

PĀRSKATS

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: ARAMZEMES UN ILGGADĪGO ZĀLĀJU APSAIMNIEKOŠANAS
RADĪTO SILTUMNĪCEFĒKTA GĀZU (SEG) EMISIJU UN
OGLEKĻA DIOKSĪDA (CO₂) PIESAISTES UZSKAITES SISTĒMAS
PILNVEIDOŠANA UN ATBILSTOŠU METODISKO RISINĀJUMU
IZSTRĀDĀŠANA

ATSKAITE PAR 2018. GADA DARBA UZDEVUMU IZPILDI

IZPILDES LAIKS: 27.04.2018-15.11.2018

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS "SILAVA"

LĪGUMA NR. 10 9.1-11/18/865-E

PROJEKTA VADĪTĀJS:

A. Lazdiņš

Kopsavilkums

Pētījuma mērķis ir pilnveidot aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes uzskaites sistēmu un pilnveidot, kā arī izstrādāt jaunus metodiskos risinājumus SEG emisiju un CO₂ piesaistes aprēķiniem.

Pētījumā izstrādātos risinājumus paredzēts izmantot nacionālās SEG inventarizācijas pilnveidošanai, novērtējot augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņas un SEG emisijas lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.

Pētnieciskie uzdevumi:

1. Pilnveidot aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes uzskaites un ziņošanas sistēmu.
2. Raksturot minimālas augsnes apstrādes ietekmi uz SEG emisijām LLU mācību pētījumu saimniecībā "Pēterlauki" (pētījumu paredzēts turpināt 2 gadus).
3. Pilnveidot minerālaugšņu oglekļa uzkrājumu modelēšanas instrumentu Yasso.
4. Iegūt galveno lauksaimniecības kultūru biomasas datus un izstrādāt biomasas pārrēķinu vienādojumus (pētījumu paredzēts turpināt 3 gadus).
5. Aprobēt modelēšanas risinājumus, lai uzskaitītu SEG emisijas un raksturotu klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumu ietekmi LIZ uz organiskajām augsnēm.

Saturs

1. Aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes uzskaites un ziņošanas sistēma.....	8
1.1 Zemes izmantošanas maiņas aprēķinu metožu pilnveidošana.....	8
1.1.1 Pastāvīgo zemes kategoriju noteikšanas formulas kolonnām Svars1, Svars2, Svars3.....	10
1.1.2 Ietekmes vērtības piešķiršanas formulas kolonnām Svars1, Svars2, Svars3.....	10
1.1.3 Aprēķinu formulas kolonnām Aprekini1, Aprekini2, Aprekini3.....	11
1.2 Zemes kategorijas maiņas matricas izveidošana.....	11
1.3 Zemes platību izmaiņu datu interpolācija un ekstrapolācija pa gadiem pēc zemes izmantošanas kategorijām.....	13
1.3.1 Aprēķinu formulas kolonnai Represent.....	15
1.3.2 Lineārās interpolācijas un ekstrapolācijas aprēķinu formulas.....	15
2. Minimālas augsnes apstrādes ietekme uz SEG emisijām LLU mācību pētījumu saimniecībā „Pēterlauki”	17
3. Minerālaugšņu oglekļa uzkrājumu modelēšanas instruments Yasso.....	18
3.1 Augstas izšķirtspējas reljefa modeļu pielietošanas iespēju analīze teritoriju ar optimālu mitruma režīmu atlasēi.....	18
3.1.1 Datu analīzes metodika.....	19
3.1.2 Rezultāti un to analīze.....	23
3.2 Augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņu prognožu un vēsturisko datu aprēķins.....	26
4. Darbību dati augsnes oglekļa ieneses raksturošanai.....	28
5. Galveno lauksaimniecības kultūru biomasas dati un biomasas pārrēķinu vienādojumi	32
6. Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai.....	34
6.1 Materiāli un metodes.....	37
6.2 Rezultāti un diskusija.....	40
6.3 LIFE REstore iespējamā ietekme uz SEG emisiju faktoriem turpmākajās SEG inventarizācijās.....	48
6.4 Emisiju mazināšanas pasākumu iespējamās ietekmes analīze.....	53
APP „ AGRORESURSU UN EKONOMIKAS INSTITŪTS”	83
1. Izmēģinājumu vietas raksturojums un darba metodika.....	84
1.1 Konvencionālās audzēšanas sistēmas.....	84
1.2 Bioloģiskās audzēšanas sistēmas.....	95
1.3 Meteoroloģisko apstākļu raksturojums.....	102
1.4 Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 2017. / 2018. gada veģetācijas sezonā.....	102
2. Pētījuma uzdevums.....	106

2.1 Laukaugu biomasas raža divu līmeņu mēslojuma fonos.....	106
2.2 Laukaugu biomasas raža atkarībā no augu sekai raksturīgās augsnes.....	109
1. Ievads.....	119
1.1 SEG emisijas Latvijā.....	120
1.1.1 SEG emisijas no minerālaugsnēm.....	122
1.2 SEG emisiju ietekmējošie faktori.....	123
1.2.1 Augsnes mitrums.....	124
1.2.2 Augsnes temperatūra.....	125
1.2.3 Augsnes pH.....	125
1.2.4 Barības vielu daudzums.....	126
1.2.5 Veģetācija.....	127
1.3 Lauksaimniecības kultūru ietekme uz SEG emisijām.....	127
1.3.1 Graudaugi.....	127
1.3.2 Tauriņzieži.....	129
1.3.3 Eļļaugi.....	131
2. Materiāli un metodes.....	132
2.1 Pētījuma objektu izvēle un raksturojums.....	132
2.2 Mērījumu veikšana ar Picarro.....	137
2.2.1 Iekārtas un aprīkojums.....	137
2.2.2 Datu analīzes metodes.....	139
3. REZULTĀTI.....	142
3.1 SEG mērījumi.....	142

Pielikumi

1. Pielikums: Darbību dati SEG emisiju no augsnes aprēķiniem
2. Pielikums: Galveno lauksaimniecības kultūru biomasas dati un biomasas pārreķinu vienādojumu izstrādāšanas starpziņojums
3. Pielikums: Minimālas augsnes apstrādes ietekme uz SEG emisijām

Ievads

Saskaņā ar Kioto protokolu un Līgumslēdzēju pušu konferences lēmumu Nr. 2/CMP.6 otrajā saistību izpildes periodā (2013.-2020. gads) aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes ziņošana ir brīvprātīga. Pēc 2020. gada ilggadīgo zālāju un aramzemju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes ziņošana kļūs obligāta visām Eiropas Savienības valstīm.

Eiropas Savienības iekšējo kārtību ziņojumu sagatavošanai par aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas kārtību nosaka 2013. gada 21. maija Eiropas Parlamenta un Padomes lēmums Nr. 529/2013 (turpmāk – EP un EK regula 529/2013). Šajā lēmumā noteikta ziņojumos iesniedzamās informācijas struktūra, formāts, iesniegšanas un izskatīšanas procedūras. Ziņojumus par aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radītajām SEG emisijām un CO₂ piesaisti dalībvalstīm jā sagatavo saskaņā ar 2013. gada 21. maija Eiropas Parlamenta un Padomes regulas Nr. 525/2013 7.pantu un 2014. gada 30. jūnija Komisijas Īstenošanas regulas 749/2014 4. nodaļu, kas nosaka ziņošanu lēmuma Nr. 529/2013/ES izpildei, tajā skaitā 38. pants reglamentē izvairīšanos no dubultas ziņošanas, 39. pants nosaka ziņošanas prasības attiecībā uz aramzemes un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas sistēmām, 40. pants nosaka ziņošanas prasības attiecībā uz ikgadējiem aprēķiniem par emisijām un piesaisti, ko rada aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošana, bet 41. pants nosaka īpašās ziņošanas prasības. Pēc 2020. gada ziņošanu par SEG emisijām no aramzemēm un zālājiem notiks atbilstoši Eiropas Parlamenta un Padomes Regulai 2018/841 par zemes izmantošanā, zemes izmantošanas maiņā un mežsaimniecībā radušos siltumnīcefekta gāzu emisiju un piesaistes iekļaušanu klimata un enerģētikas politikas satvarā laikposmam līdz 2030. gadam un ar ko groza Regulu (ES) Nr. 525/2013 un Lēmumu Nr. 529/2013/ES. Saskaņā ar šo regulu SEG emisiju uzskaitē ir jāatgriežas pie zemes izmantošanā nevis darbībās balstītām metodēm.

Saskaņā ar līgumslēdzēju pušu lēmumu Nr. 2/CMP.7 un Lēmumu Nr. 529/2013/ES ikgadējie ziņojumi jā sagatavo atbilstoši 2006. gada Labas prakses vadlīnijām Nacionālajai siltumnīcefekta gāzu inventarizācijai (IPCC 2006) un 2013. gada pārstrādātajiem papildus metodiskajiem norādījumiem un labas prakses vadlīnijām, kas izriet no Kioto protokola prasībām (IPCC 2014).

Par uzskaites periodu, kas sāksies 2021. gada 1. janvārī, Latvijai būs jā sagatavo un jāuztur ikgadēja uzskaitē, kurā pareizi jāatspoguļo visas emisijas un piesaiste, kas to teritorijā rodas darbībās, kuras ietilpst šādās kategorijās: aramzemes un ilggadīgie zālāji, bet pēc 2026. gada 1. janvāra – arī no apsaimniekotām mitrziemēm.

SEG emisiju prognožu dati zemes izmantošanas, zemes izmantošanas un mežsaimniecības sektorā iekļaujami “Divgadu ziņojumā un nacionālajā ziņojumā”, kas sagatavojams atbilstoši EK Regulas 749/2014 18. pantu; Līgumslēdzēju pušu konferences lēmumu COP 2/CP.17 un UNFCCC 12. pantu; “Ziņojumā par politiku un pasākumiem”, kas sagatavojams saskaņā ar Eiropas Komisijas un Parlamenta Regulas 525/2013 13. pantu; “Ziņojums, kurā aprakstīts zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības darbību īstenošanā panāktais progress” saskaņā ar regulas 529/2013 10. pantu un citos ziņojumos, kas izriet no prasībām nacionālā SEG inventarizācijas ziņojuma sagatavošanai un dažādos ziņojumos iesniedzamo datu integritātes nodrošināšanai.

Pētījuma ietvaros risināti jautājumi, kas saistīti ar prognožu ziņojumu pilnveidošanu, izstrādājot un integrējot LVMI Silava sadarbībā ar Zemkopības ministriju, Latvijas Lauksaimniecības universitāti un citām institūcijām gatavojamajos ziņojumos augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņu prognozes un ar tām saistītās N₂O un CH₄ emisijas no minerālaugsnēm un organiskajām augsnēm lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.

Pētījuma rezultātus izmantosim šādu starptautisko ziņojumu pilnveidošanai:

- Divgadu ziņojums un valstu nacionālais ziņojums saskaņā ar EK Īstenošanas Regulas 749/2014 18.pantu, kā arī lēmumu COP 2/CP.17 un UNFCCC 12. pantu;
- Ziņošana par emisijām un piesaisti, ko rada aramzemes apsaimniekošana un ganību apsaimniekošana (Lēmuma Nr. 529/2013/ES izpildei) saskaņā ar EK Īstenošanas Regulas 749/2014 40.pantu; kā arī lēmumiem COP 6/CMP.9 un 2/CMP.8;
- Ziņojums par politiku un pasākumiem saskaņā ar Regulas 525/2013 13. pantu;
- Ziņojums par prognozēm saskaņā ar regulas 525/2013 13. pantu;
- Ziņojums, kurā aprakstīts zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības darbību īstenošanā panāktais progress saskaņā ar Regulas 529/2013 10. pantu;
- Ziņojums par ieviestajām ziņošanas prasībām attiecībā uz aramzemes un ganību apsaimniekošanas nacionālām sistēmām saskaņā ar EK Regulas 749/2014 39. pantu, kā arī lēmumiem COP 19/CMP.1 un 24/CP.19;
- Nacionālais mežsaimniecības uzskaites plāns, kurā ietver atjaunināto dalībvalsts meža references līmeni, atbilstoši Eiropas Parlamenta un Padomes regulas priekšlikumam par zemes izmantošanā, zemes izmantošanas maiņā un mežsaimniecībā radušos siltumnīcefekta gāzu emisiju un piesaistījumu iekļaušanu klimata un enerģētikas politikas satvarā laikposmam līdz 2030.

gadam un ar ko groza Eiropas Parlamenta un Padomes Regulu Nr. 525/2013 par mehānismu siltumnīcefekta gāzu emisiju pārraudzībai un ziņošanai un citas informācijas ziņošanai saistībā ar klimata pārmaiņām.

Pētījuma izpildē iesaistīts Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" (1., 3. un 5. darba uzdevumi), Agroresursu un ekonomikas institūta Stendes pētniecības centrs (4. darba uzdevums) un Latvijas Lauksaimniecības universitāte (2. darba uzdevums).

1. Aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes uzskaites un ziņošanas sistēma

1.1 Zemes izmantošanas maiņas aprēķinu metožu pilnveidošana

Pētījuma ietvaros izstrādāta jauna metode zemes izmantošanas veida noteikšanai SEG inventarizācijā, izmantojot Meža resursu monitoringa (MRM) un MRM pielīdzinātus datus, kā arī papildus datu avotus precīzākai saimnieciskās darbības raksturošanai. Metodes pamatprincipi ir:

1. zemes izmantošanas veidu nosaka 3 MRM ciklos iegūti dati par zemes izmantošanu;
2. katrā no 3 MRM cikliem iegūtajiem datiem ir atšķirīgs “svars” jeb procentuālā ietekme, nosakot zemes izmantošanas veidu;
3. dažādiem zemes izmantošanas veidiem ir atšķirīga “noturība”, t.i. atsevišķos zemes izmantošanas veida maiņas gadījumos kārtējā MRM ciklā, attiecīgajam parauglaukumam piešķir jaunu zemes izmantošanas kategoriju, neatkarīgi no iepriekšējā zemes izmantošanas veida

Viens no pētījuma uzdevumiem ir izveidot aprēķinu metodi, lai iegūtu galīgo zemes izmantošanas kategorijas ID, ņemot vērā iespējamās zemes kategoriju izmaiņas un pastāvīgās īpašības (īpašības var būt pastāvīgas vai pastāv to ilga neizmainīšanās iespēja, piemēram – meža ceļi, dzelzceļa sliedes, ezeri, upes u.c.) 3 MRM ciklu ietvaros. Visas darbības veiktas LKS92/Latvia TM (EPSG:3059) koordinātu sistēmā, izmantotas ArcMap un QGIS datorprogrammas. Datu apstrādē izmantoti ArcGIS geodatabase formāta faili, kas pieļauj liektu līniju izmantošanu, tādējādi atrisinot vienu no galvenajām shapefile formāta datņu izmantošanas radītajām problēmām. Shapefile atpazīst tikai taisnas līnijas, tāpēc parauglaukumu sektoru ārējo robežu konfigurācija nepārtraukti mainās, mainot kaut vienu līniju parauglaukuma sadalījumā. Bez tam, pielietojot shapefile, platības ekstrapolācijai vajadzēja pielietot empīrisku koeficientu, kas raksturo atšķirību starp apli un daudzstūri, kas aizstāj apli shapefile vektordatos.

Darbā izmantoti MRM ģeotelpiskie dati sektoru līmenī, kā arī iepriekšējos pētījumos, izmantojot satelītattēlu datus, izveidotie zemes izmantošanas ģeotelpisko datu slāņi

MRM parauglaukumiem 1990., 1995. un 2000. gados (Bāders et al., 2016).

Darba secība:

1. Datorprogrammā “ArcMap” izmantojot funkciju “*Intersection*” intersektēti 3 nepieciešamo periodu slāņi, sākot, ar vecāko;
2. Dati tiek pārnesti uz datorprogrammu “QGIS”;
3. Datu slāņī kurš izveidojies funkcijas “*Intersection*” rezultātā, atribūtu tabulā izveidotas 3 jaunas kolonas, katrā attiecīgi norādīts katra cikla datu rindas zemes kategorijas ID. Kolonna izveidota kā kopija no jau atribūtos dotajām zemes kategoriju ID. “ZKAT1” – vecākais cikls, “ZKAT2” – vidējais cikls, “ZKAT3” – jaunākais cikls. Tas paveikts ar atribūtu tabulā esošo funkciju “*Field calculator*”, kurā norāda, ka kādai no jaunizveidotajām kolonnām ir jābūt ar tādām pašām vērtībām, kā kādā no jau dotajām ciklu ID vērtībām;
4. Izveidotas vēl 3 jaunas kolonas. Tās nosauktas “Svars1” – vecākais cikls, “Svars2” - vidējais cikls, “Svars3” – jaunākais cikls. Katrā kolonnā noteikts katra cikla zemes kategorijas ID kurām ir pastāvīgas īpašības, un ir zināms, ka tās laika gaitā nemainīsies un paliks tādas pašas (nodaļa 1.1.1). Tām izmantojot atribūtu tabulā esošo funkciju “*Field calculator*” un, izmantojot nodaļā 1.1.1 atrodamo formulu, piešķirta vērtība 1, lai tās varētu identificēt tālākajos aprēķinos;
5. Izmantojot nodaļā 1.1.2 doto formulu un izmantojot “*Field calculator*” pievienotas papildus vērtības, lai tālākajos aprēķinos noteiktu to nozīmīgumu un ietekmi uz gala zemes kategorijas aprēķiniem. “Svars1” jeb vecākais cikls veido vismazāko ietekmi uz gala kategoriju, tāpēc tam piešķir vērtību 20. “Svars2”, jeb vidējais cikls, veido vidēju ietekmi, tāpēc tam piešķir vērtību 30. “Svars3”, jeb jaunākais cikls, veido vislielāko ietekmi, tāpēc tam piešķir vērtību 50 (nodaļa 1.1.1). Kolonnās, kurās veiktas 3. soļa darbības, un kuras atbilst nodaļā 1.1.1 norādītajām formulām, vērtības būs par 1 augstākas, veidojot lielāku nozīmīgumu, nekā tām, kurām papildus vērtība nav dota. Attiecīgi, ja kādā no kolonnām formulā noteiktie nosacījumi izpildās, “Svars1” vērtība būs 21, “Svars2” – 31, “Svars3” – 51;
6. Izveido 3 jaunas kolonnas ar nosaukumiem – “Aprekini1” – vecākais cikls, “Aprekini2” – vidējais cikls, “Aprekini3” – jaunākais cikls. Šajās kolonnās, izmantojot funkciju “*Field calculator*” veikti aprēķini, lai noteiktu kura cikla zemes kategorija tiks izmantota, kā galējā zemes kategorija visu 3 ciklu ietvaros. Katrā kolonnā izmantota sava aprēķinu formula, lai tiktu ņemta vērā jau vecāko aprēķināto ciklu rezultāti (nodaļa 1.1.3);
7. Izveidota kolonna “Final_ZKAT”, kurā izmantojot “*Field calculator*” kopā saskaitītas aprēķinu kolonnas “Aprekini1”, “Aprekini2”, “Aprekini3”. Šī kolonna raksturo galīgo zemes izmantošanas kategorijas ID, kuru var attiecināt kārtējā ciklā,

neatkarīgi no MRM fiksētā zemes izmantošanas veida;

8. Veikta atribūtu tabulas sakārtošana, izdzēšot kolonnas kas dublējas, vai nav nepieciešamas tālākā datu apstrādē;
9. Dati tiek pārnesti uz datorprogrammu "ArcMap";
10. Ar funkciju "Joins and relates" → "Join" 3 ciklu periodam pievienota papildus informācija par augsnes tipu, granulometrisku sastāvu un citu nepieciešamo informāciju.

1.1.1 *Pastāvīgo zemes kategoriju noteikšanas formulas kolonnām Svars1, Svars2, Svars3*

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ "Svars1"

"zkat1" = 36 or "zkat3" = 51 or "zkat3" = 52 or "zkat3" = 53 or "zkat3" = 63 or
"zkat3" = 65 or "zkat3" = 66 or "zkat3" = 67 or "zkat3" = 68 or "zkat3" = 73 or
"zkat3" = 74 or "zkat3" = 75 or "zkat3" = 511 or "zkat3" = 521 or "zkat3" = 522 or
"zkat3" = 531 or "zkat3" = 532 or "zkat3" = 547

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ "Svars2"

"zkat1" = 36 or "zkat3" = 51 or "zkat3" = 52 or "zkat3" = 53 or "zkat3" = 63 or
"zkat3" = 65 or "zkat3" = 66 or "zkat3" = 67 or "zkat3" = 68 or "zkat3" = 73 or
"zkat3" = 74 or "zkat3" = 75 or "zkat3" = 511 or "zkat3" = 521 or "zkat3" = 522 or
"zkat3" = 531 or "zkat3" = 532 or "zkat3" = 547

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ "Svars3"

"zkat1" = 36 or "zkat3" = 51 or "zkat3" = 52 or "zkat3" = 53 or "zkat3" = 63 or
"zkat3" = 65 or "zkat3" = 66 or "zkat3" = 67 or "zkat3" = 68 or "zkat3" = 73 or
"zkat3" = 74 or "zkat3" = 75 or "zkat3" = 511 or "zkat3" = 521 or "zkat3" = 522 or
"zkat3" = 531 or "zkat3" = 532 or "zkat3" = 547

1.1.2 *Ietekmes vērtības piešķiršanas formulas kolonnām Svars1, Svars2, Svars3*

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ "Svars1"

"Svars1" + 20

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ "Svars2"

"Svars2" + 30

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ "Svars3"

"Svars3" + 50

1.1.3 Aprēķinu formulas kolonnām Aprekini1, Aprekini2, Aprekini3

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ “Aprekini1”

if(("Svars3" > "Svars2" + "Svars1") and ("Svars3" = 51), "ZKAT3" ,0)

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ “Aprekini2”

if(("Svars3" = "Svars2" + "Svars1") and ("Svars3" = 50) and ("ZKAT1" = "ZKAT2") and ("ZKAT3" <> "ZKAT1") , "ZKAT2" ,if("Svars1" + "Svars2" + "Svars3" =100, "ZKAT3" ,0

APRĒĶINU FORMULA KOLONNĀ “Aprekini3”

if(("Svars1" + "Svars2" + "Svars3" >100) and ("Svars2" +20> "Svars3") and ("Svars1" + "Svars2" <>50), "ZKAT2" , if(("Svars1" + "Svars2" + "Svars3" >100) and ("Svars2" +20 <= "Svars3") and ("Svars1" + "Svars2" <>50), "ZKAT3" ,0))

1.2 Zemes kategorijas maiņas matricas izveidošana

Zemes kategorijas maiņas matricas izveidošanai izmantotas datorprogrammas ArcMap un Microsoft Excel.

Darba gaita:

1. Datorprogrammā “ArcMap” intersektēti visi iepriekš izveidotie 3 ciklu periodi, sākot ar vecāko;
2. Atribūtu tabulā dzēstas visas nevajadzīgās datu kolonnas, atstājot tikai informāciju par zemes izmantošanas veida fināl kategoriju attiecīgajos 3 ciklu periodos, parauglaukuma identifikācijas kodu, sektora identifikācijas kodu, karšu lapas kodu, parauglaukuma vietas atrašanās nosaukumu, parauglaukumu perimetra garumu un platību;
3. Izveidota jauna datu kolonna “Represent” kurai, ar funkcijas “*Field calculator*” palīdzību, tiek piešķirtas tādas pašas vērtības kā parauglaukuma platības kolonnai;
4. Ar funkciju “*Field calculator*” kolonnas “Represent” datiem pievieno koeficientu, ar kura palīdzību platības attiecina uz Latvijas kopplatību (nodaļa 1.3.1).
5. MSI parauglaukumi ar funkciju “*Intersection*” intersektē ar Lauku atbalsta dienesta (LAD) lauku datiem (Ilggadīgie zālāji 2013-2016). Tiem MRM parauglaukumiem, kuri intersektējas, piešķir parametru 1.
6. Izmantojot funkciju “*Data*”→ “*Export data*” eksportēti datus shapefile formātā;

7. Ar datorprogrammas Excel palīdzību atver eksportētā slāņa DBF failu. kurā norādīti visi slāņa atribūti;
8. Dzēš nevajadzīgās datu kolonnas, atstājot tikai objekta ID numuru, parauglaukuma identifikācijas numuru, visas 3 ciklu periodu izrēķinātās *fināl* kategorijas, parauglaukumu platības kuras attiecinātas uz Latvijas teritoriju, ilggadīgo zālāju piešķirtais parametrs;
9. Parauglaukumiem kuru zemes kategorija pēc UNFCCC uzstādījumiem norādīta kā pļava, un kuriem ilggadīgo zālāju kolonnā piešķirts parametrs 1, nomaina FZKAT no pļava uz aramzeme;
10. Izmantojot funkciju “*Find and Replace*” fināl kategorijas pielīdzina UNFCCC zemes izmantošanas veida kategorijām (Tab. 2);
11. Parauglaukumiem kuru zemes kategorija pēc UNFCCC uzstādījumiem norādīta kā pļava, un kuriem ilggadīgo zālāju kolonnā piešķirts parametrs 1, nomaina FZKAT no pļava uz aramzeme;
12. Funkcijā “Insert”→ “PivotTable” norāda 2 nepieciešamās 3 ciklu periodu zemes kategorijas un parauglaukuma platības kolonnu. Funkcijas tabulā lodziņā “Values” norāda parauglaukuma platības kolonnu, lauciņā “Rows” vecākā cikla kolonnu, bet lauciņā “Columns” jaunākā cikla kolonu;
13. Rezultātā iegūst datu matricu par zemes izmantošanas maiņu UNFCCC zemes izmantošanas kategoriju ietvaros starp 2 MRM cikliem (Tab. 1).

Tab. 1: Zemes izmantošanas maiņas matricas struktūra

Zemes izmantošanas maiņa		Zemes izmantošanas veids perioda beigās					Kopā perioda sākumā
		Apbūve	Aramzeme	Citas zemes	Mežs	Mitrājs	
Zemes izmantošanas veids gada sākumā	Apbūve						
	Aramzeme						
	Citas zemes						
	Mežs						
	Mitrājs						
	Pļava						
Kopā perioda beigās							

Tab. 2: Zemes kategorijas pielīdzināšana UNFCCC zemes kategorijas veidam

	UNFCCC zemes kategorijas veids					
	Mežs	Aramzeme	Pļava	Mitrājs	Apbūve	Citas zemes
Datu slāņa zemes izmantošanas veida kategorija	10, 11, 12, 13, 14, 62	32, 36, 37, 60, 72	31, 33, 35, 61, 64, 71, 542	21, 22, 23, 40, 41, 63, 65, 69, 70, 545, 691, 701	51, 52, 53, 66, 67, 68, 73, 74, 75, 511, 521, 522, 523, 531, 532, 541, 544, 547, 776	34

1.3 Zemes platību izmaiņu datu interpolācija un ekstrapolācija pa gadiem pēc zemes izmantošanas kategorijām

Darba gaita:

1. Izveido datu tabulu, kurā norādīti nepieciešamie gadi un UNFCCC zemes izmantošanas kategorijas;
2. No iepriekš izveidotajām datu matricām iegūst datus par katra MRM cikla attiecīgajām zemes platībām atbilstoši UNFCCC zemes kategorijām. Jaunākā cikla dati pieejami kolonnā “Kopā gada sākumā”, bet vecākā cikla dati kolonnā “Kopā gada beigās” (Tab. 1);
3. Datus kas iegūti no attiecīgā cikla, attēlo, kā šī cikla pēdējā gada datus, jo tad notikusi pēdējā reprezentatīvo datu ieguve. Att. 1 attiecīgās kolonnas attēlotas sarkanā krāsā.
4. Lai iegūtu zemes platības izmaiņu datus pa gadiem, veikta lineārā interpolācija starp divām iegūtajām 3 ciklu periodu platībām (nodaļa 1.3.2). Att. 1 attiecīgās kolonnas attēlotas dzeltenā krāsā.
5. Zemes platības izmaiņu dati par pagātnes un nākotnes gadiem iegūti izmantojot lineāro ekstrapolāciju, izmantojot Excel aprēķinu funkciju “Trend”. Aprēķinos ņemtas vērā pēdējo 6 gadu datu vērtības.

Aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO2 piesaistes uzskaites un ziņošanas sistēma

Zemes platību izmaiņas pa gadiem pēc UNFCCC kategorijām

	Cikš 1990				Cikš 1995					Cikš 2000				Cikš 1				Cikš 2				Cikš 3							
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Apbūve (ha)																													
Aramzeme (ha)																													
Citas zemes (ha)																													
Mežs (ha)																													
Mitrājs (ha)																													
Pļava (ha)																													
Valsts teritorija kopā (ha)																													

	Ataizcū apbūvētās zemes platības
	Lineāri interpolētas zemes platības
	Lineāri ekstrapolētas zemes platības

Att. 1: Datu interpolācijas tabulas piemērs.

Tab. 3: Nemainīgās zemes kategorijas

ID	MRM zemes kategorija	UNFCCC zemes kategorija	NEMAINĪGA
10	Mežs	Mežs	
11	Degums	Mežs	
12	Iznīkusi audze	Mežs	
13	Vējgāze	Mežs	
14	Izcirtums	Mežs	
21	Sūnu purvs	Mitrājs	
22	Zāļu purvs	Mitrājs	
23	Pārejas purvs	Mitrājs	
31	Lauce	Pļava	
32	Meža dz.baroš.lauce	Aramzeme	
33	viršājs	Pļava	
34	smiltājs	Citas zemes	
35	Krūmājs	Pļava	
36	Augļu dārzs	Aramzeme	Jā
37	Plantācijas	Aramzeme	
40	Pārplūstošs klajums	Mitrājs	
41	Bebru appludinājums	Mitrājs	
51	Meža ceļš	Apbūve	Jā
52	Meža stiga	Apbūve	Jā
53	Meža grāvis	Apbūve	Jā
60	Aramzeme	Aramzeme	
61	Zālājs	Pļava	
62	Mežs LS zemē	Mežs	
63	Upe	Mitrājs	Jā
64	Aizaugusi LS zeme	Pļava	

Aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO2 piesaistes uzskaites un ziņošanas sistēma

ID	MRM zemes kategorija	UNFCCC zemes kategorija	NEMAINĪGA
65	Ezers, dīķis	Mitrājs	Jā
66	LS grāvis	Apbūve	Jā
67	Autoceļš ar joslu	Apbūve	Jā
68	Dzelzceļš ar joslu	Apbūve	Jā
69	Karjers aizaudzis	Aps. mitrājs	
70	Karjers svaigs	Aps. mitrājs	
71	Upes paliene	Pļava	
72	pagalms (piem.zemes)	Aramzeme	
73	pilsētas (miestiņi)	Apbūve	Jā
74	Industriālās trases (elektro,gāzes uc)	Apbūve	Jā
75	Apbūve ar veģetāciju	Apbūve	Jā
511	Meža ceļš ar joslu	Apbūve	Jā
521	Kvartālstīga	Apbūve	Jā
522	Mineralizēta josla	Apbūve	Jā
523	Kokmateriālu krautuves vieta	Apbūve	
531	Kanāls	Apbūve	Jā
532	Grāvju trase	Apbūve	Jā
541	Sēklu plantācija	Apbūve	
542	Rekultivēta zeme	Pļava	
544	Atpūtas vieta	Apbūve	
545	Citas spec. nozīmes zemes	Aps. mitrājs	
547	Ceļu un dzelzceļu nodalījumu joslas	Apbūve	Jā
691	Karjers aizaudzis (ārpus meža)	Aps. mitrājs	
701	Karjers svaigs (ārpus meža)	Aps. mitrājs	

1.3.1 Aprēķinu formulas kolonnai Represent

Pārveides koeficienta aprēķina piemērs dots 1. formulā.

$$\text{Pārveides koeficients} = \frac{\text{Visu parauglaukumu kopējā platība, } m^2}{\text{Valsts kopplatība, } ha} = \frac{8084032}{6458900} = 1,2516112 \text{ ha} * m^{-2} \quad (1)$$

Koeficienta izmantošana platības pārveidē funkcijā "Field calculator" - $\frac{[Represent]}{1,2516112}$.

1.3.2 Lineārās interpolācijas un ekstrapolācijas aprēķinu formulas

Interpolācijas aprēķina piemērs dots 2. formulā.

$$\text{Iepriekšējā gada platība} + \frac{\text{jaunākā cikla platība} - \text{vecākā cikla platība}}{\text{intervāls gados starp jaunāko un vecāko no izmantotajiem datiem}} \quad (2)$$

Piemērs izmantojot gada skaitļus $2005 + \left(\frac{2003 - 2008}{5} \right)$.

Lineārās ekstrapolācijas aprēķiniem izmantota funkcija "TREND".

Microsoft Excel formula = TREND (pēdējo 6 gadu dati ; pēdējo 6 gadu datu rinda ; atlikušo gadu datu rinda).

2. Minimālas augsnes apstrādes ietekme uz SEG emisijām LLU mācību pētījumu saimniecībā „Pēterlauki”

Pētījuma mērķis ir raksturot minimālas augsnes apstrādes ietekmi uz SEG emisijām veģetācijas sezonas laikā. Darba uzdevums 2018. gadā:

- noteikt CO₂, CH₄, N₂O emisijas no LIZ, atkarībā no augsnes apstrādes veida un kultūraugu sugas (mērījumus plānots turpināt 2019. gadā);
- izmēģinājumos iekļaut vismaz 3 kultūraugu sugas un 2 augsnes apstrādes paņēmienus (minimāla apstrāde un aršana)
- pētījumā izmantojot Picarro G2508 gāzu analizatoru, veicot mērījumus vidēji 2 reizes mēnesī no aprīļa līdz oktobrim, šos mēnešus ieskaitot;
- veikt 2018. gadā iegūto datu analīzi un sagatavot sākotnējo par augsnes apstrādes veida un kultūraugu sugas ietekmes uz SEG emisijām raksturojumu izpētes teritorijā;

Plānotie darba rezultāti:

- sākotnējais ziņojums par augsnes apstrādes veida un kultūraugu sugas ietekmes uz SEG emisijām;
- CO₂, CH₄, N₂O emisiju dati no izmēģinājumu objektiem, kuros atšķiras augsnes apstrādes veids un kultūraugu suga (kopā 3 laukaugu sugas, 2 augsnes apstrādes paņēmieni);
- augsnes apstrādes veida un kultūraugu sugas ietekmes uz SEG emisijām izpētes teritorijā sākotnējais novērtējums.

Pētījumu veica Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Pētījuma 2018. gada darbi izpildīti pilnā apjomā. Pētījuma pārskats pievienots 3. pielikumā.

3. Minerālaugšņu oglekļa uzkrājumu modelēšanas instruments Yasso

3.1 Augstas izšķirtspējas reljefa modeļu pielietošanas iespēju analīze teritoriju ar optimālu mitruma režīmu atlasei

Pētījumā izmantotas metodes, kas ļaut identificēt pārmitrās ieplakas un kas sākotnēji piemērotas meža zemēm un saimnieciskās darbības plānošanai. Metodes pamatā ir beznoteces reljefa pazeminājumu identificēšana, veicot augstas izšķirtspējas reljefa datu analīzi, un iegūtā rastra datu slāņa vektorizēšana, lai izdalītu no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, tādējādi nosakot teritorijas ar optimālu mitruma režīmu.

Latvijā pētījumi par lokālu pārmitru ieplaku attālinātas identificēšanas metodēm minerālaugsnēs ir agrīnā attīstības stadijā. Attālās izpētes dati, piemēram, LiDAR (*Light Detecting and Ranging*) un multispektrālās satelītainas var izmantot, lai identificētu ieplakas mežaudzēs un lauksaimniecības zemēs ar potenciāli pasliktinātu mitruma režīmu. Šajā pētījumā izmantoti Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūras sagatavotie LiDAR dati un Eiropas Kosmosa aģentūras satelīta Sentinel-2 multispektrālās ainas. Meža zemēs detalizēts pētījums dažāda granulometriskā sastāva augšņu raksturošanai veikts LVMI Silava (Ivanovs et al., 2017; Ivanovs and Lupikis, 2018).

Zemes virsmas reljefs un ģeoloģisko nogulumu īpašības ir noteicošie faktori, kas ietekmē hidroloģiskos procesus un ūdens izplatību augsnē. Ūdens plūst gravitācijas spēka ietekmē un akumulējas reljefa zemākajās vietās un atkarībā no nogulumu granulometriskajām īpašībām notiek ūdens iefiltrēšanās augsnē vai arī tā uzkrāšanās (Zinko et al., 2005). Informācija par pārmitro teritoriju telpisko izplatību ir nozīmīga gan no zinātniskā, gan saimnieciskās darbības plānošanas viedokļa tādās sfērās kā mežsaimniecība un lauksaimniecība (McNabb et al., 2001). Šī informācija var palīdzēt izskaidrot bioloģiskos, hidroloģiskos, ķīmiskos un citus procesus (Detenbeck et al., 1999). Mitrās meža ieplakas var kalpot par dzīvotnēm dažādām augu un dzīvnieku sugām, kā arī tās var izmantot, lai rekonstruētu pagātnes klimatiskos apstākļus lokālā mērogā (Stivrins et al., 2017). Augsnes mitruma kartes var izmantot mežizstrādes un lauksaimniecības operāciju plānošanā, lai minimizētu ietekmi uz augsni, augsnes sablīvēšanās un citu augsnes bojājumu riskus, kas saistīti ar smagu mašīnu izmantošanu (Curzon et al., 2014). Mitrāju buferzonas var izmantot virszemes ūdeņu aizsardzībā no smagās tehnikas ietekmes. Saldūdens ekosistēmu aizsardzība ir kļuvusi par normu mežizstrādes un lauksaimniecības praksē Ziemeļamerikā (Richardson et

al., 2012).

Dažādus hidroloģiskos indeksus izmanto, lai raksturotu telpisko efektu uz hidroloģiskiem procesiem. Tos izmanto arī, lai identificētu ūdens plūsmas virzienus ģeoķīmiskai modelēšanai (Robson et al., 1992), lai raksturotu bioloģiskos procesus, piemēram, gada neto biomasas produkciju (White and Running, 1994), veģētāciju (Moore et al., 1993) un mežaudzes vitalitāti (Holmgren, 1994). Priekšnosacījums hidroloģisko indeksu aprēķināšanai ir pēc iespējas precīzāks Zemes virsmas attēlojums digitālajā reljefa modeli, kuram pēc nepieciešamības ir jāveic koriģēšana, noņemot virsmas artefaktus, kas rada dambja efektu (Lidberg et al., 2017). Pie tam dažādas izšķirtspējas DEM (*digital elevation model*) sniedz atšķirīgus rezultātus, tāpēc ir jāizvērtē, kādas izšķirtspējas dati konkrētam pētījumam ir nepieciešami (Dehvari and Heck, 2013).

Pētījums veikts meža zemēs mākslīgi atjaunotās platībās, kurās var izmantot *Sentinel 2* datus, lai nodalītu platības, kur dominē skujkoku un lapkoku veģētācija. Šis parametrs ir būtisks, lai identificētu ieplakas, kurās nav notikusi veiksmīga meža atjaunošanās un stādītos skujkokus aizstājuši dabiski ieauguši lapkoki. Lai pārnestu izstrādātos risinājumus uz lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, ir jāizstrādā *Sentinel 2* vai līdzvērtīgu datu avotu apstrādes metodes, lai raksturotu veģētācijas atšķirības pārmitrās ieplakās un teritorijās ar optimālu mitruma režīmu, kā arī lai raksturotu slēgto meliorācijas sistēmu iespējamo ietekmi uz mitruma režīmu.

3.1.1 Datu analīzes metodika

Pārmitro vietu empīriskai iezīmēšanai un salīdzināšanai ar modelētajiem datiem pētījumā izraudzītas 30 egļu jaunaudzes auglīgos slapjajņos un āreņos, kur veikta mērķtiecīga meža atjaunošana stādot un kurām ir pieejami LiDAR dati.

Pētījuma ietvaros iezīmētas ieplaku robežas, kā arī katrā ieplakā un kontroles platībā ierīkoti 250 m² lieli parauglaukumi, kuros noteikti primārie taksācijas rādītāji (*koku sugas, caurmērs, augstums*). Mežaudzes raksturošanai ierīkoti 100 m² lieli parauglaukumi, kas izvietoti uz nogabala diagonālēm, parauglaukumu skaitu nosakot tā, lai katrā nogabalā būtu uzskaitīti vismaz 100 koki. Ieplakās un kontroles parauglaukumos mērīts visu koku caurmērs un augstums, bet parauglaukumos nogabala raksturošanai mērīts visu koku caurmērs un vismaz 10 katras sugas koku augstums. Ieplaku robežas iezīmētas, ņemot vērā zemsedzes veģētācijas sastāvu (*robeža novilkta vietā, kur slapjajņiem raksturīgās augu sugas nomaina sausieņiem vai āreņiem raksturīgās augu sugas*). Ja slapjajņiem raksturīgās sugas nav konstatētas, objekta aprakstu papildina ar piezīmi, ka ieplakas nav atrastas. Neviena ieplaka nav konstatēta 2 nogabalos. Ieplaku robežas iezīmētas ar GPS uztvērēju *Garmin eTrex 30*.

Lai noteiktu mitro un zemas nestspējas augšņu atrašanos, ir apskatītas 2 metodiskas

pieejas, kas minētas Ziemeļvalstu un Kanādas zinātnieku publikācijās:

- TWI (*topographical wetness index*), DTW (*depth to water*), TPI (*topographic position index*);
- *Fill sinks* algoritms.

Šie algoritmi testēti arī Zviedrijas lauksaimniecības universitātē (SLU), un abas metodes atzītas par izmantojamām pārmitro teritoriju identificēšanai. Pētījumā novērtēta katras metodes un to kombinācijas pielietojšanas iespējas, kā arī izlases veidā pārbaudīti pārmitro vietu atlases rezultāti dabā. Topogrāfiskais mitruma indekss

($TWI, \ln\left(\frac{a}{\tan(\beta)}\right)$) ietver informāciju par to, kāda ir nogāzes platība no kuras ūdens

nonāk uz aprēķināmo šūnu. Visbiežāk to izmanto, lai noskaidrotu topogrāfisko ietekmi uz hidroloģiskiem procesiem. Gruntsūdens dziļums (DTW) ir indekss, kas norāda uz teorētisko gruntsūdens dziļumu no augsnes virskārtas, izmantojot tuvāko zināmo ūdensobjektu atrašanos vietu, kur DTW ir "0". Topogrāfiskās pozīcijas indekss (TPI) salīdzina rastra punkta augstumu ar vidējo šim punktam apkārt stāvošo punktu augstumu. Indekss norāda, kurā vietā atrodas aprēķinātā šūna – ielejā, līdzenā reljefā vai uz paaugstinājuma. *Fill sinks* jeb grimšanas funkcija jebkurā ĢIS programmatūrā norāda uz ieplakām.

Soļi, kas jāveic, lai iegūtu TWI indeksa rastra karti:

1. *ArcGIS spatial analyst* algoritmu pakā atrod *flow direction* algoritmu, izmantojot DEM datni, kurā iepriekš aizpildītas mikroieplakas ar *fill sinks* algoritma palīdzību. Šādi iegūst attēlu, kurā redzami ūdens plūsmas virzieni;
2. veido ūdens akumulācijas rasta karti *flow accumulation*, izmantojot iepriekš izveidoto ūdens plūsmas virzienu rastra attēlu. Šādā veidā punktam piešķir vērtību, kas izsaka augstāk par attiecīgo punktu esošās teritorijas lielumu, kuras notece iziet caur attiecīgo punktu. Izveidoto datni nosauc par FLOWACC;
3. no DEM datnes veido krituma rastru. Jauno datni nosauc par SLOPE;
4. atver *Raster Calculator*, kurā raksta šādu izteiksmi:
$$\ln\left(\frac{\text{"FLOWACC"} * 900}{\tan(\text{"SLOPE"})}\right);$$
5. normalizē jeb standartizē iegūtās pikseļa vērtības;
6. kategorizē iegūtās vērtības.

Normalizēšana sevī ietver šādas darbības:

1. identificē mazāko pikseļa vērtību (*piemēram, A = 25*);

2. identificē maksimālo pikseļu vērtību (*piemēram*, $B = 75$);
3. identificē minimālās un maksimālās vērtības normalizētā intervālā pēc izvēles, piemēram, 1-10. Mazākā vērtība $1 = a$, $10 = b$;
4. normalizēto rastru aprēķina pēc TWI rastra x vērtībām: $a + \frac{(x-A)*(b-a)}{B-A}$.

Kartogrāfiskais gruntsūdens līmenis, jeb *depth-to-water* (D_{TW}) norāda uz augstuma starpību ar tuvāko ūdens objektu, kura indeksa vērtība ir noteikta "0" vērtība, bet starpību izsaka metros (Att. 2). Šos ūdensobjektus atrod ar digitālo reljefa modeļu palīdzību (*DEM*), nosakot ūdensteču un ūdenstilpņu atrašanās vietas. Izmanto *DEM* datnes ar pikseļa lielumu 2 m, kuras apstrādes pirmajā etapā izlīdzina ar algoritmu *fill sinks*. Ūdens objektu detektēšanai *DEM* apstrādi veic ar *D8* metodi¹.

Ūdensteču ekstrakcijai vispirms izveido ūdensteču akumulācijas rastru (*FA raster*), ko izmanto, lai noteiktu ūdensteču tīklu ar 0,5, 1, 2, 2,5, 4, 5, 8, 10 un 16 ha iztekas baseina lieluma sliekšni.

Pēc tam aprēķina D_{TW} indeksu, izmantojot šādu formulu (Ågren et al., 2014):

$$D_{TW} = \left[\sum \frac{dz_i}{dx_i} * a \right] * x_c, \text{ kur}$$

$\frac{dz}{dx}$ – pikseļa krituma vērtība gar mazākā augstuma līniju ;

i – līnijas pikselis ;

$a = 1$, kad līnija krusto pikseli, kas ir paralēla pikseļa robežai un ir 1,414214, kad krusto tā diagonāli ;

x_c – pikseļa lielums metros.

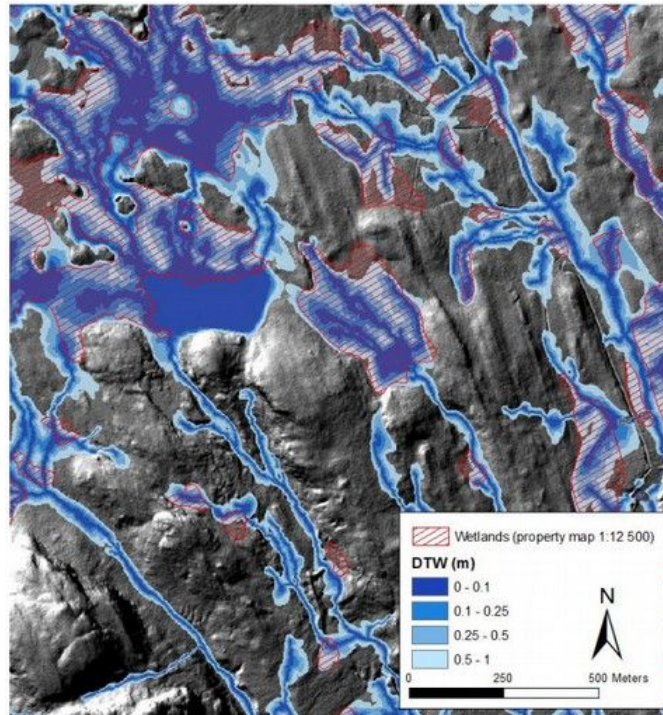
Gatavās kartes piemērs redzams Att. 3.



Att. 2: D_{TW} kartēšanas principi².

¹ <http://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/identifying-stream-networks.htm>

² http://www.efinord.efi.int/files/attachments/efinord/forest_water_goteborg_dec_13/anneli_agren_-_mapping_wet_soils.pdf



Att. 3: D_{TW} kartes piemērs³.

Mikroreljefa ieplaku identificēšana veicama pēc DEM failu apstrādes ar fill sinks algoritmu (QGIS Fill Sinks (Wang and Liu, 2006) vai analogu ArcMap riku). Šī funkcija aizpilda nelidzenumus un padziļinājumus reljefā, kuriem atbilstoši DEM datiem nav noteces. Pielietojot Fill sinks algoritmu, ir vēlams, lai pētāmā teritorija neatrastos DEM mozaikas malā, jo programma ieplaku šādā gadījumā neatpazīs un uzskatīs, ka ūdens var “notecēt pāri kartes malai”. Lai novērstu šāda notikuma iespējamību, ir nepieciešams apvienot blakusesošās DEM mozaikas vienā. Lai *Fill sinks* algoritms neaizpildītu esošos meliorācijas grāvjus vai citas notekas, ir jāpārlicinās, ka tilti, caurtekas, un citi infrastruktūras objekti uz DEM virsmas neveido dambjus. Pie nepieciešamības, DEM virsma ir manuāli jālabo un *Fill sinks* algoritms ir jāatkārto.

Procesu QGIS vidē var atkārtot automātiski ar katru DEM mozaiku. Ir jāizvēlas *Run as batch process*. Programmas izvēlnē norāda DEM, logā *multiple selection* norāda *select all*, norāda mapi, kur vēlas saglabāt izlīdzināto rastra failu, norāda faila nosaukuma prefiksu un spiež save. Parādās *Autofill settings*, pie *Autofill mode* norāda *Fill with parameter values* un pie *Parameter to use* norāda DEM. Līdzīgi norāda arī zem sadaļas *Flow direction, Watershed basins*. Šīs datnes tālākai apstrādei nav nepieciešamas, tomēr tās var izmantot citu uzdevumu risināšanai.

Tālāk nepieciešams atvērt rastra kalkulatoru un, izmantojot oriģinālo DEM, kā arī ar *fill sinks* algoritma izveidoto rastra mozaiku, jāizveido rastra attēls, kurš ataino reljefa

³ http://www.efinord.efi.int/files/attachments/efinord/forest_water_goteborg_dec_13/anneli_agren_-_mapping_wet_soils.pdf

ieplakas. Atver sadaļu *Raster – Raster calculator*. Logā raster bands norādīti atvērtie rastra faili. No aizpildītās rastra mozaikas jāatņem atbilstošo reljefa virsmas modeli. Šajā procesā ir svarīgi, lai, izpildot darbību, abas rastra datnes būtu vienādā koordinātu sistēmā. Rezultātā iegūst rastra mozaīku, kurā katrs pikselis ar negatīvu vērtību norāda tā relatīvo dziļumu pret attiecīgās ieplakas malu. Jāņem vērā, ka iegūto padziļinājumu malas var veidot ceļi, grāvji, smagās tehnikas izveidotās rīses, dabiskās brauktuves, kā arī dažādas mikroreljefa formas. Veicot analīzi, jāņem vērā, ka karjeri un beznoteces dīķi aprēķinātajā rastra mozaikā būs ar vislielākajām negatīvajām vērtībām.

Lai klasificētu iegūto ieplaku rastra mozaīku, to nepieciešams pārveidot vektoru formātā. To var izdarīt ar QGIS SAGA funkciju *Contour lines*. Procesu var automatizēt, izmantojot komandu *Run as batch process*. Veicot vektorizēšanas procesu, nepieciešams norādīt pikseļa vērtību, kura programmai uzdod ieplakas robežas augstumu attiecībā pret tās malu, piemēram, $-0,05$ m. Šādā veidā programma izvelk līnijveida objektus ap ieplakām. Lai varētu aprēķināt ieplaku parametrus (platība, forma u.c.), līnijveida objekti jāpārveido par poligoniem. To var izdarīt QGIS sadaļā *Vector – Geometry tools – Lines to polygons*.

Lai no izveidotā poligonu faila iegūtu nepieciešamo informāciju, ir jāveic datu atlase. Lai atlasītu poligonus, kuru teritorija ir vismaz 500 m² liela, ir jāaprēķina to platība. QGIS vidē to var izdarīt, atverot atribūtu tabulu un izvēloties *Field calculator* funkciju. *Expression* logā jāizvēlas *Geometry - \$area*. Pirms tam QGIS iestatījumos jāpārlicinās, ka ir iestatītas vēlamās mērvienības. Pēc tam atribūtu tabulā jāveic poligonu atlase, kuru teritorija pārsniedz 500 m². Izvēlas *Select features using an expression* funkciju un norāda, ka lauka vērtība pēc kura notiek atlase ir lielāka par 500 m². Atlasītos laukus eksportē jaunā slānī.

