower share. This led to a conclusion that detachedness from food management is related to lower awareness of perceived food waste generation within the household.

Table 9 shows the distribution of respondents by the developed food management roles (full meal manager, partial meal manager and meal enjoyers). Overall, results indicate that meal enjoyers who are not involved in food management exhibit lower awareness of food waste, feels less guilty about wasting food and are less motivated to avoid not to throw out food, as opposed to full meal managers and partial meal managers.

Table 9. Practices reported by respondents across food management roles, multi-answer multiple choice question (NA = 16)

In my household, I most often ...	Full meal managers* (n = 546)	Partial meal managers* (n = 263)	Meal enjoyers* (n = 182)
plan meals and purchases	100.0	38.4	0.0
purchase groceries	100.0	71.5	40.1
prepare food for myself and/or others	100.0	71.9	0.0
enjoy meals prepared by others (I do not cook myself)	14.8	28.5	91.8
buy prepared food and enjoy it at home	17.0	18.6	16.5
buy and eat meals away from home	18.5	17.9	23.1

**Percentage of respondents within the food management role (n = 546, n = 263, n = 182, respectively); NA – no answer*

From the socio-demographic perspective, gender and age exhibited noticeable differences across roles. Most female respondents fell into the full

meal manager group, i.e. 74.3% of all women ($n = 530$). This was contrary to male respondents who were almost equally distributed across the defined food management roles, with only 33.0% of all men ($n = 461$) being full meal managers. This indicates that differences in food management responsibilities across gender can be observed. Moreover, the association was found statistically significant between the food management role and gender ($\chi^2 = 223.43$, $df = 2$, $p\text{-value} < 0.001$), indicating that the variables are not independent. the effect size is moderate ($V = 0.47$). By age group, a higher share of full meal managers was found among older respondents, i.e. 66.0% of those aged 64–75, compared with 27.8% of those aged 18–24. Statistically significant association was found between the food management role and age ($\chi^2 = 48.805$, $df = 10$, $p\text{-value} < 0.001$). However, the effect size is low ($V = 0.14$).

Statistically significant associations between food management roles and attitude (*f09* – feelings of guilt towards throwing out food), motivation (*f10* – motivation that prevents respondent from throwing out food) and reasons for food wastage (*f12* – reasons why food gets thrown out in the household) were observed from chi-square tests, although the association strength ranged from weak to moderate. In addition, the structured questionnaire included questions related to food waste prevention and reduction (a) actions to understand what individuals do to prevent and reduce food waste generation (*f15*), and (b) measures to understand which incentives aimed to help with food waste prevention and reduction efforts are considered useful (*f16*). Full meal managers were significantly more likely to engage in preventive actions such as meal planning and checking available products, whereas meal enjoyers showed the highest detachment from food waste prevention, often reporting that “nothing” motivates them. This indicates that detachment from food management practices potentially makes people less aware or concerned about food waste. Full meal managers were more likely than other roles to report practices that require anticipatory organisation. In contrast, meal enjoyers selected they do not practice any of the provided actions more than expected, indicating potential detachedness from food waste prevention actions, as meals are primarily consumed, not managed.

Results of survey from Paper III indicate low willingness to participate or contribute to the mandatory food waste reporting in the EU (Figure 11), with full meal managers being slightly more open, compared to the partial meal managers and meal enjoyers.

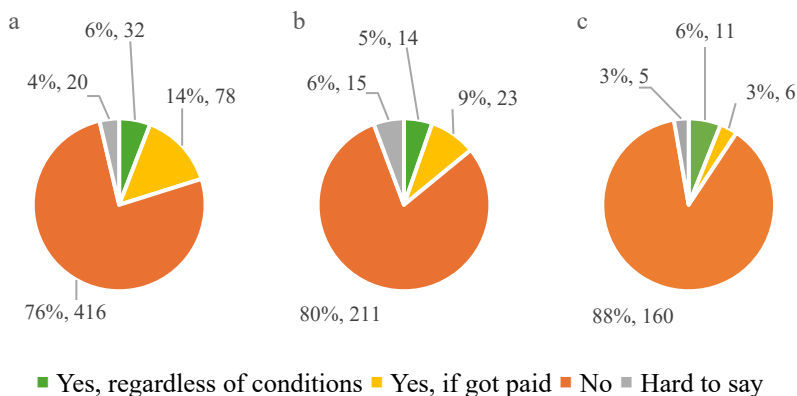


Figure 13. Willingness to take part in food waste quantification research (f17) (a – full meal managers (n=546); b – partial meal managers (n=263); c – meal enjoyers (n=182)) (Soloha et al., 2023)

Nevertheless, irrespective of the individual's role in the household, food waste quantification at the household level should represent all individuals of the household, to ensure food management and waste generation habits are representative to the whole household.