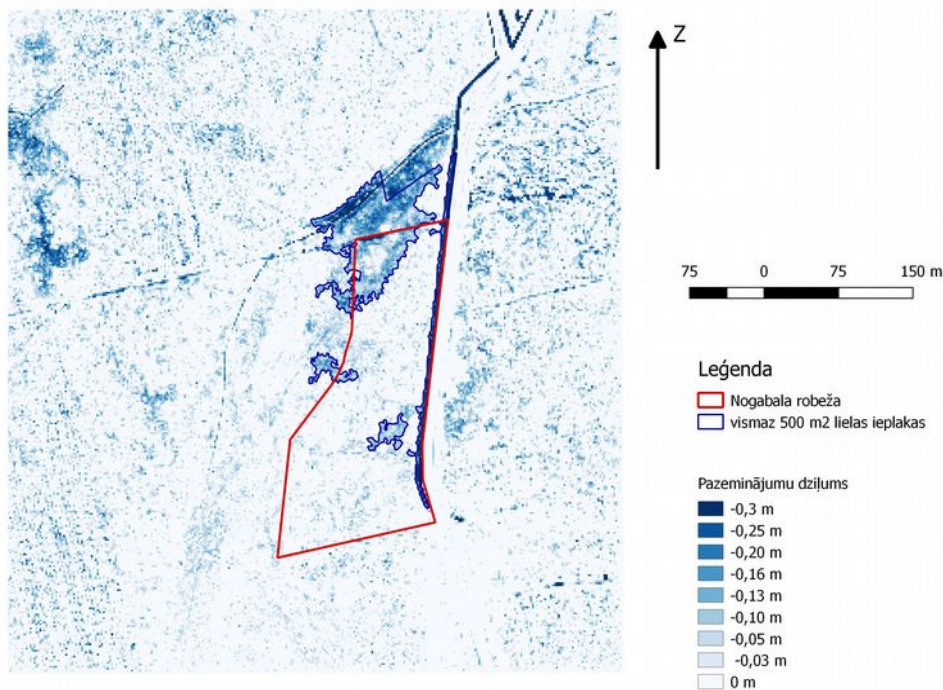
Lai noteiktu modelēto ieplaku atbilstību situācijai dabā, ir jāraksturo to telpiskais izvietojums, jāaprēķina jaunizveidotā slāņa poligonu laukumi un to pārklājums saistībā ar dabā uzmērīto ieplaku laukumiem.

3.1.2 Rezultāti un to analīze

Tikai 2 no 29 apsekotajiem nogabaliem ieplakas dabā netika konstatētas. Izmantojot ar *Fill Sinks* iegūto rastra mozaīku un definējot dažādus ieplaku noteikšanas parametrus, kā arī veicot iegūto rezultātu pēcapstrādi, var iegūt dažādas konfigurācijas ieplakas. Metode jāpildinveido, lai atrastu tādus ieplaku noteikšanas parametrus, kas visvairāk atbilstu situācijai dabā.

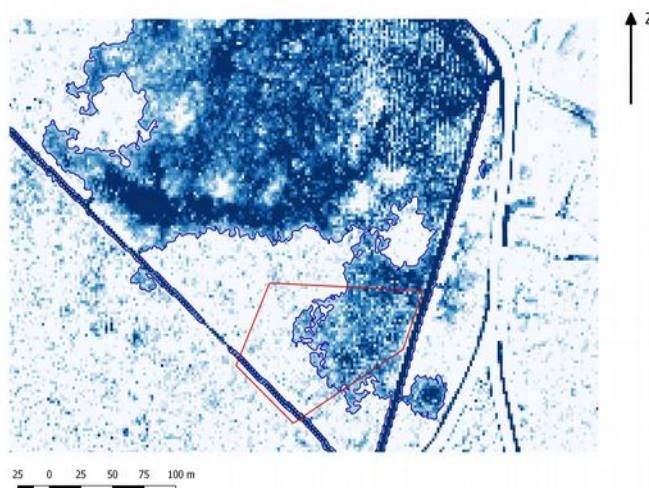
Att. 4 parādīts piemērs ieplaku karšu pielietošanai. Meliorētas audzes ZR stūrī ir līdz $0,3$ m dziļa ieplaka, kas turpinās arī kaimiņu nogabalā. Lai uzlabotu ūdens režīmu šajā platībā, nepieciešama dažus metrus gara un līdz $0,5$ m dziļa virszemes ūdeņu noteces

vaga. Virszemes ūdeņu noteces vagu ierīkošanas plānošanu var automatizēt, izmantojot projektā aprobētos algoritmus un QGIS un citās programmās pieejamos meliorācijas sistēmu plānošanas rīkus, kas izmanto DEM datnes. Metodes ieviešanai praksē nepieciešami empīriski dati par ūdens filtrācijas ātrumu, atkarībā no augsnes granulometriskā sastāva un sablīvējuma, un augšņu pamatmateriālu dažādos meža tipos.



Att. 4: Ar *Fill sinks* metodi izdalītas teritorijas, kur lietderīgi veidot virszemes ūdeņu noteces vagas.

Att. 5 redzams raksturīgs piemērs situācijai, kad beznoteces ieplaka robežojas ar meliorācijas grāvi. Iespējams, ka ūdens filtrācijas ātrums šajā vietā ir pietiekošs, lai liekais ūdens nonāktu meliorācijas sistēmā, taču pastāv varbūtība, ka ūdens šeit uzkrājas, jo ir aizsprostots grāvis, atbērtne ierīkota tā, ka ūdens netiek tai pāri, tehnikas pārvietošanās ir nosprostojuši sākotnēji ierīkotās noteces vai arī izmantotais algoritms vienkārši neatpazīst caurtekas, tāpēc izdara pieņēmumu, ka grāvim nav noteces, un iezīmē beznoteces ieplaku.



Att. 5: Potenciāli problemātiska teritorija, kur ieplaka izdalīta platībā, kas robežojas ar meliorācijas grāvi.

Ieplakas, kuras modelētas, izmantojot *Fill Sinks* metodi un pieņemot, ka ieplaka ir vismaz 0,05 m dziļa un 500 m² plaša iedobe, salīdzinot ar empīriski noteiktajām ieplakām, pārklājas vidēji par 47%. Pārklājums noteikts pieņemot, ka mazākās ir teorētiski noteiktās ieplakas. Izmantojot citus ieplakas definēšanas kritērijus, piemēram, mainot uzdoto ieplakas dziļumu, vai tās platību un veicot papildus datu apstrādi (DEM ģeneralizēšana, manuāla koriģēšana, TWI vai D_{TW} indeksu pielietošana, u.c. metodes) rādītājus varētu ievērojami uzlabot.

Lai novērtētu dažādu ieplaku izdalīšanas parametru ietekmi, izveidots dabā noteikto ieplaku salīdzinājums ar modelētām ieplakām, kuras sākas 2 cm dziļumā no ieplakas krotas. Izmantojot šādu ieplakas definējumu, pārklājums, salīdzinot ar lauka uzmērījumiem, sasniedz 62%. Praksē tas nozīmē, ka arī 2 cm dziļš pazeminājums ir pietiekošs, lai tajā uzkrātos pārliets mitrums un veidotos slapjainiem raksturīgi augšanas apstākļi. Turpmākajos pētījuma etapos jānoskaidro modelēto un dabā izdalīto ieplaku platības pārklāšanās korelācija, atkarībā no augsnes granulometriskā sastāva.

Salīdzinot dabā noteikto mitro ieplaku datus ar *Sentinel 2* multispektrālā sensora uzņemto ainu, konstatēts, ka dabā apietā ieplaka sakrīt ar kontūru, ko iezīmē lapkokiem klātā platība skujkoku audzē, kas norāda uz nesekmīgu meža atjaunošanas rezultātu. Līdzīga metodika ir jāizstrādā arī lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, lai ar papildus datiem (*Sentinel 2*) iegūtu precīzāku priekšstatu par ieplaku izplatību.

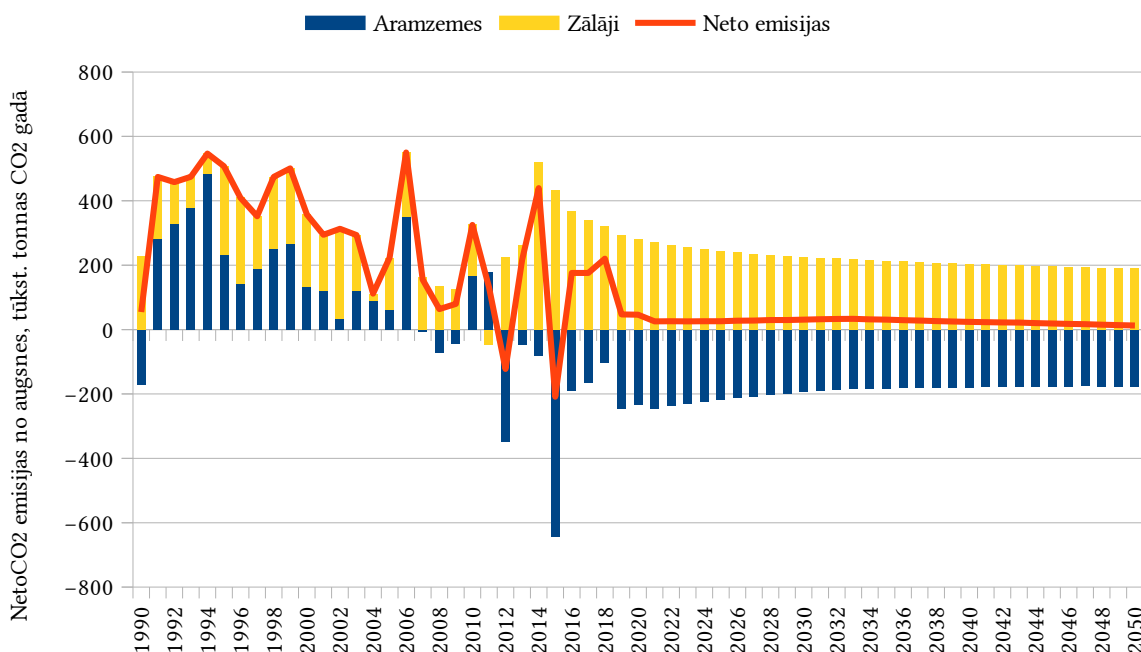
Turpmākajos pētījuma etapos ir jāpilnveido izstrādātā metodika, papildinot to ar augsnes granulometriskā sastāva datiem, slēgto meliorācijas sistēmu ietekmes analīzi un *Sentinel 2* datu analīzi veģetācijas raksturošanai, kas palīdz nodalīt pārmitras teritorijas un teritorijas ar optimālu mitruma režīmu. Ir jāizstrādā arī automatizēts

risinājums caurteku iezīmēšanai reljefa datos, izmantojot reljefa datu salīdzinājumu.

3.2 Augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņu prognožu un vēsturisko datu aprēķins

Pētījuma ietvaros sagatavotās datu kopas, kas raksturo oglekļa ienesi lauksaimniecības zemēs (1. pielikums), izmantotas Yasso15 modeli. Iepriekšējos gados izmantots Yasso07 un Yasso modeļa vizuālais interfeiss. Lai izmantotu Yasso15 modeli, Fortran programmēšanas valodā izveidotie modeļa vadības algoritmi pārrakstīti R programmēšanas valodā.

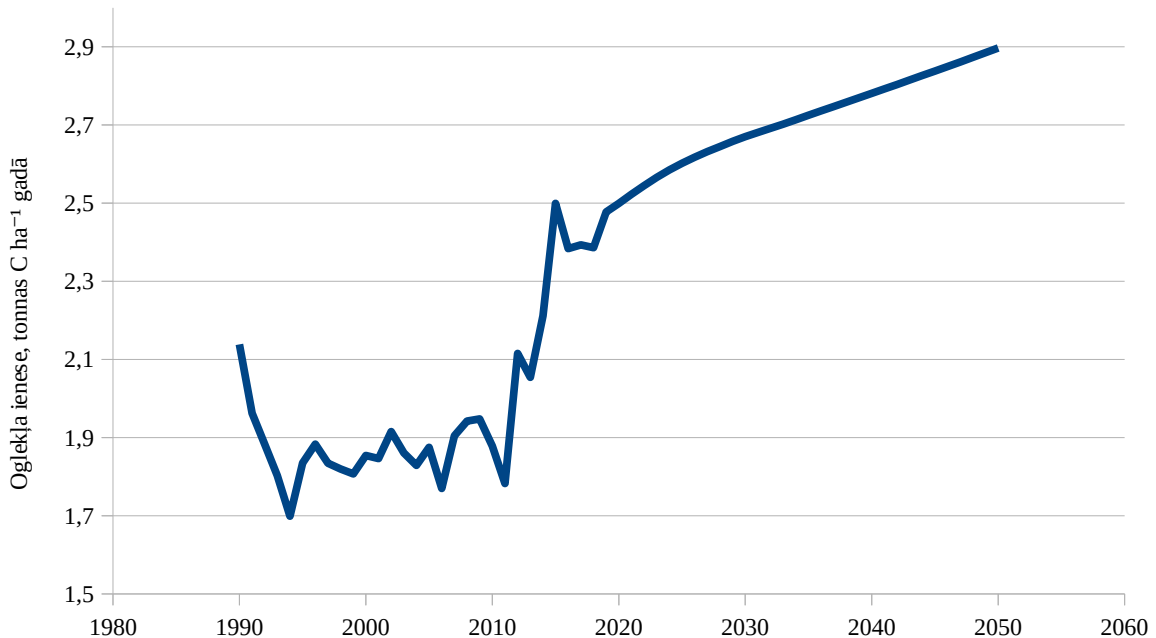
Izmantojot 2018. gadā izstrādātos darbību datus un oglekļa ieneses rādītājus, Yasso15 modelis uzrāda nelielas CO₂ emisijas zālajos un nelielas CO₂ piesaistes aramzemes gandrīz visā aprēķinu periodā no 2017. gada līdz 2050. gadam. Saskaņā ar aprēķinu rezultātiem neto emisijas lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ir neitrālas no 2018. gada un visā prognožu periodā (Att. 6). Vēsturiski (1991.-2010. gads) gan zālajos, gan aramzemes aprēķinātās neto emisijās. Lielā mērā tas saistīts ar lauksaimnieciskās ražošanas apjoma un produktivitātes samazināšanos. Zālajos emisiju rādītāji pagātnē, visticamāk, ir pārspilēti, jo pieņēmumos izmantoti fiksēti biomasas ieneses rādītāji, kas, visticamāk, tūlīt pēc aramzemju transformācijas ir lielāki, nekā ilgstoši nekultivētās platībās.



Att. 6: Yasso15 modelēšanas rezultātu kopsavilkums.

Viens no galvenajiem iemesliem stabilām oglekļa aprites prognozēm ir konstanti pieaugošie oglekļa ieneses prognožu rādītāji, kas kompensē klimata izmaiņu radīto

SEG emisiju pieaugumu (Att. 7). Iegūtais rezultāts nozīmē arī to, ka nepārtraukta produktivitātes kāpināšana ir galvenais priekšnosacījums, lai augsnes oglekļa uzkrājums lauksaimniecībā izmantojamās zemēs nesamazinātos.



Att. 7: Oglekļa ieneses vidējie rādītāji lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.

Pētījumā veiktos aprēķinus papildināsim ar koriģētiem biomasas ieneses datiem pēc pētījuma darbības “Galveno lauksaimniecības kultūru biomasas dati un biomasas pārrēķinu vienādojumi” pabeigšanai un saimnieciski nozīmīgāko lauksaimniecības kultūru biomasas pārrēķinu vienādojumu izstrādāšanas, kā arī pēc organisko mēslošanas līdzekļu ieneses rādītāju prognožu precizēšanas. Ienesi nedaudz samazinās digestāta radītās ieneses pārrēķins, šobrīd ieneses aprēķinos nav ņemti vērā organisko vielu zudumi fermentēšanas procesā. Vēl papildus ienesi radīs kūdras izmantošanas lauksaimniecībā (dārzkopībā) datu precizēšana. Iespējams, ka vislielākās izmaiņas radīs precizēti dati par biomasas ienesi pļavās un ganībās, kur šobrīd pieņemta konstanta vērtība, kas, visticamāk, neraksturo faktiskos ieneses rādītājus.

4. Darbību dati augsnes oglekļa ieneses raksturošanai

Būtiskākie pieņēmumi attiecībā uz kūtsmēsļu aprēķinu parametriem doti Tab. 4. Aprēķinos pieņemts, ka ganībās izmantoto kūtsmēsļu apjoms, tāpat kā kūtsmēsļu izmantošana biogāzes ražošanai, atbilst lauksaimniecības prognozēm. Aprēķinos nav ņemti vērā iespējamie oglekļa zudumi kūtsmēsļu uzglabāšanas laikā. Aprēķinos nav ņemts vērā arī iespējamais oglekļa ieneses samazinājums sakarā ar kūtsmēsļu kompostēšanu, jo šāda darbības neparādās arī lauksaimniecības prognozēs.

Laukkopības radītās augu atlieku ieneses prognozes atbilst lauksaimniecības prognozēm, pieņemot, ka attiecība starp prognozēto ražu un augu atlieku apjomu saglabājas nemainīga. Pieņēmumi augu biomasas pārrēķiniem, kas balstīti uz somu zinātniskajām publikācijām, doti Tab. 5.

Citu organisko mēslošanas līdzekļu ienese lauksaimniecībā izmantojamās zemēs nav iekļauta aprēķinos, bet galvenie rādītāji, kas raksturo šos mēslojuma veidus, apkopoti Tab. 6. Citu mēslošanas līdzekļu pielietošanas ietekmes novērtējums aktualizēsies, izstrādājot SEG emisiju prognozes, jo turpmākajos gados, sakarā ar prasību samazināt organisko atkritumu deponēšanu, var būtiski palielināties organisko mēslošanas līdzekļu pielietošanas apjoms lauksaimniecībā.

Oglekļa ieneses rādītāju kopsavilkums dots 1. pielikumā.

Tab. 4: Kūtsmēslu aprēķinu parametri

Kūtsmēslu īpašības	Ražošanas gadā, tonnas vienība ⁻¹	N saturs, kg tonnā kūtsmēslu	Sausnas saturs, %	C/N attiecība	C saturs, kg tonnā saunas	Oglekļa zudums biogāzes reaktoros, %	Oglekļa zudums kompostējot, %
Liellopi	8,30	6,08	14,70	19,00	522,50	30,00	30,00
Slaucamās govīs	22,30	4,72	13,90	20,00	517,40	30,00	30,00
Aitas	0,40	9,25	28,10	16,00	347,10	30,00	30,00
Cūkas	1,90	5,58	10,30	12,00	518,40	30,00	30,00
Mājputni	0,02	11,93	38,00	16,00	502,29	30,00	30,00
Kazas	1,10	9,89	32,50	16,00	486,81	30,00	30,00
Zirgi	9,20	5,49	29,60	30,00	556,26	30,00	30,00
Kažokzvēri	0,02	4,10	25,00	7,50	123,00	30,00	30,00
Truši	0,06	11,11	51,60	25,00	538,42	30,00	30,00
Brieži	9,78	6,60	40,70	39,00	632,43	30,00	30,00

Tab. 5: Pieņēmumi augu biomasas aprēķiniem

Kultūra	Oglekļa saturs	Sausna	Virszemes biomasas aprēķinu koeficients	Pazemes biomasas aprēķinu koeficients	Aprite ilgums gados	Siksakņu aprite koeficients	Ražošanas zudumi
Kvieši	45,0%	86,0%	0,42	5,60	1,00	0,41	2,0%
Mieži	45,0%	86,0%	0,53	5,60	1,00	0,41	2,0%
Auzas	45,0%	86,0%	0,46	5,60	1,00	0,41	2,0%
Rudzi	45,0%	86,0%	0,40	5,60	1,00	0,41	2,0%
Tritikāle	45,0%	86,0%	0,53	5,60	1,00	0,41	2,0%
Citi graudaugi	45,0%	86,0%	0,46	5,60	1,00	0,41	2,0%
Pākšaugi	45,0%	87,0%	0,50	5,00	1,00	0,41	2,0%
Rapsis	45,0%	92,0%	0,35	5,10	1,00	0,41	2,0%

Kultūra	Oglekļa saturs	Sausna	Virszemes biomasas aprēķinu koeficients	Pazemes biomasas aprēķinu koeficients	Aprite ilgums gados	Siksakņu aprites koeficients	Ražošanas zudumi
Kvieši	45,0%	86,0%	0,42	5,60	1,00	0,41	2,0%
Pārējās tehniskās kultūras (ripsis, u.c.)	45,0%	21,0%	0,66	5,00	1,00	0,41	2,0%
Kartupeļi	45,0%	22,0%	0,55	5,00	1,00	0,41	2,0%
Dārzeņi	45,0%	22,0%	0,55	5,00	1,00	0,41	2,0%
Lopbarības saknes	45,0%	21,0%	0,66	5,00	1,00	0,41	2,0%
Aramzemē sētie zālāji	45,0%	86,0%	0,84	4036,00 ⁴	3,50	0,41	2,0%
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	45,0%	34,0%	0,84	5,00	1,00	0,41	2,0%
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	45,0%	34,0%	0,84	4036,00	3,50	0,41	10,0%
Pļavas un ganības	45,0%	86,0%	0,84	4036,00	10,00	0,41	10,0%

⁴ Faktiskais biomasas uzkrājums.

Tab. 6: Citu organisko mēslošanas līdzekļu raksturojums

Mēslojuma veids	N saturs, kg tonnā sausas	Relatīvais sausnas saturs, %	C/N attiecība	C saturs, kg tonnā sausas
Kūdra	24	60	19	450
Digestāts (neskaitot kūtsmēsļu pārstādes produktus)	25	15	20	500
Notekūdeņu dūņu komposts	22	60	16	350
Sadzīves atkritumu komposts	29	60	12	350
Citi organiskie mēslošanas līdzekļi	22	60	16	350

5. Galveno lauksaimniecības kultūru biomasas dati un biomasas pārrēķinu vienādojumi

Darba uzdevuma mērķis ir metodikas aprobācija oglekļa ieneses rādītāju izstrādāšanai saimnieciski nozīmīgākajiem kultūraugiem, ko audzē aramzemēs un ilggadīgajos zālajos.

Darba uzdevumi:

- Virszemes un pazemes biomasas pārrēķinu datu ieguve saimnieciski nozīmīgākajām kultūraugu sugām aramzemēs un ilggadīgajos sējumos VAAD augšņu monitoringa parauglaukumos.
- Sākotnējo biomasas pārrēķinu koeficientu izstrādāšana saimnieciski nozīmīgākajām kultūraugu sugām aramzemēs un ilggadīgajos sējumos (nākotnē biomasas pārrēķinu koeficienti jāprecizē, palielinot mērījumu datu kopu).
- Iegūto koeficientu iekļaušana augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņu modelēšanas instrumentos un augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņu aprēķins apsekotajos VAAD augšņu monitoringa parauglaukumos, salīdzinot ar VAAD iegūtajiem datiem par oglekļa uzkrājumu augsnē.
- Oglekļa ieneses ar virszemes un pazemes biomasu raksturošana saimnieciski nozīmīgākajām laukaugu kultūrām konvencionālajās un bioloģiskajās saimniecībās, tajā skaitā **ilggadīgie zālāji, ziemas kvieši, vasaras kvieši, vasaras mieži, ziemas rapsis, papuve, auzas un rudzi** konvencionālajās saimniecībās un **auzas, vasaras kvieši, griķi, ziemas kvieši, vasaras mieži, rudzi un sarkanais āboliņš** bioloģiskajās saimniecībās;
 - izmēģinājumu platības “aramzemē sēts **stiebrzāļu un lopbarības zālaugu (iesk. proteīnaugu) maisījums**” ierīkošana konvencionālajā saimniecībā;
 - katrai laukaugu kultūrai, izņemot papuvi, paredzēti 2 mēslošanas režīmi, 2 šķirnes (vai sēklu maisījumi) un 2 reģionāli atkārtojumi. Biomasas uzskaitē turpināsies 2 sezonas, lai iegūtu reprezentablas datu kopas.

Prioritārās laukaugu kultūras konvencionālajām un bioloģiskajām saimniecībām sagrupētas Tab. 7. 2018. gada pētījumos iekļautās kultūras ir iekrāsotas dzeltenā krāsā. Starpziņojums par pētījuma rezultātiem pievienots 2. pielikumā.

Tab. 7: Prioritārās laukaugu kultūras⁵

Konvencionālā lauksaimniecība		Bioloģiskā lauksaimniecība	
Nr. prioritārā secībā	Kultūra	Nr. prioritārā secībā	Kultūra
1.	Ilggadīgie zālāji (ganības) saknes veģetācijai atjaunojoties un jūnijā, virszemes – jūnijā un tad 3-4 reizes gadā, pirms veģetācijas pārtraukšanās. 3*3 m 4 laukumīni	1.	Auzas
2.	Kvieši, ziemas	2.	Kvieši, vasaras
3.	Aramzemē sēts stiebrzāļu un/vai lopbarības zālaugu (iesk. proteīnaugu) maisījums nākošgad, arī pazemes biomasas divreiz un virszemes biomasas atbilstoši plaušanas reižu skaitam. Arī šeit virszemes biomasas pirms ziemošanas, bet pazemes biomasas ražas maksimumā.	3.	Griķi
4.	Kvieši, vasaras	4.	Kvieši, ziemas
5.	Mieži, vasaras	5.	Mieži, vasaras
6.	Rapsis, ziemas	6.	Rudzi
7.	Papuve (eļļas rutks, sinepes/griķis) Biomasas pirms aršanas, tad sēj ziemājus, kuriem nosaka biomasu nākošajā gadā.	7.	Sarkanais āboliņš (1 šķirne, 2. šķirne nākošgad)
8.	Auzas	8.	Auzas ar stiebrzāļu pasēju
9.	Rudzi	9.	Zirņi
10.	Rapsis, vasaras	10.	Facēlija
11.	Kukurūza	11.	Tritikāle, ziemas (iesēj 2018. gada rudenī)
12.	Griķi	12.	Amoliņš
13.	Tritikāle, ziemas (iesēj 2018. gada rudenī)	13.	Lucerna
14.	Lucerna (Lucernu citā laukā, iespējams Priekuļos)		Stiebrzāļu un tauriņziežu maisījums 50%
15.	Kartupeļi		
16.	Stiebrzāļu un tauriņziežu maisījums 50% (ierīko 2018. gada rudenī)		
17.	Lauku pupas (mēra 2019. gadā)		

⁵ Ar dzeltenu krāsu iezīmētas laukaugu kultūras, kas ietvertas 2018. gada apsekojumā.

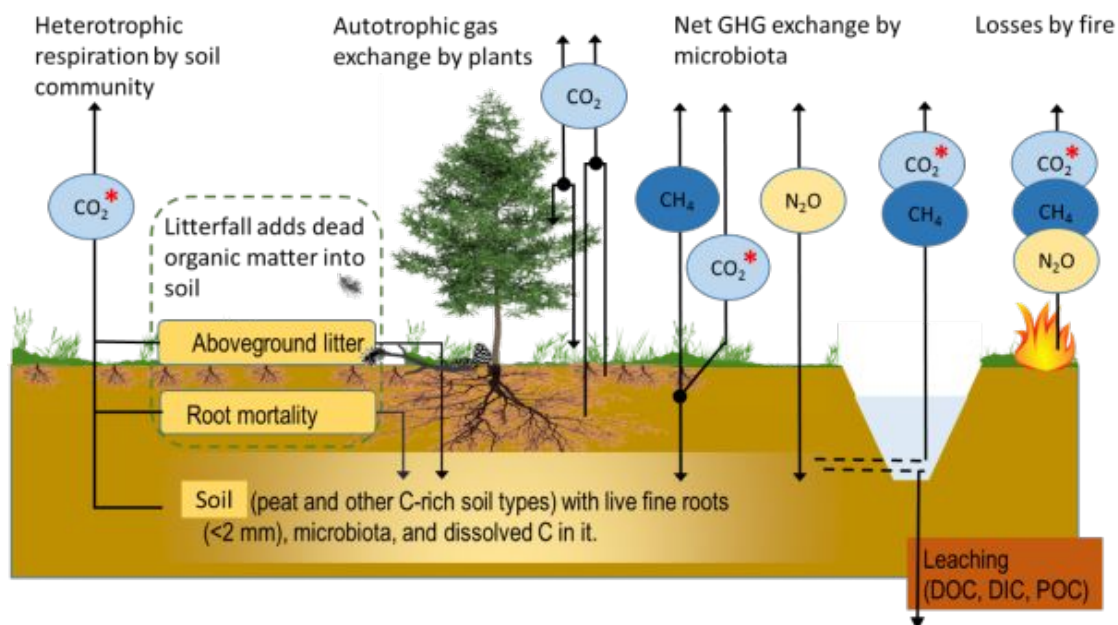
6. Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai

Organiskās augsnes ir globāli nozīmīga oglekļa krātuve un siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un CO₂ piesaistes avots (FAO, 2012; Takahiro Hiraishi et al., 2013; Oertel et al., 2016; Post et al., 1982; Wilson et al., 2016). Organiskajām augsnēm piemīt liels potenciāls mainīt oglekļa dioksīda (CO₂), metāna (CH₄) un slāpekļa oksīda (N₂O) apmaiņu starp augsni un atmosfēru (Takahiro Hiraishi et al., 2013). Pašreizējās organiskās augsnes rezerves ziemeļu boreālos un mērenās joslas mitrājos, pārsvarā kūdras veidā, veidojušās organisko vielu akumulācijas un sadalīšanās rezultātā, kas turpinājusies vairākus tūkstošus pēc pēdējā ledus laika. Kaut arī kūdras uzkrāšanās joprojām turpinās, daudzos reģionos aktīvi notiek kūdras saimnieciska izmantošana, galvenokārt lauksaimniecībā un mežsaimniecībā, un galvenais šādas darbības priekšnosacījums ir meliorācijas sistēmu ierīkošana. Saimnieciskā darbība ir mainījusi šo ekosistēmu spēju nodrošināt organisko vielu akumulēšanos, palielinot pastāvīgi aerēta augsnes slāņa dziļumu un mainot veģetācijas sastāvu. Nosusināšana sekmē organisko vielu sadalīšanos un tādējādi arī C un slāpekļa (N) avienojumu izdalīšanos atmosfērā (Ernfors et al., 2008; Kasimir-Klemedtsson et al., 1997; Pärn et al., 2018; Post et al., 1985).

Kūdras aptver plašas teritorijas, kas atrodas Ziemeļvalstīs un Baltijas valstīs. Šajā apgabalā mežsaimniecība un lauksaimniecība ir plaši izplatīts zemes izmantošanas veids kūdrājos, it īpaši Somijā (53% no meliorētajām meža zemēm). Susinātās augsnes ir nozīmīgs SEG emisiju avots. Pašlaik valstis izmanto gan 2006., gan 2014. gada vadlīnijas SEG emisiju aprēķiniem, lai ziņotu par ikgadējām SEG emisijām un piesaisti no antropogēni ietekmētām organiskajām augsnēm, piemēram, ganībām meliorētās organiskās augsnēs. Platību aprēķinos balstīti emisiju koeficienti (EF), aprakstot ikgadējo augsnes SEG emisijas (CO₂, CH₄, N₂O), izstrādāti, lai atspoguļotu ietekmi uz ekosistēmu tipu, zemes apsaimniekošanu un vides apstākļiem. Valstis var izvēlēties dažādus metodiskos līmeņus emisiju raksturošanai, t.sk. 1. līmenis norāda uz vienkāršāko pieeju ar IPCC noklusējuma EF. Emisijas līmenis 1. līmenī attiecībā uz sausajām organiskajām meža augsnēm būtībā ir vidējais aritmētiskais emisiju koeficientu vērtības aprēķins, izmantojot publicētus datus, kas aptver dažādas

situācijas, kas iedalītas pasaules klimatiskajās zonās un barības vielu pieejamības kategorijās – labs vai slikts nodrošinājums (Takahiro Hiraishi et al., 2013). 2. līmeņa un 3. līmeņa metodes izmanto valstu datus (2. līmenis) un periodisku mērījumu sistēmas, lielākoties, nacionālo meža inventarizāciju, un modelēšanas instrumentus (3. līmenis), kas padara nacionālos aprēķinus precīzākus. Pirmā līmeņa aprēķinu nenoteiktība var būt ļoti liela (Charles et al., 2017), bet to precizitāti var palielināt, jo arvien vairāk jaunu publicētu datu parādās zinātniskajā literatūrā, raksturojot dažādus apsaimniekošanas scenārijus un vides apstākļus. Gan datu vākšanā, gan metožu izstrādē, lai ziņotu par augsnes antropogēnajām emisijām, arvien lielāku uzmanību pievērša, lai uzlabotu emisijas aprēķinu un prognožu precizitāti (Takahiro Hiraishi et al., 2013; Kasimir et al., 2018; Oertel et al., 2016; Tubiello et al., 2016). Praktisks un relatīvi lēts sākumpunkts augstākā līmeņa līmeņa novērtēšanai var būt padziļināts pētījumu rezultātu salīdzinājums par īstenotajām metodēm, par to, kā tiek sagatavoti aprēķini, un kā datu vākšana un ziņošana dažādos projektos varētu labāk izmantot EF veidošanu. Meliorētās augsnes boreālajā un mērenajā klimata reģionā ir viena no intensīvāk pētītajām sauszemes ekosistēmām, lai savāktu datus par augsnes oglekļa dinamiku un SEG emisijām.

IPCC (2014) vadlīnijās CO₂-C EFs nosusinātās organiskās augsnēs iekļauj CO₂ emisijas un piesaisti un CO₂-C emisijas, ko rada izšķīdušais organiskais ogleklis (DOC) + CO₂-C emisijas no augsnes, kā arī degšanas radītās emisijas (Att. 8).



Att. 8: CO₂, CH₄ un N₂O gāzu apmaiņa un augsnes C krājumu izmaiņas, kas veicina masu pārneses komponentus meža un nemeža ekosistēmās (grozīts ar Takahiro Hiraishi et al., 2013). Bultas norāda SEG plūsmas virzienus starp ekosistēmu un atmosfēru. CO₂ ietekmes plūsmas, ko var izmērīt kā CO₂, iezīmētas ar sarkanu zvaigznīti.

Augsne CO₂-C rezerves atjaunojas caur C ienesi ar virszemes un pazemes augu atliekām, un izdalās no augsnes heterotrofiskās elpošanas rezultātā, kad sadalās mirušās organiskās vielas zemsegā un augsnē. Tādējādi CO₂-EFs ir komplicētāki, nekā CH₄ un N₂O emisiju faktori, kurus parasti nosaka gada neto gāzes plūsmas bilances veidā (Takahiro Hiraishi et al., 2013). Pašlaik nav pierādījumu tam, ka CH₄ un N₂O gāzu apmaiņas mērījumos šajās augsnēs jāņem vērā dzīvo augu klātbūtne vai oglekļa ieneses dinamika. Tādēļ pētījumā pārskatīti faktori, kas ietekmē CO₂-EF detālāk nekā pārējās gāzes. Turpmāk tekstā izmantots termins **ASB SEG par ikgadējo augsne SEG bilanci** par 3 SEG, tajā skaitā ASB CO₂, ASB CH₄ un ASB N₂O. ASB CO₂ lielā mērā atspoguļo arī augsnes C iznesi vai piesaisti bioloģiskajos procesos (līdzsvara stāvoklis vai augsnes C krājumu izmaiņas).

Vissarežģītāk ikgadējo ASB CO₂ noteikšana ir meža zemēs, jo i) C piesaiste augu biomasā ir būtiski lielāka nekā citos zemes izmantošanas veidos un raksturojas ar daudzveidīgu veģetāciju, ii) C pāreja no dzīvās biomasas uz nedzīvo organisko vielu notiek gan virszemē, gan pazemē, iii) CO₂ atbrīvojas heterotrofās elpošanas procesā gan no nesēn deponētām kritālām un no tādām kritālām, kas sastāv no iepriekšējos gados uzkrātās nedzīvās organiskās vielas, iv) CO₂, kas veidojas heterotrofos procesos augsnē, jāatdala no CO₂ emisijām, kas veidojas autotrofiskās sakņu elpināšanas procesā un (v) bioloģisko procesu rādītāji mainās gadu gaitā. Organiskā oglekļa aprites pamatprincipi parādīti sekojošajā formulā:

$$\text{Org. C krājumu izmaiņas} = \Delta C_{\text{zemsegā}} + \Delta C_{\text{sakņu atmiršana}} + \Delta C_{\text{augšne}} + \Delta C_{\text{grāvis}} + \Delta C_{\text{izskalošanās}} + \Delta C_{\text{ugunsgrēks}}$$

ASB CO₂ kvantitatīvās noteikšanas metodes var iedalīt gāzu apmaiņas monitoringa metodēs un augsnes inventarizācijas metodēs. Gāzu apmaiņas metodes ietver: i) eddy kovariance (EC) plūsmas monitoringu ar sensora palīdzību, kas atrodas virs veģetācijas seguma, un gāzu koncentrācijas izmaiņu monitoringu ar slēgtiem kambariem, ieskaitot ii) necaurspīdīgus kambarus, kas raksturo noteiktu gaisa telpu virs augsnes, lai novērotu augšanas, augsnes un sakņu elpošanas radītās gāzu plūsmas; un iii) caurspīdīgas kameras, kas ietver arī fotosintēzes mērījumus. Lai izveidotu emisiju faktoros vai modelēšanas instrumentus ASB CO₂, datu apstrāde visās plūsmās metodēs prasa papildu datus par vidi, kurā noteiktas gāzu plūsmas izmaiņas, piemēram, izmaiņas veģetācijas biomasā un zemsegā. Augsnes inventarizācijas metodes ir vienkāršākas, jo tās integrē visus oglekļa apriti ietekmējošos procesus ilgstošā laika posmā.

ASB CO₂ aprēķinu koeficienti, kas iekļauti IPCC (2014) vadlīnijās pirmā līmeņa aprēķinu metodēm, balstīti uz augsnes inventarizācijas un eddy kovariance datiem, savukārt, pētījumi, kuru pamatā ir kambaru tehnoloģijas, lielā mērā ignorēti emisiju faktoru izstrādē, neskatoties uz būtisku publikāciju skaitu, kurās izmantota šī tehnoloģija. IPCC (2014) ASB N₂O un ASB CH₄ izmantoti dati, kas iegūti ar kameru

metodēm un eddy kovariācijas mērījumu dati. Pārējās emisijas un piesaistes, piemēram, dati par CO₂-C emisijām ar izšķīdušo organisko oglekli (DOC) IPCC (2014) vadlīnijās balstītas uz atsevišķiem novērojumiem, bet uguns radītās SEG emisijas datu trūkuma dēļ ir izslēgtas no analīzes.

Šajā pētījumā galvenais uzsvars likts uz ASB SEG un modelēšanas metodēm, kas saista bioloģiskos procesus, kas notiek starp veģetāciju, augsni un atmosfēru. Šajā darbā mēs koncentrējamies uz SEG gāzes plūsmas monitoringa metodēm un publicētajiem dokumentiem, kas var sniegt teorētiskus datus par SEG emisijām boreālās un mērenās joslas augsnēs. Mēs nolēmām izvērtēt:

- kādā mērā salīdzināmās publikācijas var sniegt datus ASB SEG veidošanai;
- kā metodes atšķiras telpisko un laika plūsmas noteikšanā;
- kādā mērā publikācijās ir atainota pamatinformācija, kas raksturo teritoriju (piem., zemeszemes veģetācijas un vietas raksturojums), ko var izmantot vispārināšanai un modelēšanai, kad ASB dati par SEG ir apkopoti;
- kāds būtu vislabākais datu reprezentācijas veids, lai veidotu specifiskākus EF.

6.1 Materiāli un metodes

Lai veiktu modelēšanas risinājumu un emisiju faktoru pārvērtēšanu, mēs meklējām recenzētu literatūru, kas saistīta ar augsnes SEG apmaiņu vai C krājumu izmaiņām meliorētās organiskās augsnēs, kas iekļautas IPCC (2014), Latvijas un ziemeļvalstu pētījumu datu bāzes, Web of Science un Google Scholar datu bāzes, kā arī veicām aptaujas CAR-ES sadarbības tīkla biedru vidū. Pēc tam mēs novērtējām datu pielietojamību ASB GHG veidošanai atlasītajās publikācijās. Mēs pieņemām, ka gāzveida plūsmas datiem, kas ir piemēroti ASB CO₂ veidošanai i) jābūt metodiski nodalāmiem heterotrofiskās elpošanu no kopējās augsnes elpošanas datiem, ii) ņemta vērā gan organiskā augsne, gan oglekļa ienese virs un zem zemes, iii) ir priekšnosacījumi gada kopējo rādītāju aprēķināšanai, iv) eksperimenta dizains nodrošina iespēju iegūt pietiekoši stabilu un salīdzināmu datu kopu, v) analītiskajam darbam plūsmas datu apstrādē ir sniegts skaidrs apraksts, un vi) vērtības ir tādā formā, kas ļauj viennozīmīgi izmantot plūsmas datus. ASB CH₄ un ASB N₂O datu atlasei izmantoti iii-vi punkti no iepriekš minētā saraksta. Attiecībā uz augsnes inventarizācijas metodēm, kas izmantotas ASB CO₂ novērtēšanai, atlasītas datu kopas, kas ir pietiekoši stabilas. Turklāt, lai to varētu piemērot EF veidošanai vai siltumnīcefekta gāzu emisiju modelēšanai, datu kopā nepieciešama pietiekoši vispusīgai pamatinformācijai, lai noteiktu, kuri nosacījumi ir saistīti ar siltumnīcefekta gāzu emisiju ASB. Šādai informācijai jāietver dati par klimata zonu

vai temperatūras summu, teritorijas raksturojumu, piemēram, drenāžas stāvokli, meža krāju un koku sugu sastāva aprakstu, kā arī informāciju par nodrošinājumu ar barības vielām (bagāti / nabadzīgi), zemes izmantošanas vēsturi, piemēram, apmežošanas laiks un iepriekšējais zemes izmantojums. Novērtējumā iekļauto objekta īpašību specifikācijas ir uzskaitītas Tab. 8. Tā kā lielākā daļa pieejamo pētījumu saistīta ar meža zemēm, apmežošanu un dabiskiem mitrājiem, pētījumā vērtētas publikācijas, kas saistītas ar organisko augšņu apmežošanu.

Tab. 8: SEG apmaiņu ietekmējošie faktori un atbilstoša informācija par to pieejamību pētījumā iekļautajos 52 SEG plūsmas pētījumos par meliorētām organiskajām

Kategorija	Pasākums	Pētījumi	Iespējamā saikne augsnes SEG plūsmas datu analizē
Veģetācija	Biomasa	26 (50%)	Apraksta virszemes biomasas un oglekļa ieneses ar augu atliekām potenciāls
	Šķērslaukums	5 (10%)	
	Koku skaits	7 (13%)	
Audzēs vecums ⁶	16 (2)		
	Veģetācijas sastāvs	52 (100%)	Zemsedzes augi, lapkoku un skujkoku īpatsvars, jaukta meža struktūra var radīt nobiras ar atšķirīgām īpašībām un tādējādi ietekmēt to sadalīšanos
	Produktivitāte		Kritēriji, kas balstīti uz sagaidāmo koku augšanas potenciālu uz "tipiskām" un "mazauglīgām" augsnēm, kur pēdējā ietver vietnes ar nelielu biomasas uzkrājumu un palielināšanās potenciālu
Teritorija un augsne	Apsaimniekošanas vēsture	52 (100%)	Meliorācijas darbi, mēslošana, audzētās kultūras, kas var ietekmēt ASB SEG
	Teritorijas veids ⁷	50 (96%)	Līdzīgas teritorijas (atkarībā no veģetācijas īpašībām, nodrošinājuma ar barības vielām, kā arī saimniekošanas vēsture pirms apmežošanas), pastāv iespēja grupēt teritorijas pēc augšanas apstākļiem
	Zemsedzes veģetācijas sastāvs un zemsega	32 (62%)	Augsnes nodrošinājums ar barības vielām, mitruma režīms, augsnes temperatūra un ēnojumu apstākļi, kas raksturo zemes līmeņa C dinamiku
	Dažādu augu funkcionālo tipu klātbūtne un proporcijas zemsedzes veģetācijā	(5)	Vienkārša klasifikācija, kuras pamatā ir valdošās augu sabiedrības (krūmi, zāle, sūnas), kas norāda uz augsnes barības vielu nodrošinājumu, kas ietekmē organisko vielu sadalīšanos. Šī klasifikācija noder, grupējot pētījumu teritorijas līdzīgās kategorijās
	Ombrotrofi vai minerotrofi apstākļi	52 (100%)	Organisko vielu sadalīšanās ombrotrofos un minerotrofos apstākļos būtiski atšķiras
	Augsnes tips	52 (100%)	Kūdra un citas organiskās augsnes atšķiras pēc veidošanās gaitas un vecuma, kas var ietekmēt ASB SEG
	Organiskās augsnes biežums	29 (56%)	Organisko augsni var ietekmēt gruntsūdeņu pieplūde, uzlabojot nodrošinājumu ar barības vielām un paātrinot mineralizācijas ātrumu dziļākās organiskās augsnēs

⁶ Apmežoto platību gadījumā.

⁷ Meža tips, piemēram.

Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai

Kategorija	Pasākums	Pētījumi	Iespējamā saikne augsnes SEG plūsmas datu analizē
	Augsnes blīvums	26 (60%)	Augstas blīvuma vērtības var norādīt uz minerālvielu klātbūtni augsnē, organiskā slāņa sajaukšanu un citiem traucējumiem, kas var ietekmēt ASB SEG
	pH	30 (58%)	Nodrošinājums ar barības vielām un pH var ietekmēt veģetācijas sastāvu, C saistīšanas ātrumu, nobiru sastāvu un sadalīšanās ātrumu
	C	18 (35%)	
	N	24 (46%)	
	C/N attiecība	24 (26%)	
P	14 (27%)		
Drenāža	Gruntsūdens līmenis: vidēji gadā veģetācijas sezonā ziemā	23 (44%) 4 (8%) 0	Ūdens līmenis lielā mērā ietekmē mineralizācijas procesus, tāpēc lietderīgi monitorēt ūdens līmeņa izmaiņas. Gruntsūdens līmenis ir arī viens no pamatrādītājiem eksistējošajos modelēšanas instrumentos
	Meliorācijas laiks	38 (73%)	Perioda ilgums pēc meliorācijas ietekmē piesaistes un mineralizācijas potenciālu
	Attālums starp grāvjiem	1 (2%)	Attālums starp grāvjiem un grāvju dziļums ietekmē hidroloģisko režīmu un SEG emisijas
	Aprakstīts grāvju tehniskais stāvoklis	0 (0%)	-
Klimats	Vidējā gaisa temperatūra: gadā jūlijā februārī mērījumu periodā	34 (65%) 9 (17%) 9 (17%) 0 (5)	Iespējamā ietekme uz augu atlieku ienesi un augsnes organisko vielu sadalīšanās procesu
	Gada gaisa temperatūras summa gadā	7 (13%)	-
	Vidējā augsnes temperatūra: gadā mērījumu periodā	5 (10%) 0 (5)	-
	Nokrišņu daudzums: gadā siltajā sezonā mērījumu periodā	32 (62%) 0 (5) 0 (5)	Kopējais nokrišņu daudzums var ietekmēt mineralizācijas procesus augsnē (nosaka potenciālus sausuma periodus un mitruma režīmu augsnē)

Apkopojot analizētos datus, izveidota datu bāze ar pētījumu datiem, kas pieejami pirms 2018. gada izdotajās publikācijās, kas potenciāli var uzlabot ASB CO₂, ASB CH₄ un ASB N₂O no organiskajām augsnēm un C iznesi ar ūdeņiem. Salīdzinātas metožu specifiskās stiprās un vājās puses, kas spēj kvantitatīvi ietekmēt ASB SEG un sasaistīt dažādos reģionos iegūtos datus, kā arī identificētas nepieciešamās metožu modifikācijas un papildu dati ASB GHG izstrādāšanai. Analizē ņemts vērā datu telpiskais izvietojums, lai identificētu iespējamus globālos ietekmes faktorus, piemēram, gaisa piesārņojums ar slāpekļa savienojumiem, globāli ģeoloģiskie procesi u.c.

6.2 Rezultāti un diskusija

Pētījumā par izmantojamiem atzīti 52 datu avoti. No 29 datu avotiem, kas satur informāciju par CO₂-C pētījumiem, 7 balstīti uz augsnes inventarizācijas metodēm, tajā skaitā 2 pētījumi Latvijā (Lupikis et al., 2017; Lupiķis and Lazdins, 2017), 3 ietver eddy kovariance mērījumus, un 19 iekļauj plūsmas pētījumus, izmantojot kambaru metodi. Dažos pētījumos iekļautas vairākas SEG plūsmas monitoringa pieejas. Kopumā 32 pētījumos iekļauti CH₄ mērījumu dati un 31 pētījumā N₂O mērījumu dati, kuru iegūšanai izmantota kambaru metode. Vairākas publikācijas izslēgtas no analīzes, jo tajās iekļautie dati neietver salīdzinājumam nepieciešamo informāciju.

Biežākie iemesli pētījumu izslēgšanai no analīzes ir nepilnīgs novērojumu teritoriju raksturojums, metožu apraksts un vietējie apstākļi, kā arī vienu un to pašu datu izmantošana dažādās publikācijās. Nepietiekošā informācija vietējo apstākļu raksturošanai ir augsnes tipa nenorādīšana, nepilnīgs veģetācijas, tajā skaitā koku stāva raksturojums, meliorācijas sistēmu funkcionalitāte, kas neļauj novērtēt pētījumu objekta piederību organisko augšņu kategorijai. Datu kvalitāti nevarēja novērtēt, ja gāzu paraugu ņemšanas periodiskums telpā un laikā lielā nav pietiekoši atspoguļota, vai nav aprakstītas analītiskās procedūras un instrumentu specifikācijas. Dažas no metodēm vairs netiek uzskatītas par piemērotām ticamu rezultātu iegūšanai, piemēram, nātrija hidroģenkarbonāta izmantošana CO₂ datu vākšana un dažas augsnes inventarizācijas metodes, kas neraksturo visus oglekļa uzkrājuma izmaiņas ietekmējošos parametrus, piemēram, augsnes blīvuma vai slāņa biezuma izmaiņas. Dažas publikācijas nepārstāvēja tipiskas zemes apsaimniekošanas sistēmas, piemēram, ja netipiski liels daudzums minerālmēsli izmantoti eksperimentāli. Izslēgšana var būt saistīta arī ar pašiem datiem vai datu pasniegšanas veidu. Pētījumā secināts, ka pārāk grūti novērtēt kumulatīvās sezonas vai gada plūsmas, ja dati tika prezentēti kā datu rinda vai minimālās un maksimālās, nevis vidējās vērtības.

Raksturīgi, ka SEG monitoringa periods bija 1 gads vai mazāk, reizēm 2 gadi un dažos pētījumos – 3 gadi. Lielākajā daļā pētījumu, kuros kumulatīvo SEG plūsmas novērtējums ietver 2 gadus, plūsmas monitorings ietver arī ziemas periodu. Vairākos pētījumos ASB SEG aprēķinu pamatā bija dati, kas iegūti par 1 gadu īsākā periodā. Ja an ASB SEG aprēķins balstīts uz plūsmas datiem, kas iegūti laika posmā, kas sākas par 1 gadu, pārējais laika periods rada papildus nenoteiktību. Šādi "sezonāli" plūsmas dati parasti aprakstīti kā iegūti "bezsniega periodā" vai "siltajā sezonā", vai arī noteiktajā datumu intervālā, kas ir ekstrapolēts uz visu gadu. No mērījumiem izslēgto periodu parasti aprēķina, izmantojot literatūras datus IPCC (2014. gads) piemērojot sezonālātes koeficientu 0,15 un izslēdz no aprēķiniem sasaluma periodu. Šis koeficients pamatots ar pētījumiem, kuros ir aprēķinātas gan siltās, gan aukstās

sezonas siltumnīcefekta gāzu plūsmas (Aurela et al., 2002; Dise, 1992; Kim et al., 2007). Šāda fiksēta koeficienta izmantošana ir nenoteiktības avots, jo īpaši tādēļ, ka novērojumu perioda ilgums var atšķirties, atkarībā no pētījuma. Nākotnē ir nepieciešams vairāk empīrisku lauku datu un turpmāka modelēšana siltumnīcefekta gāzu plūsmas laikā aukstā sezonā, jo īpaši attiecībā uz atkušņiem un pavasari. Ideālā gadījumā kambaru metodei vajadzētu ietvert gan dienas, gan nakts mērījumus, lai iegūtu datus, kas raksturo diennakts temperatūras atšķirības augsnē (Sander and Wassmann, 2014) un mērījumiem jāturpinās vismaz 1 gadu. Automātiskie augsnes temperatūras mērījumu datus var izmantot, lai raksturotu temperatūras ietekmi uz SEG emisijām.

Gāzu kambaru CO₂ mērījumi, kas ietverti analizē, 40% gadījumos ietvēra SEG plūsmu korekciju atbilstoši diennakts temperatūras atšķirībām. Automātisko kambaru CO₂ plūsmas mērījumi izmantoti 2 pētījumos (Ball et al., 2007; Meyer et al., 2013). Automātiska gāzes plūsmas mērīšana ar īsiem intervāliem nodrošina augsnes temperatūras diennakts atšķirību ietveršanu CO₂ emisiju modelēšanā (Brændholt et al., 2017). Izstrādājot manuālu gāzu plūsmas mērīšanas metodiku, monitoringā jāiekļauj informācija, kas ļauj iegūt datus par diennakts un ilglaicīgāku augsnes temperatūras ietekmi uz SEG plūsmām.

Gāzu plūsmas mērījumu dati, ko iegūst ar necaurspīdīgām kamerām, veido lielāko datu kopumu nosusināto organisko augšņu radīto emisiju raksturošanai. Tomēr datu kopas, kas veido pamatu ASB CO₂ aprēķiniem bez papildus pieņēmumiem, ir salīdzinoši reti (Ojanen et al., 2010; Uri et al., 2017). Ideālā gadījumā datu ieguves sistēma ASB CO₂ ietver necaurspīdīgus kambarus kvantitatīvai heterotrofās elpošanas raksturošanai un caurspīdīgus kambarus vai analogiskas sistēmas autotrofās elpošanas emisijām no dzīviem augiem, bet realitātē šo nosacījumu var sasniegt, tikai apvienojot vairākas monitoringa metodes. Tipiski iztrūkstošie atbalsta dati ASB CO₂ sagatavošanai ir augu atlieku ieneses rādītāji un emisijas, ko rada augu atlieku sadalīšanās un pazemes augu atlieku veidošanās un sadalīšanās. Nedzīvās zemsegas sadalīšanās un ieneses radītās CO₂ emisijas aprēķini ir nepieciešami, ja augsnes emisijas emisiju mērījumi veikti platībā, kas atbrīvota no zemsegas. Ļoti vispārīgu datu izmantošana zemsegas ietekmes raksturošanai nav ieteicama, jo šie rādītāji atšķiras atkarībā no augsnes auglības, mežaudžu vecuma un hidroloģiskā režīma (Lehtonen et al., 2016; Ojanen et al., 2013; Straková et al., 2012). Plaši pētījumi par ikgadējo virszemes nobiru ienesi un sadalīšanos saistībā ar ASB CO₂ ir veikti Somijā (Ojanen et al., 2013; Sievänen et al., 2014), kas ļauj veidot aprēķinu par augu atlieku ieneses C dinamiku, kas līdz šim iztrūkusi ASB CO₂ modelēšanā boreālajā zonā. Vēl arvien ir vajadzīgi salīdzināmi integrēti novērtējumi par mērenā klimata reģionu un apmežotām teritorijām, kas agrāk tika izmantotas kūdras ieguvei vai kā aramzeme vai zālājs. Sugu specifiski nobiru rādītāji boreālajā klimata zonā ir pieejami bērzam,

priedei un eglei, pārrēķinot tos no virszemes biomasas (Repola, 2009, 2008). Lauksaimniecības augu biomasas ieneses dati arī pētīti, lielākoties, Ziemeļvalstīs. Būtiski mazāk datu pieejams par nobiru sadalīšanos (Domisch et al., 2000; Straková et al., 2012; Tuomi et al., 2011), un, it īpaši par pazemes augu atlieku (sīksakņu) augšanu un sadalīšanos (Finér et al., 2011; Jagodzinski et al., 2016; Laiho et al., 2014, 2003). Lai sagatavotu labākus ASB CO₂ aprēķinus, jāsamazina nenoteiktība attiecībā uz sadalīšanās ātrumu, jo šo šos datus parasti neievāc gāzu apmaiņas pētījumos.

Augu virszemes un pazemes augu daļu autotrofā elpošana elpošana slēgtajos kambaros ir CO₂ emisiju avots, kas bieži tiek noteikts, bet ne vienmēr atbilstošā kvalitātē. Lai veidotu ASB CO₂, CO₂ emisijas ko rada augu virszemes un pazemes daļu autotrofā elpošana, kas paliek kamerā, pēc tam ir praktiski neiespējami kvantificēt, tādēļ, veicot mērījumus un veicot emisiju aprēķinus, šī ietekme ir jāņem vērā. Dažos pētījumos konstatēts, ka augu sakņu ietekme uz CO₂ emisijām saglabājas arī pēc lielākās daļas sakņu izrakšanas (Subke et al., 2006). Dažos pētījumos, kas ietver kopējās augsnes elpošanas mērījumus, 50% no izmērītās CO₂ plūsmas saistīta ar augu sakņu autotrofo elpošanu. Šāda attiecība starp augu sakņu autotrofo un heterotrofo elpošanu uzrādīta arī citos pētījumos uz organiskajām un minerālaugsnēm. Modelēšana, izmantojot eddy kovariance datus, veikta, nodalot autotrofo un heterotrofo elpošanu, veikta boreālajiem mitrājiem ar atšķirīgu mitruma režīmu, koku sugu sastāvu un vecumstruktūru meža zemēs (Ojanen et al., 2013, 2010) un auglīgajiem mērenās joslas mežiem, kur aug bērzs (Uri et al., 2017). Modeļi, kuros kopējā un autotrofiskā elpošana aprēķināta proporcionāli un kas spētu prognozēt saimnieciskās darbības ietekmi organiskajām augsnēm nav pieejami. Šādu modeļu izstrādāšana autotrofās elpošanas ietekmes raksturošanai un modelēšanai nepieciešamo empīrisku datu ieguve saimnieciskās darbības raksturošanai ir svarīgākais organisko augšņu apsaimniekošanas plānošanas uzdevums.

Lai gan ir veikti vairāki pētījumi, kuros CO₂ emisijas noteiktas caurspīdīgos kambaros, šajos pētījumos iegūtais materiāls reti kad ir pietiekošs ASB CO₂ noteikšanai (Komulainen et al., 1999). Zemesdzies fotosintētiskās aktivitātes dati ir noderīgi SEG emisiju modelēšanai. Tomēr meža ekosistēmās zemesdzies fotosintētiskās aktivitātes mērīšana vairumā gadījumu tikai sarežģī uzskaiti. Lauksaimniecības zemēs šādi dati ir efektīvs risinājums SEG emisiju raksturošanai, taču datu analīzei pieejamo datu kopu ir salīdzinoši neredz. Meža zemēs sarežģītību rada tas, ka kambari neietver gāzu apmaiņu no kokiem, kas rada lielāko piesaisti meža ekosistēmās, tāpēc šīs piesaistes un emisijas koku atmiršanas rezultātā jāpievieno atsevišķi. Lauksaimniecības zemēs grūtības rada tas, ka periodiski notiek ražas novākšana, kas jāatbrīvo no piesaistes rādītājiem.

Trīs pieejamie ASB CO₂ aprēķini, kas balstās uz eddy kovariances metodi ietver

ekosistēmu CO₂ apmaiņas datus, kas apvienoti ar kambaros noteiktiem heterotrofās respirācijas datiem (Lohila et al., 2011, 2007; Meyer et al., 2013). Liela paraugu ņemšanas intensitāte eddy kovariance gadījumā nodrošina detalizētu atgriezeniskās saites veidošanos starp vides apstākļiem un ekosistēmas līmeņa plūsmas dinamiku. Tomēr heterotrofās respirācijas datu iegūšana ar manuāli darbināmiem kambariem ar daudz mazāku atkārtojumu intervālu nosaka ierobežojumus CO₂ apmaiņas dinamikas aprēķiniem. Vēl lielākus ierobežojumus nosaka periodiski biomasas ieneses mērījumu dati, ko labākajā gadījumā veic reizi gadā. Meyer et al., (2013) pētījumā izmantoti automātiskie kambari. Eddy kovariance datus var uzlabot, palielinot kambaru mērījumu biežumu un telpisko pārklājumu, kā arī atrisinot iepriekš aprakstītos kambaru metode pielietošanas ierobežojumus (piemēram, atdalot autotrofo un heterotrofo augsnes elpošanu).

N₂O un CH₄ apmaiņa pētīta kopā ar CO₂ plūsmas monitoringu. Lielākā daļa pētījumu koncentrējas tikai uz CH₄ vai N₂O plūsmām, kambarī ir saglabāta zemsedze un nav izjaukta zemsegas struktūra. Kombinētajos CO₂, CH₄ un N₂O monitoringa parauglaukumos, kur virszemes veģetācija un zemsega ir noņemta un no augsnes ir izvāktas augu saknes heterotrofās CO₂ plūsmas mērīšanai, mākslīgi radītie apstākļi var ietekmēt CH₄ un N₂O plūsmas (Ernfors et al., 2011). Piemēram, atsevišķu koku saknes var izvadīt CH₄ no augsnes atmosfērā (*Eriophorum vaginatum*, Komulainen et al., 1998). Ir pētījumi, kas norāda, ka miza un lapas spēj transportēt N₂O un CH₄ no augsnes uz atmosfēru, piemēram, šāda īpašība konstatēta melnalksnim (*Alnus glutinosa*, Gauci et al., 2010), bet šo plūsmu ietekme nav plaši pētīta. Turklāt mikroorganismi, kas dzīvo *Sphagnum capitulum*, var patērēt CH₄, un līdz ar to pārveido daļu no CH₄ emisijām par CO₂ (Larmola et al., 2010). Līdz šim tāda veida novērojumi ir pieejami tikai neapstrādātos kūdrājos. IPCC (2014) EF prasības nenosaka to, ka var ziņot par tādu augu sugu klātbūtni vai neesamību, kuras var transportēt CH₄, bet citādi nav konkrētu norādījumu par mērījumiem, kas saistīti ar veģetāciju šādās teritorijās. Pašreizējās emisijas aprēķini, kas pamatojas tikai uz kambaru metodi, lielā mērā ignorē iespējamo veģetācijas ietekmi uz ASB CH₄ un ASB N₂O, tādēļ IPCC vadlīnijās vajadzīgs paskaidrojums par zemsedzes veģetācijas un zemsegas iekļaušanu plūsmas monitoringa aprēķinos.

Meliorētas organiskās augsne parasti ir neliels CH₄ avots (Ojanen et al., 2010). Grāvji šādās vietās rada būtiskas CH₄ emisijas. Salīdzinoši neliels pētījumu skaits sniedz ieguldījumu grāvju radīto SEG emisiju raksturošanā (Arnold et al., 2005; Sirin et al., 2012, 2012; Karin von Arnold et al., 2005; K. von Arnold et al., 2005). Tāpēc ir nepieciešami gāzu apmaiņas mērījumi, lai noteiktu vietējiem apstākļiem raksturīgos emisiju datus, kas iekļauti līdz šim iegūtajos datos, ir ierobežoti gan boreālajā, gan mērenajā klimata zonā. Lai palielinātu datu pielietojamību, publikācijas par grāvju SEG emisijām jāsniedz informācija arī par atlasītajiem grāvjiem (izmērs, attālums

starp grāvjiem, laiks kopš grāvju izrakšanas, uzturēšanas režīms, ūdens līmeņa un plūsmas ātruma mērījumi, veģētācija), tā, lai šo faktoru ietekmi varētu likt turpmākajā reģionālā mēroga datu sintēzē un emisiju modelēšanā.

Organiskā oglekļa izskalošanās notiek no meliorētām un saimnieciskās darbības tieši neskartām organiskām augsnēm (Nieminen et al., 2015; Strack et al., 2008; Urbanová et al., 2011). Saskaņā ar IPCC (2014) ūdenī izšķīdušais ogleklis ietver izšķīdušo oglekli (DOC), suspendētās oglekļa daļiņas (POC), t.i. faktiski IPCC (2014) dota metodika kopējā oglekļa (TOC) izneses noteikšanai. Lai novērtētu C iznesi ar ūdeni, ir jānosaka gan ūdens plūsma, gan C koncentrācija ūdenī. Ir vairāki pētījumi par C koncentrāciju, bet ūdens plūsmas mērījumi sateces baseinu vai meliorācijas sistēmu līmenī ir salīdzinoši reti. Praksē ūdens plūsmas parasti novērtē, izmantojot modeļus. Oglekļa izneses datu vispārināšana var kļūt sarežģīta, ja izneses rādītāji parasti ir specifiski, atkarībā no vietas īpašībām un klimatiskajiem apstākļiem, piemēram, sateces teritorijas lieluma un atrašanās vietas topogrāfiskā raksturojuma, grāvju dziļuma un attāluma starp grāvjiem, veģētācijas tipa un nokrišņu raksturojuma. Šobrīd pieejamie dati ir pārāk ierobežoti, lai, veidojot skaidru priekšstatu par datu piemērojamību emisiju aprēķiniem.

Šobrīd pieejamie pētījumu dati sniedz vispārīgu priekšstatu par to, ka SEG apmaiņu ietekmē augsnes nodrošinājums ar barības vielām, zemsedzes veģētācijas, kokaudzes krāja, augsnes īpašības (piemēram, C/N attiecība), augsnes temperatūras, un gruntsūdens līmeņa režīms (Ojanen et al., 2010, 2013; Karin von Arnold et al., 2005; K. von Arnold et al., 2005). Tomēr šie parametri reti analizēti pētījumos, kvantificējot SEG plūsmas. Nepilnīgs izpētes teritoriju raksturojums ir šķērslis teritoriju stratifikācijai objektos ar labu un sliktu nodrošinājumu ar barības vielām, nemaz nerunājot par detalizētāku informāciju par zemsedzes vai kokaudzes veģētācijas tipu, kas nav atrodams lielākajā daļā no literatūras avotu. Pat tajos rakstos, kas raksturo SEG emisijas organiskajās augsnēs meža zemēs, kokaudzes stāvs raksturots ārkārtīgi reti vai vispārīgi. Ikgadējās vai sezonālās ūdens līmeņa svārstības nereti prezentētas kā līnijveida grafiks, bet konkrēti skaitļi (piemēram, vidējais ikgadējās vai sezonālās ūdens līmeņa izmaiņas) sniegtas mazāk kā pusē (44%) no publikācijām. Ja rakstu saturētu plašāku informāciju par izpētes objektiem, tas palielinātu datu piemērojamību reģionālu datu kopu sintēzei un SEG plūsmu un vides parametru sakarību analīzei. šādas informācijas trūkums traucē attīstīt dinamiskus EF, nevis vienkāršus vidējos rādītājus, kas šobrīd nodrošina visvienkāršāko SEG 1. līmeņa koeficientu izstrādāšanu.

Kaut arī augsnes SEG emisiju aprēķini, kas iegūti ar eddy kovariance un kambaru metodi, ir transformējami ASB SEG, iegūtas aplēses atšķiras gan teritorijas pārklājuma, gan laika mērogā. Telpiskais pārklājums apskatītajos pētījumos svārstās

no atsevišķiem zondējumiem augšņu monitoringā līdz 0,5-1 m² mērīšanas teritorijām, veicot mērījumus ar kambaru metodi līdz tūkstošiem kvadrātmetru, izmantojot eddy kovariācijas torņus. Mērījumu punktu skaita pieaugums, palielina augšņu monitoringa un gāzu apmaiņas mērījumu metožu precizitāti. Analizētajos pētījumos bija 1-5 mērījumu punkti katrā gāzu mērījumu vietā un 1-3 augsnes zondējumu atkārtojumi augšņu monitoringa gadījumā. Pētījumos, kas izmanto kambaru metodi, vidēji ierīkoti 8 atkārtojumi punkti (2-48) CO₂ mērījumiem; vidēji 5 punkti (2-16) CH₄ mērījumiem un 5 punkti (2-16) N₂O mērījumiem. Viens eddy kovariācijas tornis sniedz priekšstatu par plašu teritoriju, taču heterotrofās elpošanas mērījumu dati, ko iegūst ar kambaru metodi, kā arī veģetācijas, augsnes un topogrāfiskie dati būtiski ierobežo eddy kovariācijas torņa reprezentēto teritoriju. No otras puses, slēgtā kameras metode ir labākais risinājums, kā pētīt siltumnīcefekta gāzu plūsmas konkrētos apstākļos, tāpēc šo metodi bieži izmanto, lai papildinātu eddy kovariācijas monitoringa datus un samazinātu to nenoteiktību. Pielietojot augsnes inventarizācijas metodes, jāpievērš uzmanība tam, lai tiktu ievākta pietiekoši reprezentatīva paraugkopa, taču papildus nenoteiktību rada nereti atšķirīgais paraugošanas dizains atkārtotos mērījumu ciklos, kā arī atšķirīgi datu ievākšanas mērķi dažādos periodos (Minkkinen and Laine, 1998; Simola et al., 2012).

Laika mērogā SEG plūsmas mērījumu intervāli svārstās no nepārtrauktās gāzes paraugu ņemšanas ar eddy kovariāciju līdz diennakts mērījumu režīmam, iegūstot datus ar automātiskajiem kambariem un nedēļu līdz mēnešu intervālam, pielietojot manuālu kambaru mērīšanas metodi. Ja SEG plūsmas mērījumus turpina vairāku gadu laikā, kambaru un eddy kovariācijas torņu mērījumi var dot vairākus ASB SEG aprēķinus un detalizētus SEG plūsmu dinamikas raksturojumu atšķirīgos laika apstākļos. Turpretī augsnes inventarizācijas metodes apvieno visas augsnes C krājumu izmaiņas (ieskaitot C iznesi, piemēram, CO₂, CH₄, DOC un POC veidā, kā arī potenciālo C uzkrāšanos) laika posmā no dažiem gadiem līdz vairākām desmitgadēm vienā ASB CO₂ novērtējumā. Tādējādi var secināt, ka kopumā aplēses, kas iegūtas ar gāzu apmaiņas mērījumu metodēm, ir labāk piemērotas SEG uzskaitē, kuras mērķis ir ziņot par šābrīža plūsmām un to dinamiskām reakcijām uz saimniecisko darbību. Augsnes monitoringa datus var izmantot vēsturisko datu interpolācijai, ņemot vērā, ka gāzu plūsmas mērījumi neraksturo iespējamās saimnieciskās darbības izmaiņas pagātnē.

Var pieņemt, ka gāzu plūsmas aprēķins, ko veido vairāki komponenti, atkarīgi no komponenta ar vismazāko precizitāti, nevis no visintensīvāk mērīto gāzu plūsmas parametru precizitātes. Ņemot vērā šo apstākli, ASB CO₂, kas iegūts ar gāzu plūsmas analīzes metodi un parasti tajā integrēti vairāki datu avoti, ieteicams veikt katra komponenta ietekmes jutīguma analīzi. Īpaši svarīgi tas ir tajos gadījumos, kuros piemēroti literatūras datu avoti un pētāmajai teritorijai nespecifiski dati. Pētījumā

secināts, ka ir ļoti svarīgi aprakstīt datu izcelsmi un datu iegūšanas metodi, un iir jānovērtē šo datu iespējamā ietekme uz ASB SEG aprēķinu. Parasti pētījumos tas nav darīts, lai arī, rūpīgāk aplūkojot dažādās izmantotās pieejas, var secināt, ka pieņēmumu un ārējo datu izmantošanai uz ASB SEG var sasniegt būtiskus rādītājus. Tikai daži pētījumi ļauj salīdzināt ASB CO₂, ko iegūst no dažādām pieejām vienā un tajā pašā vietā un apstākļos, piemēram, Meyer et al., 2013, salīdzinot eddy kovariances torņu un necaurspīdīgu kambaru gāzu plūsmas metodes mērenajā klimata joslā un Krüger et al., 2016, salīdzinot 4 metodes boreālajos mežos.

Šobrīd pielietojamo datu kopu piemērotība SEG uzskaitē lielā mērā balstīta uz ekspertu pieņēmumiem un pētījumu autoru veiksmes, virzoties caur zinātnisko publikāciju recenzēšanas procesam, bet nav vadlīniju attiecībā uz SEG apmaiņas datu saturu un ziņošanu, lai mērījumu dati būtu piemēroti integrēšanai ar citām datu kopām. Šāda vienota pieeja teritorijas raksturošanai un datu reprezentēšanai būtu ārkārtīgi vērtīga, padarot lielas datu kopas piemērotas SEG emisiju raksturošanai pēc vienotas metodikas. Katrai datu vākšanas metodei un datu tipam ir stiprās un vājās puses, kas ietekmē galīgo iznākumu, transformējot ASB SEG mērījumus SEG inventarizācijas datos. Galvenās nepilnības pieejamajās datu kopās un datu ieguves metodēs:

- lielāka empīrisku datu kopa ir nepieciešama aukstās sezonas SEG plūsmas datu raksturošanai, lai modelētu SEG emisijas gada griezumā;
- temperatūras mērījumiem, vēlams diennakts režīmā, jābūt obligātam parametram gāzu plūsmas mērījumos;
- nepieciešami pētījumi, kas raksturo virszemes un pazemes biomasas ienesi un sadalīšanos, it īpaši platībās, kurās notikusi zemes izmantošanas veida maiņa;
- pazemes biomasas atmiruma dati iztrūkst lielākajā daļā pētījumu, radot būtisku nenoteiktību lielākajā daļā pētījumu;
- ir jāizstrādā modeļi, kas raksturo autotrofās elpošanas ietekmi uz CO₂ emisijām, atkarībā no zemes izmantošanas veida un veģetācijas sistēmas vecuma (mežaudzes vecums vai apmežojuma vecums);
- IPCC vadlīnijās precīzi jāatspoguļo veģetācijas un zemsegas lomu CH₄ un N₂O plūsmas monitoringā;
- CH₄ plūsmas mērījumi no grāvjiem nepieciešami dažādiem zemes izmantošanas veidiem un augsnēm;
- augsnes oglekļa iznese ar virsūdeņiem pētīta fragmentāri un iztrūkst pietiekoši liela datu kopa emisiju modelēšanai;
- plašāka informācija par pētāmajām teritorijām, tajā skaitā lielāka izpētes

teritoriju reģionālā pārstāvniecība, ļautu izstrādāt precīzākus emisiju faktoros un modelēšanas instrumentus;

- ja literatūras datus izmanto ASB SEG aprēķinos, to ietekmi jānovērtē, piemēram, izmantojot jutības analīzes metodes, nosakot jauno datu iekļaušanas relatīvo ietekmi.

Pētījumā nav konstatēti SEG modelēšanas risinājumi, kas piemēroti organiskajām augsnēm mērenās joslas klimatiskajiem apstākļos. Tālākajā izpētē, it īpaši attiecībā uz lauksaimniecībā izmantotajām zemēm, lietderīgi testēt SUSI modeli (Lauren et al., 2016). Lai izmantotu šo modeli, nepieciešams pietiekoši precīzs hidroloģiskā režīma raksturojums un informācija par organisko augšņu izplatību.

SUSI modelis sākotnēji paredzēts organiskām meža augsnēm boreālajā un tropiskajā klimata joslā. Krājas pieaugumu kūdreņos ierobežo uzturvielu pieejamība, bet galvenais barības vielu avots ir organisko vielu sadalīšanās. Pārmērīgs ūdens daudzums samazina O₂ difūziju augsnē un palēnina barības vielu izdalīšanos. Meliorācija paātrina organisko vielu sadalīšanos, CO₂ izdalīšanos un barības vielu ienesi augsnē, kā rezultātā paātrinās meža augšana. Mežsaimniecības rentabilitāte ir atkarīga no izmaksām, papildus iegūtās peļņas un kokmateriālu sortimentu sadalījums, kā arī procentu likmes. Simulators Susi ir izveidots, lai definētu un parametrizētu šo rādītāju savstarpējās attiecības.

Susi simulators izveidots, lai aprēķinātu ūdens un uzturvielu apriti, mežu augšanu un meliorēto organisko augšņu radītās CO₂ emisijas. Simulators aprēķina kūdras augsnes joslas, kas atrodas starp meliorācijas grāvjiem, ikdienas ūdens plūsmas divās dimensijās. CO₂ emisijas ir proporcionālas kūdras tilpuma blīvumam, augsnes temperatūrai un O₂ pieejamībai. Uzturvielu (N, P, K) pieejamība ir atkarīga no organisko vielu sadalīšanās ātruma un barības vielu satura kūdrā. Barības vielas, kas ierobežo augšanu, nosaka, salīdzinot barības vielu pieprasījumu un piedāvājumu. Augšanas gaitas paātrināšanās, kas ierobežo barības vielu pieejamību, izmanto, lai kvantificētu meža augšanas reakciju uz uzlabotu hidroloģisko režīmu. Papildu pieaugumu sadala starp papīrmalku un zāģbaļķiem, pamatojoties uz prognozējamo pieauguma apjomu. Grāvu tīrīšanas darbības neto pašreizējo vērtību un iegūto papildu ienesīgumu aprēķina pēc dažādām procentu likmēm grāvu tīrīšanas rentabilitātes novērtēšanai.

Susi simulatora hidroloģiskie apakšmodeļi pirmo reizi parametrizēja, izmantojot diennakts ūdens plūsmas datus no Hyytiälä SMEAR II teritorijas, pēc tam prognozes tika salīdzinātas ar citās teritorijās iegūtiem hidroloģiskajiem datiem no diviem meliorētu kūdrāju mežu masīviem Somijas dienvidos. Pēc hidroloģiskā modeļa verificēšanas pārbaudītas CO₂ emisijas, barības vielu izdalīšanās un meža augšanas proporcionalitātes hipotēze, un modeļa veiktspēja verificēta pret mežu augsnes

ilgtermiņa mežu augšanu un gruntsūdens līmeņa datiem no 69 mežu purva parauglaukumiem Centrālajā Somijā. Rezultāti parādījuši skaidru saikni starp audzes augšanu, barības vielu pieejamību un CO₂ emisijām. Kālijs bija galvenais meža augšanas ierobežojošais faktors. Tas norāda, ka apsaimniekošana, kuras mērķis ir samazināt ar heterotrofisko elpošanu saistītās CO₂ emisijas, paaugstinot gruntsūdens līmeni, samazinās meža augšanu. No C līdzsvara perspektīvas būtiska nozīme ir koka stāva augšanas ātrumam. Modelēšanas pieeja ļauj meklēt optimālu kokmateriālu ražošanas vadības modeli situācijā, kad CO₂ emisijām piešķirta noteikta cena. Grāvju tīkla uzturēšana kļūst rentabla, ja: i) sākotnējais drenāžas stāvoklis ir ļoti slikts, ii) pieejams kritiski mazs barības elementu krājums, iii) sagabājas ilgstošs lietus periods un iv) dominējošā koku suga ir priede un v) lielākā daļa no papildu pieauguma nokļūst zāģbaļķu kategorijā.

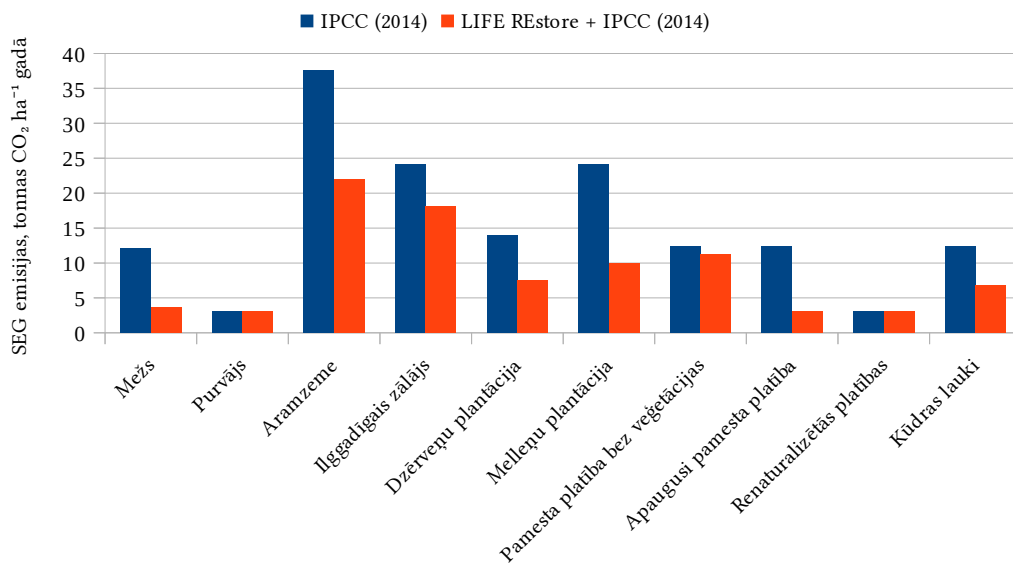
Simulatora kompleksā pieeja emisiju novērtēšanai un ekonomiskajai analīzei ir sekmīgi īstenota gan tropiskajos mežos Sumatrā un Indonēzijā, gan Somijas boreālajos mežos (Lauren et al., 2016). Modeļi var vienkāršot, lai izmantotu lauksaimniecībā izmantojamajās zemēs. Modelis izmantojams arī meliorācijas sistēmu rekonstrukcijas ekonomiskajai un ietekmes uz SEG emisijām analīzei, taču Latvijas apstākļos ir jāpilnveido dati par ūdens režīmu meliorētajās augsnēs. Lauksaimniecības zemēs ir jāparedz iespēja uzlabot nodrošinājumu ar barības vielām, izmantojot mēslojumu, lai gan vienkāršāk, iespējams, ir pieņemt, ka gruntsūdens līmeņa paaugstināšanos kompensē minerālmēslojuma ienese, attiecīgi, nevienam elementam nav kritiska ietekme uz augšanu. Izmantojot Susi modeļi lauksaimniecībā, ir jāpārstrādā vienādojumi, kas raksturo pieaugumu un organisko vielu ienesi augsnē. Šim mērķim izmantojami arī Yasso modelim izstrādātie ieneses dati, taču, atšķirībā no Yasso modeļa, Susi var pielietot tikai atsevišķas telpiskās vienības līmenī.

6.3 LIFE REstore iespējamā ietekme uz SEG emisiju faktoriem turpmākajās SEG inventarizācijās

LIFE REstore projekts šobrīd publicējis 1. novērojumu gada rezultātus, ko 2020. gadā papildinās ar 2. gada novērojumu datiem. Saskaņā ar projekta izpildītāju atzinumu, visticamāk, ka, integrējot 2. gada novērojumu datus, pieaugs CO₂ emisijas un samazināsies CH₄ emisijas, jo 2017. gads bija ļoti slapjš, savukārt, 2018. gads bija ekstremāli sauss. Emisiju faktorus ietekmēs arī temperatūru režīma liknes integrēšana aprēķinos, jo šobrīd nav ņemta vērā augsnes temperatūras samazināšanās nakts laikā. IPCC (2014) un LIFE REstore sākotnējo rezultātu apkopojums emisiju faktoru auglīgām (zemā purva kūdras augsnes) un neauglīgām (augstā purva kūdras augsnes) izteiksmē parādīts, attiecīgi, Tab. 9 un Tab. 10. Aramzemju un zālāju gadījumā abi emisiju faktori neatšķiras, jo lauksaimnieciskā darbība uz tipiskām augstā purva

augsnēm nav iespējama, tāpēc ir jāpieņem, ka, neatkarīgi no pieņēmumiem par augsnes tipu attiecīgajā teritorijā, SEG emisijas atbilst auglīgu augšņu rādītājiem. Att. 9 un Att. 10 dots emisiju faktoru salīdzinājums, summējot CO₂, N₂O, DOC un CH₄ emisijas. Aramzemēs noklusētais SEG emisiju faktors IPCC (2014) vadlīnijās ir par 41% lielāks, nekā atbilstoši LIFE REstore 1. gada mērījumu rezultātiem, bet zālajos uz auglīgām organiskām augsnēm – par 32% lielāks. Projekts pagaidām nav publicējis SEG emisiju faktorus N₂O, jo šai SEG gāzei papildus grūtības rada nepieciešamība veikt pieņēmumus par minerālmēslojuma pielietošanas ietekmi uz N₂O emisijām, jo minerālmēslojuma izkliedēšana dažādos izpētes objektos notika atšķirīgā laikā pirms mēslojuma izkliedēšanas un objektu apsaimniekotāji nevarēja sniegt precīzu informāciju par to, kad minerālmēslojums izkliedēts.

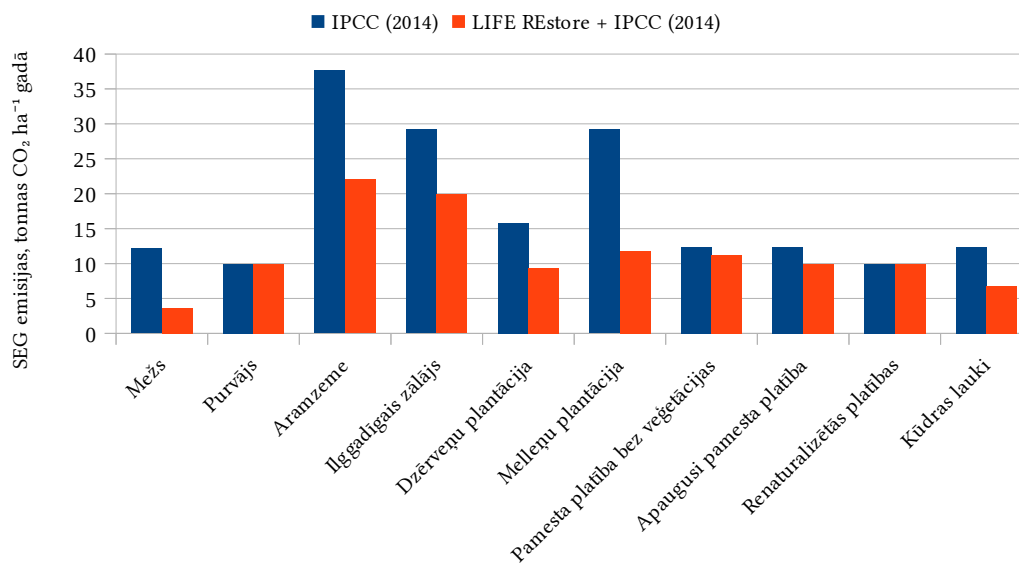
Saskaņā ar ilgtermiņa novērojumu datiem (Lazdiņš et al., 2016) oglekļa krājumu zudums aramzemēs uz organiskām augsnēm ir 4,2 tonnas ha⁻¹. Šis rādītājs būtiski neatšķiras no LIFE REstore vidējiem ikgadējiem C (CO₂-C + DOC-C⁸ + CH₄-C) zuduma rādītājiem, neskaitot grāvju radīto ietekmi.



Att. 9: SEG emisiju kopsavilkums atbilstoši LIFE REstore un IPCC (2014) vadlīnijās dotajiem emisiju faktoriem mazauglīgām augsnēm.

⁸ IPCC (2014) noklusētā vērtība.

Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai



Att. 10: SEG emisiju kopsavilkums atbilstoši LIFE REstore un IPCC (2014) vadlīnijās dotajiem emisiju faktoriem auglīgām augsnēm.

Tab. 9: Augsnes SEG emisiju aprēķinu faktori atbilstoši IPCC (2014) vadlinijām

SEG	Nodrošinājums ar barības vielām	Mežs	Purvājs	Aramzeme	Ilggadīgais zālājs	Dzērveņu plantācija	Melleņu plantācija	Pamesta platība bez veģetācijas	Apaugusi pamesta platība	Renaturalizētās platības	Kūdras lauki
CO ₂	Slikts	9,53	-0,84	28,97	19,43	10,27	19,43	10,27	9,53	-0,84	10,27
CO ₂	Labs	9,53	1,83	28,97	22,37	10,27	22,37	10,27	9,53	1,83	10,27
DOC	Slikts	1,14	0,88	1,14	1,14	0,88	1,14	1,14	1,14	0,88	1,14
DOC	Labs	1,14	0,88	1,14	1,14	0,88	1,14	1,14	1,14	0,88	1,14
CH ₄	Slikts	0,06	3,07	0	0,04	0,14	0,04	0,14	0,06	3,07	0,14
CH ₄	Labs	0,06	7,2	0	0,38	0,14	0,38	0,14	0,06	7,2	0,14
CH ₄ no grāvjiem	Slikts	0,14	0	1,46	1,46	0,68	1,46	0,68	0,27	0	0,68
CH ₄ no grāvjiem	Labs	0,14	0	1,46	1,46	0,68	1,46	0,68	0,27	0	0,68
N ₂ O	Slikts	1,31	0	6,09	2,01	2,01	2,01	0,14	1,31	0	0,14
N ₂ O	Labs	1,31	0	6,09	3,84	3,84	3,84	0,14	1,31	0	0,14
Kopā	Slikts	12,18	3,1	37,65	24,08	13,98	24,08	12,37	12,31	3,1	12,37
Kopā	Labs	12,18	9,91	37,65	29,18	15,81	29,18	12,37	12,31	9,91	12,37

Tab. 10: Augsnes SEG emisiju aprēķinu faktori atbilstoši LIFE REstore rezultātiem un IPCC (2014) vadlinijām

SEG	Nodrošinājums ar barības vielām	Mežs	Purvājs	Aramzeme	Ilggadīgais zālājs	Dzērveņu plantācija	Melleņu plantācija	Pamesta platība bez veģetācijas	Apaugusi pamesta platība	Renaturalizētās platības	Kūdras lauki
CO ₂	Slikts	0,83	-0,84	13,27	12,11	3,79	4,52	7,08	-0,84	-0,84	4,45
CO ₂	Labs	0,83	1,83	13,27	12,11	3,79	4,52	7,08	1,83	1,83	4,45
DOC	Slikts	1,14	0,88	1,14	1,14	0,88	1,14	1,14	0,88	0,88	1,14
DOC	Labs	1,14	0,88	1,14	1,14	0,88	1,14	1,14	0,88	0,88	1,14
CH ₄	Slikts	0,25	3,07	0,09	1,34	0,16	0,88	1,43	3,07	3,07	0,37

SEG	Nodrošinājums ar barības vielām	Mežs	Purvājs	Aramzeme	Ilggadīgais zālājs	Dzērveņu plantācija	Melleņu plantācija	Pamesta platība bez veģetācijas	Apaugusi pamesta platība	Renaturalizētās platības	Kūdras lauki
CH ₄	Labs	0,25	7,2	0,09	1,34	0,16	0,88	1,43	7,2	7,2	0,37
CH ₄ no grāvjiem	Slikts	0,14	0	1,46	1,46	0,68	1,46	0,27	0	0	0,68
CH ₄ no grāvjiem	Labs	0,14	0	1,46	1,46	0,68	1,46	0,27	0	0	0,68
N ₂ O	Slikts	1,31	0	6,09	2,01	2,01	2,01	1,31	0	0	0,14
N ₂ O	Labs	1,31	0	6,09	3,84	3,84	3,84	1,31	0	0	0,14
Kopā	Slikts	3,67	3,1	22,05	18,06	7,51	10,01	11,23	3,1	3,1	6,77
Kopā	Labs	3,67	9,91	22,05	19,89	9,34	11,84	11,23	9,91	9,91	6,77

6.4 Emisiju mazināšanas pasākumu iespējamās ietekmes analīze

Saskaņā ar ES tiesību aktiem, kas pieņemti 2018. gada maijā, ES dalībvalstīm jānodrošina, ka siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisijas no zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas vai mežsaimniecības (ZIZIMM) sektora kompensē ar vismaz līdzvērtīgu CO₂ piesaisti no atmosfēras laika periodā no 2021. gada līdz 2030. gadam. Ietekmi vērtē pret saistībām, kas noteiktas atbilstoši SEG emisiju references līmenim, kas noteikts aramzemēm, zālājiem, mitrājiem (no 2026. gada) un mežsaimniecībai.

Eiropas Padome pēc 2018. gada 17. aprīļa balsojuma pieņēma 2018. gada 14. maijā apstiprināto regulu par siltumnīcefekta gāzu emisiju un piesaisti ZIZIMM sektorā 2030. gada klimata un enerģētikas sistēmā, līdz ar to radot juridisku pamatojums ZIZIMM sektora iekļaušanai SEG emisiju un piesaistes tirdzniecības sistēmā (2018/841/EU, turpmāk tekstā ZIZIMM regula⁹). Tas ir arī saskaņā ar Parīzes nolīgumu, kurā norādīta ZIZIMM sektora noteicošā loma, lai sasniegtu ilgtermiņa mērķus klimata pārmaiņu mazināšanai.

Ar šo regulu īsteno 2014. gada oktobrī noslēgto ES valtu vadītāju nolīgumu, kas paredz, ka visām nozarēm, tostarp ZIZIMM sektoram, jāpalīdz sasniegt ES 2030. gada emisiju samazināšanas mērķi. ES kopīgais mērķis 2030. gadam klimata un enerģētikas politikas kontekstā ir SEG emisiju samazināšana par 40%, salīdzinot ar 1990. gada līmeni, atjaunojamās enerģijas īpatsvara palielināšana līdz vismaz 27% un energoefektivitātes palielināšana par vismaz 27%.

Lai sasniegtu emisiju samazināšanas mērķi ES emisiju tirdzniecības sistēmai (ETS) 2030. gadā jāsamazina SEG emisijas par 43%, salīdzinot ar 2005. gadu, bet ne-ETS sektoram SEG emisijas 2030. gadā jāsamazina par 30%, salīdzinot ar 2005. gadu

Ilgtermiņa ES SEG emisiju samazināšanas mērķis ir 80-95% 2050. gadā. Tik liels prognozētais emisiju samazinājums nav iespējams bez būtisku emisiju mazināšanas pasākumu ieviešanas jau tuvākajos gados, tajā skaitā, veicot tādas darbības, kas ZIZIMM sektorā rada būtisku SEG emisiju pieaugumu īstermiņā. Tāpēc pastāv uzskats, ka ZIZIMM sektora piesaistes vienības būs pieprasītas pēc saistību perioda beigām 2026. un 2030. gadā.

Saskaņā ar ZIZIMM regulu, lai nodrošinātu, ka SEG emisijas ZIZIMM sektorā pilnībā kompensē ar ekvivalentu CO₂ piesaisti no atmosfēras, katrai dalībvalstij jāveic klimata izmaiņu mazināšanas pasākumi. Tas ir pazīstams kā "no debits" likums.

Kaut arī dalībvalstis līdz 2020. gadam daļēji ir uzņēmušas šīs saistības saskaņā ar Kioto protokolu, ZIZIMM regula pirmo reizi ES tiesību aktos paredz saistības laikposmam no 2021. gada līdz 2030. gadam. Turklāt obligāti noteikto saistību apjoms

⁹ https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2018.156.01.0001.01.ENG

ZIZIMM sektorā paplašināts no meža apsaimniekošanas uz visiem zemes izmantošanas veidiem (no 2026. gada – arī mitrājiem), izņemot apbūvi.

Jauno noteikumu izstrādāšanas mērķis ir izveidot sistēmu, kas veicina siltumnīcefektu mazinošu zemes apsaimniekošanu, neradot jaunus ierobežojumus vai vai administratīvus šķēršļus saimnieciskās darbības attīstībai atsevišķām dalībvalstīm.

Viens no ZIZIMM regulas uzdevumiem ir palīdzēt zemkopjiem attīstīt videi draudzīgu lauksaimniecības praksi un atbalstīt mežsaimniecību, palielinot koksnes produktu ietekmi uz saistību izpildi. ZIZIMM regula palielina arī nedzīvās koksnes ietekmi uz saistību izpildi, jo nedzīvajai koksnei un koksnes produktiem nav uzlikta augšējā robeža ieguldījumam saistību izpildē, kā tas ir, piemēram, dzīvās biomasas uzkrājuma izmaiņām meža zemēs. Līdzīgi vērtē arī oglekļa uzkrājuma izmaiņas aramzemēs un ilggadīgajos zālajos.

ZIZIMM regulā ietvertie uzlabojumi, reaģējot uz iepriekš pausto kritiku par Kioto protokolā ietvertajiem mehānismiem:

- vienkāršota un modernizēta uzskaites metodika atbilstoši ar regulas Nr. 529/2013/ES un Kioto protokola prasībām;
- izveidots jauns ES pārvaldības process, lai uzraudzītu, kā dalībvalstis aprēķina SEG emisijas un piesaisti no meža zemēs veiktajām darbībām;
- palielināts uzskaitē ietvertu zemes izmantošanas veidu skaits, lai aptvertu visas apsaimniekotās zemes ES, nodrošinot taisnīgāku uzskaites mehānismu.

Saskaņā ar ZIZIMM regulu dalībvalstis var pirkt un pārdot ZIZIMM piesaistes vienības citām dalībvalstīm. Šis mehānisms motivē dalībvalstis palielināt CO₂ virs saistību apjoma. No otras puses, dalībvalsts var izvēlēties palielināt CO₂ piesaisti vai samazināt emisijas ZIZIMM sektorā, tādējādi palīdzot savas valsts lauksaimniecības nozarei īstenot saistību pārdales regulā noteiktās prasības SEG emisiju mazināšanai.

Neskatoties uz ZIZIMM regulas apspriešanas procesā Eiropas Komisijas pausto apņēmību vienkāršot saistību izpildes uzskaites mehānismu, piesaistes vienību iespējamās cenas un pieejamības prognozēšana šobrīd, kamēr nav apstiprināts dalībvalstu Meža references līmenis (to plānots saskaņot EK līmenī 2019. gada beigās), ir ārkārtīgi komplicēta. Dažādi ZIZIMM regulā ietvertie elastības mehānismi darbojas nacionālā vai ES līmenī, kas nosaka atšķirīgu vērtību dažādos elastības mehānismos izmantotajām piesaistes vienībām. Meža references līmenis lielā mērā noteiks, vai Latvija un citas valstis ar attīstītu mežsaimniecību, kas bija spiestas būtiski samazināt mežizstrādi ekonomiskās krīzes gados, spēs izpildīt SEG emisiju samazināšanas saistības ZIZIMM sektorā, attiecīgi, var izveidoties situācija, kad valstij ir jāpērk piesaistes vienības no citām valstīm vai arī jāizmanto valsts citos sektoros radītais SEG emisiju samazinājuma pārpalikums vai arī jāiedarbina abi mehānismi, ja

pārpalikums citos sektoros ir nepietiekams saistību neizpildes ZIZIMM sektorā kompensēšanai.

Eiropas Komisijas sagatavotajā ZIZIMM regulas ieviešanas ietekmes novērtējuma ziņojumā¹⁰ pausts viedoklis, ka ES valstis kopumā spēs izpildīt 2030. gada saistības ZIZIMM sektorā, tostarp meža apsaimniekošanā un nepieciešamības gadījumā varēs iedarbināt elastības mehānismus meža references līmenī noteikto saistību neizpildes gadījumā, piemēram, situācijās, kad Parīzes vienošanās noteikto saistību izpildei nepieciešama mežizstrādes apjoma palielināšana īstermiņā, lai veicinātu pāraugušo mežaudžu atjaunošanu.

Šobrīd nav skaidrs, cik liels piesaistes vienību pārpalikums (saistību pārpile) sagaidāms ZIZIMM sektorā 2026. un 2030. gadā, jo EK sagatavotās prognozes atsevišķu valstu līmenī būtiski atšķiras (ir optimistiskākas) par nacionālajām prognozēm, kas iesniegtas Divgadu pārskatos UNFCCC ietvaros, ko valstis gatavo saskaņā ar EK Īstenošanas Regulas 749/2014 18. pantu, kā arī UNFCCC COP lēmumu 2/CP.17, UNFCCC 12. pantu un lēmumiem 1/CP.16, 2/CP.17 un 19/CP.18; un Ziņojumā par politikām, pasākumiem un SEG prognozēm, ko dalībvalstis gatavo saskaņā ar Monitoringa mehānisma regulas 525/2013 13. un 14. pantu. Arī Latvija ir starp tām valstīm, kurai EK prognozes lauksaimniecības un ZIZIMM sektorā EK prognozes ir optimistiskākas par nacionālajām prognozēm. Kārtējais Divgadu ziņojums un Ziņojums par politikām, pasākumiem un SEG prognozēm ir jāiesniedz 2019. gadā un aktualizēta informācija par nacionālajām prognozēm būs pieejama publiski tikai 2019. gada aprīlī. Papildus neskaidrību rada dažādu uzskaites metožu pielietošana – prognožu ziņojumi balstīti uz UNFCCC ziņošanas principiem¹¹, bet ZIZIMM regulā kombinēti Kioto protokola¹² un UNFCCC ziņošanas principi, kas noteikti ZIZIMM regulā, piemēram, meža ieaudzēšanas radītās piesaistes uzskaitē apmežoto zemju kategorijā 30 un nevis 20 gadu laikā. Neskaidrības rada arī tas, ka ārpus ES esošajām valstīm nav definēti uzskaites principi un saistības ZIZIMM sektorā. Šobrīd nav skaidrs arī tas, kā realizēsies ilglaicīgo izmaiņu uzskaitē, piemēram, atmežošanas par apbūves teritorijām ietekme uz SEG emisijām no augsnes vai atmežoto zemju atkārtotas apmežošanas radītā piesaiste. Šiem metodiskajiem faktoriem var būt nozīmīga ietekme uz saistību izpildi, ja meža references līmenis būtiski neatšķirsies no faktiskās CO₂ piesaistes un SEG emisiju bilances meža apsaimniekošanā.

Vislielāko ietekmi uz ZIZIMM sektora piesaistes vienību pieejamību un cenu radīs ZIZIMM regulā iestrādātie elastības un saistību aprēķināšanas mehānismi:

- elastības mehānismi;

¹⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016SC0249&from=EN>

¹¹ (Eggleston et al., 2006; Takahiro Hiraishi et al., 2013)

¹² (T. Hiraishi et al., 2013)

- mežsaimniecības CAP (3,5% no nacionālajām SEG emisijām 1990. gadā neskaitot ZIZIMM sektoru), ko var realizēt piesaistes vienību tirdzniecības sistēmā, pārdodot citām valstīm, lai kompensētu ETS un ne-ETS sektora saistību neizpildi;
- fiksēts piesaistes vienību apjoms, ko var izmantot ne-ETS sektora saistību neizpildes kompensēšanai;
- elastības mehānisms mežsaimniecības saistību neizpildes kompensēšanai, ko var iedarbināt, ja ZIZIMM sektors kopumā visā Eiropā nodrošina saistību izpildi;
- saistības ZIZIMM sektorā;
 - mežsaimniecības references līmenis (piesaistes apjoms, ko nodrošina 2000.-2009. gada mežsaimniecības prakses saglabāšana 2021.-2030. gados);
 - references periods aramzemēs – vidējais ikgadējais SEG emisiju apjoms 2005.-2009. gados;
 - references periods zālajos – vidējais ikgadējais SEG emisiju apjoms 2005.-2009. gados;
 - references periods apsaimniekotos mitrājos – vidējais ikgadējais SEG emisiju apjoms 2005.-2009. gados¹³.

Latvijas saistību apjomu un elastības mehānismos pieejamās piesaistes vienības var aprēķināt atbilstoši jaunākajam Divgadu ziņojumam. Jāņem vērā, ka divgadu ziņojumā mežsaimniecības attīstības scenārijs aprēķināts, kā references scenārijs, tāpēc tas nerada papildus CO₂ piesaisti vai SEG emisijas. Aprēķinu parametri un to sākotnējās vērtības dotas Tab. 11.

Tab. 11: Saistību un elastības mehānismu aprēķinu parametri

Rādītājs	Skaitliskā vērtība	Mērvienība
<i>Vēsturiskie dati</i>		
SEG emisijas 1990. gadā (neskaitot ZIZIMM sektoru)	26 193	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Aramzemju apsaimniekošanas radītās SEG emisijas 2005.-2009. gados	3415	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Zālāju apsaimniekošanas radītās SEG emisijas 2005.-2009. gados	1107	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Mitrāju apsaimniekošanas radītās SEG emisijas 2005.-2009. gados	996	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
<i>Saistību aprēķins</i>		
Meža apsaimniekošanas references līmenis 2021.-2030. gados	-2935	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Aramzemju apsaimniekošanas references līmenis 2021.-2030.	3415	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā

¹³ Mitrājiem saistības noteiktas 2026.-2030. gadā, pārējiem zemes izmantošanas veidiem – 2021.-2030. gados.

Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai

Rādītājs	Skaitliskā vertība	Mērvienība
gados		
Zālāju apsaimniekošanas references līmenis 2021.-2030. gados	1107	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Mitrāju apsaimniekošanas references līmenis 2021.-2030. gados	996	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Kopējais saistību apjoms 2021.-2030. gados	2583	1000 tonnas CO₂ ekv. gadā
<i>Elastības mehānismi</i>		
Meža apsaimniekošanas CAP (3,5% no SEG emisijām 1990. gadā)	-917	1000 tonnas CO ₂ ekv. gadā
Meža apsaimniekošanas references līmeņa kompensācijas apjoms 2021.-2030. gados ¹⁴	-25 600	1000 tonnas CO ₂ ekv.
Mehānisms ne-ETS sektora SEG emisiju kompensēšanai ¹⁵	3100	1000 tonnas CO ₂ ekv.
<i>Emisiju prognoze</i>		
SEG emisiju prognoze aramzemēm 2021.-2030. gados	32 969	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisiju prognoze zālājiem 2021.-2030. gados	9490	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisiju prognoze apsaimniekotiem mitrājiem 2021.-2030. gados	11 358	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisiju prognoze meža apsaimniekošanai (t.sk. koksnes produktiem un nedzīvajai koksnei) 2021.-2030. gados	-15 420	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisiju prognoze koksnes produktiem 2021.-2030. gados	-13 697	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisiju prognoze nedzīvajai koksnei 2021.-2030. gados	-3676	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisijas apmežošanas rezultātā 2021.-2030. gadā	-727	1000 tonnas CO ₂ ekv.
SEG emisijas atmežošanas rezultātā 2021.-2030. gadā	1937	1000 tonnas CO ₂ ekv.