3.4. Food waste quantification in households

This is the first study in Latvia to carry out food waste measurements in households with the support of a direct food waste quantification method. Prior to the measurement period, respondents were asked to estimate the quantity of food waste they believed was generated in their household each week (Table 10).

Table 10. Average perceived and actual food waste quantities in households

Perceived, kg/week	Number of households	Actual* (food waste) kg/week	Actual* (liquids), kg/week	Actual (food waste + liquids), kg/week
≤ 0.5 kg	3	2.49	0.00	2.49
0,5–1 kg	5	1.36	0.20	1.56
1–2 kg	10	2.38	0.55	2.93
2–3 kg	11	4.55	0.87	5.42
3–4 kg	5	3.02	0.66	3.67
4–5 kg	3	4.56	0.40	4.95
5–6 kg	2	7.87**	3.22**	11.09
> 6 kg	2	4.54**	2.77**	7.31
Hard to say	9	6.61	1.27	7.88

*Average quantity among households selecting the respective perceived quantity; **Mean value reported is based on only two observations

Most respondents (74.0%) underestimated actual food waste quantities collected over the measurement period. In contrast, those who overestimated their food waste were typically households generating the highest food waste quantities. This aligns with (Ammann et al., 2021).

Table 11 presents results from a food waste quantification in Latvian households. Contrary to the EU reduction targets, estimated food waste data in 2024 indicate an increase since the last reporting period, with average food waste quantities raising from 71 kg/inhabitant in 2022 to 82.3 kg/inhabitant in 2024 (this research). For the reference, the EU average equals to 68 kg/inhabitant in 2022 (Eurostat, 2025). For the first time, liquid food waste was estimated in Latvian households, which amounted to an average of 17.5 kg/inhabitant.

Table 11. Average food waste estimates per inhabitant in the respective region and household size strata (A – liquid food waste, B – food waste)

Region	Household size	Sample size	Population**	A, kg/year	B, kg/year
Riga	1	11	179 204	16.0	95.8
Riga	2	4	193 820	34.8	100.3
Riga	3	5	172 113	21.3	85.1
Riga	4	2	145 796	0.0	45.7
Riga	≥ 5	1	151 645	0.0	77.0
Vidzeme	1	1	46 324	0.0	69.6
Vidzeme	2	1	55 420	5.6	109.2
Vidzeme	3	1	51 624	39.0	121.3
Vidzeme	4	1	47 364	62.4	172.5
Vidzeme	≥ 5	2	72 160	24.1	33.3
Kurzeme	1	0*	49 043	17.5	93.1
Kurzeme	2	3	59 890	16.0	33.6
Kurzeme	3	1	51 348	0.0	62.2
Kurzeme	4	1	47 292	0.0	62.4
Kurzeme	≥ 5	1	66 184	2.2	109.7
Zemgale	1	2	37 574	15.9	51.8
Zemgale	2	1	46 936	43.4	66.6
Zemgale	3	2	42 693	14.3	67.8
Zemgale	4	1	38 380	32.2	97.8
Zemgale	≥ 5	3	54 648	10.8	91.0
Latgale	1	2	50 713	36.1	131.7
Latgale	2	0*	60 568	26.2	75.3
Latgale	3	2	47 988	14.7	85.5
Latgale	4	1	37 992	8.8	45.0
Latgale	≥ 5	1	41 382	11.9	64.7

** For strata with no participants in the respective region and household size category, average daily food waste and liquids disposed of as or with wastewater were estimated based on the average amount of the respective household size; **Population in 2024 (CSB, 2025)*

Although this research aimed to develop a methodology for accurate food waste measurements in households that align with the requirements of the EU regulatory framework, it has a few limitations that need to be addressed in further research. First, data collection was conducted manually. Respondents recorded

food waste quantities in diaries that were printed on paper. This may have led to self-reporting errors when recording data or when transferring data into a digital format. Second, since measurement were carried out by households themselves, food waste quantification had to ensure respondent engagement. Therefore, it was necessary to reduce the granularity of food waste fractions that need to be weighed separately, as well as to reduce frequency of weighing food waste. Third, even though study sample was selected using stratified sampling, it is still insufficient considering the diverse population characteristics. These considerations may guide further research to ensure accurate sampling, representative to Latvian households, and improve data collection.

Conclusions

This doctoral thesis is a set of thematically related publications (Paper I – IV) that collectively form a unified, finalized study. The thesis presents a methodological framework for generated food waste quantification in food production and household stages in Latvia. It draws on the relevant EU's legal framework as a normative reference.

1. Paper I identifies methodological approaches used in FLW quantification research and the limitations associated with them. It highlights considerations that can inform research design of future studies and help mitigate the impact of methodological approaches on data accuracy and data comparability. The study categorises limitations related to sampling (recruitment), data collection and data analysis (interpretation) and links these to specific FLW quantification methods. This enables to anticipate limitations related to a choice of a specific method and to reduce their implications in research design phase. Methodological clarity and robustness are also important for food waste quantification in Latvia, given the mandatory reporting requirements of food waste quantities in the EU and recent experience in establishing a food waste quantification system.
2. Currently, food industry by-products are left out of the food waste quantification system; yet, depending on their destination they may become food waste. Paper II establishes a uniform method for estimating food industry by-product quantities (fresh mass) by adapting the production statistics and coefficients method of the EU Delegated Decision. This method has been demonstrated through a cross-national comparison of eight Northern European countries. It uses production quantities from food production statistics to identify processed products and establishes uniform by-product coefficients based on literature. Thus, the estimation of by-product quantities can be extended to other countries. Due to the lack of case-specific data, uniform by-product coefficients used across all countries are subject to elaboration in further research. Considering that for now by-product flows are not estimated systematically, adaptation of food waste quantification method from the EU Delegated Decision allows to account for these secondary bioresources.
3. Paper III examines the relationship between food management practices and food waste in Latvian households. Food management roles were formed inductively based on respondent involvement in food management (planning, shopping, preparing and/or enjoying meals). Full meal managers were significantly more likely to engage in preventive actions such as meal planning and checking available products, whereas meal enjoyers showed the highest detachment from food waste prevention, often reporting that “nothing” motivates them to not waste food. Analysis reveals that detachment

from food management practices potentially makes people less aware or concerned about food waste. For instance, full meal managers were more likely than others to report managerial practices, such as checking household stocks and planning meals to avoid spoilage, compared to meal enjoyers who reported they do not practice any of the provided actions. Overall, irrespective of the food management role, respondents were reluctant or uncertain about usefulness of certain food waste prevention measures, suggesting that waste prevention policy incentives may be unclear at the household level and they may therefore require concrete information on how the proposed measures could support them in food waste prevention and reduction.

4. Methodology and definitional scope for food waste quantification in households was developed in Paper IV. It is aligned with the requirements of the EU legal framework to ensure that obtained data are comparable with food waste data of other EU Member States, reported to Eurostat. Limitations of food waste quantification research identified in Paper I were taken into consideration to select optimal food waste quantification method for primary data collection at source (directly from households) and limit the implications of those limitations on data accuracy. Diary, a direct quantification method, was selected for carrying food waste measurements. In addition, this study collected food waste drained as or with wastewaters, a food waste flow that previously has not been accounted for in Latvia (can be reported voluntarily according to the EU Delegated Decision). Since direct methods were applied for the first time and more disaggregated flows were quantified, it is still too early to determine whether and how the current data are comparable with those from previous reporting periods. To ensure reproducibility and comparability of household food waste data, the minimum quality requirements of food waste quantification aligned with the EU Delegated Decision should include a representative sample of Latvian households and capture variability in food waste generation.

Further outlook

Minimum quality requirements for food waste quantification

Rigorous research design, sampling, data collection and analysis, i.e. practical implementation, is closely linked to the available financial resources allocated. To meet the minimum quality requirements for food waste quantification of the EU Delegated Decision, it must be based on a representative sample and adequately reflect variations in food waste data (as elaborated in the EU Delegated Decision). Furthermore, in-depth measurements (for example, by using direct methods) should be carried out once every four years. To ensure comparability of food waste data across the stages of food supply chain, over time and across other EU countries, the applied definitional framework of food waste must be consistent across reporting years. This doctoral thesis proposes to align the definition of food waste with system boundaries (stages of the food supply chain) and waste hierarchy (destination of food waste), relevant to the EU legal framework. Although, it is only mandatory to report on total food waste, without distinguishing between edible and inedible fractions of food waste, it is recommended to further consider quantifying these flows separately. Primarily, because generation of edible (avoidable) fractions of food waste can be prevented. Thus, this is the fraction of food waste that could be targeted with waste prevention incentives. Collecting and reporting food waste drained as or with wastewater makes it possible to quantify flow with a distinct destination in wastewater treatment system, rather than in waste treatment system, which was previously not accounted for. To validate food waste data, it is also recommended to combine different food waste quantification methods.

Advancement of food waste quantification

Considering the continuous need for food waste reporting and monitoring in the EU, it is important to conceptualise how consistent data collection and monitoring could help transition to circular bioeconomy and waste prevention and reduction nationally. Collaborative and supportive function across the relevant actors and stakeholders should improve the applicability of data for purposes more than just the mandatory reporting needs by the EU, as well as to ensure comparability of food waste data over time. Identifying existing data collection and reporting practices used by different waste generators across the food supply chain could be explored. This could clarify how food waste data collection can be integrated with the data they already collect and report. To avoid discouraging their involvement in mandatory food waste data collection and reporting, any additional requirements should not complicate operational practices and should require minimal additional effort from these waste generators. Limitations associated with food waste quantification research methodology should be taken into consideration to avoid implications on data

quality and comparability. This includes training relevant FSC actors and involving independent experts to improve data accuracy, interoperability and address data confidentiality issues. To move beyond mass-based food waste quantification, environmental, economic implications, as well as nutritional losses and overnutrition should be considered to help understand the broader implications of food waste generation on food system's sustainability in Latvia.