Saskaņā ar Tab. 11 apkopotajām prognozēm aramzemju un zālāju apsaimniekošanā veidosies saistību pārpile, kas pilnībā kompensēs saistību neizpildi mitrāju apsaimniekošanā un atmežošanas radītās SEG emisijas. Saistību pārpile aramzemēs un ilggadīgajos zālajos lielā mērā saistīta ar organisko augsņu mineralizāciju, kuras rezultātā kopš 1990. gada būtiski samazinājušās SEG emisijas no augsnes¹⁶. Piesaistes vienību pārpalikums nosedz elastības mehānismu ne-ETS sektora radīto SEG emisiju kompensēšanai 3100 tūkst. tonnu CO₂ apjomā, kā arī rada 1068 tūkst. tonnas CO₂ ekv., ko var pārdot citām valstīm, ja tās nespēj nodrošināt saistību izpildi. Jāņem vērā, ka SEG inventarizācijas ziņojumā uzsvērts, ka gan LIFE REstore, gan citu pētījumu rezultāti būtiski ietekmēs SEG emisiju aprēķinu rezultātus un šis rezultāts vērtējams tikai kā pagaidu scenārijs. Saskaņā ar provizoriskiem aprēķiniem, SEG emisiju faktoru samazināšanās LIFE REstore rezultātus ieviešanas rezultātā samazinās SEG emisijas līdz tādām līmenim, ka emisiju samazināšanās aramzemēs un zālajos vairs neradīs atlikumu elastības mehānismu iedarbināšanai. Attiecīgi, iespējami 2 scenāriji

¹⁴ Saskaņā ar ZIZIMM regulu.

¹⁵ Saskaņā ar ZIZIMM regulu.

¹⁶ Lupikis et al., 2017; Petaja et al., 2018

– ZIZIMM sektors iedarbina ne-ETS sektora elastības mehānismus un prognozējamo piesaistes vienību cenu nosaka starptautiskais tirgus (ZIZIMM sektors pilnībā nosedz elastības mehānismu) vai arī elastības mehānisma izmantošanai nepieciešami nepieciešami papildus pasākumi. Piesaistes vienību ārējos tirgos veido tādi paši faktori, kā Latvijā, tāpēc prognozējamo piesaistes vienību cenu varēs pateikt tad, kad būs publicētas prognozes, kas izstrādātas atbilstoši ZIZIMM regulas prasībām un būs zināms mežsaimniecības references līmenis. Piesaistes vienību cenu noteiks saistību neizpilde ETS un ne-ETS sektoros, ņemot vērā elastības mehānismu ietekmi Eiropas mērogā, un pieejamo ZIZIMM sektora piesaistes vienību daudzums. EK ZIZIMM regulas ietekmes novērtējuma ziņojumā uzsvērts, ka visas piesaistes vienības būs pieprasītas, galvenokārt, tāpēc ka ir uzlikti griesti (CAP) mežsaimniecības radītās piesaistes izmantošanai, tāpēc piesaistes vienību cena atbildīs vidējai SEG emisiju vienības cenai. Tajā pat laikā EK ietekmes novērtējuma ziņojumā izmantota fiksēta CO₂ piesaistes vienības cena – 20 eur tonna⁻¹ CO₂, paredzot tās pakāpenisku pieaugumu līdz 30 eur tonna⁻¹ CO₂ 2030. gadā.

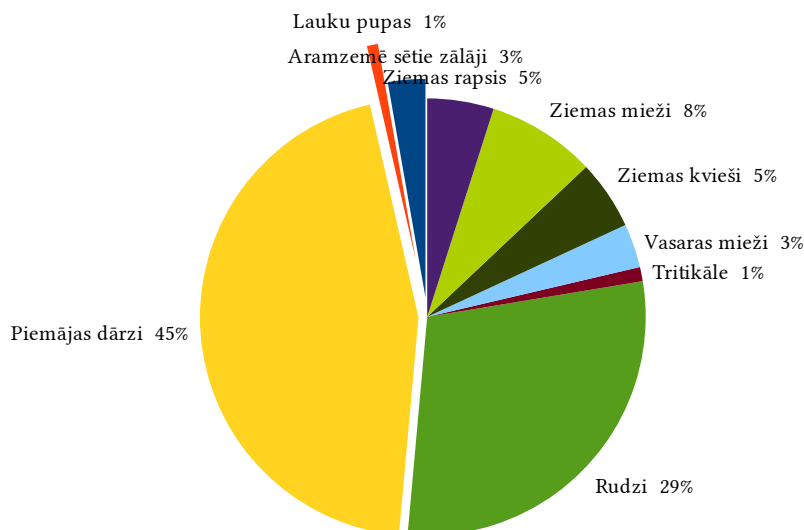
Latvijas mērogā (scenārijs, kurā emisiju mazināšanas pasākumi iedarbinās elastības mehānismus), CO₂ piesaistes vienību cenu noteiks vidējās SEG emisiju samazināšanas izmaksas ne-ETS sektorā. Šobrīd pieejamajos prognožu dokumentos šāds novērtējums ne-ETS sektora pasākumiem nav pieejams. ETS sektora emisiju samazināšanas izmaksas saskaņā ar prognožu dokumentiem ir 56 eur tonna⁻¹ CO₂, attiecīgi, būtiski lielāka, nekā EK izmantotā piesaistes vienību cena – 20 eur tonna⁻¹ CO₂. Lai novērstu iespējamus ieguvumu pārspilējumus, piesaistes vienību radīto ieņēmumu prognozēs un neplānotu pasākumus, kuru izmaksas pārsniegs piesaistes vienību cenu, lietderīgi izmantot kā pasākumu izmaksu robežvērtību un prognozējamo piesaistes vienību cenu EK dokumentos lietotos 20 eur tonna⁻¹ CO₂.

Pētījumā izskatīti 4 SEG emisiju samazināšanas pasākumi aramzemēs un zālajos uz organiskajām augsnēm:

1. aramzemju dabiska apmežošanās;
2. aramzemju mērķtiecīga apmežošana;
3. zālāju dabiska apmežošanās;
4. zālāju mērķtiecīga apmežošana.

Saskaņā ar MRM parauglaukumu apsekojumu datiem identificētajās organiskajās augsnēs aramzemēs (Petaja et al., 2018) 2018. gadā turpinās saimnieciskā darbība (Att. 11), pie kam ar salīdzinoši lielu intensitāti, ņemot vērā, ka 45% no organiskajām augsnēm aramzemēs ir piemājas dārzi. Taču aprēķinos jāņem vērā korekcijas, kas saistītas ar pieņēmumiem par ekstensīvi kultivētu teritoriju saglabāšanu aramzemju kategorijā. Faktiskā aramzemju platība ir par aptuveni 30% mazāka, nekā šobrīd SEG

inventarizācijas ziņojumā iekļautā “potenciālā” aramzemju platība, tāpēc arī organisko augšņu platība aramzemēs faktiski ir būtiski mazāka, bet zālajos – lielāka. Saskaņā ar attālās izpētes datu analīzi aramzemju platība 2013. gada beigās bija 1 369 tūkst. ha, bet zālāju un ganību platība – 1 315 tūkst. ha. Attiecīgi, organisko augšņu aramzemēs platība šajā laikā bija 68,5 tūkst. ha, bet zālajos – 109,5 tūkst. ha.



Att. 11: Saimnieciskā darbība uz organiskajām augsnēm aramzemēs¹⁷.

SEG emisiju aprēķinos izmantoti IPCC 2014 noklusētie emisiju faktori un projekta LIFE REstore prezentētie emisiju faktori, kas vēl tiks papildināti, noslēdzot projektu. Aprēķinos iekļautas arī izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) emisijas, kas nav iekļautas SEG inventarizācijā. Apmežošanas scenārijos aprēķins veikts 50 gadus ilgam periodam.

SEG emisijas pirms pasākumu īstenošanas parādītas Tab. 12 un Tab. 13. Kopējās emisijas atbilstoši IPCC 2014 metodikai sasniedz 5773 tūkst. tonnas CO₂ ekv., bet atbilstoši LIFE REstore pilnveidotajiem emisiju faktoriem – 3687 tūkst. tonnas CO₂ ekv., tajā skaitā 837 tūkst. tonnas CO₂ ekv., ko uzskaita lauksaimniecības sektorā.

Tab. 12: SEG emisijas no aramzemēm pirms pasākumu īstenošanas (tonnas CO₂ ekv. gadā)

IPCC pēc noklusējuma	IPCC 2014 noklusētie emisiju faktori	LIFE REstore rezultāti
CO ₂	1 984 217	909 281
DOC	77 862	77 862
CH ₄	0	6 455

¹⁷ Lauku atbalsta dienesta 2018. gada dati.

Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai

IPCC pēc noklusējuma	IPCC 2014 noklusētie emisiju faktori	LIFE REstore rezultāti
CH ₄ no grāvjiem	99 753	99 753
N ₂ O	417 008	417 008
Kopā	2 578 840	1 510 359

Tab. 13: SEG emisijas no zālājiem pirms pasākumu īstenošanas (tonnas CO₂ ekv. gadā)

IPCC pēc noklusējuma	IPCC 2014 noklusētie emisiju faktori	LIFE REstore rezultāti
CO ₂	2 449 150	1 326 010
DOC	124 465	124 465
CH ₄	41 610	147 037
CH ₄ no grāvjiem	159 459	159 459
N ₂ O	420 474	420 474
Kopā	3 195 158	2 177 446

SEG emisiju samazinājums, mērķtiecīgi apmežojot aramzemes, atbilst 33,8 tonnām CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti IPCC 2014 noklusētie pieņēmumi par SEG emisijām no augsnes, un 23,7 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti LIFE REstore emisiju faktori. Kopējais potenciālais SEG emisiju samazinājums mērķtiecīgas aramzemju apmežošanas gadījumā ir 2110 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā vai 1625 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā (Tab. 14), attiecīgi, ja izmantoti IPCC 2014 vai LIFE REstore izstrādātie emisiju faktori. SEG emisiju samazinājums, kas uzskaitāms lauksaimniecības sektorā zemes izmantošanas maiņas gadījumā atbilst kopējām N₂O emisijām, t.i. **417 tūkst. tonnām CO₂ ekv. gadā (6,09 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā)**. Pārreķinot uz EK prognozēto CO₂ piesaistes vienības cenu (20 EUR tonna⁻¹ CO₂), aramzemju uz organiskajām augsnēm mērķtiecīgas apmežošanas vērtība, samazinot SEG emisijas lauksaimniecības sektorā, ir 122 EUR ha⁻¹ gadā (līdz 8,3 milj. EUR gadā). Kopējā SEG emisiju samazinājuma vērtība lauksaimniecības un ZIZIMM sektoru uzskaitē, neskaitot papildus CO₂ piesaisti meža zemēs, apmežojot organiskās augsnes aramzemes, atbilstoši IPCC (2014) emisiju faktoriem ir 506 EUR ha⁻¹ gadā (emisiju samazinājums par 25,3 tonnām CO₂ ha⁻¹ gadā), bet atbilstoši LIFE REstore rezultātiem – 365 EUR ha⁻¹ gadā. Potenciālā emisiju samazinājuma vērtība pirmajā gadījumā ir 34,7 milj. EUR gadā, bet 2. gadījumā – 25,0 milj. EUR gadā.

Tab. 14: SEG emisiju samazinājums, apmežojot aramzemes

SEG	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		Tonnas CO ₂ ekv. gadā	
	IPCC 2014	LIFE REStore	IPCC 2014	LIFE REStore
CO ₂	24,9	17,9	1 706 195	1 227 240
DOC	0,0	0,0	0	0

Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai

SEG	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		Tonnas CO ₂ ekv. gadā	
	IPCC 2014	LIFE REStore	IPCC 2014	LIFE REStore
CH ₄	-0,1	-0,2	-4 067	-10 328
CH ₄ no grāvjiem	1,2	1,2	81 173	81 173
N ₂ O	4,8	4,8	327 191	327 191
Kopā	30,8	23,7	2 110 492	1 625 276

SEG emisiju samazinājums, mērķtiecīgi apmežojot zālājus, atbilst 23,3 tonnām CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti IPCC (2014) noklusētie pieņēmumi par SEG emisijām no augsnes, un 22,6 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti LIFE REStore emisiju faktori. Kopējais potenciālais SEG emisiju samazinājums mērķtiecīgas zālāju apmežošanas gadījumā ir 2556 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā vai 2471 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā (Tab. 15), attiecīgi, ja izmantoti IPCC 2014 vai LIFE REStore izstrādātie emisiju faktori. SEG emisiju samazinājums, kas uzskaitāms lauksaimniecības sektorā zemes izmantošanas maiņas gadījumā atbilst kopējām N₂O emisijām, t.i. **277 tūkst. tonnām CO₂ ekv. gadā (2,5 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā)**. Pārrēķinot uz EK prognozēto CO₂ piesaistes vienības cenu (20 EUR tonna⁻¹ CO₂), zālāju uz organiskajām augsnēm mērķtiecīgas apmežošanas vērtība, samazinot SEG emisijas lauksaimniecības sektorā, ir 50 EUR ha⁻¹ gadā (līdz 5,5 milj. EUR gadā). Kopējā SEG emisiju samazinājuma vērtība lauksaimniecības un ZIZIMM sektoru uzskaitē, neskaitot papildus CO₂ piesaisti meža zemēs, apmežojot organiskās augsnes zālajos, atbilstoši IPCC (2014) emisiju faktoriem ir 337 EUR ha⁻¹ gadā (emisiju samazinājums par 16,9 tonnām CO₂ ha⁻¹ gadā), bet atbilstoši LIFE REStore rezultātiem – 322 EUR ha⁻¹ gadā. Potenciālā emisiju samazinājuma vērtība pirmajā gadījumā ir 36,9 milj. EUR gadā, bet 2. gadījumā – 35,2 milj. EUR gadā.

Tab. 15: SEG emisiju samazinājums, apmežojot zālājus

SEG	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		Tonnas CO ₂ ekv. gadā	
	IPCC 2014	LIFE REStore	IPCC 2014	LIFE REStore
CO ₂	19,3	17,8	2 114 465	1 944 025
DOC	0,0	0,0	0	0
CH ₄	0,3	1,1	35 108	120 208
CH ₄ no grāvjiem	1,2	1,2	129 758	129 758
N ₂ O	2,5	2,5	276 897	276 897
Kopā	23,3	22,6	2 556 228	2 470 888

Kopējais potenciālais SEG emisiju samazinājums, mērķtiecīgi apmežojot aramzemes un zālājus uz organiskām augsnēm, atbilst 4666 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā vai 4096 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā, attiecīgi, ja izmantoti IPCC (2014) vai LIFE REStore izstrādātie emisiju faktori. SEG emisiju samazinājums, kas uzskaitāms

Modelēšanas risinājumi SEG emisiju uzskaitē un klimata izmaiņu mazināšanas pasākumu LIZ uz organiskajām augsnēm ietekmes raksturošanai

lauksaimniecības sektorā zemes izmantošanas maiņas gadījumā atbilst 694 tūkst. tonnām CO₂ ekv. gadā. Pārrēķinot uz EK prognozēto CO₂ piesaistes vienības cenu, zālāju un aramzemju uz organiskajām augsnēm mērķtiecīgas apmežošanas potenciālā vērtība, samazinot SEG emisijas lauksaimniecības sektorā, ir 13,9 milj. EUR gadā. Kopējā potenciālā SEG emisiju samazinājuma vērtība lauksaimniecības un ZIZIMM sektoru uzskaitē, neskaitot papildus CO₂ piesaisti meža zemēs, apmežojot organiskās augsnes aramzemēs un zālajos, atbilstoši IPCC 2014 emisiju faktoriem ir 71,6 milj. EUR gadā, bet 2. gadījumā – 30,2 milj. EUR gadā.

SEG emisiju samazinājums, atstājot aramzemes **dabiskai apmežošanai**, atbilst 31 tonnām CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti IPCC 2014 noklusētie pieņēmumi par SEG emisijām no augsnes, un 15,4 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti LIFE REstore emisiju faktori. Kopējais potenciālais SEG emisiju samazinājums mērķtiecīgas aramzemju apmežošanas gadījumā ir 2120 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā vai 1051 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā (Tab. 16), attiecīgi, ja izmantoti IPCC 2014 vai LIFE REstore izstrādātie emisiju faktori. Apmežošanas metodes izvēle zemes izmantošanas maiņas gadījumā neietekmē lauksaimniecības sektorā uzskaitāmo SEG emisiju samazinājumu. Kopējā SEG emisiju samazinājuma vērtība lauksaimniecības un ZIZIMM sektoru uzskaitē, neskaitot papildus CO₂ piesaisti meža zemēs, atstājot organiskās augsnes aramzemēs dabiskai apmežošanai, atbilstoši IPCC 2014 emisiju faktoriem ir 561 EUR ha⁻¹ gadā (emisiju samazinājums par 28,1 tonnām CO₂ ha⁻¹ gadā), bet atbilstoši LIFE REstore rezultātiem – 250 EUR ha⁻¹ gadā. Potenciālā emisiju samazinājuma vērtība pirmajā gadījumā ir 38,5 milj. EUR gadā, bet 2. gadījumā – 17,1 milj. EUR gadā.

Tab. 16: SEG emisiju samazinājums, atstājot aramzemes dabiskai apmežošanai

SEG	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		Tonnas CO ₂ ekv. gadā	
	IPCC 2014	LIFE REstore	IPCC 2014	LIFE REstore
CO ₂	30,0	14,3	2054 426	979 490
DOC	0,3	0,3	17 582	17 582
CH ₄	-6,8	-6,7	-468 540	-462 085
CH ₄ no grāvjiem	1,5	1,5	99 753	99 753
N ₂ O	6,1	6,1	417 008	417 008
Kopā	31,0	15,4	2 120 229	1 051 749

SEG emisiju samazinājums, atstājot zālājus dabiskai apmežošanai, atbilst 23,5 tonnām CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti IPCC 2014 noklusētie pieņēmumi par SEG emisijām no augsnes, un 14,2 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā, ja izmantoti LIFE REstore emisiju faktori. Kopējais potenciālais SEG emisiju samazinājums mērķtiecīgas zālāju apmežošanas gadījumā ir 2571 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā vai 1554 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā (Tab. 17), attiecīgi, ja izmantoti IPCC 2014 vai LIFE

REstore izstrādātie emisiju faktori. Apmežošanas metodes izvēle neietekmē lauksaimniecības sektorā uzskaitīto N₂O emisiju samazinājumu. Kopējā SEG emisiju samazinājuma vērtība lauksaimniecības un ZIZIMM sektoru uzskaitē, neskaitot papildus CO₂ piesaisti meža zemēs, apmežojot organiskās augsnes zālajos, atbilstoši IPCC 2014 emisiju faktoriem ir 392 EUR ha⁻¹ gadā (emisiju samazinājums par 19,6 tonnām CO₂ ha⁻¹ gadā), bet atbilstoši LIFE REstore rezultātiem – 207 EUR ha⁻¹ gadā. Potenciālā emisiju samazinājuma vērtība pirmajā gadījumā ir 43,0 milj. EUR gadā, bet 2. gadījumā – 22,6 milj. EUR gadā.

Tab. 17: SEG emisiju samazinājums, atstājot zālājus dabiskajai apmežošanai

SEG	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		Tonnas CO ₂ ekv. gadā	
	IPCC 2014	LIFE REStore	IPCC 2014	LIFE REStore
CO ₂	24,4	14,1	2 671 126	1 547 986
DOC	0,3	0,3	28 105	28 105
CH ₄	-6,5	-5,5	-707 370	-601 943
CH ₄ no grāvjiem	1,5	1,5	159 459	159 459
N ₂ O	3,8	3,8	420 474	420 474
Kopā	23,5	14,2	2 571 794	1 554 081

Kopējais potenciālais SEG emisiju samazinājums, atstājot aramzemes un zālājus uz organiskām augsnēm dabiskai apmežošanai, atbilst 4691 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā vai 2605 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā, attiecīgi, ja izmantoti IPCC 2014 vai LIFE REstore izstrādātie emisiju faktori. Kopējā potenciālā SEG emisiju samazinājuma vērtība lauksaimniecības un ZIZIMM sektoru uzskaitē, neskaitot papildus CO₂ piesaisti meža zemēs, atstājot organiskās augsnes aramzemēs un zālajos dabiskajai apmežošanai, atbilstoši IPCC 2014 emisiju faktoriem ir **81,5 milj. EUR gadā, bet 2. gadījumā – 39,7 milj. EUR gadā.**

IPCC 2014 emisiju faktoru izmantošana būtiski pārspilē emisiju samazinājumu ZIZIMM sektorā tajos scenārijos, kas saistās ar hidroloģiskā režīma atjaunošanu. Scenārijos, kas saistīti ar mērķtiecīgu apmežošanu, atšķirība dažādu emisiju faktoru izmantošanas gadījumā ir mazāka, tomēr tendence saglabājas – IPCC 2014 emisiju faktoru pielietošana pārspilē piesaistes.

Izmantotā literatūra

1. Ågren, A.M., Lidberg, W., Strömberg, M., Ogielvie, J., Arp, P.A., 2014. Evaluating digital terrain indices for soil wetness mapping – a Swedish case study. *Hydrology and Earth System Sciences* 18, 3623–3634. <https://doi.org/10.5194/hess-18-3623-2014>
2. Arnold, K.V., Weslien, P., Nilsson, M., Svensson, B.H., Klemetsson, L., 2005. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained coniferous forests on organic soils. *Forest Ecology and Management* 210, 239–254. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.031>
3. Aurela, M., Laurila, T., Tuovinen, J.-P., 2002. Annual CO₂ balance of a subarctic fen in northern Europe: Importance of the wintertime efflux. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 107, ACH 17-1-ACH 17-12. <https://doi.org/10.1029/2001JD001712>
4. Bāders, E., Lazdiņš, A., Butlers, A., Lupiķis, A., 2016. Atmežošanas radīto siltumnīcefekta gāzu emisiju pārrēķins, tajā skaitā atmežošanas radītās mežistrādes apjoma novērtējums (No. ZM/2016/28_EEA). LVMI Silava, Salaspils.
5. Ball, T., Smith, K.A., Moncrieff, J.B., 2007. Effect of stand age on greenhouse gas fluxes from a Sitka spruce [*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.] chronosequence on a peaty gley soil. *Global Change Biology* 13, 2128–2142. <https://doi.org/10.1111/j.1365-0755.2007.01377.x>
6. Bouwman, A.F., Boumans, L.J.M., Batjes, N.H., 2002. Emissions of N₂O and NO from fertilized fields: Summary of available measurement data: SUMMARY OF NO AND N₂O MEASUREMENT DATA. *Global Biogeochemical Cycles* 16, 6-1-6–13. <https://doi.org/10.1029/2001GB001401>
7. Brændholt, A., Steenberg Larsen, K., Ibrom, A., Pilegaard, K., 2017. Overestimation of closed-chamber soil CO₂ effluxes at low atmospheric turbulence. *Biogeosciences* 14, 1603–1616. <https://doi.org/10.5194/bg-14-1603-2017>
8. Charles, A., Rochette, P., Whalen, J.K., Angers, D.A., Chantigny, M.H., Bertrand, N., 2017. Global nitrous oxide emission factors from agricultural soils after addition of organic amendments: A meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 236, 88–98. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.014>
9. Čuhel, J., Šimek, M., Laughlin, R.J., Bru, D., Chèneby, D., Watson, C.J., Philippot, L., 2010. Insights into the Effect of Soil pH on N₂O and N₂ Emissions and Denitrifier Community Size and Activity. *Appl. Environ. Microbiol.* 76, 1870–1878. <https://doi.org/10.1128/AEM.01110-10>
10. Curzon, M.T., D'Amato, A.W., Palik, B.J., 2014. Harvest residue removal and soil compaction impact forest productivity and recovery: Potential implications for bioenergy harvests. *Forest Ecology and Management* 329, 99–107. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.056>
11. Dalal, R.C., Allen, D.E., 2008. TURNER REVIEW No. 18. Greenhouse gas fluxes from natural ecosystems. *Australian Journal of Botany* 56, 369. <https://doi.org/10.1071/BT07103>
12. Dehvari, A., Heck, R.J., 2013. Effect of LiDAR derived DEM resolution on terrain attributes, stream characterization and watershed delineation. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences* 6, 949–967.
13. Detenbeck, N.E., Galatowitsch, S.M., Atkinson, J., Ball, H., 1999. Evaluating perturbations and developing restoration strategies for inland wetlands in the Great Lakes basin. *Wetlands* 19, 789–820. <https://doi.org/10.1007/BF03161785>
14. Dise, N.B., 1992. Winter fluxes of methane from Minnesota peatlands. *Biogeochemistry* 17, 71–83. <https://doi.org/10.1007/BF00316178>
15. Domisch, T., Finér, L., Laiho, R., Karsisto, M., Laine, J., 2000. Decomposition of Scots pine litter and the fate of released carbon in pristine and drained pine mires. *Soil Biology and Biochemistry* 32, 1571–1580. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(00\)00523-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00523-8)
16. Eggleston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Kiyoto, T. (Eds.), 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other Land Use, in: 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan, p. 678.

17. Ernfors, M., Rütting, T., Klemedtsson, L., 2011. Increased nitrous oxide emissions from a drained organic forest soil after exclusion of ectomycorrhizal mycelia. *Plant Soil* 343, 161–170. <https://doi.org/10/frcft6>
18. Ernfors, M., von Arnold, K., Stendahl, J., Olsson, M., Klemedtsson, L., 2008. Nitrous oxide emissions from drained organic forest soils—an up-scaling based on C:N ratios. *Biogeochemistry* 89, 29–41. <https://doi.org/10/bpqd4v>
19. FAO, 2012. Peatlands - Guidance for climate change mitigation by conservation, rehabilitation and sustainable use.
20. Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y., 2011. Fine root production and turnover in forest ecosystems in relation to stand and environmental characteristics. *Forest Ecology and Management* 262, 2008–2023. <https://doi.org/10/fd37wz>
21. Gancone, A., Skrebele, A., Līga, R., Ratniece, V., Cakars, I., Siņics, L., Gračkova, L., Klāvs, G., Lazdiņš, A., Butlers, A., Bārdule, A., Lupiķis, A., Bērziņa, L., Degole, L., Priekulis, J., 2017. Latvia's National Inventory Report Submission under UNFCCC and the Kyoto protocol Common Reporting Formats (CRF) 1990 – 2015. Ministry of Environmental Protection and Regional Development of the Republic of Latvia, Riga.
22. Gauci, V., Gowing, D.J.G., Hornibrook, E.R.C., Davis, J.M., Dise, N.B., 2010. Woody stem methane emission in mature wetland alder trees. *Atmospheric Environment* 44, 2157–2160. <https://doi.org/10/dr6kww>
23. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M., Troxler, T.G. (Eds.), 2013. Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. IPCC, Switzerland.
24. Hiraishi, Takahiro, Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Fukuda, M., Troxler, T., Jamsranjav, B., 2013. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC, Switzerland.
25. Holmgren, P., 1994. Topographic and geochemical influence on the forest site quality, with respect to *Pinus sylvestris* and *Picea abies* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 9, 75–82. <https://doi.org/10.1080/02827589409382815>
26. Ivanovs, J., Lupiķis, A., 2018. Identification of wet areas in forest using remote sensing data. *Agronomy research*. <https://doi.org/10/gd537c>
27. Ivanovs, J., Sietina, I., Spalva, G., 2017. Identification of wet areas in forest by using LiDAR based DEM. Proceedings of the 8th International Scientific Conference Rural Development 2017. <https://doi.org/10.15544/RD.2017.094>
28. Jagodzinski, A.M., Ziółkowski, J., Warnkowska, A., Prais, H., 2016. Tree Age Effects on Fine Root Biomass and Morphology over Chronosequences of *Fagus sylvatica*, *Quercus robur* and *Alnus glutinosa* Stands. *PLOS ONE* 11, e0148668. <https://doi.org/10/gfj542>
29. Kasimir, Å., He, H., Coria, J., Nordén, A., 2018. Land use of drained peatlands: Greenhouse gas fluxes, plant production, and economics. *Global Change Biology* 24, 3302–3316. <https://doi.org/10/gcps5w>
30. Kasimir-Klemedtsson, Å., Klemedtsson, L., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J., Oenema, O., 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil Use and Management* 13, 245–250. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00595.x>
31. Kim, Y., Ueyama, M., Nakagawa, F., Tsunogai, U., Harazono, Y., Tanaka, N., 2007. Assessment of winter fluxes of CO₂ and CH₄ in boreal forest soils of central Alaska estimated by the profile method and the chamber method: a diagnosis of methane emission and implications for the regional carbon budget. *Tellus B* 59, 223–233. <https://doi.org/10/czr4tz>
32. Komulainen, V.-M., Nykänen, H., Martikainen, P.J., Laine, J., 1998. Short-term effect of restoration on vegetation change and methane emissions from peatlands drained for forestry in southern Finland. *Can. J. For. Res.* 28, 402–411. <https://doi.org/10/ff6ss5>
33. Komulainen, V.-M., Tuittila, E.-S., Vasander, H., Laine, J., 1999. Restoration of drained peatlands in southern Finland: initial effects on vegetation change and CO₂ balance. *Journal of Applied Ecology* 36, 634–648. <https://doi.org/10/cth75q>

34. Krüger, J.P., Alewell, C., Minkkinen, K., Szidat, S., Leifeld, J., 2016. Calculating carbon changes in peat soils drained for forestry with four different profile-based methods. *Forest Ecology and Management* 381, 29–36. <https://doi.org/10/f9brnb>
35. Laiho, R., Bhuiyan, R., Straková, P., Mäkiranta, P., Badorek, T., Penttilä, T., 2014. Modified ingrowth core method plus infrared calibration models for estimating fine root production in peatlands. *Plant Soil* 385, 311–327. <https://doi.org/10/gfj54w>
36. Laiho, R., Vasander, H., Penttilä, T., Laine, J., 2003. Dynamics of plant-mediated organic matter and nutrient cycling following water-level drawdown in boreal peatlands. *Global Biogeochemical Cycles* 17. <https://doi.org/10/dtrdqr>
37. Larmola, T., Tuittila, E.-S., Tirola, M., Nykänen, H., Martikainen, P.J., Yrjälä, K., Tuomivirta, T., Fritze, H., 2010. The role of Sphagnum mosses in the methane cycling of a boreal mire. *Ecology* 91, 2356–2365. <https://doi.org/10/b9z9h2>
38. Lauren, A., Hannu, H., Launinainen, S., Palviainen, M., Lehtonen, A., 2016. Peatland simulator connecting drainage, nutrient cycling, forest growth, economy and GHG efflux in boreal and tropical peatlands, in: EGU General Assembly 2016, Held 17-22 April, 2016 in Vienna Austria. p. 14273.
39. Lazdiņš, A., Bārdule, A., Butlers, A., Lupiķis, A., Okmanis, M., Bebre, I., Sarkanābols, T., Petaja, G., 2016. Aramzemes un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un oglekļa dioksīda (CO₂) piesaistes uzskaites sistēmas pilnveidošana un atbilstošu metodisko risinājumu izstrādāšana (2016. gada starpziņojums) (No. 101 115/S109). Salaspils.
40. Lehtonen, A., Palviainen, M., Ojanen, P., Kalliokoski, T., Nöjd, P., Kukkola, M., Penttilä, T., Mäkipää, R., Leppälampi-Kujansuu, J., Helmissaari, H.-S., 2016. Modelling fine root biomass of boreal tree stands using site and stand variables. *Forest Ecology and Management, Special Section: Forests, Roots and Soil Carbon* 359, 361–369. <https://doi.org/10/gfj54m>
41. Lidberg, W., Nilsson, M., Lundmark, T., Ågren, A.M., 2017. Evaluating preprocessing methods of digital elevation models for hydrological modelling. *Hydrological Processes* 31, 4660–4668. <https://doi.org/10.1002/hyp.11385>
42. Lohila, A., Laurila, T., Aro, L., Aurela, M., Tuovinen, J.-P., Laine, J., Kolari, P., Minkkinen, K., 2007. Carbon dioxide exchange above a 30-year-old Scots pine plantation established on organic-soil cropland. *Boreal Environment Research* 12, 141–157.
43. Lohila, A., Minkkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Ojanen, P., Laurila, T., 2011. Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. *Biogeosciences* 8, 3203–3218. <https://doi.org/10.5194/bg-8-3203-2011>
44. Lupiķis, A., Bārdule, A., Lazdins, A., Stola, J., Butlers, A., 2017. Carbon stock changes in drained arable organic soils in Latvia: results of a pilot study. *Agroonomy Research* 15, 788–798.
45. Lupiķis, A., Lazdins, A., 2017. Soil carbon stock changes in transitional mire drained for forestry in Latvia: a case study, in: *Research for Rural Development*. Latvia University of Agriculture, pp. 55–61.
46. McNabb, D.H., Startsev, A.D., Nguyen, H., 2001. Soil Wetness and Traffic Level Effects on Bulk Density and Air-Filled Porosity of Compacted Boreal Forest Soils. *ResearchGate* 65. <https://doi.org/10.2136/sssaj2001.6541238x>
47. Meyer, A., Tarvainen, L., Nousratpour, A., Björk, R.G., Ernfors, M., Grelle, A., Kasimir Klemetsson, Å., Lindroth, A., Rantfors, M., Rütting, T., Wallin, G., Weslien, P., Klemetsson, L., 2013. A fertile peatland forest does not constitute a major greenhouse gas sink. *Biogeosciences* 10, 7739–7758. <https://doi.org/10/f2zxv2>
48. Minkkinen, K., Laine, J., 1998. Long-term effect of forest drainage on the peat carbon stores of pine mires in Finland. *Can. J. For. Res.* 28, 1267–1275. <https://doi.org/10/b8653v>
49. Moore, I.D., Norton, T.W.W., Williams, J.E., 1993. Modelling environmental heterogeneity in forested landscapes. *Journal of Hydrology* 150, 717–747. [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(93\)90133-T](https://doi.org/10.1016/0022-1694(93)90133-T)
50. Muñoz, C., Paulino, L., Monreal, C.M., Zagal, E., 2010. Greenhouse Gas (co₂ and N₂o)

- Emissions from Soils: a Review.
51. Nieminen, M., Koskinen, M., Sarkkola, S., Laurén, A., Kaila, A., Kiikkilä, O., Nieminen, T.M., Ukonmaanaho, L., 2015. Dissolved Organic Carbon Export from Harvested Peatland Forests with Differing Site Characteristics. *Water Air Soil Pollut* 226, 181. <https://doi.org/10/gfj57v>
 52. Nugroho, R.A., Röling, W.F.M., Laverman, A.M., Verhoef, H.A., 2007. Low nitrification rates in acid Scots pine forest soils are due to pH-related factors. *Microb. Ecol.* 53, 89–97. <https://doi.org/10/cqbtwn>
 53. Oertel, C., Matschullat, J., Zurba, K., Zimmermann, F., Erasmi, S., 2016. Greenhouse gas emissions from soils—A review. *Chemie der Erde - Geochemistry* 76, 327–352. <https://doi.org/10/f87n6p>
 54. Ojanen, P., Minkkinen, K., Alm, J., Penttilä, T., 2010. Soil–atmosphere CO₂, CH₄ and N₂O fluxes in boreal forestry-drained peatlands. *Forest Ecology and Management* 260, 411–421. <https://doi.org/10/dstjkw>
 55. Ojanen, P., Minkkinen, K., Penttilä, T., 2013. The current greenhouse gas impact of forestry-drained boreal peatlands. *Forest Ecology and Management* 289, 201–208. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.10.008>
 56. Pärn, J., Verhoeven, J.T.A., Butterbach-Bahl, K., Dise, N.B., Ullah, S., Aasa, A., Egorov, S., Espenberg, M., Järveoja, J., Jauhiainen, J., Kasak, K., Klemedtsson, L., Kull, A., Laggoun-Défarge, F., Lapshina, E.D., Lohila, A., Lohmus, K., Maddison, M., Mitsch, W.J., Müller, C., Niinemets, Ü., Osborne, B., Pae, T., Salm, J.-O., Sgouridis, F., Sohar, K., Soosaar, K., Storey, K., Teemusk, A., Tenywa, M.M., Tournebize, J., Truu, J., Veber, G., Villa, J.A., Zaw, S.S., Mander, Ü., 2018. Nitrogen-rich organic soils under warm well-drained conditions are global nitrous oxide emission hotspots. *Nature Communications* 9, 1135. <https://doi.org/10/gc9xf5>
 57. Petaja, G., Okmanis, M., Polmanis, K., Stola, J., Spalva, G., Jansons, J., 2018. Evaluation of greenhouse gas emissions and area of organic soils in cropland and grassland in Latvia – integrated National forest inventory data and soil maps approach. *Agronomy Research*. <https://doi.org/10/gd23x5>
 58. Pilegaard, K., Skiba, U., Ambus, P., Beier, C., Brüggemann, N., Butterbach-Bahl, K., Dick, J., Dorsey, J., Duyzer, J., Gallagher, M., Gasche, R., Horvath, L., Kitzler, B., Leip, A., Pihlatie, M.K., Rosenkranz, P., Seufert, G., Vesala, T., Westrate, H., Zechmeister-Boltenstern, S., 2006. Factors controlling regional differences in forest soil emission of nitrogen oxides (NO and N₂O). *Biogeosciences* 3, 651–661. <https://doi.org/10/bm85zg>
 59. Post, W.M., Emanuel, W.R., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G., 1982. Soil carbon pools and world life zones. *Nature* 298, 156–159. <https://doi.org/10/dzgbs8>
 60. Post, W.M., Pastor, J., Zinke, P.J., Stangenberger, A.G., 1985. Global patterns of soil nitrogen storage. *Nature* 317, 613–616. <https://doi.org/10/fd57vm>
 61. Repola, J., 2009. Biomass equations for Scots pine and Norway spruce in Finland. *Silva Fennica* 43, 625–647.
 62. Repola, J., 2008. Biomass equations for birch in Finland. *Silva Fennica* 42. <https://doi.org/10/gfj54t>
 63. Richardson, J.S., Naiman, R.J., Bisson, P.A., Richardson, J.S., Naiman, R.J., Bisson, P.A., 2012. How did fixed-width buffers become standard practice for protecting freshwaters and their riparian areas from forest harvest practices? *Freshwater Science* 31, 232–238. <https://doi.org/10.1899/11-031.1>
 64. Robson, A., Beven, K., Neal, C., 1992. Towards identifying sources of subsurface flow: A comparison of components identified by a physically based runoff model and those determined by chemical mixing techniques. *Hydrological Processes* 6, 199–214. <https://doi.org/10.1002/hyp.3360060208>
 65. Sander, B.O., Wassmann, R., 2014. Common practices for manual greenhouse gas sampling in rice production: a literature study on sampling modalities of the closed chamber method. *Greenhouse Gas Measurement and Management* 4, 1–13. <https://doi.org/10/gfj5z8>
 66. Sievänen, R., Salminen, O., Lehtonen, A., Ojanen, P., Liski, J., Ruosteenoja, K., Tuomi, M., 2014.

- Carbon stock changes of forest land in Finland under different levels of wood use and climate change. *Annals of Forest Science* 71, 255–265. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0295-7>
67. Signor, D., Cerri, C.E.P., 2013. Nitrous oxide emissions in agricultural soils: a review. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 43, 322–338. <https://doi.org/10/gfj4kj>
68. Simola, H., Pitkänen, A., Turunen, J., 2012. Carbon loss in drained forestry peatlands in Finland, estimated by re-sampling peatlands surveyed in the 1980s. *European Journal of Soil Science* 63, 798–807. <https://doi.org/10/gfj6ck>
69. Sirin, A.A., A, C.A., Suvorov, G.G., F, C.F., Chistotin, M.V., B, Ч.М., Glagolev, M.V., B, Г.М., 2012. Values of methane emission from drainage ditches. *Environmental Dynamics and Global Climate Change* 3, 1–10. <https://doi.org/10/gfj56p>
70. Snyder, C.S., Bruulsema, T.W., Jensen, T.L., Fixen, P.E., 2009. Review of greenhouse gas emissions from crop production systems and fertilizer management effects. *Agriculture, Ecosystems & Environment, Reactive nitrogen in agroecosystems: Integration with greenhouse gas interactions* 133, 247–266. <https://doi.org/10/b7bd2g>
71. Stivrins, N., Buchan, M.S., Disbrey, H.R., Kuosmanen, N., Latałowa, M., Lempinen, J., Muukkonen, P., Słowiński, M., Veski, S., Seppä, H., 2017. Widespread, episodic decline of alder (*Alnus*) during the medieval period in the boreal forest of Europe. *Journal of Quaternary Science* 32, 903–907. <https://doi.org/10.1002/jqs.2984>
72. Strack, M., Waddington, J.M., Bourbonniere, R.A., Buckton, E.L., Shaw, K., Whittington, P., Price, J.S., 2008. Effect of water table drawdown on peatland dissolved organic carbon export and dynamics. *Hydrological Processes* 22, 3373–3385. <https://doi.org/10/dtmssj>
73. Straková, P., Penttilä, T., Laine, J., Laiho, R., 2012. Disentangling direct and indirect effects of water table drawdown on above- and belowground plant litter decomposition: consequences for accumulation of organic matter in boreal peatlands. *Global Change Biology* 18, 322–335. <https://doi.org/10/d4dnxp>
74. Subke, J.-A., Inglima, I., Cotrufo, M.F., 2006. Trends and methodological impacts in soil CO₂ efflux partitioning: A metaanalytical review. *Global Change Biology* 12, 921–943. <https://doi.org/10/fhpht8>
75. Tubiello, F., Biancalani, R., Salvatore, M., Rossi, S., Conchedda, G., 2016. A Worldwide Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Drained Organic Soils. *Sustainability* 8, 371. <https://doi.org/10/gfj4jr>
76. Tuomi, M., Laiho, R., Repo, A., Liski, J., 2011. Wood decomposition model for boreal forests. *Ecological Modelling* 222, 709–718. <https://doi.org/10/bsck9w>
77. Urbanová, Z., Pícek, T., Bárta, J., 2011. Effect of peat re-wetting on carbon and nutrient fluxes, greenhouse gas production and diversity of methanogenic archaeal community. *Ecological Engineering, Biogeochemical aspects of ecosystem restoration and rehabilitation* 37, 1017–1026. <https://doi.org/10/cfgjvb>
78. Uri, V., Kukumägi, M., Aosaar, J., Varik, M., Becker, H., Morozov, G., Karoles, K., 2017. Ecosystems carbon budgets of differently aged downy birch stands growing on well-drained peatlands. *Forest Ecology and Management* 399, 82–93. <https://doi.org/10/gfj538>
79. von Arnold, Karin, Hånell, B., Stendahl, J., Klemedtsson, L., 2005. Greenhouse gas fluxes from drained organic forestland in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20, 400–411. <https://doi.org/10.1080/02827580500281975>
80. von Arnold, K., Nilsson, M., Hånell, B., Weslien, P., Klemedtsson, L., 2005. Fluxes of CO₂, CH₄ and N₂O from drained organic soils in deciduous forests. *Soil Biology and Biochemistry* 37, 1059–1071. <https://doi.org/10/fd786b>
81. Wang, L., Liu, H., 2006. An efficient method for identifying and filling surface depressions in digital elevation models for hydrologic analysis and modelling. *International Journal of Geographical Information Science* 20, 193–213. <https://doi.org/10.1080/13658810500433453>
82. White, J.D., Running, S.W., 1994. Testing scale dependent assumptions in regional ecosystem simulations. *Journal of vegetation science* 5, 687–702. <https://doi.org/10.2307/3235883>
83. Wilson, D., Blain, D., Couwenberg, J., 2016. Greenhouse gas emission factors associated with

- rewetting of organic soils. Mires and Peat 1–28. <https://doi.org/10/gfj35q>
84. Zariņa, L., 2009. Augsnes skābums.
85. Zinko, U., Seibert, J., Dynesius, M., Nilsson, C., 2005. Plant species numbers predicted by a topography-based groundwater flow index. *Ecosystems* 8, 430–441. <https://doi.org/10.1007/s10021-003-0125-0>

1. Pielikums: Darbību dati SEG emisiju no augšnes aprēķiniem

Tab. 18: Lauksaimniecībā izmantojamo zemju platība

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Izmantotā LIZ	tūkst. ha	2642	2639	2637	2632	2628	2625	2616	2609	2600	2593	2586	2583	2580	2580	2579	2576	2574	2572	2570	2567	2564	2561	2560	2558	2557	2557	2555	2554
Pļavas un ganības	tūkst. ha	985	990	1045	1186	1414	1666	1614	1591	1604	1673	1700	1707	1696	1723	1672	1569	1446	1440	1455	1451	1459	1472	1435	1409	1405	1384	1319	1335
Aramzeme	tūkst. ha	1657	1650	1592	1445	1214	960	1002	1018	996	920	887	876	885	857	907	1007	1128	1132	1115	1115	1105	1089	1125	1149	1152	1173	1237	1219
Ilggadīgie stādījumi	tūkst. ha	30	28	20	20	20	29	16	15	12	12	12	12	12	12	13	13	10	7	6	7	7	6	6	6	7	8	8	
Kvieši	tūkst. ha	142	72	129	169	95	110	149	152	151	146	158	167	154	168	170	188	215	225	257	286	308	311	355	372	403	448	483	472
Mieži	tūkst. ha	307	399	350	275	267	203	178	195	173	147	135	130	137	133	127	149	154	145	131	105	107	99	88	85	120	100	96	81
Auzas	tūkst. ha	82	93	69	49	54	46	54	59	60	47	46	55	47	49	57	58	63	62	66	61	63	59	62	62	67	60	65	71
Rudzi	tūkst. ha	131	69	131	188	63	40	56	63	58	47	55	56	42	44	45	39	43	58	59	59	35	28	37	29	32	37	36	34
Tritikāle	tūkst. ha	1	3	3	7	3	3	2	3	5	6	6	13	16	19	17	13	11	12	14	13	12	10	13	14	11	10	11	9
Citi graudaugi	tūkst. ha	13	14	14	6	5	7	7	12	19	22	21	23	20	15	21	22	26	20	17	18	17	19	20	21	23	17	25	37
Pākšaugi	tūkst. ha	11	9	7	3	3	3	4	5	7	3	2	3	3	3	3	2	1	2	2	3	3	4	5	7	12	32	42	57
Rapsis	tūkst. ha	2	1	1	2	2	1	1	0	1	7	7	8	18	26	54	71	83	99	83	93	111	121	118	128	100	89	101	117
Pārējās tehniskās kultūras	tūkst. ha	28	25	33	14	15	12	12	13	20	18	16	17	20	18	18	17	17	3	4	3	4	4	3	3	3	2	4	5
Kartupeļi	tūkst. ha	80	82	97	88	80	75	79	70	59	50	51	55	54	55	49	45	45	40	38	30	30	30	28	27	27	25	23	23
Dārzeni	tūkst. ha	11	13	19	19	18	18	16	14	12	10	10	13	13	14	14	13	13	11	10	8	8	8	8	9	8	8	8	8
Lopbarības saknes	tūkst. ha	36	38	37	30	26	20	17	15	13	9	9	10	8	7	6	4	3	2	1	1	1	1	1	0				
Aramzemē sētie zālāji	tūkst. ha	656	668	599	536	541	375	398	390	393	383	347	304	335	283	302	361	426	427	413	414	387	371	351	357	312	304	299	270
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tūkst. ha	45	40	25	9	3	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	10	7	11	21	20	22	26	27	26
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tūkst. ha	83	97	58	32	21	18	12	13	13	12	12	8	7	10	10	9	12	11	8	7	6	6	11	8	7	9	9	2

Tab. 19: Lauksaimniecības kultūru kopražs

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kvieši	tūkst. tonnas	372	190	332	338	199	244	358	395	385	352	427	452	520	468	500	677	598	807	990	1036	989	940	1540	1435	1468	2250	2062	2139
Mieži	tūkst. tonnas	697	765	434	456	481	284	372	360	322	233	261	231	262	247	284	366	307	351	307	265	228	237	249	233	419	385	283	241

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Auzas	tūkst. tonnas	324	146	295	341	113	71	113	134	105	89	111	107	102	88	97	87	117	181	195	162	69	64	124	76	114	160	141	129
Rudzi	tūkst. tonnas	324	146	295	341	113	71	113	134	105	89	111	107	102	88	97	87	117	181	195	162	70	64	124	76	155	160	146	134
Tritikāle	tūkst. tonnas	3	7	9	14	6	5	3	8	13	12	14	29	41	33	42	32	22	38	35	33	26	21	49	37	27	41	37	26
Citi graudaugi	tūkst. tonnas	31	29	14	9	8	12	14	23	31	32	31	27	25	19	30	31	23	28	21	24	21	30	26	35	45	25	33	23
Pākšaugi	tūkst. tonnas	23	21	9	4	5	5	8	8	11	4	4	4	4	5	5	4	1	3	3	5	5	8	11	17	33	104	125	171
Rapsis	tūkst. tonnas	4	1	1	2	2	1	1	1	2	12	10	13	33	37	104	146	121	197	199	205	226	219	304	297	186	293	281	326
Pārējās tehniskās kultūras	tūkst. tonnas	441	380	463	198	229	250	258	388	598	452	408	492	625	533	507	521	475	11	6	4	2	3	1	3	2	5	6	5
Kartupeļi	tūkst. tonnas	1016	944	1167	1272	1045	864	1082	946	694	796	747	615	768	739	628	658	551	642	673	525	484	499	539	496	506	497	492	408
Dārzeni	tūkst. tonnas	169	209	251	285	233	224	180	163	120	130	106	159	148	218	181	172	174	156	143	183	151	168	161	140	191	195	197	157
Lopbarības saknes	tūkst. tonnas	1351	1182	902	859	687	433	399	404	347	235	222	203	154	159	130	88	61	53	22	18	20	15	17	8				
Aramzemē sētie zālāji	tūkst. tonnas	1746	1599	1432	1187	594	647	750	419	484	261	361	532	421	510	705	827	868	1258	1233	2211	2140	1935	2147	2157	2243	2138	2758	2386
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tūkst. tonnas	967	785	318	138	27	13	12	10	13	16	24	25	26	44	53	58	64	123	125	227	209	346	554	611	651	732	857	689
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tūkst. tonnas	1097	1028	460	350	212	169	158	158	170	129	138	98	99	142	149	112	112	149	110	91	83	84	168	98	102	128	109	31
Pļavas un ganības	tūkst. tonnas	763	804	971	937	1052	520	473	691	551	479	500	623	427	616	989	848	765	921	1023	1094	1041	1659	1038	888				