By-products within the food waste quantification framework

Refinement of by-product coefficients through primary data collection could validate the results of the proposed by-product quantification with case-specific data. Such data could support informed decisions regarding by-product availability in a specific region within a country (not only at a national level). Moreover, collecting case-specific data on by-product generation across multiple facilities (e.g., whey from cheese production) would enable the estimation of mean values and associated variability, better reflecting actual conditions. Exploration of environmental, technical, economic, and social aspects are fundamental to overcome challenges with bioeconomy and bio-valorisation implementation into practice. These aspects could help in aligning by-product availability with a particular region's potential for utilising the respective by-products, to prevent them from entering the waste management stream. Evaluation of by-product suitability for producing value-added products needs further research.

Advancement of food waste prevention and reduction efforts in households

Food waste prevention and reduction require both individual action and systemic support. Achieving this requires alignment between identified problems, individual needs and policy-level measures and targets, while recognising that households are heterogeneous and interventions are more likely to succeed when they match the realities of household behaviour. Further research could analyse food management roles (based on different food management practices) in more depth by complementing the analysis with assessments of individuals' food management skills, lifestyle-related factors (e.g., time constraints arising from work and family responsibilities), and dietary preferences, to provide a more comprehensive understanding of factors shaping food waste behaviour.

Acknowledgments

I would like to express my gratitude to everyone who has supported me throughout my PhD journey. I am grateful for the trust placed in my work, especially during moments when I was uncertain or in doubt. Sincere thanks to my scientific supervisor *Dr.sc.ing.* Elīna Dāce for the opportunity to develop and implement ideas. I am grateful for the valuable suggestions and constructive feedback, which have helped me grow professionally. Heartfelt thanks to *prof. Dr.sc.ing.* Gunta Kalvāne for supporting doctoral students by organising co-writing sessions and skill-building seminars. Thanks to the co-authors of scientific publications included in this thesis – *Dr.sc.ing.* Elīna Dāce, Vineta Kleinberga and Līva Kristiāna Čivkule (*previously* Lukaša). Thanks to my former colleagues *PhD* Karīna Bāliņa-Siksna and *Dr.sc.ing.* Jeļena Ziemeļe, who have supported me at various stages of my career.

Thanks to *prof. Dr.sc.ing.* Māris Bērziņš and *Dr.sc.ing.* Olga Sozinova for their administrative support, which helped me ensure I did not miss any requirements or deadlines. Sincere thanks to *prof. Dr.philol.* Ilze Stikāne for language revision and the editing of the Latvian-language version of the doctoral thesis. Thanks to the colleagues from the Baltic Studies Centre, reviewers, and to everyone who provided constructive feedback to help improve the doctoral thesis. Thanks to the lecturers for their engaging lectures.

Thanks to my colleagues at the Latvian Association of Young Researchers (LJZA), especially Antra, Liene and Matīss, for sharing their experiences and recommendations, as well as for encouraging me to join the LJZA board. Kind thanks to Darja for her support and encouragement. Thanks to Anna S. for the pleasant conversations and book exchange. Heartfelt thanks to my closest friends, especially Anna J. and Chiara, for the emotional support, openness, and inspiration.

My sincerest thanks go to my family – parents, grandparents, brother, sister, aunt and our family cat, and especially to my mother Indra and sister Gerda – for their immense support, moments spent together and encouragement I receive from day to day, which have made it possible for me to study, grow professionally and believe in my capabilities. However, whenever the noise of the city becomes too much, visiting my grandparents in the countryside allows me to reconnect with nature – the place where every journey of food begins.

References

- Albizzati, P. F., Tonini, D., & Astrup, T. F. (2021). a Quantitative Sustainability Assessment of Food Waste Management in the European Union. *Environmental Science & Technology*, 55(23), 16099–16109. <https://doi.org/10.1021/ACS.EST.1C03940>
- Ammann, J., Osterwalder, O., Siegrist, M., Hartmann, C., & Egolf, A. (2021). Comparison of two measures for assessing the volume of food waste in Swiss households. *Resources, Conservation and Recycling*, 166, 105295. <https://doi.org/10.1016/J.RESCONREC.2020.105295>
- Barco, H., Oribe-García, I., Vargas-Viedma, M. V., Borges, C. E., Martín, C., & Alonso-Vicario, A. (2019). New methodology for facilitating food wastage quantification. Identifying gaps and data inconsistencies. *Journal of Environmental Management*, 234, 512–524. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.11.037>
- Beretta, C., Stoessel, F., Baier, U., & Hellweg, S. (2013). Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 33(3), 764–773. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2012.11.007>
- Boiteau, J. M., & Pingali, P. (2023). Can we agree on a food loss and waste definition? An assessment of definitional elements for a globally applicable framework. *Global Food Security*, 37, 100677. <https://doi.org/10.1016/J.GFS.2023.100677>
- Boschini, M., Falasconi, L., Giordano, C., & Alboni, F. (2018). Food waste in school canteens: a reference methodology for large-scale studies. *Journal of Cleaner Production*, 182, 1024–1032. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.040>
- Bruns, H., De Laurentiis, V., García Herrero, L., & Listorti, G. (2024). Behavioural insights to reach European Union consumer food waste reduction targets. *Food Policy*, 128, 102725. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2024.102725>
- Corrado, S., & Sala, S. (2018). Food waste accounting along global and European food supply chains: State of the art and outlook. *Waste Management*, 79, 120–131. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2018.07.032>
- CSB. (2025). *Total number and average size of private households in regions, State cities, municipalities, urban and rural areas at the beginning of year 2012–2025*. https://data.stat.gov.lv/pxweb/en/OSP_PUB/START_POP_MV_MVS/MVS011
- Dace, E., Soloha, R., Melnalksne, Z., Muižniece, M., Ceruss, R., & Silava, L. (2025). *Pārtikas atkritumi Datu vākšanas sistēmas izveide un radītā daudzuma noteikšanas rezultāti Latvijā 2024. gadā*. <https://wastetoresources.kem.gov.lv/en/news/a-study-has-been-conducted-on-the-amount-of-food-waste-generated-in-latvia-in-2024>
- De Laurentiis, V., Casonato, V., Mancini, L., García Herrero, L., Valenzano, A., & Sala, S. (2024). *Building evidence on food waste prevention interventions*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/684291>
- Delgado, L., Schuster, M., & Torero, M. (2023). Food Losses in Agrifood Systems: What We Know. *Annual Review of Resource Economics*, 15, 41–62. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-RESOURCE-072722-025159>
- EC. (2002). Regulation 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law, establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Official Journal of the European Union*, (31), 1–24. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2002/178/oj>
- EC. (2009). Regulation 1069/2009 of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 laying down health rules as regards animal by-products and derived products not intended for human consumption and repealing Regulation (EC) 1774/2002. *Official Journal of the European Union*, (300), 1–33. <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/1069/oj>
- EC. (2014). Commission Decision of 18 December 2014 amending Decision 2000/532/EC on the list of waste pursuant to Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council.

- Official Journal of the European Union*, (370), 44–86.
<http://data.europa.eu/eli/dec/2014/955/oj>
- EC. (2018a). Directive 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste. *Official Journal of the European Union*, (150), 109–140. <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/98/2018-07-05>
- EC. (2018b). Directive (EU) 2018/850 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. *Official Journal of the European Union*, L 150, 100–108. <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/850/oj>
- EC. (2018c). Guidelines for the feed use of food no longer intended for human consumption (2018/C 133/02). *Official Journal of the European Union*, 1–17.
- EC. (2019a). Commission delegated decision 2019/1597 supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of levels of food waste. *Official Journal of the European Union*, (248), 77–85. http://data.europa.eu/eli/dec_del/2019/1597/oj
- EC. (2019b). Commission Implementing Decision (EU) 2019/2000 of 28 November 2019 laying down a format for reporting of data on food waste and for submission of the quality check report in accordance with Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union*, (310), 39–45. https://eur-lex.europa.eu/eli/dec_impl/2019/2000/oj/eng
- EC. (2020). *Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX:52020DC0381>
- EC. (2023). *Food 2030 – Pathways for action 2.0 – R&I policy as a driver for sustainable, healthy, climate resilient and inclusive food systems*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/365011>
- EC. (2025a). *a Strategic Framework for a Competitive and Sustainable EU Bioeconomy*.
- EC. (2025b). Directive (EU) 2025/1892 of the European Parliament and of the Council of 10 September 2025 amending Directive 2008/98/EC on waste. *Official Journal of the European Union*. <http://data.europa.eu/eli/dir/2025/1892/oj>
- Eičaitė, O., Alenčikienė, G., Pauliukaitytė, I., & Šalaševičienė, A. (2021). Eat or Throw Away? Factors Differentiating High Food Wasters from Low Food Wasters. *Sustainability*, 13(19), 10741. <https://doi.org/10.3390/SU131910741>
- Eičaitė, O., Baležentis, T., Ribašauskienė, E., Morkūnas, M., Melnikienė, R., & Štreimikienė, D. (2022). Food waste in the retail sector: a survey-based evidence from Central and Eastern Europe. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 69, 103116. <https://doi.org/10.1016/J.JRETCONSER.2022.103116>
- Eičaitė, O., Baležentis, T., Ribašauskienė, E., Morkūnas, M., Melnikienė, R., & Štreimikienė, D. (2023). Exploring food loss in the food industry: a survey-based approach for Lithuania. *Journal of Cleaner Production*, 399, 136668. <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.136668>
- Engström, R., & Carlsson-Kanyama, A. (2004). Food losses in food service institutions Examples from Sweden. *Food Policy*, 29(3), 203–213. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2004.03.004>
- Eriksson, M., Malefors, C., Callewaert, P., Hartikainen, H., Pietiläinen, O., & Strid, I. (2019). What gets measured gets managed – Or does it? Connection between food waste quantification and food waste reduction in the hospitality sector. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 4, 100021. <https://doi.org/10.1016/J.RCRX.2019.100021>
- Eurostat. (2025a). *Food waste and food waste prevention by NACE Rev. 2 activity - tonnes of fresh mass*. https://doi.org/10.2908/ENV_WASFW
- Eurostat. (2025b). *Municipal waste by waste management operations*. https://doi.org/10.2908/ENV_WASMUN
- Fabi, C., Cachia, F., Conforti, P., English, A., & Rosero Moncayo, J. (2021). Improving data on food losses and waste: From theory to practice. *Food Policy*, 98. <https://doi.org/10.1016/J.FOODPOL.2020.101934>