Tab. 20: Vidējie lauksaimniecības kultūru ražības rādītāji

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Vidējie lauksaimniecības kultūru ražības rādītāji																														
Kvieši	tonnas ha ⁻¹	2,63	2,66	2,58	2,00	2,11	2,22	2,40	2,59	2,55	2,41	2,70	2,71	3,38	2,79	2,94	3,61	2,78	3,59	3,86	3,63	3,22	3,02	4,34	3,86	3,65	5,02	4,27	4,54	
Mieži	tonnas ha ⁻¹	2,27	1,92	1,24	1,65	1,81	1,40	2,08	1,85	1,86	1,58	1,94	1,77	1,92	1,86	2,23	2,46	1,99	2,41	2,34	2,54	2,14	2,40	2,83	2,72	3,49	3,87	2,95	2,96	
Auzas	tonnas ha ⁻¹	3,93	1,57	4,25	7,02	2,10	1,56	2,11	2,26	1,76	1,88	2,43	1,94	2,15	1,77	1,71	1,50	1,86	2,90	2,94	2,68	1,10	1,08	2,00	1,21	1,71	2,65	2,18	1,83	
Rudzi	tonnas ha ⁻¹	2,48	2,11	2,25	1,82	1,81	1,76	2,00	2,14	1,82	1,88	2,02	1,92	2,40	1,98	2,15	2,22	2,73	3,15	3,30	2,75	2,03	2,25	3,36	2,60	4,80	4,29	4,02	3,94	
Tritikāle	tonnas ha ⁻¹	2,85	2,85	2,61	2,00	1,81	1,81	2,00	2,68	2,38	2,05	2,29	2,22	2,64	1,73	2,46	2,39	1,96	3,06	2,55	2,54	2,18	2,16	3,67	2,58	2,51	4,00	3,39	3,02	
Citi graudaugi	tonnas ha ⁻¹	2,40	2,12	1,02	1,41	1,43	1,75	2,04	2,01	1,63	1,46	1,50	1,18	1,24	1,20	1,45	1,40	0,89	1,43	1,21	1,37	1,22	1,55	1,32	1,65	1,94	1,51	1,33	0,63	
Pākšaugi	tonnas ha ⁻¹	2,16	2,30	1,28	1,54	1,61	1,57	2,17	1,77	1,66	1,44	1,86	1,25	1,68	1,72	1,73	1,59	1,00	1,63	1,81	2,08	2,00	2,21	2,41	2,41	2,81	3,29	3,00	2,98	
Rapsis	tonnas ha ⁻¹	1,97	1,26	1,11	1,45	0,84	0,83	1,59	1,35	1,33	1,80	1,45	1,55	1,78	1,44	1,91	2,04	1,45	1,98	2,40	2,19	2,05	1,81	2,58	2,31	1,85	3,29	2,78	2,78	
Pārējās tehniskās kultūras	tonnas ha ⁻¹	15,52	15,26	13,87	13,85	15,76	21,41	21,01	29,16	30,49	24,72	25,20	29,26	31,87	30,48	28,33	30,12	28,81	4,24	1,74	1,25	0,57	0,68	0,35	1,20	0,96	2,52	1,43	0,98	
Kartupeļi	tonnas ha ⁻¹	12,65	11,48	12,05	14,50	13,00	11,47	13,75	13,59	11,80	15,88	14,56	11,17	14,34	13,53	12,85	14,59	12,22	15,93	17,81	17,51	16,09	16,79	19,11	18,16	18,87	20,04	21,10	17,99	
Dārzeni	tonnas ha ⁻¹	15,69	16,47	13,13	15,31	13,33	12,78	11,43	12,04	10,31	13,28	10,91	11,98	11,86	15,21	13,39	13,35	13,01	14,17	15,07	22,26	18,64	20,77	19,93	16,52	23,33	24,05	24,27	19,64	
Lopbarības saknes	tonnas ha ⁻¹	37,33	30,87	24,70	29,02	26,23	21,85	23,07	27,11	26,49	25,84	24,70	21,15	20,49	22,32	23,23	23,24	21,93	23,13	24,89	25,14	22,67								
Aramzemē sētie zālāji	tonnas ha ⁻¹	2,66	2,39	2,39	2,21	1,10	1,73	1,88	1,08	1,23	0,68	1,04	1,75	1,26	1,80	2,33	2,29	2,04	2,94	2,98	5,34	5,52	5,22	6,11	6,05	7,18	7,03	9,23	8,83	
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tonnas ha ⁻¹	21,59	19,87	12,80	14,96	9,81	21,67	9,92	20,80	26,60	22,43	20,08	25,10	21,42	26,06	18,21	20,00	18,23	24,04	21,24	23,12	29,44	30,58	26,88	29,93	30,00	28,60	31,40	26,80	
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tonnas ha ⁻¹	13,25	10,56	7,92	10,89	9,93	9,32	13,25	11,81	12,95	10,64	12,03	11,69	13,75	14,17	15,08	12,90	9,75	13,40	13,42	12,50	13,15	14,74	15,83	12,77	13,92	14,91	12,85	19,25	
Pārreķinātie lauksaimniecības kultūru ražības rādītāji																														
Parametrs	Mērvienība	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Kvieši	tonnas ha ⁻¹	2,63	2,66	2,58	2,00	2,11	2,22	2,40	2,59	2,55	2,41	2,70	2,71	3,38	2,79	2,94	3,61	2,78	3,59	3,86	3,63	3,22	3,02	4,34	3,86	3,65	5,02	4,27	4,54	
Mieži	tonnas ha ⁻¹	2,27	1,92	1,24	1,65	1,81	1,40	2,08	1,85	1,86	1,58	1,94	1,77	1,92	1,86	2,23	2,46	1,99	2,41	2,34	2,54	2,14	2,40	2,83	2,72	3,49	3,87	2,95	2,96	
Auzas	tonnas ha ⁻¹	3,93	1,57	4,25	7,02	2,10	1,56	2,11	2,26	1,76	1,88	2,43	1,94	2,15	1,77	1,71	1,50	1,86	2,90	2,94	2,68	1,10	1,08	2,00	1,21	1,71	2,65	2,18	1,83	
Rudzi	tonnas ha ⁻¹	2,48	2,11	2,25	1,82	1,81	1,76	2,00	2,14	1,82	1,88	2,02	1,92	2,40	1,98	2,15	2,22	2,73	3,15	3,30	2,75	2,03	2,25	3,36	2,60	4,80	4,29	4,02	3,94	
Tritikāle	tonnas ha ⁻¹	2,85	2,85	2,61	2,00	1,81	1,81	2,00	2,68	2,38	2,05	2,29	2,22	2,64	1,73	2,46	2,39	1,96	3,06	2,55	2,54	2,18	2,16	3,67	2,58	2,51	4,00	3,39	3,02	
Citi graudaugi	tonnas ha ⁻¹	2,40	2,12	1,02	1,41	1,43	1,75	2,04	2,01	1,63	1,46	1,50	1,18	1,24	1,20	1,45	1,40	0,89	1,43	1,21	1,37	1,22	1,55	1,32	1,65	1,94	1,51	1,33	0,63	
Pākšaugi	tonnas ha ⁻¹	2,16	2,30	1,28	1,54	1,61	1,57	2,17	1,77	1,66	1,44	1,86	1,25	1,68	1,72	1,73	1,59	1,00	1,63	1,81	2,08	2,00	2,21	2,41	2,41	2,81	3,29	3,00	2,98	
Rapsis	tonnas ha ⁻¹	1,97	1,26	1,11	1,45	0,84	0,83	1,59	1,35	1,33	1,80	1,45	1,55	1,78	1,44	1,91	2,04	1,45	1,98	2,40	2,19	2,05	1,81	2,58	2,31	1,85	3,29	2,78	2,78	
Pārējās tehniskās	tonnas ha ⁻¹	15,52	15,26	13,87	13,85	15,76	21,41	21,01	29,16	30,49	24,72	25,20	29,26	31,87	30,48	28,33	30,12	28,81	4,24	1,74	1,25	0,57	0,68	0,35	1,20	0,96	2,52	1,43	0,98	

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
kultūras																													
Kartupeļi	tonnas ha ⁻¹	12,65	11,48	12,05	14,50	13,00	11,47	13,75	13,59	11,80	15,88	14,56	11,17	14,34	13,53	12,85	14,59	12,22	15,93	17,81	17,51	16,09	16,79	19,11	18,16	18,87	20,04	21,10	17,99
Dārzeni	tonnas ha ⁻¹	15,69	16,47	13,13	15,31	13,33	12,78	11,43	12,04	10,31	13,28	10,91	11,98	11,86	15,21	13,39	13,35	13,01	14,17	15,07	22,26	18,64	20,77	19,93	16,52	23,33	24,05	24,27	19,64
Lopbarības saknes	tonnas ha ⁻¹	37,33	30,87	24,70	29,02	26,23	21,85	23,07	27,11	26,49	25,84	24,70	21,15	20,49	22,32	23,23	23,24	21,93	23,13	24,89	25,14	22,67	18,50	29,00	26,67	24,98	24,98	24,98	24,98
Aramzemē sētie zālāji	tonnas ha ⁻¹	2,66	2,39	2,39	2,21	1,10	1,73	1,88	1,08	1,23	0,68	1,04	1,75	1,26	1,80	2,33	2,29	2,04	2,94	2,98	5,34	5,52	5,22	6,11	6,05	7,18	7,03	9,23	8,83
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tonnas ha ⁻¹	21,59	19,87	12,80	14,96	9,81	21,67	9,92	20,80	26,60	22,43	20,08	25,10	21,42	26,06	18,21	20,00	18,23	24,04	21,24	23,12	29,44	30,58	26,88	29,93	30,00	28,60	31,40	26,80
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tonnas ha ⁻¹	13,25	10,56	7,92	10,89	9,93	9,32	13,25	11,81	12,95	10,64	12,03	11,69	13,75	14,17	15,08	12,90	9,75	13,40	13,42	12,50	13,15	14,74	15,83	12,77	13,92	14,91	12,85	19,25

Tab. 21: Oglekļa ieneses rādītāji

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017		
Ogleklis augu atlieku virszemes biomasā																															
Kvieši	tūkst. tonnas	199	102	178	181	107	130	191	211	206	188	228	241	278	250	267	362	320	431	529	554	529	502	823	767	784	1203	1102	1143		
Mieži	tūkst. tonnas	239	263	149	156	165	97	127	123	110	80	90	79	90	85	97	126	105	120	105	91	78	81	85	80	144	132	97	83		
Auzas	tūkst. tonnas	147	66	134	155	52	32	51	61	48	40	50	49	46	40	44	40	53	82	89	74	32	29	56	34	52	73	64	59		
Rudzi	tūkst. tonnas	188	85	171	198	66	41	66	78	61	51	64	62	59	51	56	51	68	105	113	94	41	37	72	44	90	93	85	78		
Triticāle	tūkst. tonnas	1	3	3	5	2	2	1	3	4	4	5	10	14	11	14	11	8	13	12	11	9	7	17	13	9	14	13	9		
Citi graudaugi	tūkst. tonnas	14	13	6	4	4	5	6	11	14	15	14	12	11	8	14	14	10	13	10	11	10	13	12	16	20	11	15	11		
Pākšaugi	tūkst. tonnas	9	8	3	2	2	2	3	3	4	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	3	4	7	13	41	49	67		
Rapsis	tūkst. tonnas	3	1	1	2	1	1	1	0	1	9	8	10	25	29	80	112	93	151	153	157	174	168	233	228	143	225	216	251		
Pārējās tehniskās kultūras (ripsis, u.c.)	tūkst. tonnas	21	19	23	10	11	12	13	19	29	22	20	24	30	26	25	25	23	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Kartupeļi	tūkst. tonnas	82	76	95	103	85	70	88	77	56	64	61	50	62	60	51	53	45	52	55	43	39	40	44	40	41	40	40	33		
Dārzeni	tūkst.	14	17	20	23	19	18	15	13	10	11	9	13	12	18	15	14	14	13	12	15	12	14	13	11	16	16	16	13		

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
	tonnas																												
Lopbarības saknes	tūkst. tonnas	66	58	44	42	33	21	19	20	17	11	11	10	7	8	6	4	3	3	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Aramzemē sētie zālāji	tūkst. tonnas	129	118	106	87	44	48	55	31	36	19	27	39	31	38	52	61	64	93	91	163	158	143	158	159	165	158	203	176
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tūkst. tonnas	28	23	9	4	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	4	4	7	6	10	16	18	19	21	25	20
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tūkst. tonnas	32	30	13	10	6	5	5	5	5	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	3	2	2	5	3	3	4	3	1
Ļavās un ganības	tūkst. tonnas	1364	1357	1385	1637	1976	2605	2536	2413	2491	2634	2671	2636	2692	2664	2434	2316	2141	2069	2056	2022	2055	1839	2017	2031	2367	2332	2223	2250
Ogleklis augu atlieku pazemes biomasā																													
Kvieši	tūkst. tonnas	86	44	77	78	46	57	83	92	89	82	99	105	121	109	116	157	139	187	230	240	230	218	357	333	340	522	478	496
Mieži	tūkst. tonnas	128	141	80	84	88	52	68	66	59	43	48	42	48	45	52	67	56	64	56	49	42	44	46	43	77	71	52	44
Auzas	tūkst. tonnas	69	31	62	72	24	15	24	28	22	19	23	23	22	19	21	18	25	38	41	34	15	14	26	16	24	34	30	27
Rudzi	tūkst. tonnas	79	36	72	83	28	17	28	33	26	22	27	26	25	21	24	21	28	44	47	40	17	16	30	18	38	39	36	33
Tritikāle	tūkst. tonnas	1	1	2	3	1	1	1	1	2	2	2	5	8	6	8	6	4	7	6	6	5	4	9	7	5	8	7	5
Citi graudaugi	tūkst. tonnas	7	6	3	2	2	3	3	5	7	7	7	6	5	4	6	7	5	6	4	5	5	6	6	7	9	5	7	5
Pākšaugi	tūkst. tonnas	5	5	2	1	1	1	2	2	3	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	4	7	23	28	38
Rapsis	tūkst. tonnas	1	0	0	1	1	0	0	0	1	4	3	4	11	12	34	48	39	64	65	67	74	72	99	97	61	96	92	107
Pārējās tehniskās kultūras (ripsis, u.c.)	tūkst. tonnas	18	15	19	8	9	10	10	16	24	18	16	20	25	22	20	21	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kartupeļi	tūkst. tonnas	52	48	59	65	53	44	55	48	35	40	38	31	39	38	32	33	28	33	34	27	25	25	27	25	26	25	25	21
Dārzeni	tūkst. tonnas	9	11	13	14	12	11	9	8	6	7	5	8	8	11	9	9	9	8	7	9	8	9	8	7	10	10	10	8
Lopbarības saknes	tūkst. tonnas	55	48	36	35	28	17	16	16	14	9	9	8	6	6	5	4	2	2	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Aramzemē sētie zālāji	tūkst. tonnas	480	489	438	392	396	274	292	285	287	280	254	223	245	207	221	264	312	313	302	303	283	271	257	261	229	223	219	198

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tūkst. tonnas	50	40	16	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	6	6	12	11	18	28	31	33	38	44	35
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tūkst. tonnas	61	71	43	23	16	13	9	10	10	9	8	6	5	7	7	6	8	8	6	5	5	4	8	6	5	6	6	1
Pļavas un ganības	tūkst. tonnas	252	253	268	304	362	427	413	407	411	428	435	437	434	441	428	402	370	369	373	372	374	377	368	361	360	354	338	342
Oglekļa ienese ar ražošanas zudumiem																													
Kvieši	tūkst. tonnas	2,88	1,47	2,57	2,62	1,54	1,89	2,77	3,05	2,98	2,72	3,31	3,50	4,02	3,63	3,87	5,24	4,63	6,25	7,66	8,02	7,66	7,27	11,92	11,11	11,36	17,42	15,96	16,55
Mieži	tūkst. tonnas	5,39	5,92	3,36	3,53	3,72	2,20	2,88	2,78	2,49	1,80	2,02	1,79	2,03	1,91	2,19	2,83	2,38	2,71	2,38	2,05	1,77	1,83	1,92	1,80	3,24	2,98	2,19	1,86
Auzas	tūkst. tonnas	2,50	1,13	2,28	2,64	0,88	0,55	0,87	1,03	0,81	0,69	0,86	0,83	0,79	0,68	0,75	0,67	0,90	1,40	1,51	1,26	0,54	0,50	0,96	0,59	0,88	1,24	1,09	1,00
Rudzi	tūkst. tonnas	2,50	1,13	2,28	2,64	0,88	0,55	0,87	1,03	0,81	0,69	0,86	0,83	0,79	0,68	0,75	0,67	0,90	1,40	1,51	1,26	0,54	0,50	0,96	0,59	1,20	1,24	1,13	1,04
Triticāle	tūkst. tonnas	0,02	0,06	0,07	0,11	0,04	0,04	0,03	0,06	0,10	0,09	0,10	0,22	0,32	0,26	0,33	0,25	0,17	0,29	0,27	0,26	0,20	0,17	0,38	0,28	0,21	0,32	0,29	0,20
Citi graudaugi	tūkst. tonnas	0,24	0,23	0,11	0,07	0,06	0,09	0,11	0,18	0,24	0,25	0,24	0,21	0,19	0,14	0,23	0,24	0,18	0,22	0,16	0,19	0,16	0,23	0,20	0,27	0,35	0,19	0,26	0,18
Pākšaugi	tūkst. tonnas	0,18	0,16	0,07	0,03	0,04	0,04	0,06	0,06	0,09	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03	0,01	0,02	0,02	0,04	0,04	0,07	0,09	0,13	0,26	0,82	0,98	1,34
Rapsis	tūkst. tonnas	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,10	0,08	0,11	0,27	0,31	0,86	1,21	1,00	1,63	1,64	1,69	1,87	1,81	2,51	2,46	1,54	2,42	2,33	2,70
Pārējās tehniskās kultūras (ripsis, u.c.)	tūkst. tonnas	0,83	0,72	0,88	0,37	0,43	0,47	0,49	0,73	1,13	0,85	0,77	0,93	1,18	1,01	0,96	0,98	0,90	0,02	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01
Kartupeļi	tūkst. tonnas	2,01	1,87	2,31	2,52	2,07	1,71	2,14	1,87	1,37	1,58	1,48	1,22	1,52	1,46	1,24	1,30	1,09	1,27	1,33	1,04	0,96	0,99	1,07	0,98	1,00	0,98	0,97	0,81
Dārzeni	tūkst. tonnas	0,34	0,41	0,50	0,56	0,46	0,44	0,36	0,32	0,24	0,26	0,21	0,32	0,29	0,43	0,36	0,34	0,35	0,31	0,28	0,36	0,30	0,33	0,32	0,28	0,38	0,39	0,39	0,31
Lopbarības saknes	tūkst. tonnas	2,55	2,23	1,70	1,62	1,30	0,82	0,75	0,76	0,66	0,44	0,42	0,38	0,29	0,30	0,25	0,17	0,12	0,10	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Aramzemē sētie zālāji	tūkst. tonnas	13,52	12,37	11,09	9,19	4,60	5,01	5,80	3,24	3,74	2,02	2,79	4,12	3,26	3,95	5,46	6,40	6,72	9,73	9,54	17,11	16,56	14,98	16,61	16,69	17,36	16,55	21,35	18,47
Kukurūza skābbarībai un zaļbarībai	tūkst. tonnas	2,96	2,40	0,97	0,42	0,08	0,04	0,04	0,03	0,04	0,05	0,07	0,08	0,08	0,14	0,16	0,18	0,20	0,38	0,38	0,69	0,64	1,06	1,69	1,87	1,99	2,24	2,62	2,11
Skābbarībai un zaļbarībai bez kukurūzas	tūkst. tonnas	16,79	15,73	7,04	5,35	3,25	2,58	2,41	2,42	2,59	1,97	2,12	1,50	1,51	2,17	2,28	1,72	1,72	2,28	1,68	1,40	1,27	1,29	2,57	1,50	1,55	1,96	1,67	0,47

Parametrs	Mērv.	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Pļavas un ganības	tūkst. tonnas	29,52	31,13	37,59	36,25	40,72	20,13	18,31	26,76	21,31	18,54	19,34	24,11	16,54	23,84	38,28	32,82	29,61	35,65	39,59	42,32	40,30	64,21	40,19	34,37	0,00	0,00	0,00	0,00
Kopējā oglekļa ienese ar augu atliekām																													
Aramzemes	tūkst. tonnas	2322	1911	1912	1881	1321	1019	1261	1282	1204	1077	1150	1130	1257	1158	1307	1565	1511	1896	2014	2060	1845	1785	2486	2314	2405	3179	3014	3007
virszemes biomasa	tūkst. tonnas	1224	926	990	1013	616	502	661	671	619	534	607	621	688	647	748	901	832	1114	1205	1261	1126	1083	1581	1458	1540	2079	1980	1989
pazemes biomasa	tūkst. tonnas	1098	986	922	868	705	517	600	611	585	543	543	510	569	510	559	665	679	782	809	799	720	702	905	856	865	1099	1034	1018
Ilggadīgie zālāji	tūkst. tonnas	1646	1641	1690	1977	2379	3052	2968	2847	2923	3081	3125	3097	3143	3129	2900	2750	2541	2474	2469	2436	2469	2280	2424	2426	2727	2686	2560	2592
virszemes biomas	tūkst. tonnas	1394	1388	1423	1673	2016	2625	2554	2440	2512	2652	2690	2660	2709	2688	2472	2349	2170	2105	2096	2065	2095	1903	2057	2065	2367	2332	2223	2250
pazemes biomas	tūkst. tonnas	252	253	268	304	362	427	413	407	411	428	435	437	434	441	428	402	370	369	373	372	374	377	368	361	360	354	338	342
Vidējie oglekļa ieneses ar augu atliekām rādītāji																													
Aramzemes	tonnas ha ⁻¹	1,43	1,18	1,22	1,32	1,11	1,10	1,28	1,28	1,22	1,19	1,31	1,31	1,44	1,37	1,46	1,58	1,36	1,69	1,82	1,86	1,68	1,65	2,22	2,03	2,10	2,73	2,45	2,48
Ilggadīgie zālāji	tonnas ha ⁻¹	1,67	1,66	1,62	1,67	1,68	1,83	1,84	1,79	1,82	1,84	1,84	1,81	1,85	1,82	1,74	1,75	1,76	1,72	1,70	1,68	1,69	1,55	1,69	1,72	1,94	1,94	1,94	1,94

Tab. 22: Lopu skaits, tūkst. gab.

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liellopi	904	852	663	327	239	245	235	214	192	173	162	176	184	192	185	200	195	218	210	213	215	217	229	242	256	257	258	255
Slaucamās govīs	535	531	482	351	312	292	275	263	242	206	205	209	205	186	186	185	182	180	170	166	164	164	165	165	166	162	154	150
Aitas	165	184	165	114	86	72	56	41	29	27	29	29	32	39	39	42	41	54	67	71	77	80	84	85	93	102	107	112
Cūkas	1401	1247	867	482	501	553	460	430	421	405	394	429	453	444	436	428	417	414	384	377	390	375	355	368	349	334	336	321
Mājputni	1032 1	1039 5	5438	4124	3700	4198	3791	3551	3209	3237	3105	3621	3882	4003	4050	4092	4488	4757	4621	4829	4949	4418	4911	4986	4414	4532	4712	4944
Kazas	5	6	6	6	7	9	8	9	11	8	10	12	13	15	15	15	14	13	13	13	14	13	13	13	12	13	13	13
Zirgi	31	30	28	26	27	27	26	23	22	19	20	20	19	15	16	14	14	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	9
Kažokzvēri	260	260	260	260	221	214	206	89	55	84	97	118	115	118	129	141	182	176	198	164	166	184	232	232	314	272	243	298
Truši	194	223	199	163	155	153	134	93	98	72	111	150	142	149	136	98	93	96	57	44	34	39	37	39	38	40	35	29
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	7	8	10	10	12	12	12	14	16

Tab. 23: Kūtmēslu ražošanas, tūkst. tonnas sausnas

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
Liellopi	1103	1039	808	399	291	299	286	261	235	211	198	214	224	235	226	244	238	266	256	260	263	264	279	295	312	313	315	312	
Slaucamās govīs	1659	1647	1493	1088	967	905	851	815	750	637	634	648	634	577	577	574	565	559	528	513	509	509	510	511	514	503	477	466	
Aitas	19	21	19	13	10	8	6	5	3	3	3	3	4	4	4	5	5	6	8	8	9	9	9	10	10	12	12	13	
Cūkas	274	244	170	94	98	108	90	84	82	79	77	84	89	87	85	84	82	81	75	74	76	73	70	72	68	65	66	63	
Mājputni	94	95	50	38	34	38	35	32	29	30	28	33	35	37	37	37	41	43	42	44	45	40	45	45	40	41	43	45	
Kazas	2	2	2	2	3	3	3	3	4	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	5
Zirgi	84	82	77	71	73	74	70	63	60	52	54	53	50	42	42	38	37	35	36	34	33	31	30	29	28	26	25	24	
Kažokzvēri	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	
Truši	6	6	6	5	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	25	26	32	39	40	46	46	49	57	63	

Tab. 24: Kūtmēslu izmantošana ganībās, tūkst. tonnas sausnas

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liellopi	475	426	281	127	102	107	97	87	75	61	59	68	62	66	66	79	71	84	83	88	91	92	102	114	127	132	138	136
Slaucamās govīs	191	189	170	123	109	101	94	90	82	68	67	65	63	57	57	56	54	51	47	45	43	41	40	39	38	33	31	30
Aitas	4	4	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
Cūkas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mājputni	3	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kazas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Zirgi	9	9	9	8	8	8	8	7	7	6	6	6	6	5	5	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	4	4
Kažokzvēri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truši	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	25	26	32	39	40	46	46	49	57	63

Tab. 25: Ogleklis ganībās atstātajos kūtmēslos (ienese ilggadīgajos zālajos, tūkst. tonnas)

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liellopi	248	223	147	66	53	56	51	45	39	32	31	35	32	35	34	41	37	44	43	46	48	48	54	60	66	69	72	71
Slaucamās govīs	99	98	88	64	57	52	49	46	42	35	35	34	32	30	29	29	28	27	24	23	22	21	21	20	19	17	16	15
Aitas	1	2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Cūkas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mājputni	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kazas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zirgi	5	5	5	4	5	5	4	4	4	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Kažokzvēri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truši	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	16	16	20	24	25	29	29	31	36	40
Kopā	355	329	242	136	115	114	105	96	86	71	70	73	69	68	67	73	68	85	87	89	93	97	103	112	118	121	128	130

Tab. 26: Kūtmēsļu pārstrāde biogāzes ražotnēs, tūkst. tonnas sausas

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liellopi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	13	18	16	16	16	16
Slaucamās govīs	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21	26	55	72	66	63	63	61
Aitas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cūkas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8	16	22	25	20	21	20
Mājputni	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kazas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zirgi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kažokzvēri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truši	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 27: Kūtsmēslu uzkrāšana pagaidu glabātuvēs, tūkst. tonnas sausas

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liellopi	629	613	527	272	190	192	190	175	160	150	139	147	162	168	160	165	167	183	173	172	167	166	163	163	169	166	162	160
Slaucamās govīs	1468	1458	1323	965	858	803	757	725	669	569	567	583	571	520	521	518	512	508	481	468	445	441	416	401	411	407	384	375
Aitas	15	16	15	10	8	6	5	4	3	2	3	3	3	3	3	4	4	5	6	6	7	7	7	8	8	9	9	9
Cūkas	274	244	170	94	98	108	90	84	82	79	77	84	89	87	85	84	82	81	75	74	70	65	53	50	44	45	45	43
Mājputni	92	92	48	36	33	37	34	31	28	29	27	32	34	36	36	36	40	43	42	43	44	40	44	45	40	41	42	44
Kazas	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	5	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Zirgi	75	73	69	63	65	66	62	56	53	46	48	47	45	37	38	34	33	31	32	31	29	28	26	26	24	22	21	20
Kažokzvēri	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2
Truši	6	6	6	5	4	4	4	3	3	2	3	4	4	4	4	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tab. 28: Ogleklis, kas ienests augsnē ar uzglabātiem kūtsmēsliem (atskaitot uzglabāšanas zudumus, tūkst. tonnas)

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Liellopi	328	320	275	142	99	101	99	91	84	78	72	77	85	88	84	86	87	95	91	90	87	87	85	85	88	87	85	84
Slaucamās govīs	759	754	684	499	444	416	392	375	346	294	293	302	296	269	269	268	265	263	249	242	230	228	215	207	213	210	199	194
Aitas	5	6	5	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
Cūkas	142	126	88	49	51	56	47	44	43	41	40	43	46	45	44	43	42	42	39	38	36	34	28	26	23	23	23	22
Mājputni	46	46	24	18	16	19	17	16	14	14	14	16	17	18	18	18	20	21	21	22	22	20	22	23	20	20	21	22
Kazas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Zirgi	42	40	38	35	36	37	35	31	30	26	27	26	25	21	21	19	18	18	18	17	16	15	15	14	14	12	12	11
Kažokzvēri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Truši	3	3	3	3	2	2	2	1	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Brieži	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Kopā	1327	1298	1120	751	653	634	594	561	520	457	450	470	474	447	442	440	438	444	422	414	397	390	370	361	363	359	345	339

Tab. 29: Kopējā oglekļa ienese augsnē ar organiskajiem mēslošanas līdzekļiem, tūkst. tonnas C gadā

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Aramzeme	1327	1298	1120	751	653	634	594	561	520	457	450	470	474	447	442	440	438	444	422	414	409	404	401	401	401	395	381	374
Pļavas un ganības	355	329	242	136	115	114	105	96	86	71	70	73	69	68	67	73	68	85	87	89	93	97	103	112	118	121	128	130
Kopā	1681	1626	1362	887	768	748	699	658	606	528	520	543	543	515	509	514	506	530	509	503	502	501	503	513	519	516	509	504

Tab. 30: Oglekļa ieneses rādītāju kopsavilkums lopkopībā un laukkopībā

Parametrs	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
tūkst. tonnas C gadā																												
Aramzeme	3649	3209	3032	2632	1974	1653	1855	1843	1724	1535	1601	1600	1731	1604	1749	2006	1949	2340	2436	2474	2254	2190	2887	2715	2806	3574	3395	3382
Pļavas un ganības	1993	1957	1914	2095	2473	3135	3043	2913	2979	3121	3174	3151	3195	3178	2948	2807	2591	2541	2536	2506	2543	2357	2503	2513	2816	2773	2651	2682
Kopā	5642	5166	4946	4727	4446	4788	4898	4756	4704	4656	4775	4751	4926	4783	4697	4813	4540	4881	4971	4979	4797	4547	5390	5228	5622	6347	6046	6063
tonnas ha ⁻¹ gadā																												
Aramzeme	2,24	1,98	1,93	1,85	1,65	1,78	1,88	1,84	1,75	1,69	1,83	1,85	1,98	1,90	1,96	2,02	1,75	2,09	2,20	2,23	2,05	2,02	2,58	2,38	2,45	3,06	2,76	2,79
Pļavas un ganības	2,03	1,99	1,85	1,78	1,76	1,90	1,90	1,85	1,87	1,88	1,88	1,86	1,89	1,86	1,77	1,80	1,80	1,78	1,75	1,74	1,76	1,61	1,76	1,80	2,03	2,03	2,04	2,04

**2. Pielikums: Galveno lauksaimniecības kultūru
biomasas dati un biomasas
pārrēķinu vienādojumu
izstrādāšanas starpziņojums**

APP „AGRORESURSU UN EKONOMIKAS INSTITŪTS”

STENDES PĒTNIECĪBAS CENTRS

ATSKAITE

ĀRAMZEMES UN ILGGADĪGO ZĀLĀJU APSAIMNIEKOŠANAS RADĪTO SILTUMNĪCEFEKTA GĀZU (SEG) EMISIJU UN OGLEKĻA DIOKSĪDA (CO₂) PIESAISTES UZSKAITES SISTĒMAS PILNVEIDOŠANA UN ATBILSTOŠU METODISKO RISINĀJUMU IZSTRĀDĀŠANA

Izpildītāji:

Vadošā pētniece Dr.agr. Sanita Zute,

Pētniece Mag. lauks. Solveiga Maļecka

agronomes Margita Damškalne, Antra Millere, Elīna Grīnberga

APP „Agroresursu un ekonomikas institūts” Stendes pētniecības centrs

DIŽSTENDE, 2018

1. Izmēģinājumu vietas raksturojums un darba metodika

1.1 Konvencionālās audzēšanas sistēmas

Tab. 31: Ziemas kvieši un ziemas rapsis

Izpildītājs	Agroresursu un ekonomikas institūts Stendes pētniecības centrs	
Adrese	"Dižzemes" Libagu pag., Talsu novads, LV-3258	
Vieta	Lauks Nr. 4 sēklkopības augu seka	Lauks Nr. 13 selekcijas augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2017. g. septembris	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Ziemas kvieši	
Šķirnes	'Fredis' un 'Brencis'	
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne	Velēnu vāji podzolēta smilts un mālsmilts augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.6 - 5.8, trūdvielas 1.8 - 2.0%, P ₂ O ₅ 161 - 192 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 201 - 218 mg kg ⁻¹ (augsts)	pH _{KCl} 5.5 - 5.6, trūdvielas 1.5 - 2.1%, P ₂ O ₅ 147 - 150 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 144 - 145 mg kg ⁻¹ (vidējs)
Priekšaug	Ziemas rapsis	Griķi zaļmēslojumam
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 8-20-30 pirms sējas 300 kg ha ⁻¹	NPK 8-20-30 pirms sējas 300 kg ha ⁻¹
Virsmēslojums	N 30 + S 7 250 kg ha ⁻¹ 12.04.2018. N 30 + S 7 150 kg ha ⁻¹ un 180 kg ha ⁻¹ 18.05.2018.	N 30 + S 7 250 kg ha ⁻¹ 12.04.2018. N 30 + S 7 150 kg ha ⁻¹ un 180 kg ha ⁻¹ 17.05.2018.
Sēkla	Kodināta ar Celest Trio 2.0 L t ⁻¹ (fludioksonils 25 g L ⁻¹ + difenakonzols 25 g L ⁻¹ + tebukanazols 10 g L ⁻¹)	Kodināta ar Maxim Star 025 1.5 L t ⁻¹ (fludioksonils 18.75 g L ⁻¹ + ciprokanazols 6.25 g L ⁻¹)
Izsējas norma	450 dīgstošas sēklas m ²	450 dīgstošas sēklas m ²
Sēja	Ar Kuhn Premia (d. plat. 2 m) 26.09.2017.	Ar Waderstad (d. plat. 3 m) 25.09.2017.
Fenoloģiskie novērojumi	5.10.2017. dīgsti 28.05.2018. 55-57 AS Fredis, 51-53 AS Brencis	
Herbicīdi	Pēc sējas Komplet 0.5 L ha ⁻¹ (flufenacets 280 g L ⁻¹ + diflufenikans 280 g L ⁻¹) 27.09.2017. GRANSTARS PRĒMIJA 20 g ha ⁻¹ (metiltribenurons 500g kg ⁻¹) + Primus XL 80 g ha ⁻¹ (florasulams 5 g L ⁻¹ + fluoksipirs 100 g L ⁻¹) 28.04.2018.	Pēc sējas Komplet 0.5 L ha ⁻¹ (flufenacets 280 g L ⁻¹ + diflufenikans 280 g L ⁻¹) 27.09.2017. Biatlon 4D 70 g ha ⁻¹ (tritosulfurons 714 g kg ⁻¹ + florasulams 54 g kg ⁻¹) 8.05.2018.

Insekticīdi	Ja nepieciešams	Ja nepieciešams
Retardanti	Moddus Start 0.3 L ha ⁻¹ (250 g L ⁻¹ etil-trineksapaks) 28.04.2018.	-
Fungicīdi	Falcon Forte 0.7 L ha ⁻¹ (protiokonazols 53 g L ⁻¹ , spiroksamīns 224 g L ⁻¹ , tebukonazols 148 g L ⁻¹) 18.05.2018. Varianto Xpro 1.0 L ha ⁻¹ (biksafēns 40 g L ⁻¹ , fluoksastrobīns 50 g L ⁻¹ , protiokonazols 100 g L ⁻¹) 29.05.2018.	Falcon Forte 0.6 L ha ⁻¹ (protiokonazols 53 g L ⁻¹ , spiroksamīns 224 g L ⁻¹ , tebukonazols 148 g L ⁻¹) 18.05.2018. Varianto Xpro 1.0 L ha ⁻¹ (biksafēns 40 g L ⁻¹ , fluoksastrobīns 50 g L ⁻¹ , protiokonazols 100 g L ⁻¹) 29.05.2018.
Laučiņa platība	24 m ² (2 x 12 m)	24 m ² (2 x 12 m)
Uzskaitāmā platība	20 m ²	20 m ²
Izmēģinājuma platība	480 m ²	480 m ²
Platība ar izolācijām	680 m ²	680 m ²
Varianti	4	4
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fredis 250+180 kg ha⁻¹ 2. Fredis 250+150 kg ha⁻¹ 3. Brencis 250+180 kg ha⁻¹ 4. Brencis 250+150 kg ha⁻¹ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fredis 250+180 kg ha⁻¹ 2. Fredis 250+150 kg ha⁻¹ 3. Brencis 250+180 kg ha⁻¹ 4. Brencis 250+150 kg ha⁻¹
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Ražas novākšana	Ar kombaidu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%), Fredi 18.07.2018., Brenci 27.07.2018.	
Augu paraugi	20.06.2018. ziemas kviešus (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	
Vieta	Lauks Nr. 20 sēklkopības augu sekā	Lauks Nr. 2 selekcijas augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2017. g. septembris	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Ziemas rapsis	
Šķirnes	'Exalte'	'Exalte' un 'Annabella'
Augsnes tips	Velēnu podzolēta smilšmāla augsne	Velēnu vāji podzolēta mālsmilts – smilšmāla augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.5, org. v. saturs 1.7%, K ₂ O 150 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 113 mg kg ⁻¹	pH _{KCl} 5.8 - 6.3, org. v. saturs 1.8 - 2.0%, K ₂ O 159 - 177 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 206 - 232 mg kg ⁻¹
Priekšaugi	Griķi zaļmēslojumam	
Augsnes apstrāde	Arts 8.07.2017., šļūckts 28.07.2017. un kultivēts	Arts, šļūckts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 8-20-30 pirms sējas 350 kg ha ⁻¹ ar traktorvilkmes izkliešanas mašīnu Amazone	NPK 8-20-30 pirms sējas 350 kg ha ⁻¹ ar traktorvilkmes izkliešanas mašīnu Amazone

	(darba platums 12 m) 14.08.2017.	(darba platums 12 m) 14.08.2017.
Virsmēslojums	Sulfammo30 N-process 12.04.2018. (Sastāvā 30 N,6 S, 7 CaO; 3 MgO, kultūraugu metabolisma stimulators, augsnes mikroorganismu stimulators) un 26.04.2018. mēslojums N30+S7, izklidēti traktorvilkmes izklidētāju Amazone	N 75 N-Sprint 24 12.04.18. (Sastāvā 24 N, 13.2 S, nitrifikācijas baktēriju stimulators, lietots tiklīdz atjaunojusies kultūraugu veģetācija) un N 75 N30+S7; otrreiz N 90 ar N30+S7 7.05.2018. visiem variantiem, abas reizes izklidēti ar rokām
Lapu mēslojums	Brasitrel Pro 3.0 L ha ⁻¹ 24.09.2017. Zoom 1.5 L ha ⁻¹ + Augu Bors 1.5 L ha ⁻¹ 28.04.2018. Tivos 4.0 L ha ⁻¹ 7.05.2018.	Brasitrel Pro 3.0 L ha ⁻¹ 24.09.2017. Zoom 1.5 L ha ⁻¹ + Augu Bors 1.5 L ha ⁻¹ 28.04.2018. Tivos 5.0 L ha ⁻¹ 7.05.2018.
Sēkla	Kodināta	Kodināta
Izsējas norma	2.3 kg ha ⁻¹	60 d.s.m ² / 3 kg ha ⁻¹
Sēja	Waderstad (darba platums 3.0 m) 16.08.2017.	Ar Waderstad (darba platums 3.0 m) 16.08.2017.
Sējumu kopšana	Lauciņu iemēršana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	22.08.2017. dīgsti 28.05.2018. 69 AS (zied. beigas) 16.07.2018. 77-79 AS	
Herbicīdi	Butizan Avant 2.5 L ha ⁻¹ (100 g L ⁻¹ dimetēnamīds-P, 100 g L ⁻¹ kvinmeraks, 300 g/l g L ⁻¹ metazahlor) tūlīt pēc sējas ar traktorvilkmes smidzinātāju (darba platums 12 m), 18.08.2017.	
Insekticīdi	Karate Zeon 0.10 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambda - cihalotrīns) 24.09.2017. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambda - cihalotrīns) 28.04.2018. Plenum 50 WG 0.15 L ha ⁻¹ (500 g kg ⁻¹ pimetrozīns) 7.05.2018. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambda - cihalotrīns) 16.05.2018.	Karate Zeon 0.10 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambda - cihalotrīns) 24.09.2017. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambda - cihalotrīns) 28.04.2018. Plenum 50 WG 0.15 L ha ⁻¹ (500 g kg ⁻¹ pimetrozīns) 7.05.2018. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambda - cihalotrīns) 16.05.2018.
Retardanti	Toprex 0.3 L ha ⁻¹ (difenokonazols 250 g L ⁻¹ , 125 g L ⁻¹ paklobutrazols) 24.09.2017. Toprex 0.35 L ha ⁻¹ (difenokonazols 250 g L ⁻¹ , 125 g L ⁻¹ paklobutrazols) 28.04.2018.	Toprex 0.3 L ha ⁻¹ (difenokonazols 250 g L ⁻¹ , 125 g L ⁻¹ paklobutrazols) 24.09.2017. Toprex 0.3 L ha ⁻¹ (difenokonazols 250 g L ⁻¹ , 125 g L ⁻¹ paklobutrazols) 28.04.2018.
Fungicīdi	Propulse 0.8 L ha ⁻¹ (125 g L ⁻¹ fluopirams, 125 g L ⁻¹ protiokonazols) 16.05.2018.	Propulse 0.9 L ha ⁻¹ (125 g L ⁻¹ fluopirams, 125 g L ⁻¹ protiokonazols) 16.05.2018.
Lauciņa platība	30 m ² (2.5 x 12 m)	36 m ² (3 x 12 m)
Uzskaitāmā platība	18 m ²	29 m ²
Izmēģinājuma platība	120 m ²	576 m ²
Platība ar izolācijām	240 m ²	864 m ²
Varianti	2	4
	<ul style="list-style-type: none"> Exalthe N75 kg ha⁻¹ (N30+S7) + N75 kg ha⁻¹ (Timac Sulfammo N30) Exalthe N 75 kg ha⁻¹ (N30+S7) + N75 kg ha⁻¹ (N30+S7) 	<ul style="list-style-type: none"> Annabella N75 kg ha⁻¹ (N30+S7)+N90 kg ha⁻¹ (N30+S7) Annabella N75 kg ha⁻¹ (N24)+N90 kg ha⁻¹ (N30+S7) Exalthe N75 kg ha⁻¹ (N30+S7)+N90 kg ha⁻¹ (N30+S7) Exalthe N75 kg ha⁻¹ (N24)+N90 kg ha⁻¹

		(N30+S7)
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	8	16
Ražas novākšana	Ar kombaiņu Wintersteiger Delta, nosakot sēklu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%), 26.07.2018.	
Augu paraugi	20.06.2018. rapsi (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	13.06.2018. rapsi (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 32: Vasaras kvieši

Vieta	Lauks Nr. 1 sēklkopības augu sekā	Lauks Nr. 11 selekcijas augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Vasaras kvieši	
Šķirnes	‘Taifuns’ un ‘Uffo’	
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne	Kultūraugsne mālsmilts
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.1-5.8, org.v. 1.8 - 2.0%, P ₂ O ₅ 160 - 206 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 189 - 204 mg kg ⁻¹	pH _{KCl} 5.5, org.v. 1.7%, P ₂ O ₅ 177 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 183 mg kg ⁻¹ (augsts)
Priekšaugi	Lauku pupas	Kartupeļi
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 pirms sējas 530 kg ha ⁻¹ (N80) ar traktorvilkmes izkļiedētāju Amazone (darba platums 12 m) 20.04.2018.	
Virsmēslojums	1. un 3. variantam (N30 + S) 67 kg ha ⁻¹ (N20) un 2. un 4. variantam 200 kg ha ⁻¹ (N60) 24.05.2018.	
Lapu mēslojums	Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 7.06.2018. Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 27.06.2018.	
Sēkla	Kodināta Maxim Star 0.25 1.5 L t⁻¹ (fludioksonils 18.75 g L ⁻¹ + ciprokanazols 6.25 g L ⁻¹)	
Izsējas norma	500 d.s.m ²	
Sēja	24.04.2018. ar Kuhn Premia (d. plat. 2 m)	
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	5.05.2018. dīgsti 11.06.2018. Uffo AS 47-49, Taifun AS 57-59	
Herbicīdi	Biatlon 4D 50 g ha ⁻¹ (714 g kg ⁻¹ tritosulfurons + 54 g kg ⁻¹ florasulams) + Dash 0.5 L ha ⁻¹ BBCH 24-26, 18.05.2018.	
Insekticīdi	Decis Mega 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ deltametrīns), 12.05.2018. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambdacihalotrīns), 7.06.2018.	

Retardanti	-	
Fungicīdi	Ascara Xpro 1.2 L ha ⁻¹ (130 g L ⁻¹ Prothioconazol 65 g L ⁻¹ Bixafen 65 g L ⁻¹ Fluopyram), 15.06.2018. 2. variantam Viverda 1.5 L ha ⁻¹ (140 g L ⁻¹ boskalids, 50 g L ⁻¹ epoksikonazols, 60 g L ⁻¹ piraklostrobins) 27.06.2018. visiem variantiem	
Lauciņa platība	24 m ² (2 x 12 m)	
Uzskaitāmā platība	20 m ²	
Izmēģinājuma platība	480 m ²	480 m ²
Platība ar izolācijām	680 m ²	680 m ²
Varianti	4	4
	<ul style="list-style-type: none"> • Taifun N80 + N20 • Taifun N80 + N60 • Uffo N80 + N20 • Uffo N80 + N60 	<ul style="list-style-type: none"> • Taifun N80 + N20 • Taifun N80 + N60 • Uffo N80 + N20 • Uffo N80 + N60
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Ražas novākšana	Ar kombaibu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%)	
	07.08.2018.	03.08.2018.
Augu paraugi	25.07.2018. vasaras kviešus (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	23.-24.07.2018. vasaras kviešus (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 33: Vasaras mieži un auzas

Vieta	Lauks Nr. 1 sēklkopības augu sekā	Lauks Nr. 11 selekcijas augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Vasaras mieži	
Šķirnes	'Ansis' un 'Kristaps'	
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne	Kultūraugsne mālsmilts
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.1-5.8, org.v. 1.8 - 2.0%, P ₂ O ₅ 160 - 206 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 189 - 204 mg kg ⁻¹	pH _{KCl} 5.5, org.v. 1.7%, P ₂ O ₅ 177 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 183 mg kg ⁻¹ (augsts)
Priekšaugi	Lauku pupas	Kartupeļi
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 pirms sējas 530 kg ha ⁻¹ (N80) ar traktorvilkmes izklieģētāju Amazone (darba platums 12 m) 20.04.2018.	
Virsmēslojums	<ul style="list-style-type: none"> • un 4. variantam 134 kg ha⁻¹ (N40) 24.05.2018. 	