- FAO. (2014). *Definitional Framework of Food Loss*. www.fao.org/publications
- FAO. (2025). *Food balance sheets and supply utilization accounts resource handbook 2025*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cd4472en>
- FAOSTAT. (2023, January 30). *FAOSTAT: Supply Utilization Accounts (2010-)*. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/SCL>
- Flanagan, A., & Priyadarshini, A. (2021). a study of consumer behaviour towards food-waste in Ireland: Attitudes, quantities and global warming potentials. *Journal of Environmental Management*, 284 (October 2020), 112046. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112046>
- Flick, U., & Schreier, M. (2014). Qualitative Content Analysis. the *SAGE Handbook of Qualitative Data Analysis*, 170–183. <https://doi.org/10.4135/9781446282243>
- Franke, U., Hartikainen, H., Mogensen, L., & Svanes, E. (2016). *Food losses and waste in primary production*. *TemaNord*. <https://doi.org/10.6027/TN2016-529>
- Gage, E., Wang, X., Xu, B., Foster, A., Evans, J., Terry, L. A., & Falagán, N. (2024). Reducing food loss and waste contributes to energy, economic and environmental sustainability. *Journal of Cleaner Production*, 451, 142068. <https://doi.org/10.1016/J.CLEPRO.2024.142068>
- Gatto, A., & Chepeliev, M. (2024). Global food loss and waste estimates show increasing nutritional and environmental pressures. *Nature Food*, 5(2), 136–147. <https://doi.org/10.1038/s43016-023-00915-6>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., & Sonesson, U. (2011). *Global food losses and waste - extent, causes and prevention*. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/i2697e>
- Gustavsson, J., Cederberg, C., Sonesson, U., & Emanuelsson, A. (2013). the *methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent , causes and prevention "* (Report No. 857). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:944159/FULLTEXT01.pdf>
- Hanson, C., Lipinski, B., Robertson, K., Dias, D., Gavilian, I., Gréverath, P., Ritter, S., Fonseca, J., van Otterdijk, R., Timmermans, T., Lomax, J., O'Connor, C., Dawe, A., Swannell, R., Berger, V., Reddy, M., & Somogyi, D. (2016). Food Loss and Waste Accounting and Reporting Standard. *FLW Protocol*. <https://www.wbcsd.org/Programs/Food-and-Nature/Food-Land-Use/Climate-Smart-Agriculture/Resources/Food-Loss-and-Waste-Accounting-and-Reporting-Standard>
- Hartikainen, H., Mogensen, L., Svanes, E., & Franke, U. (2018). Food waste quantification in primary production – the Nordic countries as a case study. *Waste Management*, 71, 502–511. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.026>
- Holden, N. M., White, E. P., Lange, M. C., & Oldfield, T. L. (2018). Review of the sustainability of food systems and transition using the Internet of Food. *Science of Food*, 2(1), 2–18. <https://doi.org/10.1038/s41538-018-0027-3>
- Johansson, O. (2023). the End-of-Waste for the Transition to Circular Economy: a Legal Review of the European Union Waste Framework Directive. *Environmental Policy and Law*, 53(2–3), 167–179. <https://doi.org/10.3233/EPL-220064>
- Kenk, K., Kerge, K., Kriipsalu, M., Grivins, M., Brobakk, J., & Värnik, R. (2025). No such thing as waste in primary food sector. *Waste Management & Research*, 43(7), 984–993. <https://doi.org/10.1177/0734242X241276088>
- Koivupuro, H. K., Hartikainen, H., Silvennoinen, K., Katajajuuri, J. M., Heikintalo, N., Reinikainen, A., & Jalkanen, L. (2012). Influence of socio-demographical, behavioural and attitudinal factors on the amount of avoidable food waste generated in Finnish households. *International Journal of Consumer Studies*, 36(2), 183–191. <https://doi.org/10.1111/J.1470-6431.2011.01080.X>
- Krippendorff, K. (2019). Content Analysis: An Introduction to Its Methodology. *Content Analysis: An Introduction to Its Methodology*. <https://doi.org/10.4135/9781071878781>
- Lebersorger, S., & Schneider, F. (2011). Discussion on the methodology for determining food waste in household waste composition studies. *Waste Management*, 31(9–10), 1924–1933. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2011.05.023>

- Leverenz, D., Schneider, F., Schmidt, T., Hafner, G., Nevárez, Z., & Kranert, M. (2021). Food Waste Generation in Germany in the Scope of European Legal Requirements for Monitoring and Reporting. *Sustainability*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/SU13126616>
- López-Portillo, M. P., Martínez-Jiménez, G., Ropero-Moriones, E., & Saavedra-Serrano, M. C. (2021). Waste treatments in the European Union: a comparative analysis across its member states. *Heliyon*, 7(12), e08645. <https://doi.org/10.1016/J.HELİYON.2021.E08645>
- McMeekin, N., Wu, O., Germení, E., & Briggs, A. (2020). How methodological frameworks are being developed: evidence from a scoping review. *BMC Medical Research Methodology* 2020 20:1, 20(1), 173-. <https://doi.org/10.1186/s12874-020-01061-4>
- Mengist, W., Soromessa, T., & Legese, G. (2020). Method for conducting systematic literature review and meta-analysis for environmental science research. *MethodsX*, 7, 100777. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.100777>
- Moonsamy, T. A., Rajauria, G., Priyadarshini, A., & Jansen, M. A. K. (2024). Food waste: analysis of the complex and variable composition of a promising feedstock for valorisation. *Food and Bioprocess Processing*, 148, 31–42. <https://doi.org/10.1016/J.FBP.2024.08.012>
- Östergren, K., Jenny Gustavsson, Bos-Brouwers, H., Timmermans, T., Hansen, J., Möller, H., Anderson, G., O'Connor, C., Soethoudt, H., Quested, T., Eastel, S., Politano, A., Bellettato, C., Canali, M., Falasconi, L., Gaiani, S., Vittuari, M., Schneider, F., Moates, G., ... Redlingshöfer, B. (2014). *FUSIONS Definitional Framework for Food Waste* (Number July). [http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS Definitional Framework for Food Waste 2014.pdf](http://www.eu-fusions.org/phocadownload/Publications/FUSIONS%20Definitional%20Framework%20for%20Food%20Waste%202014.pdf)
- Quested, T., & Johnson, H. (2009). *Household food and drink waste in the UK*. Wastes & Resources Action Programme (WRAP).
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummer, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., ... Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh245>
- Rockström, J., Thilsted, S. H., Willett, W. C., Gordon, L. J., Herrero, M., Hicks, C. C., Mason-D'Croz, D., Rao, N., Springmann, M., Wright, E. C., Agustina, R., Bajaj, S., Bunge, A. C., Carducci, B., Conti, C., Covic, N., Fanzo, J., Forouhi, N. G., Gibson, M. F., ... DeClerck, F. (2025). the EAT–Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. *the Lancet*, 406(10512), 1625–1700. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(25\)01201-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(25)01201-2)
- Saveyn, H., & Eder, P. (2013). End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost & digestate): Technical proposals. *Publications Office of the European Union, Luxembourg*, (LB-NA-26425-EN-N), 310. <https://doi.org/10.2791/6295>
- SIA “Geo Consultants.” (2024). *Sadzīves atkritumu sastāva noteikšana. Noslēguma ziņojums (Nr. IL/11/2024/KEM)*.
- Sigala, E. G., Chroni, C., Boikou, K., Abeliotis, K., Panagiotakos, D., & Lasaridi, K. (2024). Quantification of household food waste in Greece to establish the 2021 national baseline and methodological implications. *Waste Management*, 190, 102–112. <https://doi.org/10.1016/J.WASMAN.2024.09.012>
- Soloha, R., & Dace, E. (2025). Research on quantification of food loss and waste in Europe: a systematic literature review and synthesis of methodological limitations. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 28, 200287. <https://doi.org/10.1016/J.RCRADV.2025.200287>
- Soloha, R., Kleinberga, V., & Dace, E. (2023). *Survey on household food consumption, food waste awareness, generation and practices: the case of Latvia, January 2023*. Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse. <https://doi.org/10.48510/FK2/BDUEIO>
- Soloha, R., Kleinberga, V., & Dace, E. (2026). Linking household food management practices and food waste: Evidence from Latvian households (under review). *Cleaner Waste Systems*.