Lapu mēslojums	Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 7.06.2018. Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 27.06.2018.	
Sēkla	Kodināta Maxim Star 0.25 1.5 L t⁻¹ (fludioksonils 18.75 g L ⁻¹ + ciprokanazols 6.25 g L ⁻¹)	
Izsējas norma	400 d.s.m ²	
Sēja	24.04.2018. ar Kuhn Premia (d. plat. 2 m)	
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērišana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	5.05.2018. digsti 11.06.2018. Ansis AS 49-51, Kristaps AS 49-51	
Herbicīdi	Biatlon 4D 50 g ha ⁻¹ (714 g kg ⁻¹ tritosulfurons + 54 g kg ⁻¹ florasulams) + Dash 0.5 L ha ⁻¹ BBCH 24-26, 18.05.2018.	
Insekticīdi	Decis Mega 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ deltametrīns), 12.05.2018. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambdacihalotrīns), 7.06.2018.	
Retardanti	-	
Fungicīdi	Ascara Xpro 1.2 L ha ⁻¹ (130 g L ⁻¹ Prothioconazol 65 g L ⁻¹ Bixafen 65 g L ⁻¹ Fluopyram), 15.06.2018. 2. variantam Viverda 1.5 L ha ⁻¹ (140 g L ⁻¹ boskalīds, 50 g L ⁻¹ epoksikonazols, 60 g L ⁻¹ piraklostrobīns) 27.06.2018. visiem variantiem	
Laučiņa platība	24 m ² (2 x 12 m)	
Uzskaitāmā platība	20 m ²	
Izmēģinājuma platība	480 m ²	480 m ²
Platība ar izolācijām	680 m ²	680 m ²
Varianti	4	4
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ansis N80 2. Ansis N80 + N40 3. Kristaps N80 4. Kristaps N80 + N40 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ansis N80 2. Ansis N80 + N40 3. Kristaps N80 4. Kristaps N80 + N40
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Ražas novākšana	Ar kombaibu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%)	
	07.08.2018.	03.08.2018.
Augu paraugi	18.07.2018. miežus (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	23.-24.07.2018. miežus (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	
Vieta	Lauks Nr. 1 sēklkopības augu sekā	Lauks Nr. 11 selekcijas augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	

Kultūraugs	Auzas	
Šķirnes	'Symphony' un 'Laima'	
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne	Kultūraugsne mālsmilts
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.1-5.8, org.v. 1.8 - 2.0%, P ₂ O ₅ 160 - 206 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 189 - 204 mg kg ⁻¹	pH _{KCl} 5.5, org.v. 1.7%, P ₂ O ₅ 177 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 183 mg kg ⁻¹ (augsts)
Priekšaugš	Lauku pupas	Kartupeļi
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 pirms sējas 530 kg ha ⁻¹ (N80) ar traktorvilkmes izkliešanas Amazone (darba platums 12 m) 20.04.2018.	
Virsmēslojums	2. un 4. variantam 67 kg ha ⁻¹ (N20) 24.05.2018.	
Lapu mēslojums	Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 7.06.2018. Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 27.06.2018.	
Sēkla	Kodināta ar Celest Trio 1.5 L t⁻¹ (fludioksonils 25 g L ⁻¹ + difenakonzols 25 g L ⁻¹ + tebukanazols 10 g L ⁻¹)	
Izsējas norma	500 d.s.m ²	
Sēja	24.04.2018. ar Kuhn Premia (d. plat. 2 m)	
Sējumu kopšana	Laučiņu iemēršana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	5.05.2018. dīgsti 11.06.2018. Symphony AS 51-53, Laima AS 49-51	
Herbicīdi	Biatlon 4D 50 g ha ⁻¹ (714 g kg ⁻¹ tritosulfurons + 54 g kg ⁻¹ florasulams) + Dash 0.5 L ha ⁻¹ BBCH 24-26, 18.05.2018.	
Insekticīdi	Decis Mega 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ deltametrīns), 12.05.2018. Karate Zeon 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ lambdacihalotrīns), 7.06.2018.	
Retardanti	-	
Fungicīdi	Ascara Xpro 1.2 L ha ⁻¹ (130 g L ⁻¹ Prothioconazol 65 g L ⁻¹ Bixafen 65 g L ⁻¹ Fluopyram), 15.06.2018. 2. variantam Viverda 1.5 L ha ⁻¹ (140 g L ⁻¹ boskalīds, 50 g L ⁻¹ epoksikonazols, 60 g L ⁻¹ piraklostrobīns) 27.06.2018. visiem variantiem	
Laučiņa platība	24 m ² (2 x 12 m)	
Uzskaitāmā platība	20 m ²	
Izmēģinājuma platība	480 m ²	480 m ²
Platība ar izolācijām	680 m ²	680 m ²
Varianti	4	4
	1. Symphony N80 2. Symphony N80 + N20 3. Laima N80 4. Laima N80 + N20	1. Symphony N80 2. Symphony N80 + N20 3. Laima N80 4. Laima N80 + N20
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Ražas novākšana	Ar kombaibu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%)	
	07.08.2018.	03.08.2018.
Augu paraugi	18.07.2018. auzas (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu,	23.-24.07.2018. auzas (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu,

	smalcina un žāvē	smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 34: Zaļmēslojuma augi – sinepes un rutks

Vieta	Lauks Nr. 1 sēklkopības augu sekā	Lauks Nr. 11 selekcijas augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Zaļmēslojuma augi – sinepes un rutks	
Šķirnes	-	
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne	Kultūraugsne mālsmilts
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.1-5.8, org.v. 1.8 - 2.0%, P ₂ O ₅ 160 - 206 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 189 - 204 mg kg ⁻¹	pH _{KCl} 5.5, org.v. 1.7%, P ₂ O ₅ 177 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 183 mg kg ⁻¹ (augsts)
Priekšaugi	Lauku pupas	Kartupeļi
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 pirms sējas 530 kg ha ⁻¹ (N80) ar traktorvilkmes izkliešanas Amazone (darba platums 12 m) 20.04.2018.	
Virsmmēslojums	2. un 4. variantam 67 kg ha ⁻¹ (N20) 25.05.2018.	
Lapu mēslojums	-	
Sēkla	nekodināta	
Izsējas norma	sinepes 20 kg ha ⁻¹ un rutks 25 kg ha ⁻¹	
Sēja	10.05.2018. ar Kuhn Premia (d. plat. 2 m)	
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	5.05.2018. dīgsti 11.06.2018. sinepes zied. vidus un rutks zied. sākums	
Herbicīdi	-	
Insekticīdi	Decis Mega 0.15 L ha ⁻¹ (50 g L ⁻¹ deltametrīns), 18.05.2018.	
Retardanti	-	
Fungicīdi	-	
Lauciņa platība	24 m ² (2 x 12 m)	
Uzskaitāmā platība	20 m ²	
Izmēģinājuma platība	480 m ²	480 m ²
Platība ar izolācijām	680 m ²	680 m ²
Varianti	4	4
	1. Sinepes N80 2. Sinepes N80 + N20 3. Rutks N80	1. Sinepes N80 2. Sinepes N80 + N20 3. Rutks N80

	4. Rutks N80 + N20	4. Rutks N80 + N20
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Zaļmasas novākšana	Sasmalcinot	
Augu paraugi	12.06.2018. sinepes (50x25 cm rāmītis) un 14.06.2018. rutku (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 35: Kukurūza

Izpildītājs	Agroresursu un ekonomikas institūts Stendes pētniecības centrs	
Pasūtītājs		
Adrese	"Dīžzemes" Libagu pag., Talsu novads, LV-3258	
Vieta	Lauks Nr. 1 sēklkopības augu sekā	Lauks Nr. 11 selekcijas augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Kukurūza	
Šķirnes	'Ramirez' F1 (KWS) un 'Leovox' (RAGT)	
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne	Kultūraugsne mālsmilts
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.1-5.8, org.v. 1.8 - 2.0%, P ₂ O ₅ 160 - 206 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 189 - 204 mg kg ⁻¹	pH _{KCl} 5.5, org.v. 1.7%, P ₂ O ₅ 177 mg kg ⁻¹ (augsts), K ₂ O 183 mg kg ⁻¹ (augsts)
Priekšaugi	Lauku pupas	Kartupeļi
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 pirms sējas 530 kg ha ⁻¹ (N80) ar traktorvilkmes izkaldētāju Amazone (darba platums 12 m) 20.04.2018.	
Virsmēslojums	200 kg ha ⁻¹ (N60) 12.06.2018. 100 kg ha ⁻¹ (N30) 5.07.2018.	
Lapu mēslojums	Zoom 1.5 L ha ⁻¹ 7.06.2018.	
Sēkla	Kodināta	
Izsējas norma	80 000 ha	
Sēja	9.05.2018. ar rokām	11.05.2018. ar rokām
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, ravēšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	18.05.2018. dīgsti 11.06.2018. 6-8 lapas	
Herbicīdi	Elumis 1.0 L ha ⁻¹ (75 g L ⁻¹ mezotrions + 30 g L ⁻¹ nikosulfurons) 22.05.2018. 2 lapu stad.	
Insekticīdi	-	
Retardanti	-	

Fungicīdi	-	
Laučiņa platība	36 m ² (3.0 x 12 m)	
Uzskaitāmā platība	24 m ²	
Izmēģinājuma platība	624 m ²	624 m ²
Platība ar izolācijām	884 m ²	884 m ²
Varianti	4	4
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ramirez N80 + N60 2. Ramirez N80 + N60 + 30 3. Leovoxx N80 + N60 4. Leovoxx N80 + N60 + 30 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ramirez N80 + N60 2. Ramirez N80 + N60 + 30 3. Leovoxx N80 + N60 4. Leovoxx N80 + N60 + 30
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Ražas novākšana	Sasmalcina	
Augu paraugi	17.08.2018. kukurūzu (50x25 cm rāmitis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	
Kontaktpersona lauka izmēģinājumiem	Pētniece Solveiga Malecka, tālr. 29 459 423, e-pasts: solveiga.malecka@arei.lv.	
Piezīmes	6.06.2018. ciešs no salnas	

Tab. 36: Kultivēts zālājs

Izpildītājs	Agroresursu un ekonomikas institūts Stendes pētniecības centrs	
Pasūtītājs		
Adrese	z/s Lejas, Vandzenes pagasts, Talsu novads, LV-3282	
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Zālāji	
Zālāju veids	Kultivētais zālājs	Dabiskais zālājs
Izmantošanas gads	3 izmantošanas gads	10 izmantošanas gads
Botāniskais sastāvs	Dominē lucerna, kamolzāle, citas stiebrzāles, pienenes u.c. nezāles	Bioloģiskās daudzveidības pļava
Augsnes tips	xx	xx
Augsnes raksturojums	xx	xx
Pamatmēslojums	NPK 8-20-30 250 kg ha ⁻¹ veģetācijai atjaunojoties ar traktorvilkmes izkļiedētāju	
Virsmēslojums	-	
Kūtsmēsli	60 t ha ⁻¹ šķīdumēsli pēc katra pļāvuma (3 reizes sezonā)	

Lapu mēslojums	-	-
Sējumu kopšana	-	-
Fenoloģiskie novērojumi	22.05.2018. vārpošanas stadija	
Herbicīdi	-	-
Insekticīdi	-	-
Retardanti	-	-
Fungicīdi	-	-
Laučiņa platība	24 m ² (2 x 12 m)	
Uzskaitāmā platība	20 m ²	
Izmēģinājuma platība	480 m ²	480 m ²
Platība ar izolācijām	680 m ²	680 m ²
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	4	4
Zaļmasas novākšana	23.05.2018. 10.07.2018. 14.09.2018.	11.06.2018. 14.09.2018.
Augu paraugi	22.05.2018. zaļmasa (25x25 cm) cm), 10.07.2018. zaļmasa (25x25 cm), smalcina un žāvē	11.06.2018. zaļmasa (50x25 cm), smalcina un žāvē
	13.09.2018. (50x25 cm rāmītis) rok augus, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	13.09.2018. (50x25 cm rāmītis) rok augus, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Vienfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 37: 2019. gada pētījumiem iekārtotā zālaugu izmēģinājuma metodika

Izpildītājs	Agroresursu un ekonomikas institūts Stendes pētniecības centrs
Pasūtītājs	
Adrese	“Dižzemes” Libagu pag., Talsu novads, LV-3258
Vieta	Lauks Nr. 10 sēklkopības augu sekā
Lauka reljefs	Lēzens
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. maijs
Izmēģinājums beigts	2019. g. oktobris
Kultūraugs	Zālāji
Šķirnes	Stiebrzāles ar lucernu N3 (virs 50%) Stiebrzāles ar āboliņu N1 (virs 50%) Stiebrzāles ar lucernu P3 (zem 50%) Stiebrzāles ar āboliņu P2 (zem 50%) Lucerna tirsējā ‘Skriveri’ L1 Lucerna tirsējā ‘Geja’ L2
Augsnes tips	Velēnu vāji podzolēta smilšmāla augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 5.7-6.3, org.v. 2.0 - 2.6%, P ₂ O ₅ 195 - 242 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 107 - 128 mg kg ⁻¹

Priekšaugš	Vasaras rapsis
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts
Pamatmēslojums	NPK 8-20-30 pirms sējas 400 kg ha ⁻¹ ar traktorvilkmes izklidētāju Amazone (darba platums 12 m) 16.05.2018. N60P90K120 kg ha ⁻¹ veģetācijai atjaunojoties
Virsmēslojums	M1 - pēc katra plāvuma N60 kg ha ⁻¹ stiebrzālēm ar tauriņziežiem virs 50% M2 - pēc katra plāvuma N30 kg ha ⁻¹ stiebrzālēm ar tauriņziežiem zem 50% un tauriņziežiem tīrsējā
Lapu mēslojums	-
Izsējas norma	Stiebrzāles ar lucernu N3 (virs 50%) – 20 kg ha ⁻¹ Stiebrzāles ar āboliņu N1 (virs 50%) – 20 kg ha ⁻¹ Stiebrzāles ar lucernu P3 (zem 50%) – 20 kg ha ⁻¹ Stiebrzāles ar āboliņu P2 (zem 50%) – 20 kg ha ⁻¹ Lucerna tīrsējā 'Skrīveri' L1 – 18 kg ha ⁻¹ Lucerna tīrsējā 'Geja' L2 – 18 kg ha ⁻¹
Sēja	17.05.2018. ar Wintersteiger izmēģinājumu sējmašīnu
Sējumu kopšana	Laučiņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu un apļaušana 2 reizes.
Fenoloģiskie novērojumi	-
Herbicīdi	Reindžers 4.0 L ha ⁻¹ (glifosāts 360 g L ⁻¹) 28.04.2018. pirms augsnes apstrādes Bazagrāns 480 2.0 L ha ⁻¹ (bentazons 480 g L ⁻¹) + MCPA 750 0.7 L ha ⁻¹ (MCPA 750 g L ⁻¹) 12.06.2018. Bazagrāns 480 2.0 L ha ⁻¹ (bentazons 480 g L ⁻¹) 6.07.2018.
Laučiņa platība	12 m ² (1.2 x 10 m)
Uzskaitāmā platība	12 m ²
Izmēģinājuma platība	980 m ²
Platība ar izolācijām	1387 m ²
Varianti	12
Atkārtojumu skaits	4
Kopā lauciņi	48
Ražas novākšana	Zaļmasas pļaušana ar trimeri, izmantojot asmeni
Kontaktpersona lauka izmēģinājumiem	Pētniece Solveiga Malecka, tālr. 29 459 423, e-pasts: solveiga.malecka@arei.lv.
Piezīmes	-

1.2 Bioloģiskās audzēšanas sistēmas

Tab. 38: Ziemas kvieši

Vieta	Lauks Nr. A1 bioloģiskā augu seka	Lauks Nr. C2 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2017. g. septembris	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Ziemas kvieši	

Šķirnes	'Edvins'	
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne	Velēnu podzolēta glejotā augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.78, trūdvielas 2.25%, P ₂ O ₅ 182.6 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 90.8 mg kg ⁻¹	pH 5.8 – 6.4, org. v. saturs 3.8 %, K ₂ O 92 – 135 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 50 – 167 mg kg ⁻¹
Priekšaugi	Stiebrzāļu un tauriņziežu maisījums zaļmēslojumam	Sarkanais āboliņš zaļmēslojumam
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Izsējas norma	500 dīgstošas sēklas m ²	500 dīgstošas sēklas m ²
Sēja	Ar Waderstad (d. plat. 3 m) 10.09.2017.	Ar Waderstad (d. plat. 3 m) 10.09.2017.
Fenoloģiskie novērojumi	19.09.2017. dīgsti	
Lauciņa platība	28 m ² (2.4 x 10.8 m)	
Uzskaitāmā platība	26 m ²	
Izmēģinājuma platība	113 m ²	113 m ²
Platība ar izolācijām	276 m ²	276 m ²
Atkārtojumu skaits	4	4
Varianti	1	1
Kopā lauciņi	4	4
	Ar kombaibu Wintersteiger, nosakot graudu ražu kg no lauciņa,	Ar kombaibu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%),
Ražas novākšana	31.08.2018.	1.08.2018.
Augu paraugi	20.06.2018. ziemas kviešus (50x25 cm rāmitis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Vienfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 39: Ziemas kvieši un griķi zaļmēslojumam

Vieta	Lauks Nr. B5 bioloģiskā augu seka	Lauks Nr. C5 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Vasaras kvieši	
Šķirnes	'Robijs' un 'Uffo'	
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne	Velēnu podzolēta glejotā augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.43, trūdvielas 2.67%, P ₂ O ₅ 206.1 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 127 mg kg ⁻¹	pH 6.1-6.4 (optimāls), org. v. saturs 4.9 % (augsts), K ₂ O 39.4-42.4 mg kg ⁻¹ un P ₂ O ₅ 15.6-19.2 mg kg ⁻¹ (ļoti zems)
Priekšaugi	Ziemas kvieši	Griķi zaļmēslojumam
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts

Izsējas norma	500 d.s.m ²	
Sēja	20.04.2018.	26.04.2018.
	ar Wintersteiger izm. sējmašīnu (d. plat. 1.2 m)	
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	26.04.2018. dīgsti	2.05.2018. dīgsti
Lauciņa platība	12 m ² (1.2 x 10 m)	26 m ² (2.4 x 10.8 m)
Uzskaitāmā platība	12 m ²	26 m ²
Izmēģinājuma platība	132 m ²	270 m ²
Platība ar izolācijām	486 m ²	330 m ²
Varianti	2	2
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	8	8
Ražas novākšana		
	31.07.2018. Ar kombaibu Wintersteiger, nosakot graudu ražu kg no lauciņa	08.08.2018. Ar kombaibu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%)
Augu paraugi	20.07.2018. vasaras kviešus (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	28.07.2018. vasaras kviešus (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm, graudu kvalitāti ar Infratec NOVA: 6 rādītāji.	
Datu apstrāde	Vienfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 40: Vasaras mieži

Vieta	Lauks Nr. B5 bioloģiskā augu seka	Lauks Nr. C6 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Vasaras mieži	
Šķirnes	'Rasa' un 'Jumara'	
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne	Velēnu podzolēta glejotā augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.43, trūdvielas 2.67%, P ₂ O ₅ 206.1 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 127 mg kg ⁻¹	pH 6.1-6.4 (optimāls), org. v. saturs 4.9 % (augsts), K ₂ O 39.4-42.4 mg kg ⁻¹ un P ₂ O ₅ 15.6-19.2 mg kg ⁻¹ (ļoti zems)
Priekšaugi	Ziemas kvieši	Vasaras kvieši
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Izsējas norma	500 d.s.m ²	
Sēja	20.04.2018.	26.04.2018.
	ar Wintersteiger izm. sējmašīnu (d. plat. 1.2 m)	

Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	26.04.2018. dīgsti	2.05.2018. dīgsti
Lauciņa platība	12 m ² (1.2 x 10 m)	26 m ² (2.4 x 10.8 m)
Uzskaitāmā platība	12 m ²	26 m ²
Izmēģinājuma platība	132 m ²	270 m ²
Platība ar izolācijām	486 m ²	330 m ²
Varianti	2	2
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	8	8
Ražas novākšana		
	31.07.2018. Ar kombaibu Wintersteiger, nosakot graudu ražu kg no lauciņa	08.08.2018. Ar kombaibu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%)
Augu paraugi	20.07.2018. vasaras kviešus (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	28.07.2018. vasaras kviešus (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm, graudu kvalitāti ar Infratec NOVA: 6 rādītāji.	
Datu apstrāde	Vienfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 41: Auzas

Vieta	Lauks Nr. A2 bioloģiskā augu seka	Lauks Nr. C3 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Auzas	
Šķirnes	'Symphony' un 'Laima'	
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne	Velēnu podzolēta glejotā augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.57, org.v. 2.25%, P ₂ O ₅ 145.5 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 109.4 mg kg ⁻¹	pH 5.8 – 6.4, org. v. saturs 3.8 %, K ₂ O 92 – 135 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 50 – 167 mg kg ⁻¹
Priekšaug	Vasaras mieži	Ziemas kvieši
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Izsējas norma	500 d.s.m ²	
Sēja	26.04.2018. ar Wintersteiger iz. sējmašīnu (d. plat. 1.2 m)	
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	2.05.2018. dīgsti	
Lauciņa platība	13 m ² (1.2 x 10.8 m)	26 m ² (2.4 x 10.8 m)
Uzskaitāmā platība	13 m ²	26 m ²

Izmēģinājuma platība	270 m ²	540 m ²
Platība ar izolācijām	330 m ²	660 m ²
Varianti	4	4
	1. Symphony 2. Symphony ar pasēju 3. Laima 4. Laima ar pasēju	1. Symphony 2. Symphony ar pasēju 3. Laima 4. Laima ar pasēju
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	16	16
Ražas novākšana	31.07.2018. ar kombaiņu Wintersteiger, nosakot graudu ražu kg no lauciņa	08.08.2018. ar kombaiņu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa un mitrumu (%)
Augu paraugi	18.07.2018. auzas (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	30.07.2018. auzas (50x50 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē
Ražas pirmapstrāde	Transportēšana, žāvēšana uz platformu kalts un tīrīšana uz mazgabarīta tīrāmās mašīnās - Petkus	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm, graudu kvalitāti ar Infratec NOVA: 4 rādītāji.	
Datu apstrāde	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 42: Griķi

Vieta	Lauks Nr. A4 bioloģiskā augu seka	Lauks Nr. C4 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Griķi	
Šķirnes	'Aiva' un 'Naujos'	
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne	Velēnu podzolēta glejotā augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.03, org.v. 2.2%, P ₂ O ₅ 126 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 104.4 mg kg ⁻¹	pH 6.1-6.4 (optimāls), org. v. saturs 4.9 % (augsts), K ₂ O 39.4-42.4 mg kg ⁻¹ un P ₂ O ₅ 15.6-19.2 mg kg ⁻¹ (ļoti zems)
Priekšaugi	Dārzeni	Auzas
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Izsējas norma	60 kg ha ⁻¹	
Sēja	22.05.2018. ar Wintersteiger iz. sējmašīna (d. plat. 1.2 m)	
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	29.05.2018. dīgsti	
Lauciņa platība	13 m ² (1.2 x 10.8 m)	26 m ² (2.4 x 10.8 m)
Uzskaitāmā platība	13 m ²	26 m ²
Izmēģinājuma platība	135 m ²	270 m ²
Platība ar izolācijām	165 m ²	330 m ²

Varianti	2	2
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	8	8
Ražas novākšana	10.10.2018. ar kombaidu Wintersteiger Delta, nosakot graudu ražu kg no lauciņa	
Augu paraugi	7.08.2018. griķus (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Vienfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 43: Sarkanais āboliņš zaļmēslojumam

Vieta	Lauks Nr. B7 bioloģiskā augu seka	Lauks Nr. C1 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens	
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām	
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. aprīlis	
Izmēģinājums beigts	2018. g. oktobris	
Kultūraugs	Sarkanais āboliņš zaļmēslojumam	
Šķirnes	'Dižstende'	
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne	Velēnu podzolēta glejotā augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.52, org.v. 2.3%, P ₂ O ₅ 316.9 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 189.2 mg kg ⁻¹	pH 5.8 – 6.4, org. v. saturs 3.8 %, K ₂ O 92 – 135 mg kg ⁻¹ , P ₂ O ₅ 50 – 167 mg kg ⁻¹
Priekšaugi	Mieži ar pasēju	Mieži ar pasēju
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts	Arts, šļūkts un kultivēts
Izsējas norma	10 kg ha ⁻¹	
Sēja	18.04.2017. ar Waderstad (3 m)	4.05.2017. ar Waderstad (3 m)
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, ravēšana, izmantojot roku darbu.	
Fenoloģiskie novērojumi	-	
Lauciņa platība	26 m ² (2.4 x 10.8 m)	
Uzskaitāmā platība	26 m ²	
Izmēģinājuma platība	270 m ²	270 m ²
Platība ar izolācijām	330 m ²	330 m ²
Variants	1	1
Atkārtojumu skaits	4	4
Kopā lauciņi	4	4
Ražas novākšana	Sasmalcina	
Augu paraugi	26.06.2018. (50x25 cm rāmītis) rok, skalo saknes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē; 7.08.2018. nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē	
Analīzes	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm	
Datu apstrāde	Vienfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem zaļmasas būtiskuma izvērtēšanai	

Tab. 44: Mieži ar āboliņa un ilggadīgo zālāju pasēju

Vieta	Lauks Nr. B8 bioloģiskā augu seka
Lauka reljefs	Lēzens
Meteoroloģiskā stacija	Stendes HMS, atrodas 0.5-1.5 km no izmēģinājumu platībām
Izmēģinājums uzsākts	2018. g. maijs
Izmēģinājums beigts	2019. g. oktobris
Kultūraugs	Mieži ar āboliņa un ilggadīgo zālāju pasēju
Šķirne	'Austris'
Pasēja	Sarkanais āboliņš 'Dižstende' Sarkanais āboliņš 'Dīvaja' Stiebrzāles ar lucernu N3 (virs 50%) Stiebrzāles ar āboliņu N1 (virs 50%) Lucerna tirsējā 'Gea'
Augsnes tips	Velēnu podzolēta mālsmilts augsne
Augsnes raksturojums	pH _{KCl} 6.28, org.v. 2.46%, P ₂ O ₅ 312.7 mg kg ⁻¹ , K ₂ O 169.3 mg kg ⁻¹
Priekšaugi	Auzas
Augsnes apstrāde	Arts, šļūkts un kultivēts
Izsējas norma	Sarkanais āboliņš 'Dižstende' – 15 kg ha ⁻¹ Sarkanais āboliņš 'Dīvaja' – 15 kg ha ⁻¹ Stiebrzāles ar lucernu N3 (virs 50%) – 20 kg ha ⁻¹ Stiebrzāles ar āboliņu N1 (virs 50%) – 20 kg ha ⁻¹ Lucerna tirsējā 'Skrīveri' L1 – 18 kg ha ⁻¹ Lucerna tirsējā 'Geja' L2 – 18 kg ha ⁻¹
Sēja	pasēju sēja 3.05.2018. ar Wintersteiger izmēģinājumu sējmašīnu (1.2 m)
Sējumu kopšana	Lauciņu iemērīšana atbilstoši izmēģinājuma shēmai, akmeņu novākšana, izmantojot roku darbu un apļaušana 2 reizes.
Fenoloģiskie novērojumi	22.05.2018. lucerna un āboliņš, pārējie dēļ sausuma tikai jūlija sākumā
Lauciņa platība	26 m ² (2.4 x 10.8 m)
Uzskaitāmā platība	26 m ²
Izmēģinājuma platība	814 m ²
Platība ar izolācijām	990 m ²
Varianti	6
Atkārtojumu skaits	4
Kopā lauciņi	24
Ražas novākšana 2019. g. - 1. izm. gadā	Plānota zaļmasas pļaušana ar trimeri 2-3 reizes sezonā, izmantojot asmeni un nosverot zaļmasu
Augu paraugi 2019. g. - 1. izm. g.	Augus pļauj 2 reizes, nosaka zaļmasu, smalcina un žāvē, bet trešo reizi rok ar sakni, skalo saknes, nosaka masu, smalcina un žāvē
Analīzes 2019. - 1. izm. gadā	Nosaka sausnu (%) zaļmasai un saknēm
Datu apstrāde 2019. g. - 1. izm. gadā	Divfaktora dispersijas analīze ar atkārtojumiem ražas būtiskuma izvērtēšanai
Kontaktpersona lauka izmēģinājumiem	Agronome Antra Millere, e-pasts: antra.millere@arei.lv.
Piezīmes	-

1.3 Meteoroloģisko apstākļu raksturojums

Meteoroloģisko apstākļu raksturojumam izmantoti Stendes hidrometeoroloģiskās stacijas dati. Tā atrodas Agroresursu un ekonomikas institūta teritorijā (57°12" ziemeļu platums un 22° 33" austrumu garums, 78 m virs jūras līmeņa), attālums līdz izmēģinājuma laukiem 0.3 - 1.5 km, kas dod iespēju samērā precīzi izdarīt secinājumus par meteoroloģisko apstākļu ietekmi uz kultūraugiem sējas, augšanas un novākšanas laikā.

Mūsu reģiona klimatu nosaka tā ģeogrāfiskais stāvoklis mērenajos platuma grādos un Baltijas jūras ietekme. Tuvākais jūras krasta punkts atrodas 55 km attālumā. Līdz ar to galvenā loma klimata veidošanā ir jūras gaisa masām. Ziemas periodā tās nosaka atkušņu rašanos. Salīdzinājumā ar valsts austrumu rajoniem, vidējā gaisa temperatūra ir par 2°C augstāka. Vasaras savukārt ir īsākas ar lielāku apmākušos dienu skaitu, bet rudens, ilgs un mitrs.

Pēc ilggadējiem vidējiem rādītājiem veģetācija atjaunojas aprīļa otrajā dekādē un beidzas oktobra trešajā dekādē, taču pēdējos gados tā iestājas aprīļa pirmajā dekādē un rudenī ir ievērojamāki garāki un siltāki. Bez sala perioda ilgums vidēji ir 185 dienas. Aktīvo temperatūru summa (virs 5°C) vidēji ir 2249°C, gada vidējā gaisa temperatūra 5.4°C. Nokrišņu daudzums gadā vidēji 652 mm, periodā no aprīļa līdz oktobrim vidēji 485 mm.

1.4 Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 2017. / 2018. gada veģetācijas sezonā

2017. gadā veģetācijas periods, salīdzinājumā ar pagājušo gadu, dēļ vēsā laika par divām nedēļām bija aizkavējusies kultūraugu nogatavošanās, tā iestājās novēloti.

Septembrī un oktobrī bija stipri lietains laiks, nokrišņu summa 203.2% un 159.4% no normas. Dēļ nokrišņiem bija apgrūtināta rudens sēja un daudzus pārmitros laukus nebija iespējams apsēt, tāpēc ziemāju sējplatības 2017. g. rudenī samazinājās. Temperatūras tuvas vidējiem ilggadīgajiem rādītājiem. Veģetācijas beigas 7. novembrī, kad vidējā diennakts gaisa temperatūra noslīdēja zem 5 grādiem un neatjaunojās. Arī novembrī nokrišņi bija 110.3% no normas. Pirmais nenoturīgais sniegs novērots novembra trešajā dekādē. Arī decembrī noturīga sniega sega neizveidojās, nokrišņi normas līmenī un visbiežāk lietus veidā. Decembrī vidējās diennakts temperatūras bija virs normas un zem nulles nenoslīdēja.

Sals novērots janvārī, februārī un martā, kad vidējās diennakts temperatūras bija zem nulles. Salīdzinot vidējo diennakts gaisa temperatūru janvārī, jāsecina, ka tā bija par 3.1 grādu augstāka kā norma, toties februārī bija par -2.0 grādiem un martā par -1.1 grādu aukstāks salīdzinājumā ar normu. Noturīga sniega sega izveidojās no 30.

janvāra līdz 13. martam, bet nokrišņu martā bija maz.

Veģetācija atjaunojās 5. aprīlī, kad diennakts vidējā gaisa temperatūra bija virs 5 grādiem. Pavasaris aprīlī iestājās strauji, vidējā diennakts gaisa temperatūra augstāka par normu un nokrišņi 128.9% no normas.

Aprīļa vidējā gaisa temperatūra 2018. gadā Latvijā bija +7.8°C, kas ir 2.1°C virs mēneša normas, kļūstot par 3. siltāko aprīļa mēnesi novērojumu vēsturē (kopš 1924. gada).

Stendes HMS teritorijā aprīļa vidējā gaisa temperatūra tuva Latvijā vidējai (skat. 1. tab.). Vid. diennakts temperatūra 8.04. un 9.04. bija +10.3°C un +14.4°C, 10.04. un 11.04. nokritis zem +5°C, bet veģetācija stabili atjaunojas sākot no 12.04.2018.

Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā aprīlī bija 42.8 mm, visvairāk nokrišņu bija Jelgavā – 68.8 mm, bet vismazāk nokrišņu – Rēzeknē (27.5 mm). Stendes apkārtnē ievērojami nokrišņi bija 1. un 2. dekādē (attiecīgi 28.6 un 12.4 mm).

Aprīļa trešā dekāde bija salīdzinoši silta un sausa. Kurzemi 16.-17. aprīlī šķērsoja nokrišņu zona.

Tab. 45: Meteoroloģisko apstākļu raksturojums 2017. / 2018. gadā¹⁸

Mēnesis ¹⁹	Temperatūra, C°						Nokrišņi					
	I	II	III	Mēnesī vidēji	vid. ilggad.	± no ilggad.	I	II	III	Mēnesī vidēji	ilggad., mm	% no ilggad.
2017												
Augusts	17.3	17.4	14.1	16.3	15.5	0.8	18.5	16.9	16.0	51.4	87	59.1
Septembris	13.0	12.5	11.7	12.4	11.4	1.0	50.2	97.3	4.9	152.4	75	203.2
Oktobris	8.3	9.1	3.0	6.8	6.6	0.2	66.9	20.7	25.6	113.2	71	159.4
Novembris	5.3	3.4	2.3	3.6	1.8	1.8	16.0	23.7	29.8	69.5	63	110.3
Decembris	1.1	0.5	2.3	1.3	-2.0	-3.3	16.7	19.7	10.7	47.1	47	100.2
2018												
Janvāris	1.5	-5.4	-0.7	-1.5	-4.6	3.1	12.6	4.0	20.9	37.5	37	101.4
Februāris	-3.6	-4.1	-12.2	-6.7	-4.7	-2.0	5.9	9.9	8.6	24.4	26	93.8
Marts	-5.7	-1.4	-0.7	-2.7	-1.5	-1.1	4.1	6.1	1.3	11.5	29	39.7
Aprīlis	5.0	9.5	8.5	7.7	4.3	3.4	28.6	12.4	6.7	47.7	37	128.9
Maijs	12.5	16.4	17.5	15.5	10.2	5.3	14.0	0.0	0.0	14.0	45	31.1
Jūnijs	15.4	16.7	14.4	15.5	14.2	1.3	0.2	8.9	26.7	35.8	57	62.8
Jūlijs ²⁰	15.1	22.0	22.2	19.8	16.3	3.5	17.3	6.5	8.8	32.6	87	37.5
Augusts	22.2	17.3	15.7	18.4	15.5	2.9	25.7	56.0	12.4	94.1	87	108.2
Septembris	16.9	14.8	10.7	14.1	11.4	2.7	2.1	13.6	37.1	52.8	75	86.2

Maijā ir pārspēti vairāki siltuma rekordi un nokrišņu summa mēneši veidojas tikai no

¹⁸ Stendes HMS dati.

¹⁹ Veģetācija 2017. gada rudenī izbeidzas oktobra pēdējā dekādē, daļēji atjaunojas novembra pirmajā dekādē, kad 6 dienas vid. d. temperatūra bija virs 5 grādiem un stabili izbeidzas, sākot no novembra otrās dekādes.

14 mm, kas nolija mēneša sākumā. Augsnes virskārta sausa, vasarājiem trūkst mitruma vienmērīgai attīstībai. Augu attīstības stadijas virzījās uz priekšu ļoti strauji. Ziemāji vārpoja divas nedēļas ātrāk kā parasti.

Maija vidējā gaisa temperatūra Latvijā bija +15.3°C, kas ir 3.9°C virs mēneša normas, tādējādi šī gada maijs ir kļuvis par siltāko novērojumu vēsturē (kopš 1924. gada) un pirmo, kura vidējā gaisa temperatūra ir pārsniegusi +15°C. Mēneša minimālā gaisa temperatūra (-0.4°C) 6. maijā tika novērota Mērsragā, Stendē maija vidējā gaisa temperatūra par 5.3°C pārsniedz normu. Īpaši silts laiks iestājas maija 3. Dekādē, Kopumā valstī maijs noslēdzas kā desmitais sausākais un viskarstākais maija mēnesis sistemātisko meteoroloģisko novērojumu vēsturē (gandrīz 100 gadu ilgs periods). Pēdējā maija nedēļā anticiklona ietekmē virs Latvijas atradās karsta gaisa masa, nesot vasarīgus laika apstākļus un stipru karstumu, kā arī uzstādot jaunus maksimālās gaisa temperatūras rekordus. Jauni rekordi tika uzstādīti 29. un 30. maijā, 30. maijā uzstādīts arī visas Latvijas šī datuma maksimālās gaisa temperatūras rekords: +30.1°C.

Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā maijā bija 23.8 mm, kas ir 51% zem mēneša normas (48.8 mm). Stendē no 1.-3. maijam nolija 14 mm nokrišņu un vairāk nokrišņu maijā netika novēroti.

Jūnija vidējā gaisa temperatūra Latvijā bija +15.8°C, kas bija 1.0°C virs mēneša normas. Mēneša minimālā gaisa temperatūra (-1.6°C) novērota 6. jūnijā Stendē, vietām sals bija spēcīgāks, apsaldējot agros kartupeļus un pat kokaugu lapas. Kopumā Latvijā jūnija ilggadīgā vidējā gaisa temperatūra ir +14.7°C.

Stendes novērojumu stacijā konstatēts, ka mēneša vidējā gaisa temperatūra jūnijā bija tāda pati kā maijā 15.5 °C, t.i. 1.3°C augstāka par normu.

Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā jūnijā bija 43.9 mm, kas ir 40 % zem mēneša normas (73.3 mm). Visvairāk nokrišņu bija Priekuļos – 90.4 mm, bet Stendē jūnijā nolija kopā 35.8 mm - 2. un 3. Dekādē, bieži vien nokrišņu diennakts summa nepārsniedza 1 mm, kas augiem nekompensēja ilgstošā sausuma radīto mitruma deficītu. Augiem, īpaši mēneša sākumā trūka mitruma un mēslošanas līdzekļi nespēja izmantoties, augiem, kas tomēr sacerot, daļa dzinumumu atmira, nedodot produktīvus dzinumus. Labībām stiebrošanas un ziedēšanas stadijas iestājās vismaz 7-10 dienas agrāk kā parasti. Vasarāju labībām vārpas bija sīkākas, mazāk graudu aizmetņu.. Mitruma trūkuma dēļ sējumu noaugums nevienmērīgs – sablīvētākās augsnes, ieplakās augi ievērojami atpaliek attīstībā. Siltā klimata dēļ novēro dažādu insektu intensīvu attīstību sējumos. Zaļmēslojuma kultūraugi – sinepes, rutki nevedo biomasu, bet strauji uzsāk galvenā dzinuma ziedēšanu.

Jūlija vidējā gaisa temperatūra Latvijā bija +19.8°C, kas ir 2.4°C virs mēneša normas, tādējādi šī gada jūlijs trešais siltākais novērojumu vēsturē (kopš 1924. gada).

²⁰ Pēdējo 3 aktuālo mēnešu lejupielādētiem datiem notiek kvalitātes kontroles process. Novērojumu datu vērtības var mainīties.

Stendē jūlija vidējā gaisa temperatūra bija +19.8°C – tāda pati kā vidēji Latvijā. Kārstākais laiks Stendē bija sākot ar jūlija 2. un 3. dekādi, kad deviņpadsmit dienas no divdesmit vienas bija ļoti karsts (temperatūra dienā virs +25°C).

Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā jūlijā bija 51.9 mm, kas ir 31 % zem mēneša normas (75.7 mm), tādējādi šis jūlijs kļuva par 2. sausāko jūlija mēnesi pēdējo 18 gadu laikā (sausākais ir 2006. gada jūlijs ar vidēji 18.6 mm). Stendē nokrišņi jūlijā bija 37.5% no normas. Karstā un sausā laika ietekmē augi strauji nogatavojās un ziemāju novākšana tika uzsākta jūlijā pēdējā dekādē. .

Augusts Augusta vidējā gaisa temperatūra Latvijā bija +18.7°C, kas ir 2.2°C virs mēneša normas. Mēneša minimālā gaisa temperatūra +5.4°C 22. augustā tika novērota Stendē. Kopumā Latvijā augusta ilggadīgā vidējā gaisa temperatūra ir 16.2°C. Stendē augusta siltāks kā parasti, vidējā diennakts gaisa temperatūra bija 18.4 °C (+2.9 °C salīdzinājumā ar vidējo ilggadīgo temperatūru).

Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā augustā bija 69.0 mm, kas ir 10 % zem mēneša normas (76.7 mm). Stendē mēnesī kopumā nolija 108% no normas, visvairāk 2. Dekādes beigās, bet šiem nokrišņiem nebija būtiskas ietekmes uz ziemāju un vasarāju labību attīstību, bet tas pozitīvi ietekmēja kukurūzas, zālāju 3. plāvuma attīstību, tomēr sezonas sausums neļāva iegūt četrus kultivētā zālāja zāles plāvumus, kā. Bija plānots.

Augsne augusta beigās mitra bija tikai virskārtā, bet ar to pietika, lai labi attīstītos iesētie ziemas rapši. Kurzemē ziemāju kultūraugu ražas ir labas, vasarājiem ļoti zemas salīdzinājumā ar iepriekšējiem gadiem.

Septembra vidējā gaisa temperatūra Latvijā bija +14.6°C, kas ir 2.9°C virs mēneša normas, kļūstot par 2. siltāko septembri novērojumu vēsturē (kopš 1924. gada), Stendē vidējā diennakts gaisa temperatūra septembrī bija 14.1°C (+2.7°C pret normu).

Kopējais nokrišņu daudzums Latvijā septembrī bija 48.8 mm, kas ir 26% zem mēneša normas (66.1 mm). Stendē visvairāk lija septembra 3. dekādē 37.1 mm un kopā mēnesī bija 52.8 mm, kas ir pietiekoši, lai sadīgtu un labi attīstītos ziemāju sējumi.

2. Pētījuma uzdevums

Iegūt galveno lauksaimniecības kultūraugu biomasas datus un izstrādāt biomasas pārrēķina vienādojumu. Katrai viengadīgajai laukaugu sugai iekārtoti lauka izmēģinājumi divos dažādos augsnes auglības/struktūras fonos, novērtējot biomasu divām šķirnēm, konvencionālajā sistēmā arī vēl papildus divos sugai piemērotas intensitātes mēslojuma fonos (skatīt izmēģinājumu metodiku).

Novērtētās laukaugu sugas:

1. konvencionālajā sistēmā: ilggadīgie zālāji, ziemas kvieši, vasaras kvieši, vasaras mieži, ziemas rapsis, papuve (aizņemtā zālmēslojuma papuve - sinepes, eļļas rutks), auzas, kukurūza.
2. bioloģiskajā sistēmā: auzas, ziemas kvieši, vasaras kvieši, griķi, vasaras mieži, auzas ar pasēju, sarkanais āboliņš.

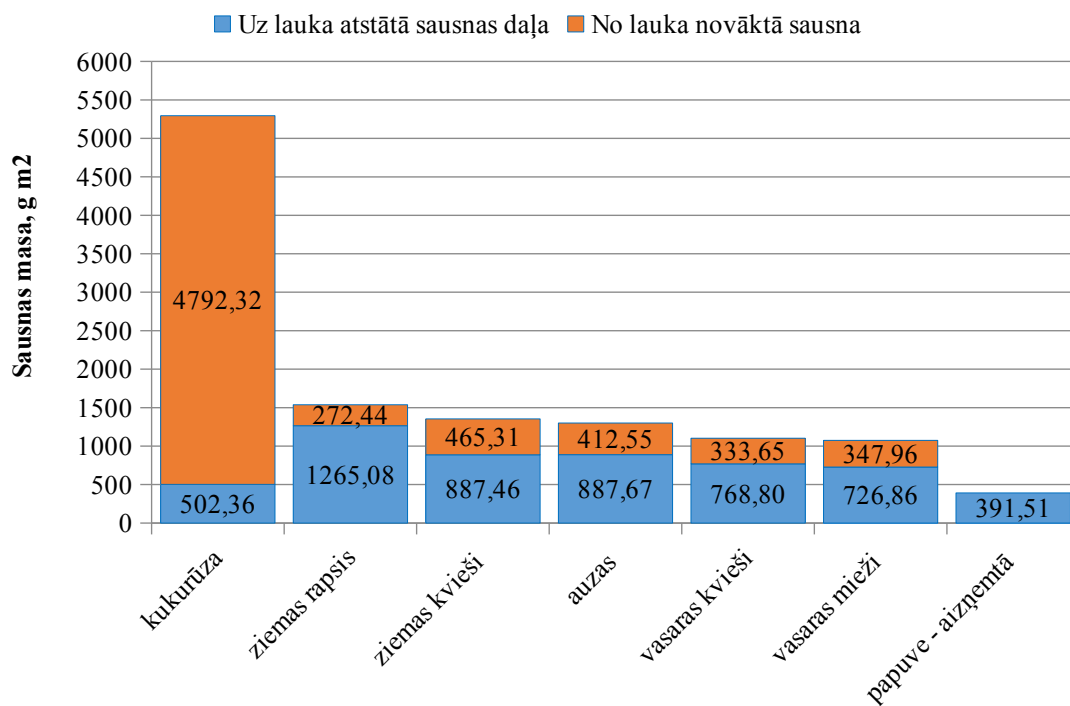
Konvencionālā sistēmā vasarāju izmēģinājumi iekārtoti divu augu seku laukos - SKL 1 un SEL 11, ziemāju kultūras – ziemas kvieši, izvietoti laukos SKL 4 un SEL 4 un ziemas rapsis – SKL20 un SEL2, kur sējumi iesēti 2017. gada rudenī. Šķirnes izvēlētas atbilstoši rekomendācijām konvencionālai saimniekošanas sistēmai.

2.1 Laukaugu biomasas raža divu līmeņu mēslojuma fonos

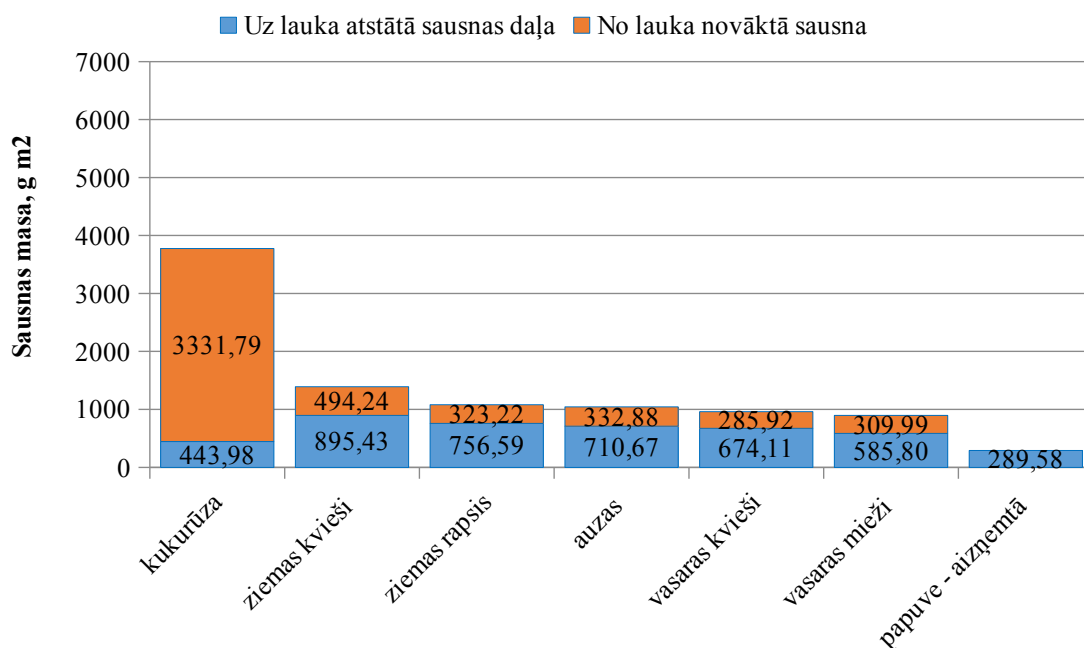
Tab. 46: Laukaugu biomasas konvencionālā sistēmā, pielietojot zemu mēslojuma normu, g m⁻² saunas, 2018. gadā

Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausas masa	Novāktā raža	Virszemes biomasas	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ziemas kvieši Fredis	1198.59	351.12	777.94	69.53	847.48
Ziemas kvieši Brencis	1454.77	555.31	803.97	95.49	899.45
Vasaras kvieši Taifun	1018.87	308.75	619.14	90.98	710.12
Vasaras kvieši Uffo	1287.02	351.93	827.92	107.17	935.09
Ziemas rapsis Anabella	1735.22	254.30	1336.61	144.31	1480.92
Ziemas rapsis Exalte	1641.68	281.14	1212.19	148.35	1360.54
Vasaras mieži Ansis	1030.11	334.67	609.98	85.45	695.43
Ziemas mieži Kristaps	981.43	337.04	576.66	67.72	644.38
Auzas Symphony	1357.49	429.71	792.25	135.53	927.78
Auzas Laima	1208.04	366.56	726.96	114.53	841.48
Kukurūza Leovox	4804.20	4344.10	4344.1	460.09	460.09
Kukurūza Ramirez F1	4451.58	4061.61	4061.61	389.97	389.97
Papuve - Sinepe	268.07	224.17	224.17	43.90	268.07

Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausnas masa	Novāktā raža	Virszemes biomasa	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Papuve - eļļas rutks	474.81	356.96	356.96	117.85	474.81
vidēji pie zemā mēsloj.	1636.56	896.95	1233.60	147.92	739.61



Att. 12: Dažādu laukaugu sugu biomasa konvencionālā sistēmā, pielietojot zemu mēslojuma normu, g m⁻², 2018.



Att. 13: Dažādu laukaugu sugu biomasa konvencionālā sistēmā, pielietojot augstu mēslojuma normu, g m⁻², 2018.

Tab. 47: Laukaugu biomasa konvencionālā sistēmā, pielietojot augstu mēslojuma normu, g m⁻² saunas, 2018. gadā

Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausnas masa	Novāktā raža	Virszemes biomasa	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ziemas kvieši Fredis	1239.42	360.80	810.58	68.04	878.62
Ziemas kvieši Brencis	1466.13	569.83	790.96	105.35	896.31
Vasaras kvieši Taifun	1003.43	307.77	614.97	80.69	695.65
Vasaras kvieši Uffo	1201.47	359.52	735.92	106.02	841.94
Ziemas rapsis Anabella	1541.43	243.68	1167.47	130.27	1297.74
Ziemas rapsis Exalte	1533.62	301.19	1107.83	124.59	1232.42
Vasaras mieži Ansis	1097.83	346.98	659.88	90.96	750.85
Vasaras mieži Kristaps	1051.82	348.94	623.94	78.93	702.87
Auzas Symphony	1378.87	449.69	795.48	133.70	929.18
Auzas Laima	1221.57	375.40	729.28	116.89	846.16
Kukurūza Leovox	5487.65	4938.26	4938.26	549.40	549.40
Kukurūza Ramirez F1	5101.71	4646.39	4646.39	455.32	455.32
Papuve - sinepe	303.20		250.39	52.81	303.20
Papuve - eļļas rutks	479.82		361.47	118.35	479.82
vidēji pie augstas mēslojuma normas	1722.00	990.02	1302.34	157.95	731.97

Ņemot vērā 2018. gada veģetācijas perioda īpatnības – ilgstošo sausumu, paaugstināto

gaisa temperatūru un mitruma deficītu augiem svarīgās attīstības stadijās, mēslojuma normas paaugstināšana nedevu būtisku biomasas ražas pieaugumu. Izņemot kukurūzu, kas intensīvi attīstījās augustā un septembrī un to pozitīvi ietekmēja nokrišņi augusta otrajā pusē. Netipiski zemas ražas iegūtas no papuvē audzētajām zaļmasas sugām – sinepēm un eļļas rutkiem, kas maija augsto temperatūru dēļ ziedēšanas stadiju sasniedz jau jūnija vidū, izveidojot ļoti nelielu virszemes biomasu.

2.2 Laukaugu biomasas raža atkarībā no augu sekai raksturīgās augsnes

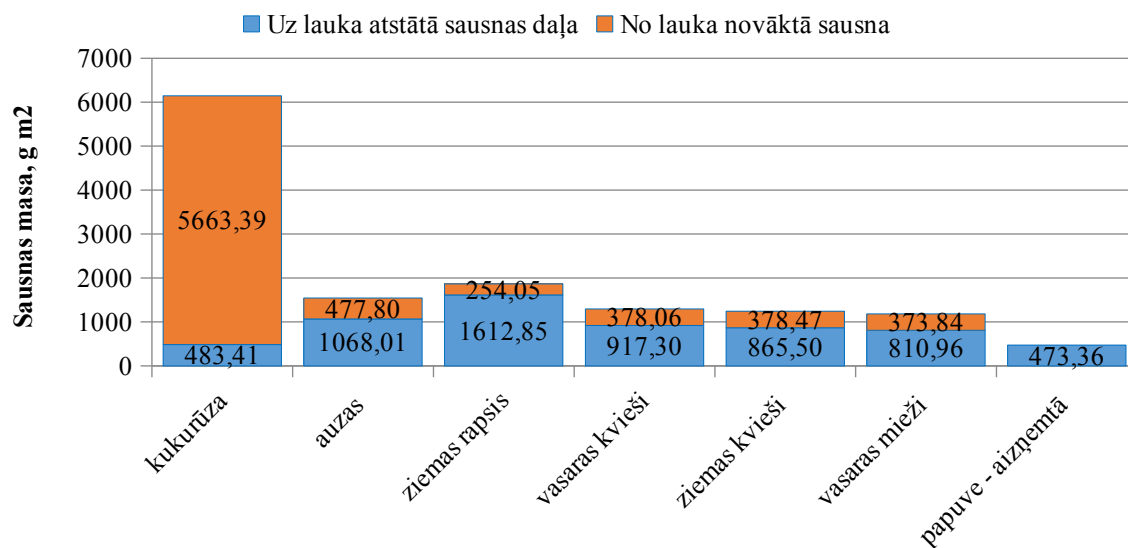
Izmēģinājumi tika iekārtoti divu augu seku laukos, kuros augsnes atšķirīgas pēc mehāniskā sastāva – SEL – mālsmits un smilts augsnes, SKL - smilšmāla augsnes. Katrā no augsnēm parādīja atšķirīgu ietekmi uz laukaugu attīstību. Smilšmāla augsnēs laukā SKL1 sausuma ietekmē novēroja augu nevienādu attīstību, vizuāli vērtējot, tas saistāms ar augsnes blīvumu un mehāniskā sastāva atšķirībām - mālainākās vietās augi attīstībā atpalika, viegla mehāniskā sastāva augsnēs laukā SEL 11 augi attīstījās vienmērīgāk un izveidoja labāku noaugumu. Mazākas atšķirības novēro ziemāju sugām - ziemas kviešiem un ziemas rapsim. Kopumā secināms, ka augsnes īpašībām šajā gadā bija būtiskāka ietekme uz biomasas veidošanos nekā mēslojuma normai, par ko liecina, izmēģinājumu bloku vidējie rādītāji.

Tab. 48: Laukaugu biomasas konvencionālā sistēmā augu sekas SKL laukos g m⁻² saunas, 2018. gadā

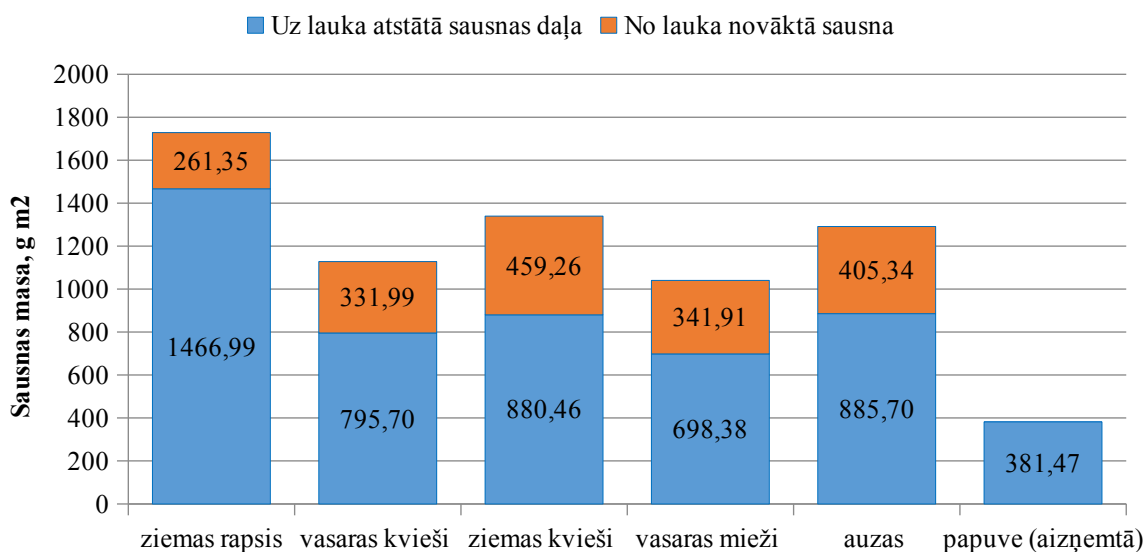
Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausnas masa	Novāktā raža	Virszemes biomasas	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ziemas kvieši Fredis	1253.21	357.86	830.08	65.28	895.36
Ziemas kvieši Brencis	1526.12	630.62	772.62	122.89	895.51
Vasaras kvieši Taifun	850.42	263.27	509.70	77.46	587.16
Vasaras kvieši Uffo	1069.63	308.57	671.61	89.45	761.06
Ziemas rapsis Exalte	1079.81	323.22	634.05	122.54	756.59
Vasaras mieži Ansis	935.98	315.47	535.37	85.14	620.51
Vasaras mieži Kristaps	855.60	304.50	479.88	71.22	551.10
Auzas Symphony	1129.28	367.20	654.66	107.42	762.08
Auzas Laima	957.81	298.56	559.82	99.44	659.25
Kukurūza Leovox	3862.05	3370.35	3370.35	491.70	491.70
Kukurūza Ramirez F1	3689.48	3293.22	3293.22	396.26	396.26
Papuve - sinepe	196.14	162.63	162.63	33.51	196.14
Papuve - eļļas rutks	383.02	289.53	289.53	93.49	383.02
vidēji SKL	1270.61	791.15	981.81	142.75	535.97

Tab. 49: Laukaugu biomasa konvencionālā sistēmā augu sekas SEL laukos g m⁻² saunas, 2018. gadā

Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausas masa	Novāktā raža	Virszemes biomasa	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ziemas kvieši Fredis	1184.80	354.06	758.44	72.29	830.74
Ziemas kvieši Brencis	1303.13	402.88	822.30	77.95	900.25
Vasaras kvieši Taifun	1171.87	353.25	724.41	94.21	818.62
Vasaras kvieši Uffo	1418.85	402.88	892.23	123.75	1015.97
Ziemas rapsis Anabella	1638.32	248.99	1252.04	137.29	1389.33
Ziemas rapsis Exalte	2095.49	259.11	1685.98	150.40	1836.37
Vasaras mieži Ansis	1191.96	366.19	734.49	91.28	825.77
Vasaras mieži Kristaps	1177.64	381.49	720.73	75.43	796.16
Auzas Symphony	1607.08	512.20	933.07	161.81	1094.88
Auzas Laima	1484.54	443.40	896.41	144.72	1041.14
Kukurūza Leovox	6429.80	5912.01	5912.01	517.79	517.79
Kukurūza Ramirez F1	5863.81	5414.78	5414.78	449.03	449.03
Papuve - sinepe	375.12	311.92	311.92	63.20	375.12
Papuve - eļļas rutks	571.60	428.90	428.9	142.71	571.61
vidēji SEL	1965.29	1128.00	1534.84	164.42	837.28



Att. 14: Dažādu laukaugu sugu biomasa konvencionālā sistēmas augu sekas SKL laukos, g m⁻², 2018.



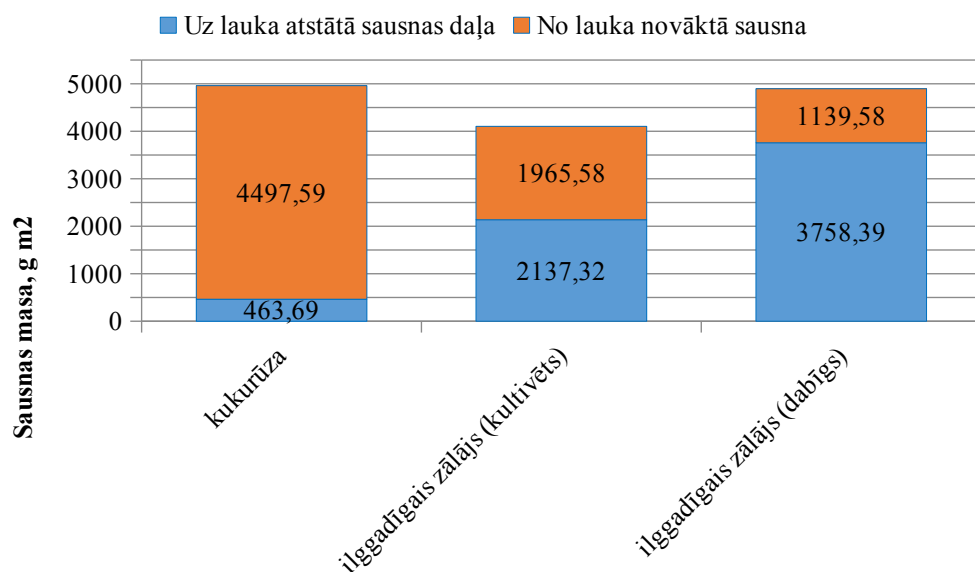
Att. 15: Dažādu laukaugu sugu biomasas konvencionālā sistēmas augu sekas SEL laukos, g m⁻², 2018.

Ilggadīgo zālāju biomasas veidošanās vērtēta, izmantojot z/s Lejas (Vandzenes pagastā) zālāju laukus. Saimniecība specializējas piena lopkopībā, kas arī nosaka zālāju audzēšanas tehnoloģiju saimniecībā – kultivētie zālāji piefermas laukos tiek mēslojami ar šķīdriem un tiek audzēti zālāju maisījumi ar augstu produktivitāti – lucerna un kamolzāles maisījums, kuru plāno vākt 4 reizes sezonā. 2018. gadā sausuma dēļ tika iegūta trīs plāvumu raža. Otrs lauks izvēlēts kā dabīgais zālājs, kur saimniecība tikai reizi gadā lieto minerālmēslojumu un sezonā vāc maksimums divas ražas.

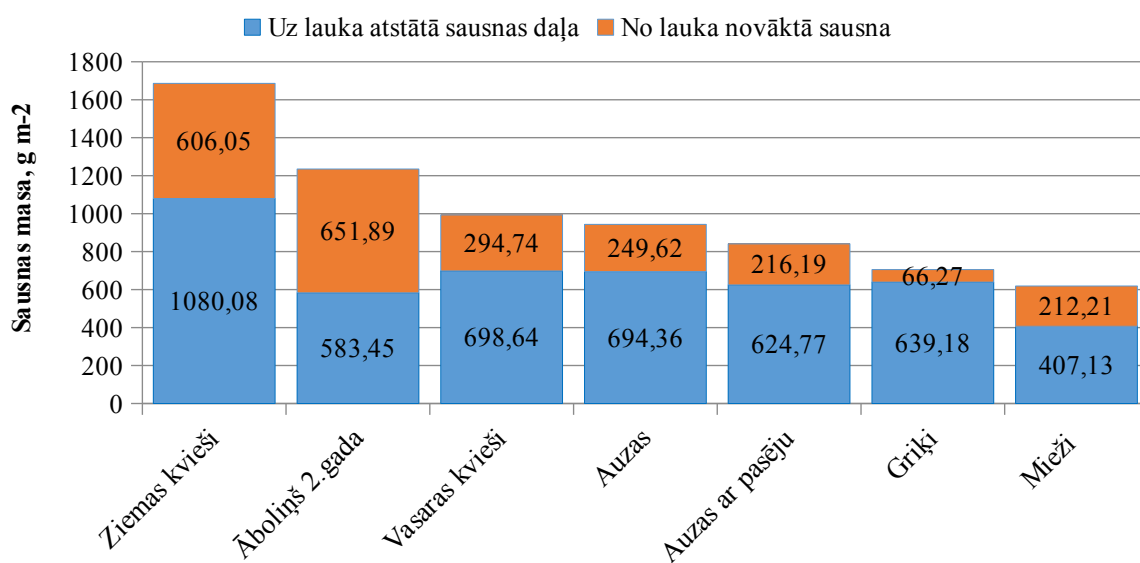
Tab. 50: Ilggadīgo zālāju biomasas konvencionālā sistēmā, z/s Lejas, g m⁻² saunas, 2018. gadā

Zālāju veids	Kopējā sausnas masa	Novāktā raža	Virszemes biomasas	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ilggadīgais zālājs (kultivēts)	4102.90	1965.58	1965.58	2137.32	2137.32
Ilggadīgais zālājs (dabīgs)	3758.39	1139.58	1139.58	2618.81	3758.39

Kopsavilkums – apvienojot katras sugas sējumu rezultātus no abām augu sekām, divu mēslojuma normu un divu šķirņu biomasas rādītājus un aprēķinot sugai raksturīgo vidējo biomasas rādītāju 2018. Gadā sezonā, iegūti dati, kas atspoguļoti 5.a Un 5.b. attēlā.



Att. 16: Kopsavilkums par labību, rapša un papuves augu biomasas rādītājiem konvencionālā sistēmā, g m⁻², 2018.



Att. 17: Kopsavilkums par kukurūzas un zālāju biomasas rādītājiem konvencionālā sistēmā, g m⁻², 2018.

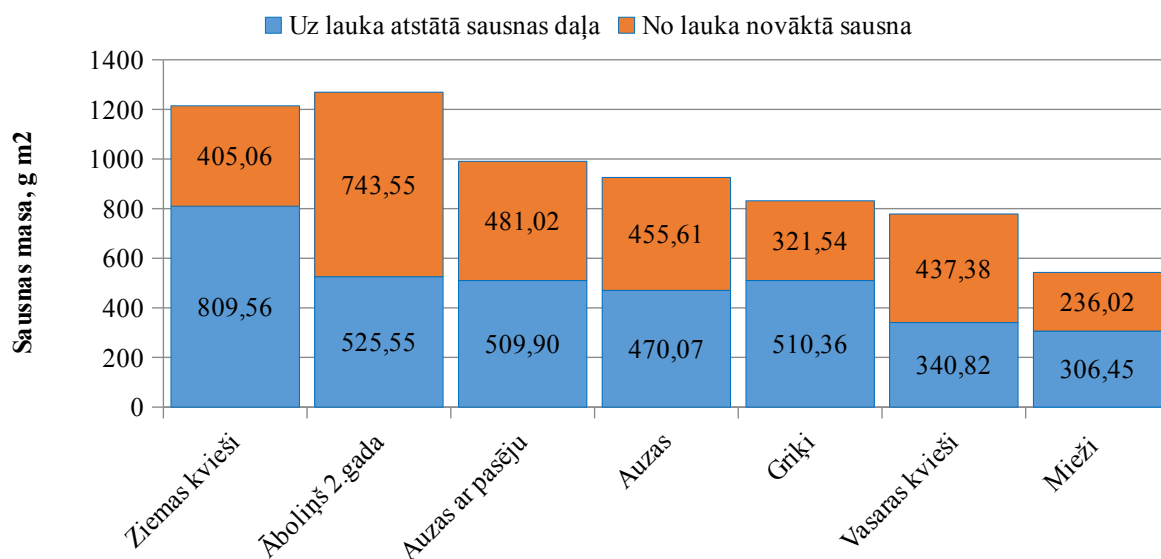
Bioloģiskā sistēmā iekārtoti izmēģinājumi divos augu sekas masīvos, to atšķirība ir , pirmkārt, organiskās vielas saturā - augu sekas sistēmā A/B mālsmilts augsnes ar organisko vielu no 2.2-2.67% un ar labu fosfora un kālija nodrošinājumu, C augu sekā glejotas 13augšnes ar organisko vielu no 3.8 līdz 4.9%, kā arī zemu fosfora un kālija nodrošinājumu. Izmēģinājumā izvēlētas šķirnes, kas katrai laukaugu sugai ir rekomendētas audzēšanai tieši bioloģiskā sistēmā.

Tab. 51: Bioloģiskā sistēmā iegūtā laukaugu biomasa, g m⁻² sauna, 2018.gadā , A/B augu seka

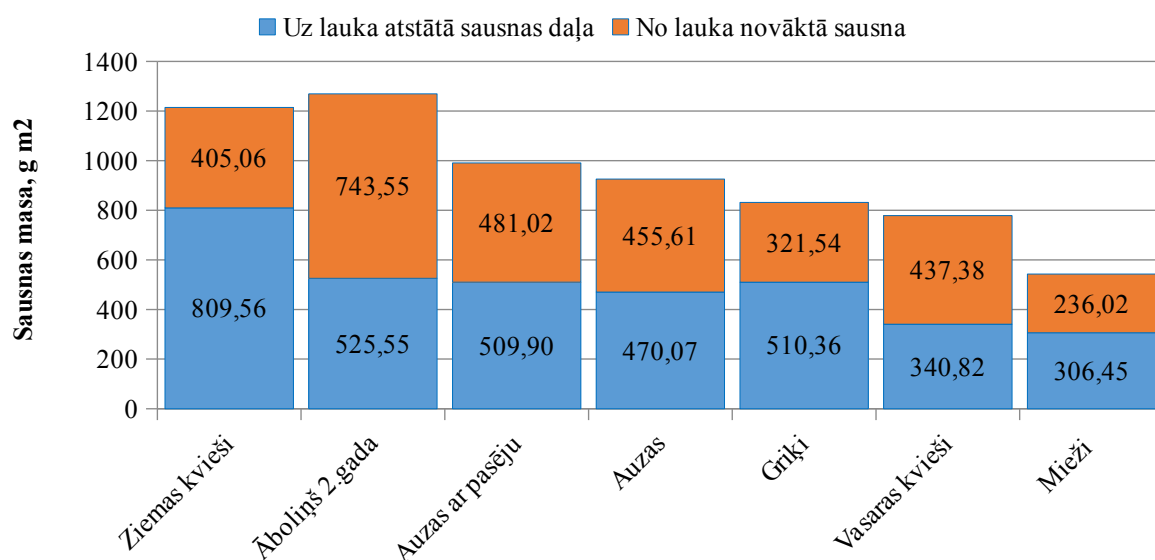
Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausna, sējumā	Virszemes kopējā masa	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Novāktā raža	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ziemas kvieši Edvīns	1686.13	913.27	166.81	606.05	1080.08
Vasaras kvieši Uffo	945.15	591.37	102.31	251.47	693.67
Vasaras kvieši Robijs	1041.60	613.08	90.52	338.00	703.60
Auzas Laima	956.90	572.69	129.45	254.76	702.14
Auzas Symphony	931.07	478.29	208.29	244.49	686.58
Auzas Laima ar pasēju	811.62	482.28	144.32	185.02	626.60
Auzas Symphony ar pas.	870.29	492.56	130.39	247.35	622.94
Vasaras mieži Rasa	517.93	305.83	47.58	164.52	353.41
Vasaras mieži Jumara	720.75	411.37	49.48	259.90	460.85
Griķi Aiva	689.98	552.47	62.85	74.66	615.32
Griķis Nojas	720.93	595.13	67.91	57.89	663.04
Āboliņš Dižstende	1235.34	651.89	583.45	651.89	583.45
Vidēji A/B augu sekā	927.31	555.02	148.61	278.00	649.31

Tab. 52: Bioloģiskā sistēmā iegūtā laukaugu biomasa, g m⁻² sauna, 2018.gadā , C augu seka

Laukaugu sugas un šķirnes	Kopējā sausna, sējumā	Virszemes kopējā masa	Sakņu masa 0-25 cm dziļumā	Novāktā raža	Kopējā masa, kas paliek uz lauka
Ziemas kvieši Edvīns	1214.62	646.18	163.39	405.06	809.56
Vasaras kvieši Uffo	763.76	284.87	31.06	447.83	315.93
Vasaras kvieši Robijs	792.63	329.50	36.21	426.92	365.70
Auzas Laima	897.28	400.15	69.69	427.44	469.84
Auzas Symphony	954.06	397.78	72.50	483.77	470.29
Auzas Laima ar pasēju	1014.03	458.63	88.10	467.30	546.73
Auzas Symphony ar pas.	967.82	395.50	77.58	494.75	473.07
Vasaras mieži Rasa	508.22	244.27	44.10	219.85	288.37
Vasaras mieži Jumara	576.72	280.98	43.55	252.19	324.53
Griķi Aiva	784.44	488.31	67.47	228.66	555.78
Griķis Nojas	879.37	414.42	50.53	414.42	464.95
Āboliņš Dižstende	2012.65	743.55	525.55	743.55	525.55
Vidēji C augu sekā	947.13	423.68	105.81	417.65	467.53



Att. 18: Dažādu laukaugu sugu biomasa bioloģiskajā sistēmā, g m⁻², 2018., A/B augu seka.



Att. 19: Dažādu laukaugu sugu biomasa bioloģiskajā sistēmā, g m⁻², 2018., C augu seka.

Kopsavilkums: Bioloģiskā sistēmā 2018. gada veģetācijas sezonā abās augu seku sistēmās vislielākā kopējā biomasa izaudzēta 2. gada āboliņa laukā un ziemas kviešu sējumos, attiecīgi A/B un C augu sekā 1686 un 1214 g sausnas no 1 m² ziemas kviešu sējumā un 1234 un 2012 g sausnas no 1 m² divgadīgā sarkanā āboliņa sējumā. Vismazāko biomasas sausnas ražu ieguva vasaras miežu sējumos, attiecīgi A/B augu sekā no 518 līdz 720 g m², un C augu sekā – 508 līdz 577 g m². Starp dažādās augu sekās iekārtojamiem izmēģinājumiem novēroja būtiskas biomasas rādītāju atšķirības ($R_{s,0.05} = 99.38 \text{ g m}^{-2}$). Tā, piemēram, labību sugām būtiski augstāka graudu raža iegūta C augu sekā, bet A/B augu sekā - augstāka virszemes kopējā biomasa un sakņu masa.

Tomēr to nevar attiecināt uz visām vērtētajām laukaugu sugām, jo, piemēram, ziemas kvieši, kas savā attīstībā mitruma deficītu izjuta mazāk, lielāku graudu ražu deva A augu sekā, kur bija sabalansētāks barības vielu nodrošinājums augsnē. Mitruma deficīta apstākļos, kādi bija 2018. gada veģetācijas sezonā, izmēģinājumu lauku atšķirības pēc augsnes auglības rādītājiem un augsnes struktūras būtiski ietekmēja sugu un pat konkrētu šķirņu biomasas veidošanas spējas. Veģetācijas sezonā netipiskais sausums visvairāk ietekmēja vasarāju sugu biomasas veidošanos.

Tā kā 2018. gada meteoroloģiskie apstākļi uzskatāmi par reģionam netipiskiem, lai arī klimata pārmaiņu kontekstā šādas situācijas varētu atkārtoties nākotnē, tomēr vidējo datu objektivitātes uzlabošanai nepieciešams biomasas novērtēšanas izmēģinājumus atkārtot.

3. Pielikums: Minimālas augsnes apstrādes ietekme uz SEG emisijām



Latvijas
Lauksaimniecības
universitāte



Zemkopības ministrija



ATSKAITE

PAR ZINĀTNISKĀS IZPĒTES PROJEKTU

ĀRAMZEMES UN ILGGADĪGO ZĀLĀJU APSAIMNIEKOŠANAS RADĪTO SILTUMNĪCEFEKTA
GĀZU (SEG) EMISIJU UN OGLEKĻA DIOKSĪDA (CO₂) PIESAISTES UZSKAITES
SISTĒMAS PILNVEIDOŠANA UN ATBILSTOŠU METODISKO RISINĀJUMU IZSTRĀDĀŠANA

Līguma Nr.: KL17

Izpildītāji:

Inga Grīnfelde

Laima Bērziņa

Kristīne Valujeva

Jovita Pilecka

Olga Frolova

Projekta vadītājs:

Ainis Lagzdiņš

JELGAVA 2018

Izmantotie saīsinājumi

SEG - siltumnīcefekta gāzes;

CO₂ - oglekļa dioksīds;

N₂O - vienvērtīgā slāpekļa oksīds;

CH₄ - metāns;

NH₃ - amonjaks;

NO - slāpekļa oksīds;

NO₃ - nitrāti;

C/N - oglekļa/slāpekļa attiecība, kas nosaka ātrumu, ar kādu mikroorganismi sadala organisko vielu; N - slāpeklis; C - ogleklis;

ppm - kādas vielas daļiņu skaits uz miljonu (miljondaļas), norāda, cik daudz gāzes/vielas daļu ir katrā miljonā daļā no kopējās gāzes/vielas masas; LVĢMC - Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs; SOC - augsnes organiskais ogleklis.

1. Ievads

Saskaņā ar Kioto protokolu un Līgumslēdzēju pušu konferences lēmumu Nr. 2/CMP.6 otrajā saistību izpildes periodā (2013. 2020. gads) aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes ziņošana ir brīvprātīga. Latvija nav izvēlējusies gatavot ziņojumus par SEG emisijām un CO₂ piesaisti šajās Kioto protokola 3. panta 4. punktā uzskaitītajās aktivitātēs. Ziņošanas procedūra un iespēja izvēlēties ziņojamās aktivitātes brīvprātīgi noteikta Līgumslēdzēju pušu konferences lēmumā Nr. 2/CMP.7. Paredzams, ka pēc 2020. gada ilggadīgo zālāju un aramzemju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes ziņošana kļūs obligāta Kioto protokola 1. pielikumā uzskaitītajām valstīm, tajā skaitā Latvijai.

Eiropas Savienības iekšējo kārtību ziņojumu sagatavošanai par aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas kārtību nosaka 2013. gada 21. maija Eiropas Parlamenta un Padomes lēmums Nr. 529/2013 (turpmāk - EP un EK regula 529/2013). Šajā lēmumā noteikta ziņojumos iesniedzamās informācijas struktūra, formāts, iesniegšanas un izskatīšanas procedūras. Ziņojumus par aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radītajām SEG emisijām un CO₂ piesaisti dalībvalstīm jā sagatavo saskaņā ar 2013. gada 21. maija Eiropas Parlamenta un Padomes regulas Nr. 525/2013 7.pantu un 2014. gada 30. jūnija Komisijas Īstenošanas regulas 749/2014 4. nodaļu, kas nosaka ziņošanu lēmuma Nr. 529/2013/ES izpildei, tajā skaitā 38. pants reglamentē izvairīšanos no dubultas ziņošanas, 39. pants nosaka ziņošanas prasības attiecībā uz aramzemes un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas sistēmām, 40. pants nosaka ziņošanas prasības attiecībā uz ikgadējiem aprēķiniem par emisijām un piesaisti, ko rada aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošana, bet 41. pants nosaka īpašās ziņošanas prasības.

Saskaņā ar līgumslēdzēju pušu lēmumu Nr. 2/CMP.7 un Lēmumu Nr. 529/2013/ES ikgadējie ziņojumi jā sagatavo atbilstoši 2006. gada Labas prakses vadlīnijām Nacionālajai siltumnīcefekta gāzu inventarizācijai (IPCC 2006) un 2013. gada pārstrādātajiem papildus metodiskajiem norādījumiem un labas prakses vadlīnijām, kas izriet no Kioto protokola prasībām (IPCC 2014).

Par uzskaites periodu, kas sāksies 2021. gada 1. janvārī, Latvijai būs jā sagatavo un jā uztur ikgadēja uzskaitē, kurā pareizi jāatspoguļo visas emisijas un piesaiste, kas to teritorijā rodas darbībās, kuras ietilpst šādās kategorijās: aramzemes apsaimniekošana; ganību apsaimniekošana.

SEG emisiju prognožu dati zemes izmantošanas, zemes izmantošanas un mežsaimniecības sektorā iekļaujami "Divgadu ziņojumā un nacionālajā ziņojumā", kas sagatavojams atbilstoši EK Regulas 749/2014 18. pantu; Līgumslēdzēju pušu konferences lēmumu COP 2/CP.17 un UNFCCC 12. pantu; "Ziņojumā par politiku un pasākumiem", kas sagatavojams saskaņā ar Eiropas Komisijas un Parlamenta Regulas

525/2013 13. pantu; "Ziņojums, kurā aprakstīts zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības darbību īstenošanā panāktais progress" saskaņā ar regulas 529/2013 10. pantu un citos ziņojumos, kas izriet no prasībām nacionālā SEG inventarizācijas ziņojuma sagatavošanai un dažādos ziņojumos iesniedzamo datu integritātes nodrošināšanai.

Pētījuma ietvaros risināsim jautājumus, kas saistīti ar prognožu ziņojumu pilnveidošanu, izstrādājot un integrējot LVMI Silava sadarbībā ar Zemkopības ministriju, Latvijas Lauksaimniecības universitāti un citām institūcijām gatavojamajos ziņojumos augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņu prognozes un ar tām saistītās N2O emisijas no minerālaugsnēm lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.

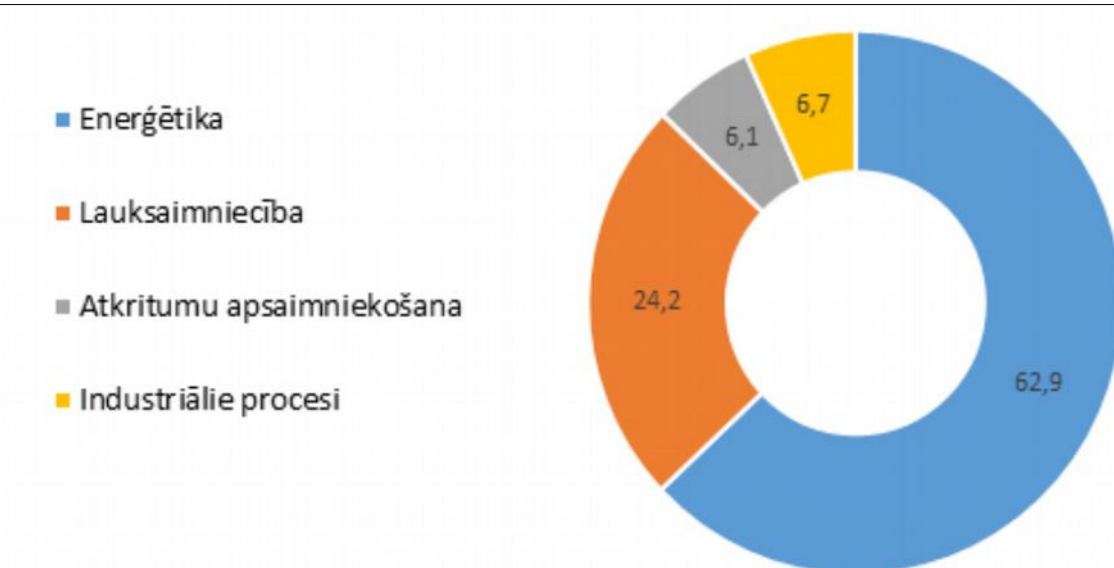
Projekta mērķis Pētījuma mērķis ir raksturot minimālas augsnes apstrādes ietekmi uz SEG emisijām veģetācijas sezonas laikā.

Projekta uzdevumi:

- noteikt CO₂, CH₄, N₂O emisijas no LIZ, atkarībā no augsnes apstrādes veida un kultūraugu sugas;
- izmēģinājumos iekļaut vismaz 3 kultūraugu sugas un 2 augsnes apstrādes paņēmienus (minimāla apstrāde un aršana)
- pētījumā izmantojot Picarro G2508 gāzu analizatoru, veicot mērījumus vidēji 2 reizes mēnesī no aprīļa līdz oktobrim, šos mēnešus ieskaitot;
- nodrošināt iespēju pētījuma koordinatoram iegūt augsnes paraugus izmēģinājumu objektos;
- veikt 2018. gadā iegūto datu analīzi un sagatavot sākotnējo par augsnes apstrādes veida un kultūraugu sugas ietekmes uz SEG emisijām raksturojumu izpētes teritorijā, t.sk. novērtēt augsnes mitruma, ķīmiskā sastāva, gaisa temperatūras, nokrišņu un mēslojuma izkliedēšanas ietekmi uz SEG emisijām.

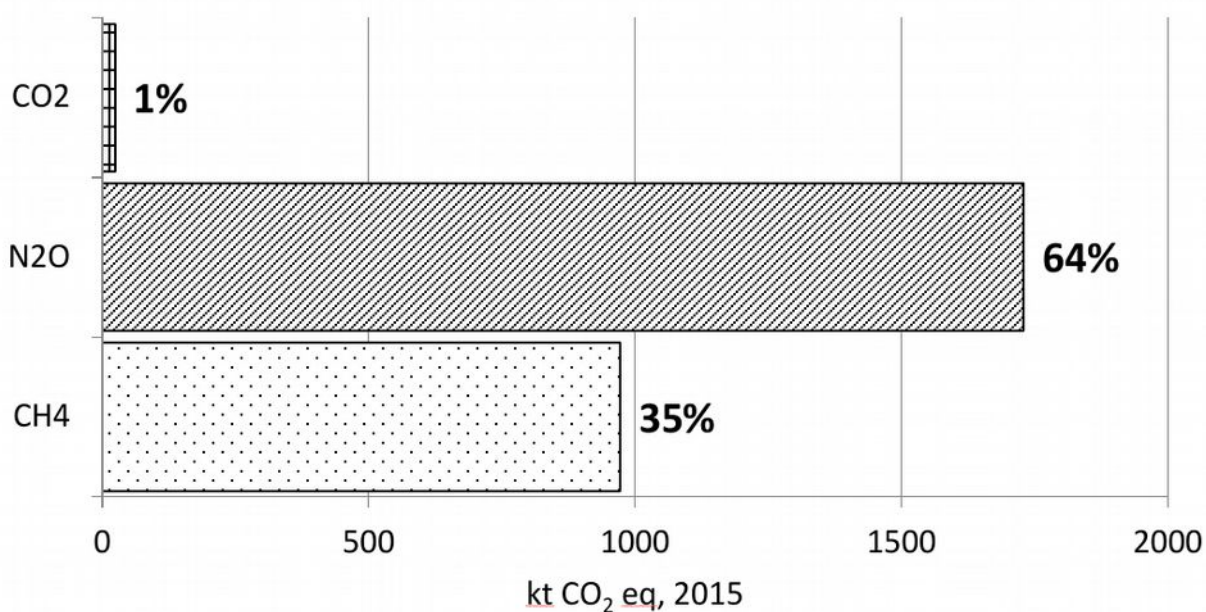
1.1 SEG emisijas Latvijā

Katru gadu, saskaņā ar ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām, katrai dalībvalstij ir jāsniedz inventarizācija par SEG emisijām un to piesaisti valstī. Lauksaimniecības sektors 2015. gadā bija atbildīgs par 24.2% SEG emisiju no kopējā emisiju apjoma valstī (Att. 20).



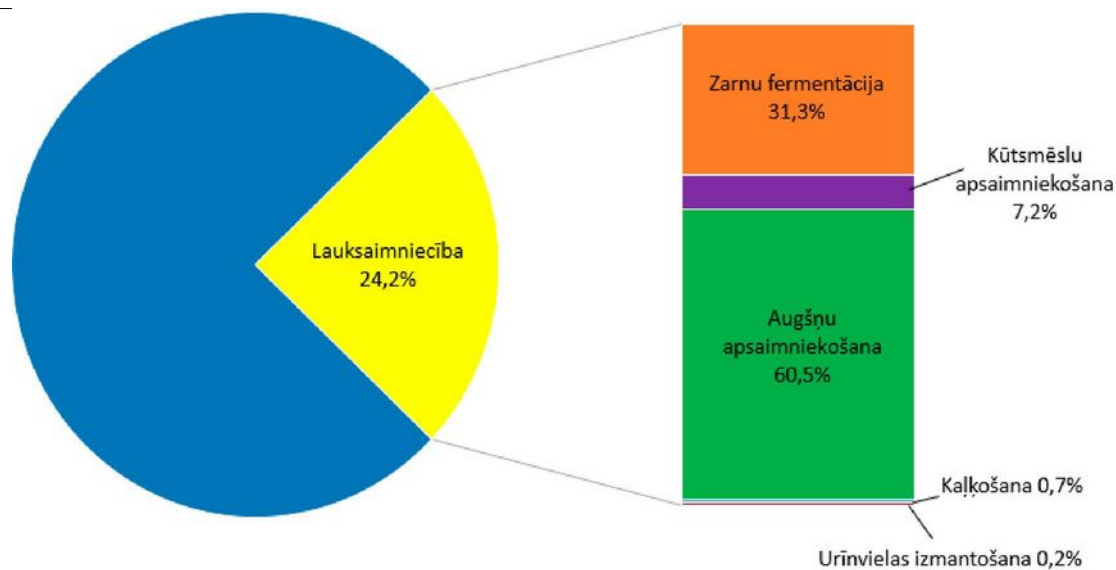
Att. 20: SEG emisiju sadalījums starp sektoriem 2015. gadā (Gancone et al., 2017).

Lauksaimniecības sektors rada metāna (CH₄), slāpekļa (N₂O) un oglekļa dioksīda (CO₂) emisijas, to procentuālais sadalījums ir attēlots ([Att. 21](#)).



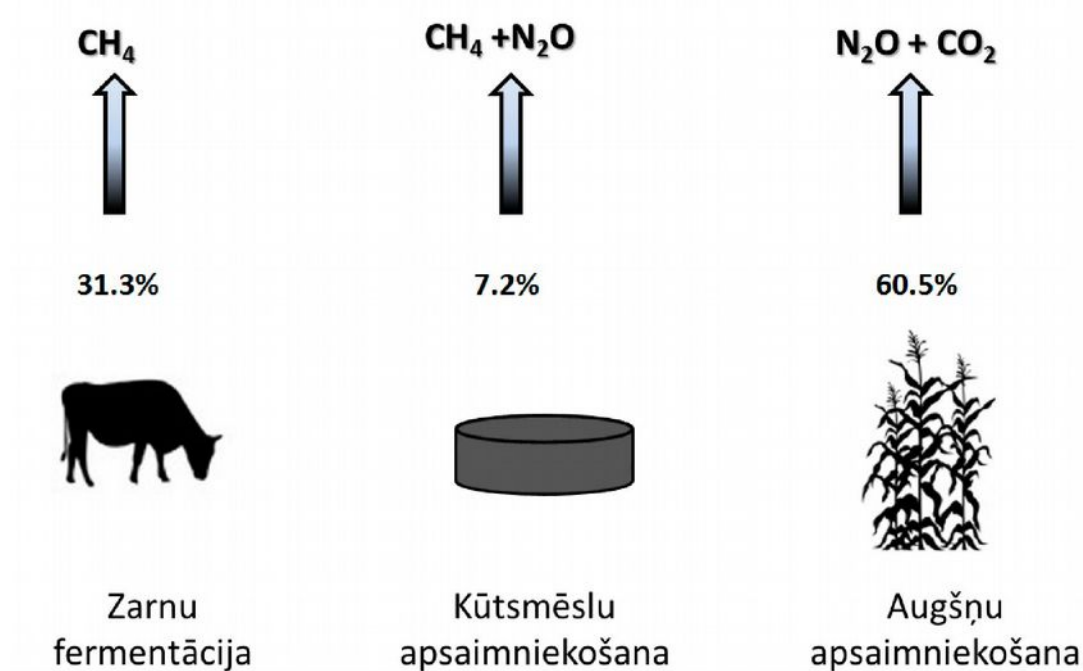
Att. 21: SEG emisiju sadalījums lauksaimniecības sektorā 2015. gadā (Gancone et al., 2017).

SEG emisijas lauksaimniecībā rada lauksaimniecības dzīvnieku zarnu fermentācijas procesi, kūtsmēslu apsaimniekošana, augšņu apsaimniekošana, kalķošana, urīnvielas izmantošana ([Att. 22](#)).



Att. 22: SEG emisiju avoti lauksaimniecībā 2015. gadā (Gancone et al., 2017).

Procentuāli vislielākās emisijas lauksaimniecības sektorā rada augšņu apsaimniekošana (60.5%) un zarnu fermentācijas procesi (31.3%, Att. 23).



Att. 23: Galvenie SEG emisiju avoti lauksaimniecībā 2015. gadā (Gancone et al., 2017).

1.1.1 SEG emisijas no minerālaugsnēm

Lauksaimniecībā izmantojamās platībās SEG emisijas no augsnēm ir atkarīgas no biofizikālajiem procesiem un organisko vielu uzņemšanas/sadalīšanās augsnē.

CO₂ veidojas aerobos apstākļos, un plūsma augsnēs ir atkarīga no sakņu elpošanas, fizikālajiem procesiem, kā arī no bioloģiskā materiāla sadalīšanās ātruma. CO₂ emisijas no augsnes veidojas ļoti mainīgās neviendabīgās augsnēs, un tās ietekmē sakņu aktivitāte, mikrobioloģiskie procesi, augu atliekas, kā arī mikroklimats, reljefs un katalītiskās īpašības māla koloidos šķīdumos (Muñoz et al., 2010).

N₂O veidojas minerālā slāpekļa nitrifikācijas un denitrifikācijas procesu rezultātā. Augsnes tips ietekmē kopējās N₂O emisijas. Smilšainās augsnēs ir novērojamas mazākas N₂O emisijas nekā mālainās augsnēs, jo mālainās augsnēs ir maz makroporu. Tas veicina anaerobo procesu darbību, kas palielina N₂O emisijas. Līdzvērtīgas N₂O emisijas ir novērojamas smilšainās augsnēs pie salīdzinoši liela mitruma (Signor and Cerri, 2013).

Viens no emisiju ietekmējošajiem faktoriem - augsnes mitrums. Sausas augsnes samitrināšana aktivizē slāpekļa mineralizāciju, nitrifikācijas procesu, un izraisa pastiprinātu NO un N₂O emisiju izdalīšanos. Tas novērojams labi drenējošās augsnēs. Augsti gruntsūdens līmeņi, sliktas augsnes drenēšanas īpašības un augsnes sablīvēšanas veicina denitrifikācijas procesu. Tas izteikti novērojams platībās ar mālainu augsni, kur ir vieglāk sasniedzami ir anaerobi apstākļi, salīdzinot ar smilšainām augsnēm (Bouwman et al., 2002).

CH₄ emisijas veidojās anaerobos apstākļos, sezonāli vai pastāvīgi appludinātās augsnēs, šīs sistēmās ir nozīmīgi avoti, kas veicina metāna veidojošo mikroorganismu attīstību (Muñoz et al., 2010).

Augsnes sablīvēšanās, kas var veidoties paaugstināta mitruma gadījumos, iedarbojoties lauksaimniecības tehnikas svaram, var samazināt augsnes aerācijas īpašības. Sablīvēšanās var samazināt augsnes spēju oksidēt atmosfēras CH₄ par 30 - 90 % un palielināt N₂O emisijas par 20% pie viegla sablīvējuma, dubultot pie smaga sablīvējuma. Tas ir izteikti mālainām augsnēm, mazāks smilšainām. Tas var arī būt saistīts ar sliktu augu sakņu sistēmas veidošanos sablīvētā augsnē un mikrobioloģisko procesu attīstību sakņu zonā (Snyder et al., 2009).

1.2 SEG emisiju ietekmējošie faktori

Mikroorganismu aktivitāte, sakņu elpošana, ķīmisko vielu sadalīšanās procesi, augsnes vide un sēnes veido SEG emisijas no augsnes. Augsnes emisiju plūsma ir atkarīga no augsnes ūdens (mitruma), augsnes temperatūras, biogēno elementu pieejamības un pH līmeņa, kā arī no zemes lietošanas veida. Meteoroloģiskie un klimatoloģiskie parametri, kā arī zemes lietojuma veida maiņa ir svarīgi faktori, kas ietekmē augsnes SEG emisijas (Oertel et al., 2016).

SEG emisiju izraisītāji var tikt iedalīti pēc to ietekmes mēroga, piemēram, vietējais klimats un augsnes tips ir vietējā mēroga izraisītājs, bet temperatūra un mitrums - lielāka mēroga (Oertel et al., 2016).

1.2.1 Augsnes mitrums

Augsnes mitrums ir viens no svarīgākajiem augsnes parametriem SEG emisiju noteikšanai no augsnes, jo mitrums kontrolē mikroorganismu aktivitāti un visus ar tiem saistītos procesus. Nitrificējošām baktērijām nepieciešams skābeklis, lai dzīvotu augsnes porās (Oertel et al., 2016). Augsnē aerobos apstākļos rodas CO₂ un anaerobos apstākļos CH₄ (Muñoz et al., 2010).

Augsnēs, kur poru aizpildījums ar ūdeni ir līdz 20 %, ir augstākas SEG emisijas. Slāpekļa oksīda (NO) emisiju samazināšanās augsnē ir novērojama vietās, kur poru aizpildījums ar ūdeni ir 10 %, jo ūdens, kas ir porās, aiztur barības vielu transportu. Nitrifikācija dod lielāku potenciālu NO veidošanai nekā N₂O veidošanai (Oertel et al., 2016).

CH₄ un N₂O ražošanai baktērijām nepieciešami anaerobi apstākļi. N₂O veidošanai optimāls ir aptuveni 60% poru aizpildījums ar ūdeni, bet ja poru aizpildījums ar ūdeni ir zemāks par 30 %, tad N₂O veidošana ir zemāka. Ja poru aizpildījums ar ūdeni ir virs 80%, tad ir straujš N₂O emisiju pieaugums. Jo lielāks augsnes mitrums, jo lielākas N₂O emisijas. Pie ļoti augsta augsnes mitruma N₂O veidošanās samazinās. Ja mitruma periodi mijas ar sausuma periodiem, tad N₂O emisijas pieaug. Augsts ūdens saturs palielina mikroorganismu aktivitāti, bet ļoti augsts mitruma daudzums nomāc mikroorganismu darbību (Oertel et al., 2016).

Augstas N₂O emisijas ir pēc lietus vai apūdeņošanas. No augsnes N₂O emisijas sāk samazināties apmēram 3 dienas pēc lietus (Signor and Cerri, 2013).

CH₄ veidošanās notiek stingri anaerobos apstākļos un pozitīvi korelē ar augsnes mitrumu. Augsnes CH₄ samazinās aerobos apstākļos. Mitrāji un rīsu lauki ir lieli CH₄ avoti (Oertel et al., 2016).

Ilgs sausuma periods var ievērojami samazināt augsnes emisijas. Augsnē var samazināties un uzkrāties N₂O. Augsnes struktūra un veids ietekmē mitruma daudzumu augsnē. Augsne ar augstu porainību un mazu ūdens daudzumu veicina gāzu emisiju pieaugumu aerobos apstākļos. NO emisijas ir augstākas augsnēs ar rupju granulometrisku sastāvu. Augsnes, kur dominē smalkas poras, veicina CH₄ un N₂O veidošanos anaerobos apstākļos. Augstākas CO₂ emisijas tiek novērotas pie smalka granulometriskā sastāva augsnēm (Oertel et al., 2016).

Stabili augsnes agregāti (sacietējuši, sakaltuši) ietekmē SEG emisijas no augsnes, jo ogleklis un slāpeklis ir mazāk pieejami augsnes mikroorganismiem. Nokrišņi pēc ilgāka sausuma periodi izraisa pulsveida jeb „Birch effect” emisiju pieaugumu. Emisijas palielinās dažu minūšu vai stundu laikā pēc nokrišņu sākšanās. Pēc lietus perioda

beigām, emisijas nokritas sākotnējā stāvoklī tikai pēc dažām dienām (Oertel et al., 2016).

1.2.2 Augsnes temperatūra

Augsnes temperatūru ir svarīgi apskatīt, lai noteiktu gāzu emisijas no augsnes (Oertel et al., 2016). Galvenie faktori, kas ietekmē N₂O emisijas, ir temperatūra un augsnes blīvums. Temperatūrai un mitrumam ir liela nozīme nitrifikācijas un denitrifikācijas procesu norisē, jo tie nosaka mikroorganismu aktivitāti augsnē (Signor and Cerri, 2013). Augsnes mitrums un temperatūra var radīt 74% - 86% pārmaiņas NO un N₂O emisijās (Oertel et al., 2016). N₂O emisijas strauji pieaug, palielinoties augsnes temperatūrai (Signor and Cerri, 2013). Pieaugot augsnes temperatūrai, palielinās emisijas no augsnes. CH₄ un N₂O emisijas palielinās, palielinoties augsnes elpošanas intensitātei ar pieaugošu augsnes temperatūru, kas savukārt noved pie skābekļa samazināšanās augsnē. Pozitīva augsnes temperatūra ietekmē augsnes ūdens spiedienu. Ūdens veic barības vielu transportēšanas funkciju. N₂O un CO₂ emisijas eksponenciāli palielinās, pieaugot temperatūrai. Atkarībā no augsnes temperatūras gāzu emisijas no augsnes var raksturot ar jutības faktoru Q₁₀. Ja Q₁₀ ir diapazonā 1.3-3.3 augsne elpo. Vidējās vērtības ir diapazonā 1.7-2.5. Q₁₀ vērtība atbild par CH₄ palielināšanos. N₂O emisijas palielinās temperatūrā līdz 37°C, pēc tam notiek denitrifikācija un N₂O emisijas samazinās. Lauka apstākļos mitruma un temperatūras ietekmes pārklājas, kas var apgrūtināt novērtēt skaidru korelāciju. Temperatūra ir svarīgs raksturlielums sasalšanas-atkušanas gadījumā un nozīmīgs lielums SEG emisijām no augsnes. Temperatūra 50% ir atbildīga par kopējām ikgadējām N₂O emisijām. Ziemā CO₂ emisijas ir uzskatāmas par mazāk svarīgām kopējā gada emisiju bilancē, jo sakņu sistēma mazāk elpo pie zemām temperatūrām. Ja augsnes ūdens saturs ir tuvu piesātinājuma robežai, tad skābekļa koncentrācijas ir samazinātas. Sasalšanas un atkušanas cikla laikā, papildus barības vielas tiek atbrīvotas no augsnes daļiņām, tāpēc pēc atkušanas, mirušajos organiskajos materiālos (piemēram, augu saknēs) pieaug mikroorganismu daudzums un palielinās augsnes elpošana, kā arī palielinās N₂O emisijas. Ziemas SEG emisijas attiecas uz mērenā klimata zonām. Pastāvīgas maksimālās augsnes emisijas ir pavasarī (Oertel et al., 2016).

1.2.3 Augsnes pH

Augsnes reakcija jeb skābuma pakāpe ir augsnes šķīduma skābuma un bāziskuma pakāpe, ko izsaka ar pH skaitli. Jo mazāks ir pH skaitlis, jo augsne ir skābāka. Katram kultūraugam ir raksturīga augsnes reakcija, kurā tas aug vislabāk, ja šie apstākļi nav atbilstoši, tad augs nespēj sasniegt savu augšanas potenciālu. Palielināta vai samazināta skābuma pakāpe negatīvi ietekmē arī augsnes īpašības, kā rezultātā pasliktinās augiem nepieciešamais nodrošinājums ar barības elementiem: ūdeni, gaisu un siltumu (Zariņa, 2009).

Augsnes pH ietekmē augsnē noritošās mikrobioloģiskās aktivitātes, tāpēc augsnes apstrāde ietekmē augsnes emisijas, piemēram, kaļķošana palielina CO₂ emisijas (Oertel et al., 2016).

Optimāla pH vērtība, kad izdalās metāns, ir robežās no pH 4 līdz pH 7 (Dalal and Allen, 2008). Visaugstākais CO₂ emisiju daudzums tiek novērots pie pH neitrāla līmeņa (Čuhel et al., 2010). N₂O emisijas samazinās pie skābiem augsnes apstākļiem (Nugroho et al., 2007). Nitrifikācija palielinās līdz ar augstākām pH vērtībām, to ietekmē process, kurā NH₃ un NO₃ pāriet amonija stāvoklī (Nugroho et al., 2007). Netiek konstatēta nozīmīga sakarība starp NO, N₂O emisiju un pH vērtību (Pilegaard et al., 2006). NO emisijas izraisa denitrifikācijas procesu skābos augsnes apstākļos, taču sārmainos apstākļos veicina NO emisiju veidošanos nitrifikācijas procesā (Remde, Conrad, 1991). Neitrālās un skābās augsnēs N₂O ir galvenais produkts no NH₂OH (hidroksilamīns) oksidēšanās pateicoties tā reakcijai ar mangānu (Mn) un dzelzi (Fe), savukārt kaļķotās augsnēs (pH no 7.8-8.2) NH₂OH reaģējot ar kalcijs karbonātu, (CaCO₃) galvenais produkts ir N₂ (Signor and Cerri, 2013).

1.2.4 Barības vielu daudzums

Barības vielu daudzums augsnē ir ļoti svarīgs mikrobioloģisku procesu un augu elpošanas procesu nodrošināšanai (Oertel et al., 2016).

N₂O emisiju vērtībai un C/N attiecībai pastāv negatīva korelācija (Pilegaard, et al, 2006). Tas nozīmē, ja palielinās N₂O emisijas, tad samazinās C/N attiecība. C/N attiecība ir tā, kas nosaka ātrumu, ar kādu mikroorganismi sadala organisko vielu. Zemākais N₂O emisiju daudzums ir pie C/N attiecības ≥ 30 un augstākais pie C/N attiecības 11 (Gundersen et al., 2012a,b). Kombinācijā ar sausumu un zemām pH vērtībām, N₂O emisijas var būt būtiski ietekmētas C/N attiecībā < 20 (Gundersen et al., 2012a,b). CO₂, CH₄ emisiju daudzumam un C/N attiecībai pastāv pozitīva korelācija (Shi, et al, 2014; Weslien, et al, 2009). Tas nozīmē, ka, pieaugot CO₂ emisijai, pieaug CH₄ emisija.

Ja augsnē ir pieejami citi elektroni, piemēram, Fe³⁺, Mn⁴⁺, SO₄²⁻, NO₃⁻, tad CH₄ daudzums augsnē var tikt samazināts (Achnich et al., 1995; Dalal, Allen, 2008; Fumoto et al., 2008; Kčgel-Knabner et al., 2010; Sahrawat, 2004).

Palielināts N saturs augsnē palielina augsnes aerāciju un neto ekosistēmas apmaiņu (Niu et al, 2010; Peng et al, 2011).

Ja ir ierobežota C pieejamība, N mēslošanas līdzekļiem ir limitēta iedarbība uz augsnes elpošanu (Micks et al., 2004).

N mēslošanas līdzekļu izmantošana veicina lielāku augsnes aerācijas jutību pret augsnes mitrumu un mazāku jutību pret augsnes temperatūru (Peng et al., 2011).

Ilgtermiņa eksperimentos ar N palielināšanu augsnē, augsnes aerācija samazinās (Bowden, et al., 2004). Šķidro kūtsmēsli izmantošana noved pie augstāka N₂O emisijas daudzuma aerobos augsnes apstākļos, taču NH₄⁺ izmantošana rada augstāku N₂O emisijas daudzumu, ja augsne ir piesātināta ar ūdeni (Tenuta, Beauchamp, 2003). Lai samazinātu N₂O emisijas no lauksaimniecības zemēm, mēslošanas līdzekļu lietošanas daudzums jāpielāgo augu vajadzībām, jo augi nespēj uztvert slāpekli visos tā veidos (McSwiney, Robertson, 2005). Slāpeklis, kas nav pieejams augiem, izraisa N₂O emisiju pieaugumu (McSwiney, Robertson, 2005). Kontrolēta mēslošanas devu lietošana novērš N₂O emisiju palielināšanos (Shoji, et al., 2001), tomēr ir jāņem vērā, ka lietusgāzu un lietus periodu laikā N₂O emisijas var pieaugt (Venterea et al., 2012).

1.2.5 Veģetācija

Veģetācijas vecums un sakņu sistēmu dziļums ietekmē augsnes aerāciju (Saiz et al, 2006). Lauksaimniecības zemēs N₂O emisiju daudzums no tauriņziežu dzimtas augiem ir ievērojami zemāks par N₂O emisijām, ko rada izmantotais N mēslojums (Schwenke, et al., 2015). Veģetācija ietekmē CH₄ emisijas un pozitīvi korelē ar kopējo ekosistēmas produktivitāti (Dalal, Allen, 2008).

Paaugstinātu CO₂ koncentrāciju augsnē var izraisīt augsta sakņu masa (Dorodnikov et al., 2009). Jo lielākas ir augu lapas un lielāku laukumu tās noēno, jo saules radiācija mazāk ietekmē augsni zem tām un augsnes temperatūra ir zemāka (Kim, 2013).

1.3 Lauksaimniecības kultūru ietekme uz SEG emisijām

Vieni no lielākajiem SEG emisiju avotiem pasaulē ir lauksaimniecība un mežsaimniecība, taču šīs nozares neprasa lielas izmaksas, lai samazinātu emisijas, kā tas ir ar citām tautsaimniecības nozarēm. Lauksaimniecības un mežsaimniecības nozares ir atbildīgas par vienu piektdaļu no globālajām antropogēnām SEG emisijām, kur tieši lauksaimniecība rada 12% (Albiac et al., 2017).

Antropogēnās globālās SEG emisijas ir palielinājušās kopš pirmsrūpniecības perioda. Laika posmā no 1970. līdz 2011. gadam tās ir pieaugušas par 90%. Lielākie SEG emisiju veidotāji ir fosilā kurināmā izmeši, zemes lietošanas maiņa un lauksaimniecības intensifikācija. SEG emisiju aplēses liecina par nepārtrauktu emisiju pieaugumu nākamajās desmitgadēs, kas varētu izraisīt lielas klimata pārmaiņas pasaulē (Albiac et al., 2017).

1.3.1 Graudaugi

Lauksaimniecība ir kļuvusi specializēta daudzās pasaules vietās, tādējādi samazinot kultūru daudzveidību. Eiropā aramzemes īpatsvars ar pākšaugiem ir samazinājies no

4.7% 1961. gadā līdz 1.8% 2011. gadā. Šis samazinājums ir izskaidrojams ar labu graudaugu ražīguma potenciālu Eiropas mērenajos reģionos (Bonilla et al., 2017).

Latvijā graudaugu kopējās sējplatības 2016. gadā sastādīja 716 tūkst. ha ar vidējo ražību 37.8 cnt uz 1 ha. No šīm platībām ziemāji bija 53% no kuriem 87% jeb 329.9 tūkst. ha ir ziemas kviešu sējplatības ar vidējo ražību 48 cnt no 1 ha. Rudzu sējplatības no ziemāju kultūru sējumiem sastādīja 10% jeb 36.3 tūkst. ha ar vidējo ražību 38.8 cnt no 1 ha. No vasarāju kultūrām dominē vasaras kvieši (45% no vasarāju sējplatības jeb 153 tūkst. ha) un vasaras mieži (45% no vasarāju sējplatības jeb 94.1 tūkst. ha) (CSP, 2017).

Graudaugu daudzveidības samazināšanās un graudaugu audzēšanas sistēmu specializācija ir izraisījusi lielu atkarību no sintētiskajiem slāpekļa (N) mēslojumiem daudzās pasaules vietās. Tā kā sintētiskais N mēslojums ir lēts un viegli pieejams, tas ir saasinājis vides degradāciju, izveidojot agroekosistēmas. Nepareiza N mēslojuma pārvaldībai graudu audzēšanas ciklā ir nelabvēlīga ietekme uz apkārtējo vidi, piemēram, gruntsūdeņu piesārņojums ar nitrātiem, atmosfēras piesārņojums ar amonjaku un tā veicina globālo sasilšanu slāpekļa oksīda emisiju dēļ (Bonilla et al., 2017).

Visbiežāk sastopamā stratēģija, lai samazinātu N minerālmēsļu pieprasījumu augkopības sistēmās, ir tauriņziežu kultūru iekļaušana augsekas rotācijā (Bonilla et al., 2017).

Daudzsoļošs risinājums oglekļa (C) piesaistīšanai lauksaimniecībā izmantojamās ir augsekas maiņas iekļaušana. Piemērojot augsekas maiņu, salīdzinot ar citām pārvaldības metodēm, kas palielina augsnes organisko oglekli (SOC), tā nerada ne ražas samazināšanos, ne ekstensifikāciju, ne arī oglekļa zudumus (Poeplau et al., 2015).