- Soloha, R., Lukasa, L. K., & Dace, E. (2024). Estimation and bio-valorisation of food industry by-products in Northern Europe. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15(3), 4349–4370. <https://doi.org/10.1007/S13399-024-05423-6>
- Soloha, R., Muižniece, M., & Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU framework. *Symposium Proceedings of Sardinia 2025 – 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*.
- Spang, E. S., Moreno, L. C., Pace, S. A., Achmon, Y., Donis-Gonzalez, I., Gosliner, W. A., Jablonski-Sheffield, M. P., Abdul Momin, M., Quested, T. E., Winans, K. S., & Tomich, T. P. (2019). Food Loss and Waste: Measurement, Drivers, and Solutions. *Annual Review of Environment and Resources*, 44, 117–156. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENVIRON-101718-033228>
- Stenmarck, Å., Jensen, C., Quested, T., Moates, G., Cseh, B., Juul, S., Parry, A., Politano, A., Redlingshofer, B., Scherhauer, S., Silvennoinen, K., Soethoudt, H., Zübert, C., & Östergren, K. (2016). *Estimates of European food waste levels*.
- UN. (2016). *Transforming our World: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>
- UNEP. (2021). *Food Waste Index*. <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>
- UNEP. (2024). *Food Waste Index Report 2024. Think Eat Save: Tracking Progress to Halve Global Food Waste*. <https://wedocs.unep.org/xmlui/handle/20.500.11822/45230>
- van Herpen, E., van Geffen, L., Nijenhuis-de Vries, M., Holthuysen, N., van der Lans, I., & Quested, T. (2019). a validated survey to measure household food waste. *MethodsX*, 6, 2767–2775. <https://doi.org/10.1016/J.MEX.2019.10.029>
- VARAM. (2021). Ministru kabineta rīkojums Nr. 45. Par atkritumu apsaimniekošanas valsts plānu 2021.-2028. gadam. *Latvijas Vēstnesis*, 19. <https://likumi.lv/ta/id/320476-par-atkritumu-apsaimniekosanas-valsts-planu-20212028-gadam>
- Visschers, V. H. M., Wickli, N., & Siegrist, M. (2016). Sorting out food waste behaviour: a survey on the motivators and barriers of self-reported amounts of food waste in households. *Journal of Environmental Psychology*, 45, 66–78. <https://doi.org/10.1016/J.JENVP.2015.11.007>

Appendix I – Article depository

Paper I. Soloha, R. & Dace, E. (2025). Research on quantification of food loss and waste in Europe: a systematic literature review and synthesis of methodological limitation. *Resources, Conservation & Recycling Advances*, 28. Article No. 200287. (indexed in *Web of Science/Scopus, Elsevier*, IF₂₀₂₄=6.4, Q1). DOI: 10.1016/j.rcradv.2025.200287.

Paper II. Soloha, R., Lukasa, L.K. & Dace, E. (2025). Estimation and biovalorisation of food industry by-products in Northern Europe. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 15, 4349–4370. (indexed in *Web of Science/Scopus, Springer*, IF₂₀₂₄=4.1, Q2). DOI: 10.1007/s13399-024-05423-6.

Paper III. Soloha, R., Kleinberga, V. & Dace, E. (2026). Linking household food management practices and food waste: Evidence from Latvian households. *Cleaner Waste Systems*, 14, Article No. 100534. indexed in *Web of Science/Scopus, Elsevier*, IF₂₀₂₄=3.9, Q2). DOI: 10.1016/j.clwas.2026.100534.

Paper IV (Conference proceedings). Soloha, R., Muižniece, M., Dace, E. (2025). Food waste measurements in Latvian households: lessons from a diary study aligned with the EU framework. Symposium *Proceedings of Sardinia Symposium 2025: 20th International Symposium on Waste Management, Resource Recovery and Sustainable Landfilling*. ISBN 9788862650472, ISSN 2282-0027.

Appendix II – Questionnaire

Dataset I. Soloha, R., Kleinberga, V., Dace, E. (2024). Survey on household food consumption, food waste awareness, generation and practices: the case of Latvia, January 2023. *Rīga Stradiņš University Institutional Repository Dataverse*, V1. DOI: 10.48510/FK2/BDUEIO.

Appendix III – Diary and questionnaire

Dace, E., **Soloha, R.**, Melnalksne, Z., Muižniece, M., Ceruss, R., & Silava, L. (2025). *Pārtikas atkritumi Datu vākšanas sistēmas izveide un radītā daudzuma noteikšanas rezultāti Latvijā 2024. gadā.*

<https://wastetoresources.kem.gov.lv/en/news/a-study-has-been-conducted-on-the-amount-of-food-waste-generated-in-latvia-in-2024>