Augkopība var radīt ievērojamus SOC zudumus, sadalot humusu. Augu maiņa no ganībām uz graudaugu kultūrām izraisa C krājumu zudumus no 25 līdz 43% (Lemken et al., 2017).

Rudenī un ziemā jāaudzē graudaugi, kas spēj uzņemt no augsnes pāri palikušo N un samazinās N izskalošanos (Poeplau et al., 2015).

SOC lielāka uzkrāšanās ir tur, kur ir mazāka augsnes apstrāde un daudzgadīgie kultūraugi, nepārtrauktākā graudaugu audzēšanā un konvencionālā lauksaimniecībā SOC uzkrājas mazāk (Maillard et al., 2016).

Rūpīgi izstrādājot un ievērojot labas lauksaimniecības prakses noteikumus, augsekas maiņu, kurās ir pākšaugi un graudaugi, strauji samazinās N mēslojuma pieprasījums (kviešiem par 13 - 30%), nemazinot kviešu produktivitāti vai graudu kvalitāti (Bonilla et al., 2017).

1.3.2 Tauriņzieži

Tauriņzieži ietekmē atmosfēru un augsnes kvalitāti. Pākšaugu ieviešana lauksaimniecības augsekas maiņā palīdz samazināt izmantoto mēslošanas līdzekļu daudzumu un resursus, kas tiek izmantoti aramzemēs, un tādējādi tiek samazinātas SEG emisijas (Lemken et al., 2017). Latvijā 2016. gadā pākšaugu sējplatības sastādīja 41.8 tūkst. ha ar vidējo ražību 30 cnt uz 1 ha (CSP, 2017).

Ieguvumi audzējot pākšaugus:

1. zemākas SEG emisijas, salīdzinot ar citām kultūrām, tauriņzieži izdala 5 - 7 reizes mazāk SEG emisijas no vienas platības vienības;
2. svarīga loma oglekļa piesaistē augsnē;
3. samazina kopējo fosilās enerģijas daudzuma ietekmi lauksaimniecībā (Lemken et al., 2017).

Pārtikas pākšaugi aizņem minimālu aramzemes daļu. Pārsvārā dominē graudaugi. Sojas pupiņas ir vissvarīgākie un kultivētākie pākšaugi pasaulē. Kopš 1974. gada sojas platības nepārtraukti pieaug un 2014. gadā sasniedza 117.72 miljonus ha (Lemken et al., 2017).

Ieviešot pākšaugu rotāciju, galvenais mērķis ir panākt sasaisti ar nākamās ražas prasībām. Kultūraugu sakārtošana atbilstošā secībā veicina efektīvu resursu izmantošanu, kas uzlabo augsnes produktivitāti. Augseku secībai jālieto labākie kultūraugu pārvaldības nosacījumi (N mēslošanas ātrums un laiks, augsnes apstrāde, ravēšana, apūdeņošana). Lauksaimnieki ievērojami nesamazina N mēslošanas līdzekļu izmantošanu pēc pākšaugu kultūrām, tādēļ rodas slāpekļa noplūžu risks (Bonilla et al., 2017).

Slāpekļa mēslošanas līdzekļu ietaupījums visā Eiropā, ieskaitot pākšaugus, ir 277 kg ha⁻¹ CO₂ gadā (1 kg N = 3,15 kg CO₂). Ir izpētīts, ka puse CO₂, kas rodas NH₃ ražošanas laikā, tiktu atkārtoti izmantots, ja NH₃ pārveidotu par urīnvielu (Lemken et al., 2017).

N₂O veido 5 - 6 % no atmosfēras kopējām SEG emisijām. Lauksaimniecība ir galvenais antropogēnais N₂O emisiju avots (apmēram 60 % emisiju rodas dzīvnieku un kultūraugu audzēšanas rezultātā). Lielākā daļa emisiju rodas no slāpekļa mēslošanas līdzekļu lietošanas. Uz katriem 100 kg N mēslojuma, apmēram, 1.0 kg N izdalās kā N₂O. Noteikti jāatzīmē, ka šis skaitlis var atšķirties dažādu faktoru ietekmē, piemēram, izmantotā N minerālmēsli daudzuma, augsnes organiskā C satura, augsnes pH un fizikālajām īpašībām (Lemken et al., 2017).

Denitrifikācijas procesi ir visnozīmīgākie N₂O radītāji lielākajā daļā kultūru un ganību platībās. Pētījumos N₂O plūsmu mērīšana parādīja, ka zirņi emitē 69 kg N₂O ha⁻¹, daudz mazāk nekā ziemas kvieši (3668 kg N₂O ha⁻¹) un rapsis (534 kg N₂O ha⁻¹).

Salīdzinot viķus ar miežiem, miežos N₂O emisijas bija augstākas nekā viķos. Turklāt N₂O plūsmas, kas iegūtas no sintētiskajiem mēslošanas līdzekļiem, kas lietoti mēslojot kultūras, miežos bija 2.5 reizes augstākas nekā viķos (Lemken et al., 2017).

Divos lauka eksperimentos, kas veikti Austrālijā pierādījās, ka kumulatīvās N₂O emisijas rapsim, kas mēslots ar N mēslojumu, pārsniedza zirņus, lauka pupas un lauka zirņus (385 pret 166; 166 un 135 g N₂O ha⁻¹). Autori uzsver, ka pākšaugi ievērojami samazināja emisijas koeficientus, kas liek domāt, ka pākšaugu fiksētajam N ir mazāk N izmešu augsnē nekā mēslošanas līdzeklim N (Lemken et al., 2017).

Pākšaugu ietekme SEG samazināšanā ir atkarīga arī no lauksaimniecības ekosistēmu pārvaldības, kurā tie ir iekļauti. Piemēram, kad lauka pupas audzēja vienkopus, tās izraisīja trīs reizes lielāku kumulatīvo N₂O emisiju nekā neapstrādāti kvieši (attiecīgi 441 pret 152 g N₂O ha⁻¹). Pretēji, kad lauka pupas sēja pēc kviešiem, kumulatīvās N₂O emisijas plūsmas bija par 31% zemākas nekā ar N mēslotiem kviešiem (Lemken et al., 2017).

Pākšaugi uzlabo vairākus augsnes auglības aspektus, piemēram, SOC un humusa saturu, N un P pieejamību. Attiecībā uz SOC pākšaugi to var palielināt vairākos veidos veicinot biomasas, organiskā C un N veidošanos (Lemken et al., 2017).

Dažādos pētījumos smilšainās augsnēs pākšaugu labvēlīgā ietekme bija redzama pēc trim pētījuma gadiem, kad tika reģistrēts lielāks SOC saturs salīdzinājumā ar augsnēm, kur auga tikai graudaugi (vidēji 7.21 g kg⁻¹). No zirņiem pēc ražas novākšanas oglekļa saturs bija 7.58 g kg⁻¹, lupīnām vidēji bija 7.23 g kg⁻¹. Pētījumos, kas notikuši Argentīnā, kur sojas pupu un kukurūzas maisījums tika iesēts SOC uzlabojās 23.6 g C kg⁻¹ pret 21.8 g C kg⁻¹, kur bija tikai kukurūza. Lielākais potenciāls SOC krājumu uzlabošanai ir proporcija 2:3 (kukurūza - sojas pupiņas) (Lemken et al., 2017).

Pēc pētījuma, kas noticis Austrālijā var secināt par lielāku ražu kviešiem pēc pākšaugiem (lauka zirņi, lupīna, lauka pupas, lēcas) nekā kvieši pēc kviešiem. Raža kvieši pēc kviešiem bija 4 t ha⁻¹, bet kvieši pēc pākšaugiem raža bija 5.2 t ha⁻¹ (Lemken et al., 2017).

Lauka zirņi un lauka pupas augsnē uzkrāj 130 un 153 kg N ha⁻¹. Apmēram 30 - 60 % no uzkrātā kopējā N var būt uzglabāts pazemes biomasā (Lemken et al., 2017).

Rotējot lēcas ar labību, palielinās kopējā graudu raža, kā arī palielinās augsnes mitrums sausās teritorijās. Pētījumi pierāda, ka lauka pupas ir daudz piemērotāka starpkultūra nekā zirņi (Lemken et al., 2017).

Pākšaugi ir piemēroti ilgtspējīgas augkopības sistēmas un lauksaimniecības saglabāšanai. Galvenās pākšaugu priekšrocības ietver piesaistītā slāpekļa daudzumu un augsto organisko vielu kvalitāti, kas izdalās augsnē pēc C/N attiecības. Dažām pākšaugu sugām ir dziļa sakņu sistēma, kas atvieglo uzturvielu solubilizāciju ar sakņu

eksudātiem un to uzņemšanu / pārstrādi, kā arī ūdens ieplūšanu dziļākos augsnes slāņos (Lemken et al., 2017).

Brazīlija ir ieviesusi saglabāšanas lauksaimniecību, kurā izmanto sojas pupas kā starpkultūru. Pākšaugiem (lēcas, zirņi lauka pupas u.c.) ir liela nozīme saglabāšanas lauksaimniecībā Ziemeļamerikā, Austrālijā un Turcijā. Galvenais uzdevums nākotnē būs pākšaugu sugas un šķirnes izvēle, kuras varētu būt efektīvi ieviest augkopības sistēmās (Lemken et al., 2017).

1.3.3 Eļļaugi

Rapsis ir izplatītākā eļļas augu kultūra Latvijā. Kultivētās platības ir palielinājušās, sākot ar 2004. gadu. Salīdzinot ar 2003. gada statistiskajiem datiem par sējuma platībām, 2016. gadā ir vērojams, ka rapša kultūra aizņem 3.9 reizes lielākas platības jeb 101.1 tūkst. ha (ziemas rapsis - 75.1 tūkst. ha un vasaras rapsis - 26 tūkst. ha) ar vidējo ražību no ha 27.8 cnt (CSP, 2017). Platību pieaugums ir saistāms ar biodīzeļdegvielas ražošanas attīstību. Rapsi izmanto arī pārtikas eļļas ražošanai, un ražošanas atlikums ir izmantojams lopbarībā. Dzīves cikla analīzes pētījumu rezultāti ir izvirzījuši pieņēmumu, ka kopumā tiešās N₂O emisijas sastāda 20 līdz 40 % no biodīzeļdegvielas ražošanas un patēriņa emisijām (Ruser et al., 2017).

Ziemas rapsim ir nepieciešamas lielas ikgadējās slāpekļa mēslojuma devas, kā arī augam ir citādākas slāpekļa uzņemšanas tendences gada griezumā, salīdzinot ar graudaugiem. Rudenī ziemas rapsis intensīvi piesaista slāpekli no augsnes, taču augu atliekas pēc kulšanas satur ievērojamu daudzumu slāpekli, jo rapša sēklu slāpekļa akumulācija ir neliela. Tas norāda uz aktuālo problēmu - slāpekļa zudumiem pēc kultūras ražas novākšanas. Salīdzinot ar graudaugiem, ziemas rapša ikgadējās N₂O emisijas ir par 22 % lielākas, izmantojot vienādas mēslošanas devas (Walter et al., 215).

Rapša iekļaušanai augu sekā ir arī pozitīvi aspekti, jo tas pārtrauc augu patogēnu ciklu, samazinot pesticīdu nepieciešamību nākamo kultūru audzēšanā. Tiek uzlabota augsnes struktūra lielās sakņu sistēmas dēļ. Viena no piemērotākajām sekojošām kultūrām ir ziemas kvieši. Tie izmanto augsnē uzkrāto slāpekli pēc rapša kultivācijas, palielinot ražas produktivitāti (Vinzent et al., 2017).

2. Materiāli un metodes

2.1 Pētījuma objektu izvēle un raksturojums

2018. gadā projekta īstenošanas gaitā N₂O, CH₄, CO₂, NH₃, un H₂O mērījumi lauka apstākļos tika veikti Poļu stacionārā, kur lauksaimnieciskās darbības ietvaros tiek izmantotas minerālaugsnis. SEG emisiju mērījumu atrašanās vieta norādīta Att. 24 un stacionāra augu seka ir izklāstīta Tab. 53.



Att. 24: SEG emisiju mērījumu vieta.

Tab. 53: Izmēģinājumu shēma 2009 - 2022. g.

Gads	1 sleja	2 sleja	3 sleja	4 sleja
	Diskots	Arts	Arts	Diskots
2009	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2010	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2011	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši
2012	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2013	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2014	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši
2015	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2017	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši

2018	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2020	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
	1. lauks	2.	3.	4.
2009	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2010	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2011	V. rapsis	V. rapsis	V. kvieši	V. kvieši
2012	Z. kvieši	Z. kvieši	V. rapsis	V. rapsis
2013	V. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2014	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
1015	V. rapsis	V. rapsis	V. mieži	V. mieži
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2017	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2018	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	V. mieži	V. mieži
2020	Z. rapsis	Z. rapsis	Pupas	Pupas
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
	5.	6.	7.	8.
2009	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2010	V. rapsis	V. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2011	V. mieži	V. mieži	V. mieži	V. mieži
2012	V. rapsis	V. rapsis	Z. mieži	Z. mieži
2013	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2014	Pupas	Pupas	V. kvieši	V. kvieši
1015	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2016	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2017	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2018	Pupas	Pupas	V. mieži	V. mieži
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2020	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2021	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2022	Pupas	Pupas	V. mieži	V. mieži
	9.	10.	11.	12.
Gads	1 sleja	2 sleja	3 sleja	4 sleja
	Diskots	Arts	Arts	Diskots

2009	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2010	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2011	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši
2012	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2013	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2014	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši	V. kvieši
1015	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2017	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2018	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2020	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
	13. lauks	14.	15.	16.
2009	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2010	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2011	V. rapsis	V. rapsis	V. kvieši	V. kvieši
2012	Z. kvieši	Z. kvieši	V. rapsis	V. rapsis
2013	V. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2014	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
1015	V. rapsis	V. rapsis	V. mieži	V. mieži
2016	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2017	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2018	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	V. mieži	V. mieži
2020	Z. rapsis	Z. rapsis	Pupas	Pupas
2021	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. kvieši
2022	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	Z. rapsis
	17.	18.	19.	20.
2009	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2010	V. rapsis	V. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2011	V. mieži	V. mieži	V. mieži	V. mieži
2012	V. rapsis	V. rapsis	Z. mieži	Z. mieži
2013	Z. kvieši	Z. kvieši	Z. rapsis	V. rapsis
2014	Pupas	Pupas	V. kvieši	V. kvieši
1015	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2016	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši

2017	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2018	Pupas	Pupas	V. mieži	V. mieži
2019	Z. kvieši	Z. kvieši	Pupas	Pupas
2020	Z. rapsis	Z. rapsis	Z. kvieši	Z. kvieši
2021	V. mieži	V. mieži	Z. rapsis	Z. rapsis
2022	Pupas	Pupas	V. mieži	V. mieži
	21.	22.	23.	24.
Apstādījumu josla				

Informācijā par agronomiskajam darbībam pētījuma perioda, apkopota Tab. 54.

Tab. 54: Agronomiskas darbības pētījuma teritorijas

Ziemas kvieši, 2017./2018. gads (lauku nr. 1;2;3;4;5;6;13;14;15;16;17;18)		
Priekšsargs	dažādi	
Augsne	Viršēji velēnglejota augsne	
Augsnes apstrāde	Aršana vai lobīšana pēc priekšauga novākšanas	
	Artajā varianta	Lobītāja varianta
	Aršana 08.09.17 Aruma šlūkšana - 26.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4-5 cm dziļuma - 28.09.17	Disku lobīšana 2 reizes 09.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4-5 cm dziļuma - 28.09.17
Pamatmēslojums	NPK 10-26-26 250 kg ha-1 (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne - 'Skagen' Kodne - Maxim Star 025FS, deva 1.5 L t-1	
Izsējas norma	500 dīgstošas sēklas m2	
Sējas laiks	30.09.2017	
Papildmēslojums	Amonija nitrāts (N 34.4 %) 250 kg ha -1 (16.04.2018) Amonija nitrāts (N 34.4 %) 200 kg ha-1 (07.05.2018)	
Smidzinājumi	Herbicīds - Mustang Forte 0.8 L ha-1 (07.05.2018) Retardants - Cycocel 750 1 L ha-1 (07.05.2018) Medax Top 1 L ha-1 + PROFI Basis Plus 1 L ha-1 (23.05.18) Fungicīds - Adexar 2 L ha-1 + YaraVita™ Thiotrac 1 L ha-1 + Fastac 50 0.25 L ha-1 (13.06.18)	
Lauka platība	0.25 ha	
Atkārtojumu skaits	2	
Ziemas rapsis, 2017/2018 (lauku nr. 7;19)		
Priekšsargs	dažādi	
Augsne	Viršēji velēnglejota augsne	
Augsnes apstrāde	Aršana vai lobīšana pēc priekšauga novākšanas	
	Artajā varianta	Lobītāja varianta
	Aršana - 14.08.17 Aruma šlūkšana- 16.08.17 Apstrāde ar kompaktoru 3- 4 cm dziļuma- 17.08.17	Disku lobīšana 2 reizes- 14.08.17 Apstrāde ar kompaktoru 3- 4 cm dziļuma- 17.08.17

Pamatmēslojums	NPK 10- 26 -26 230 kg ha1 (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne - 'Visby' (kodināts)	
Izsējas norma	80 dīgstošas sēklas m2	
Sējas laiks	18.08.2017	
Papildmēslojums	Amonija nitrāts (34.4 % N) 250 kg ha-1 (16.04.2018) Amonija nitrāts (34.4% N) 200 kg ha-1 (07.05.2018)	
Smidzinājumi	Herbicīds: Butisan Star, deva 2 L ha-1 (22.08.2017)	
	Augšanas regulators: Caryx 0.7 L ha-1 (19.10.2017) Insekticīds: Proteus OD, deva 0.7 L ha-1, (05.05.2018).	
Lauka platība	0.25 ha	
Atkārtojumu skaits	2	
Vasaras mieži, 2018 (lauku nr. 11;12;23;24)		
Priekšsargs	dažādi	
Augsne	Viršēji velēnglejtā augsne	
	Aršana vai lobīšana pēc priekšauga novākšanas	
Augsnes apstrāde	Artajā variantā	Lobītajā variantā
	Aršana 08.09.17 Aruma šļūksana - 26.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4- 5 cm dziļumā - 28.09.17 un 28.04.18	Disku lobīšana 2 reizes 09.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4- 5 cm dziļumā - 28.09.17 un 28.04.18
Pamatmēslojums	NPK 15-15-15 + 10S 250 kg ha-1 (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne - 'Tocada' Kodne - Maxim Star 025FS, deva 2 L t-1	
Izsējas norma	450 dīgstošas sēklas m2	
Sējas laiks	29.04.2018	
Papildmēslojums	Amonija nitrāts 200 kg ha-1 (07.05.2018)	
Smidzinājumi	Herbicīds: Mustang Forte 0.6 L ha -1 (30.05.2018)	
Lauka platība	0.25 ha	
Atkārtojumu skaits	2	
Pupas, 2018 (lauku nr. 9;10;21;22)		
Priekšsargs	dažādi	
Augsne	Viršēji velēnglejtā augsne	
Augsnes apstrāde	Artajā variantā	Lobītajā variantā
	Aršana 08.09.17 Aruma šļūksana 26.09.2017 Apstrāde ar kompaktoru 4 - 5 cm dziļumā - 28.09.17 un 23.04.2017	Disku lobīšana 2 reizes 09.09.17 Apstrāde ar kompaktoru 4 - 5 cm dziļumā - 28.09.17 un 23.04.18
Pamatmēslojums	MAP NP 15-52 120 kg ha-1 (reizē ar sēju)	
Sēkla	Šķirne - 'Laura'	
Izsējas norma	45 dīgstošas sēklas m2	
Sējas laiks	23.04.2018	

Papildmēslojums	-
Smidzinājumi	Herbicīds: Stomp CS 2 L ha-1 (24.04.2018) Basagran 480 1.5 L ha-1 + Dash 0.5 L ha-1 (29.05.2018) Targa Super 1 L ha-1 (09.06.2018) Insekticīds: Proteus OD ar devu 0.75 L ha-1 + YaraVita™ Bortrac ar devu 1.5 L ha-1 + HiFos 1.5 L ha-1 (09.06.2018)
Lauka platība	0.25 ha
Atkārtojumu skaits	2
Vasaras rapsis, 2018 (pārsēts ziemas rapša vietā, jo ziemas rapsis nepārziemoja) (lauku nr. 8;20)	
Priekšaugi	dažādi
Augsne	Viršēji velēnglejota augsne
Augsnes apstrāde	Pārsēts (rudeni augsnes apstrāde tapat ka ziemas rapsim, pavasarī pirms sējas kompaktēts)
Pamatmēslojums	Iestrādāts rudeni reizē ar ziemas rapša sēju (sk. informāciju par ziemas rapsi)
Sēkla	Šķirne - 'Trapper'
Izsējas norma	80 dīgstošas sēklas m ²
Sējas laiks	07.05.2018
Papildmēslojums	Amonija nitrāts (34.4 % N) 200 kg ha-1 (28.05.2018) Amonija nitrāts (34.4 % N) 120 kg ha-1 (16.06.2018)
Smidzinājumi	Herbicīdi: Butisan Star 2 L ha-1 (08.05.2018) Insekticīdi: Fastac 0.25 L ha-1 (15.05.2018) Fastac 0.25 L ha-1+ PROFIL BORON 150 1 L ha-1 + YaraVita™ BRASSITREL PRO 1 L ha-1 (06.06.2018) Avaunt 0.17 L ha-1 + Targa Super 1 L ha-1 (09.06.2018) Biscaya OD 0.3 L ha-1 + YaraVita™ Thiotrac 1 L ha-1 + PROFIL BORON 150 1 L ha-1 (14.06.2017)

2.2 Mērījumu veikšana ar Picarro

Iekārta Picarro G2508 ļauj mērījumus veikt lauka apstākļos, ņemot gaisa paraugu tieši no kameras, ar vienas sekundes intervālu starp mērījumiem, kas dod 400 mērījumu punktu vienai kamerai. Katra pētījuma objekta tika veikti mērījumi trīs kameras.

2.2.1 Iekārtas un aprīkojums

Lauksaimniecības augšņu emitēto gazu mērījumi tika veikti izmantojot mobilo spektrofotometru Picarro G2508 (Att. 25), kas ļauj vienlaikus veikt piecu gazu mērījumus N₂O, CH₄, CO₂, NH₃, un H₂O ar vienas sekundes vidējo intervālu. Sīkāk par iekārtas tehniskajiem parametriem un tas izmantošanas iespējam ir aprakstīts Fleck et al., (2013) pētījuma. Gazu mērījumi tika veikti izmantojot caurspīdīgas kameras, kuru pamatnes diametrs ir 23 cm un kameras tilpums 3 litri (Att. 25). Pamatne ir veidota no metāla, un tās apakšējā mala ir noasināta, lai to būtu vieglāk

ievietot augsnē. Uz pamatnes novieto necaurspīdīgu kupolu. Lai nodrošinātu blīvu saslēgumu starp pamatni un kupolu, starp tiem ir rūpnieciski uzstādīta blīvgumija. Kameras savienojumus ar iekārtu Picarro G2508 tika izveidots, izmantojot rūpnieciski ražotus nerūsējošā tērauda savienojumus, kas savienots ar 9 metrus garu teflona caurulīti, kuras iekšējais diametrs ir 1/16 collas un ārējais diametrs 1/8 collas, savukārt savienojums ar kameru tika veidots, izmantojot ātro savienojumu, kas izolēts ar gumijas blīvi.



Att. 25: Picarro G2508 un kamera gāzu mērījumu veikšanai (J. Pilecka).

Pirms augsnes gāzu emisiju mērījumiem tika veikti augsnes mitruma mērījumi, izmantojot mitruma mērītāju gruntīm Theta Probe, Delta-T Devices, kas veic augsnes mitruma mērījumus augsnes virsējā slānī (Att. 26). Augsnes mitruma dati tiek saglabāti datu nolāšanās iekārtā un ierakstīti datu lapās.

Gaisa temperatūras mērījumus, gaisa temperatūras mērījumus kamerā un augsnes temperatūras mērījumus veica, izmantojot barometriskā spiediena mērītājus Diver DI 500, Eijkelkamp (Att. 26), kur gaisa temperatūras mērītājs tika novietots ēnas pusē, kameras gaisa temperatūras mērītājs tika novietots kamera tieši pirms kupola nostiprināšanas un augsnes temperatūras mērīšanai iekārta tika ierakta augsnē 20 cm dziļuma.



Att. 26: Augšnes mitruma mēritājs un *Diver* barometriskā spiediena mēritāji (foto J. Pilecka).

2.2.2 Datu analīzes metodes

Lai iekārtas Picarro G2508 koncentrācijas mērījumus transformētu siltumnīcas efekta gāzu emisijas no hektāra, aprēķinām tika izmantots vairāku pakāpju algoritms (Att. 27).



Att. 27: Gāzu koncentrāciju mērījumu transformācijas aprēķina algoritma shematiskais attēlojums.

2.2.2.1 Emisiju koeficienta aprēķins

Siltumnīcas efekta gāzu emisiju raksturo koncentrācijas izmaiņas ātrums un virziens izolētā kamerā. Emisiju koeficienta aprēķina pamatā ir lineārā regresija (3. formula), izmantojot mazāko kvadrātu metodi, kur emisiju apjomu raksturo regresijas koeficients (4. formula), savukārt brīvais loceklis (5. formula) raksturo mērījumu sākuma koncentrāciju. Precizitāti raksturo determinācijas koeficients R^2 (6. formula). Lineārās regresijas aprēķinam tika izmantotas pirmās piecas mērījumu minūtes.

$$y = m * x + b, \text{ kur} \quad (3)$$

y – koncentrācija, $\frac{\text{ppm}}{\text{s}}$;

x – laiks sekundēs;

m – regresijas koeficients;

b – brīvais loceklis.

$$m = \frac{\sum x * y - \sum x * \sum y}{n * \sum x^2 - (\sum x)^2}, \text{ kur} \quad (4)$$

m – regresijas koeficients;

y – koncentrācija, $\frac{\text{ppm}}{\text{s}}$;

x – laiks sekundēs;

n – mērījumu skaits.

$$b = \frac{\sum y - m * \sum x}{n}, \text{ kur} \quad (5)$$

b – brīvais loceklis;

y – koncentrācija;

x – laiks sekundēs;

m – regresijas koeficients;

n – mērījumu skaits.

$$R^2 = \left(\frac{n * \sum x * y - \sum x * \sum y}{\sqrt{(n * \sum x^2 - (\sum x)^2) * (n * \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \right)^2 \quad (6)$$

R^2 – determinācijas koeficients;

y – koncentrācija;

x – laiks sekundēs;

n – mērījumu skaits.

2.2.2.2 Emisijas koeficienta transformācijas

Emisiju koeficienta pārrēķinam uz koncentrāciju diennaktī no hektāra tika izmantots ideālas gāzes stāvokļa vienādojums (7. formula).

$$F = p * \frac{V}{A} * \frac{\Delta c}{\Delta T} * \frac{273}{T+273}, \text{ kur} \quad (7)$$

F – emisijas apjoms no augsnes, $\frac{g}{ha \cdot dnn}$;

p – gāzes blīvums, $\frac{mg}{m^3}$;

V – kameras tilpums, m^3 ;

A – kameras laukums, m^2 ;

$\frac{\Delta c}{\Delta T}$ – vidēja koncentrācijas izmaiņa laika, $\frac{ppm}{s}$;

T – kameras temperatūra, $^{\circ}C$.

Veicot transformācijas, ir ļoti būtiski saglabāt vienotu mērvienību sistēmu. Picarro G2508 dod gāzu molāras koncentrācijas, tādēļ jāveic pāreja no molāras koncentrācijas uz masas koncentrāciju.

3. REZULTĀTI

3.1 SEG mērījumi

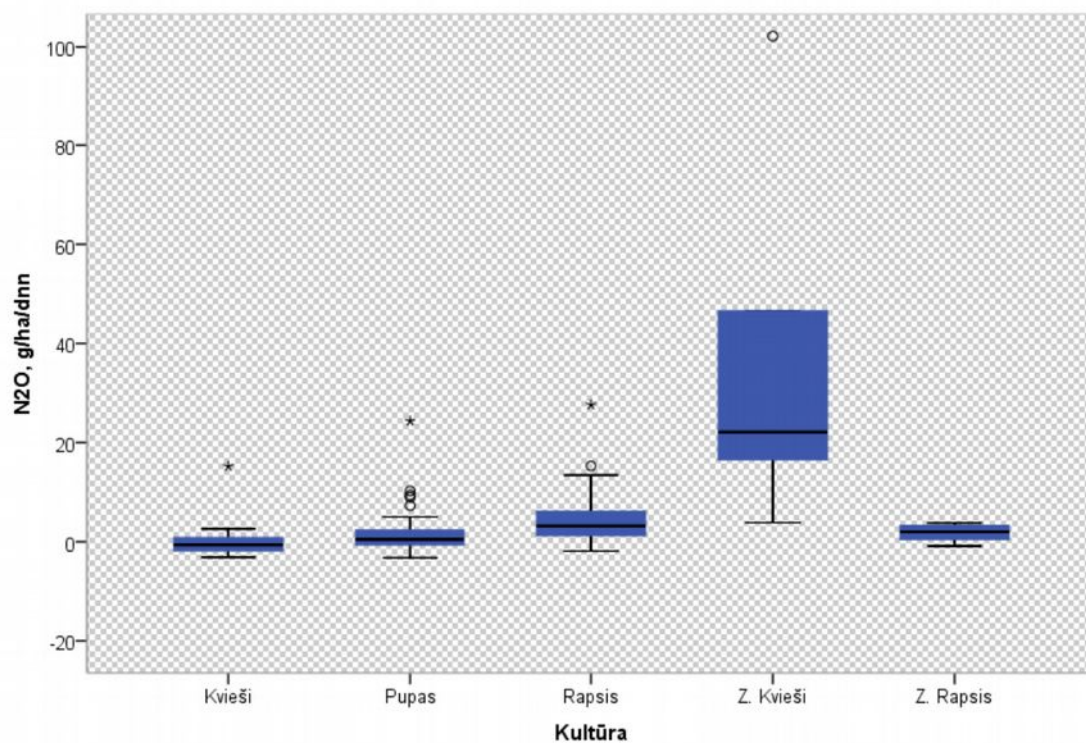
Poļu stacionārā tika veikti mērījumi tika veikti 160 reizes. Veikto mērījumu galvenie statistiskie rādītāji ir attēloti 5.tabulā. Katrā mērījumu reizē tika veikti N₂O, CO₂, NH₃ un CH₄ mērījumi kamerās, augsnes mitruma un temperatūras mērījumi. Iegūto datu statistiskās analīzes rezultāti ir paskaidroti nākamajās apakšnodaļās.

N₂O, CO₂ NH₃ un CH₄ emisijas, veicot mērījumus, bija ar negatīvu tendenci, kas arī atspoguļojas rezultātos (Tab. 55) un norāda, ka augsnē ar optimālu mitruma daudzumu un pietiekamu skābekļa daudzumu, aktīvi ir mikroorganismi, kuriem ir nepieciešami aerobi apstākļi. Tie nerada metāna emisijas, bet patērē to metānu, kas ir gaisa sastāvā, tāpēc kamerā esošais metāna daudzums samazinās. Vislielākā amplitūda tika novērota Mārupes pētījuma objektā. Šajā objektā ir organiskā augsne, kas strauji reaģē uz mitruma režīma izmaiņām, kā rezultātā notiek anaerobi procesi un izdalās metāna emisija.

Tab. 55: N₂O, CO₂ NH₃ un CH₄ emisijas statistiskie rādītāji lauciņos 2018. gadā

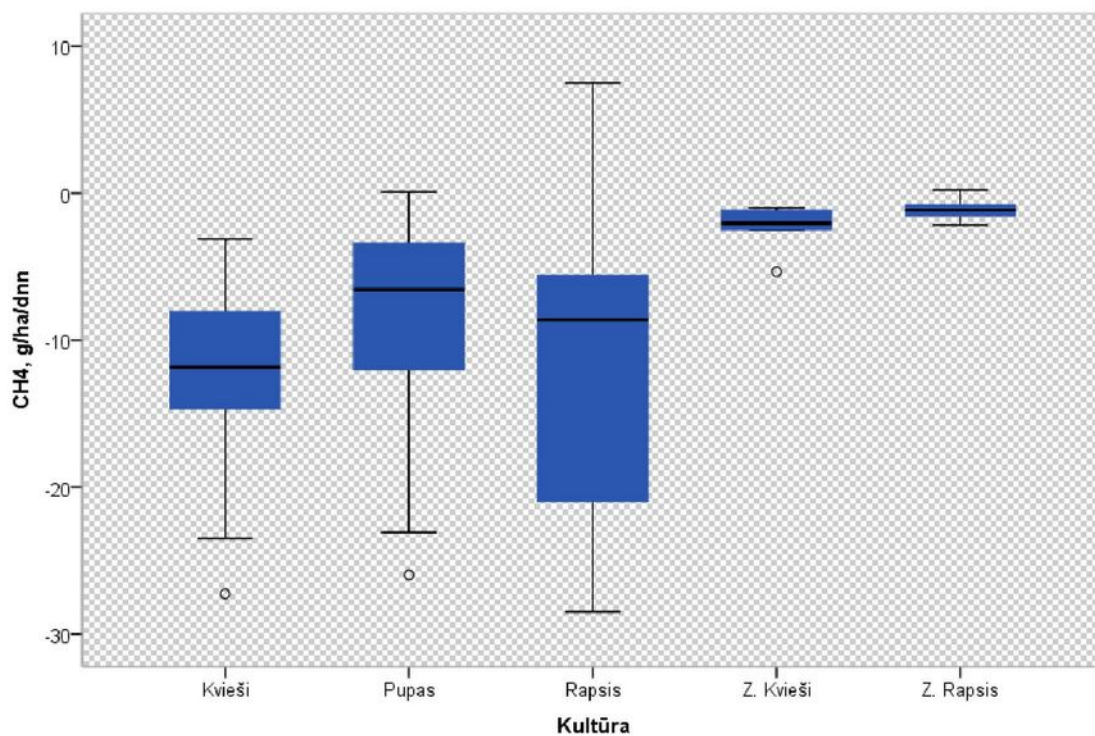
		Apstrāde	Kultūra	N ₂ O	CH ₄	CO ₂	NH ₃
N	Valid	160	160	160	160	160	160
	Missing	0	0	0	0	0	0
Mean				85,203	-264,710	2,88853	11,1016
Std. Error of Mean				20,8412	15,1219	,146793	6,90832
Median				24,000	-223,000	2,53000	10,5000
Std. Deviation				263,6228	191,2781	1,856797	87,38415
Variance				69 496,985	36 587,299	3,448	7635,990
Minimum				-86,0	-749,0	-,417	-680,00
Maximum				2687,0	197,0	9,400	540,00
Percentiles	25			-19,500	-359,250	1,48700	1,6500
	50			24,000	-223,000	2,53000	10,5000
	75			95,750	-123,250	3,79500	27,9250

Dislāpekļa oksīda (N₂O) emisijas ir visaugstākās visā mērījumu laikā lauciņā ar ziemas kviešiem un vismazākās lauciņā ar ziemas rapsi (Att. 28). Ekstrēma rakstura paaugstinātas dislāpekļa oksīda vērtības parādās arī kviešu, pupu un rapša sējumos, kas ir izskaidrojams ar paaugstinātu denitrifikācijas procesu norisi pēc lietus.



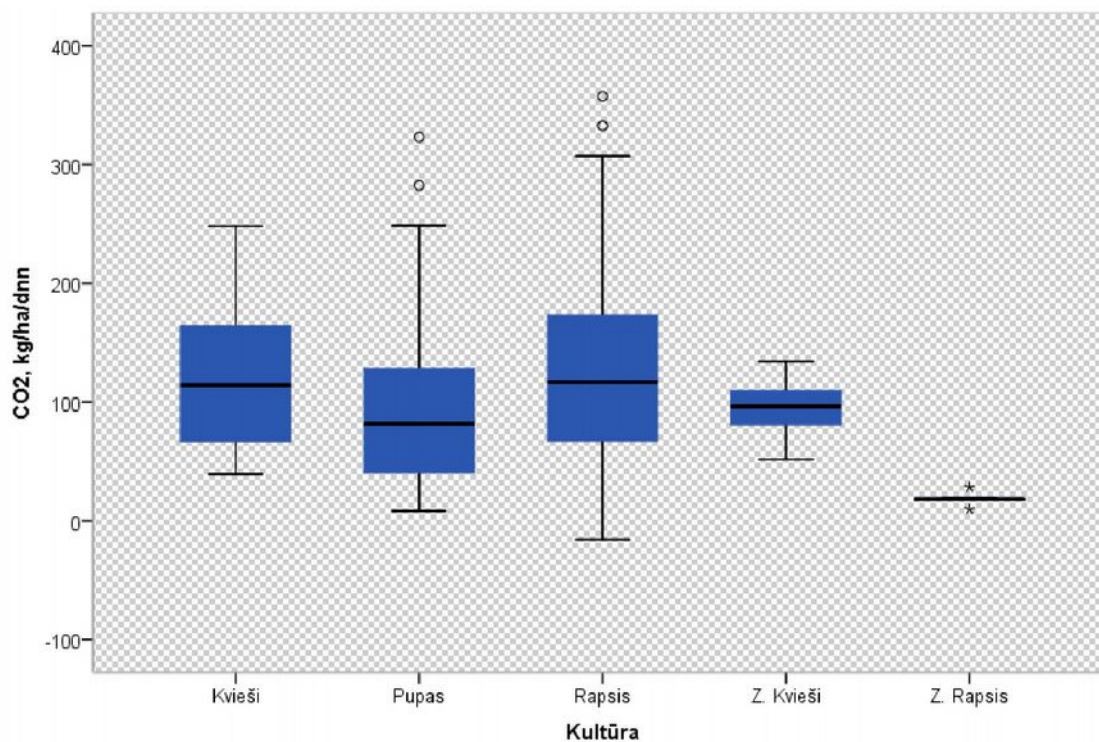
Att. 28: Dislapekļa oksīda emisijas g/ha/dnn pēc audzētas kultūras.

Metāna CH₄ emisijas ir pārsvarā ar negatīvu zīmi, kas apstiprina literatūrā atrodamo informāciju, ka pie labas augsnes aerācijas baktērijas izmanto metānu kā enerģijas avotu (Att. 29). Rapša kviešu un pupu sējumos metānu noārdošo baktēriju darbība ir izteiktāka kā ziemas kviešu sējumā.



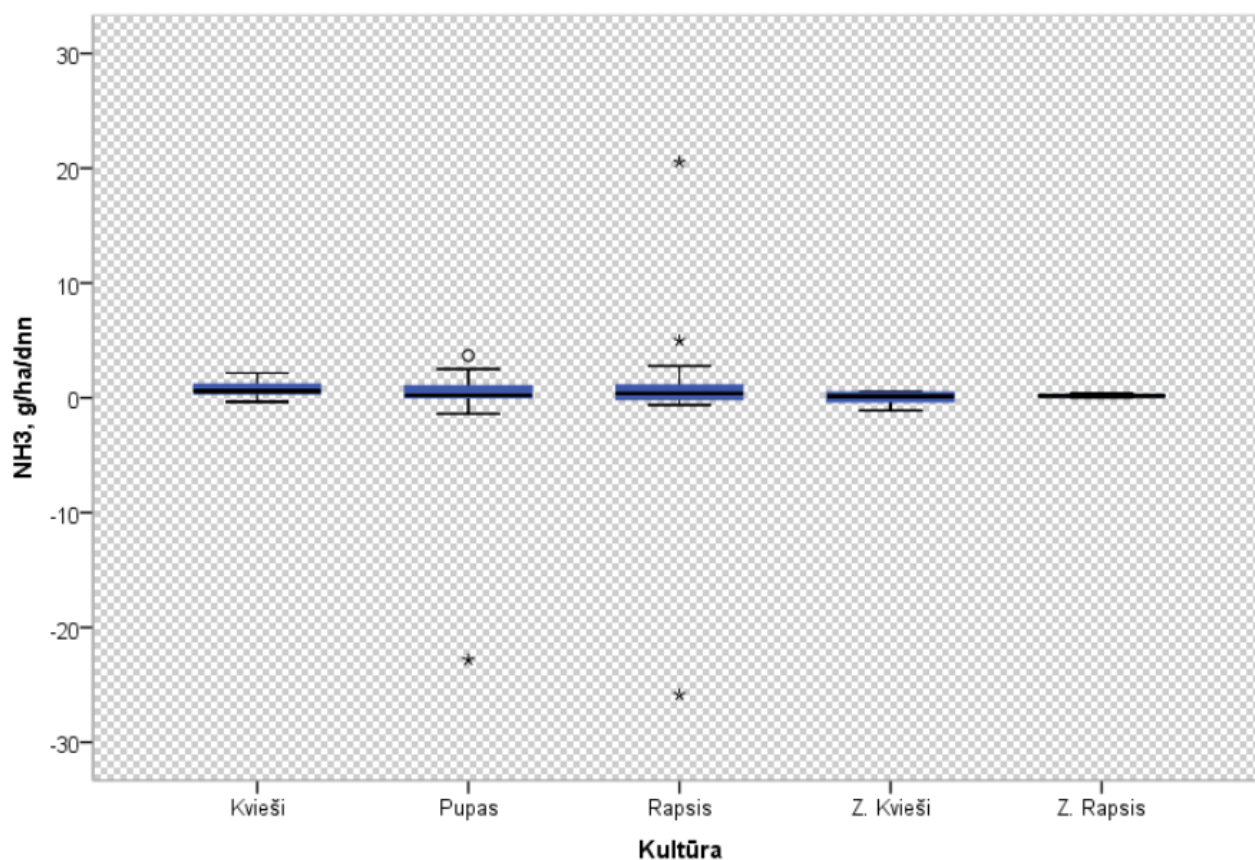
Att. 29: Metāna emisijas g/ha/dnn pēc audzētās kultūras.

Ogļskābās gāzes emisijas izteikti variē kviešu pupu un rapšu sējumos, kas sasaucas ar metāna noārdīšanos (Att. 30) Savukārt ziemas rapšu sējumos ogļskābās gāzes emisijas ir tuvu nullei visās mērījumu sesijās, kas liecina par zemu augsnes baktēriju aktivitāti.



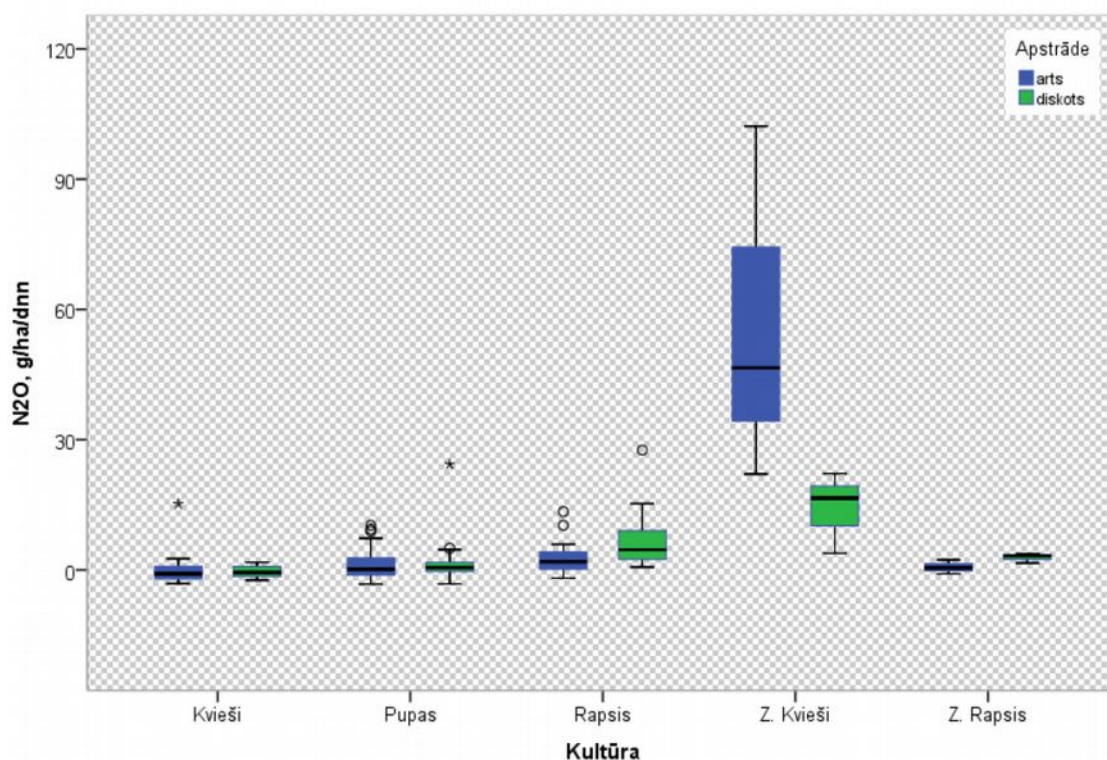
Att. 30: Ogļskābās gāzes emisijas kg/ha/dnn pēc kultūraugu grupām.

Amonjaka emisijas ir zemas un tuvu 0 g/ha/dnn, taču pupām un rapsim divās mērījumu reizēs amonjaka emisijas bija ar negatīvu zīmi, kas norāda ka šajā periodā augi absorbēja amonjaku no gaisa.



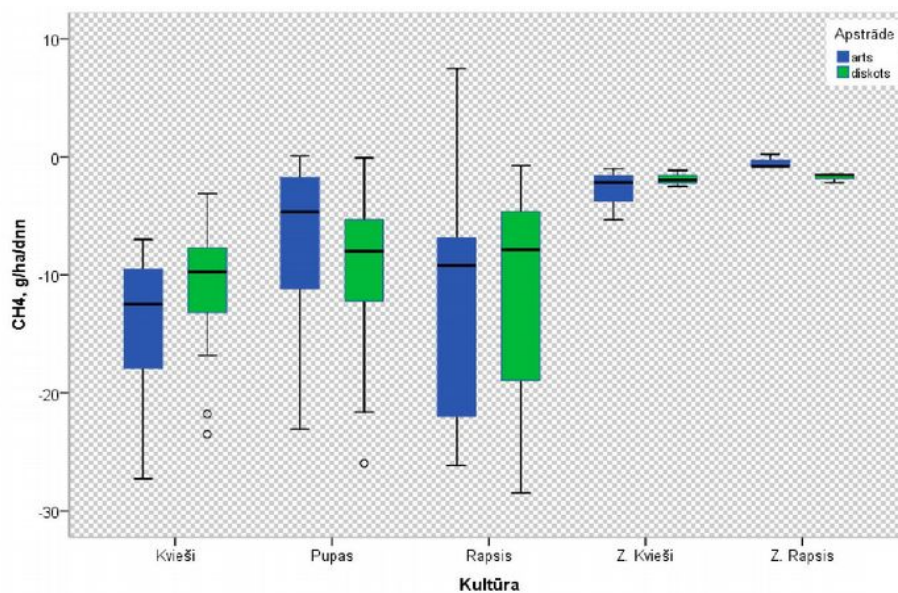
Att. 31: Amonjaka emisijas g/ha/dnn pēc kultūraugu grupām.

Dislāpekļa oksīda emisiju salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida ir attēlots Att. 32. Būtiskas atšķirības ir ziemas kviešu sējumiem, kur artā laukā emisijas ir būtiski lielākas ka diskotā laukā, kas saistīts ar baktēriju aktivitāti un slāpekļa savienojumu pieejamību augsnē.



Att. 32: Dislāpekļa oksīda emisiju h/ha/dnn salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida.

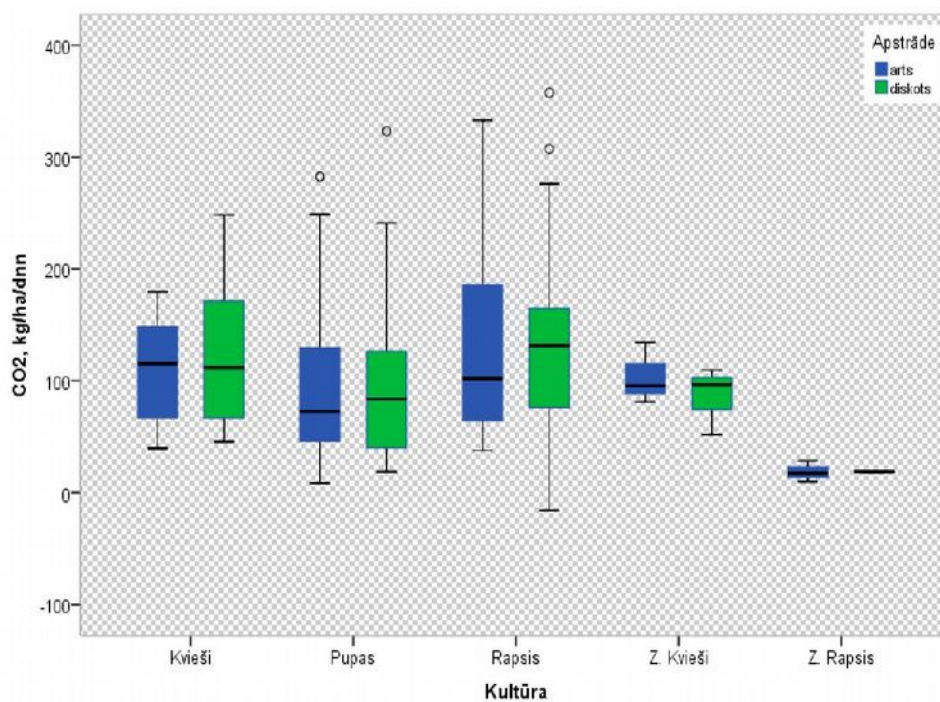
Metāna emisiju salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida (Att. 33) parāda, ka audzētai kultūrai ir būtiska ietekme uz metāna absorbciju augsnē savukārt augsnes apstrādes veidam nav būtiska ietekmē uz metāna absorbciju.



Att. 33: Metāna emisiju h/ha/dnn salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida.

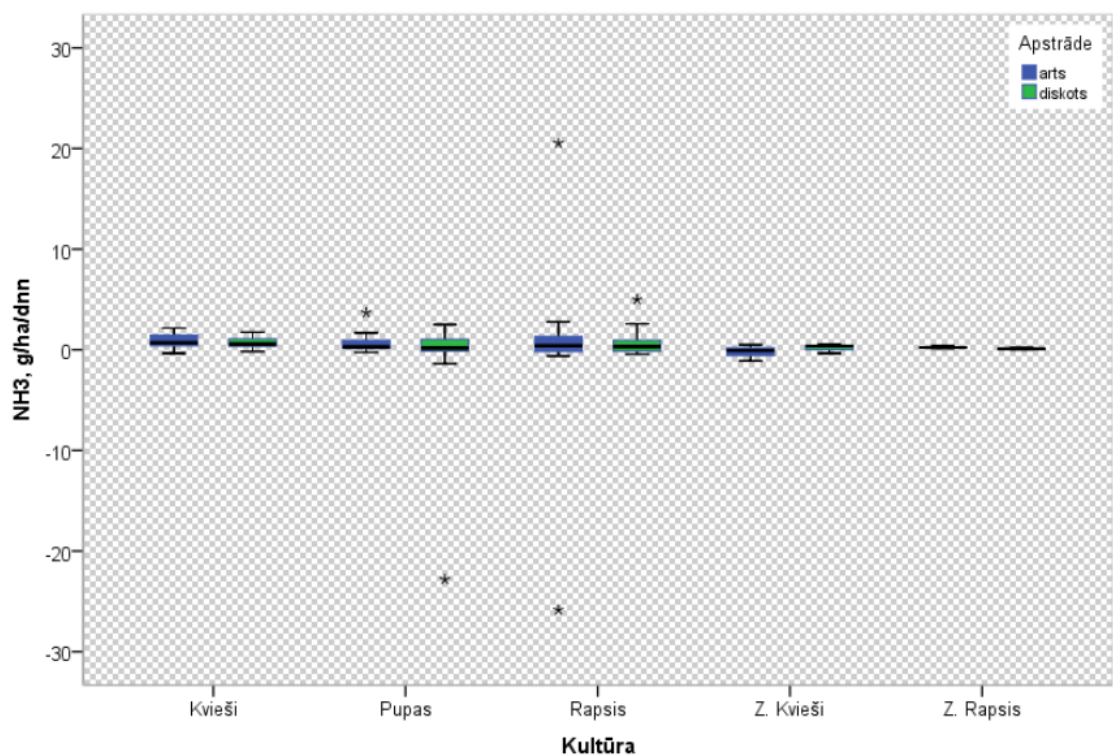
Oglekļa dioksīda emisiju salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes

veida (Att. 34) parāda, ka audzētai kultūrai ir būtiska ietekme uz oglekļa dioksīda emisijām no augsnes savukārt augsnes apstrādes veidam nav būtiska ietekmē uz oglekļa dioksīda emisijām no augsnes.



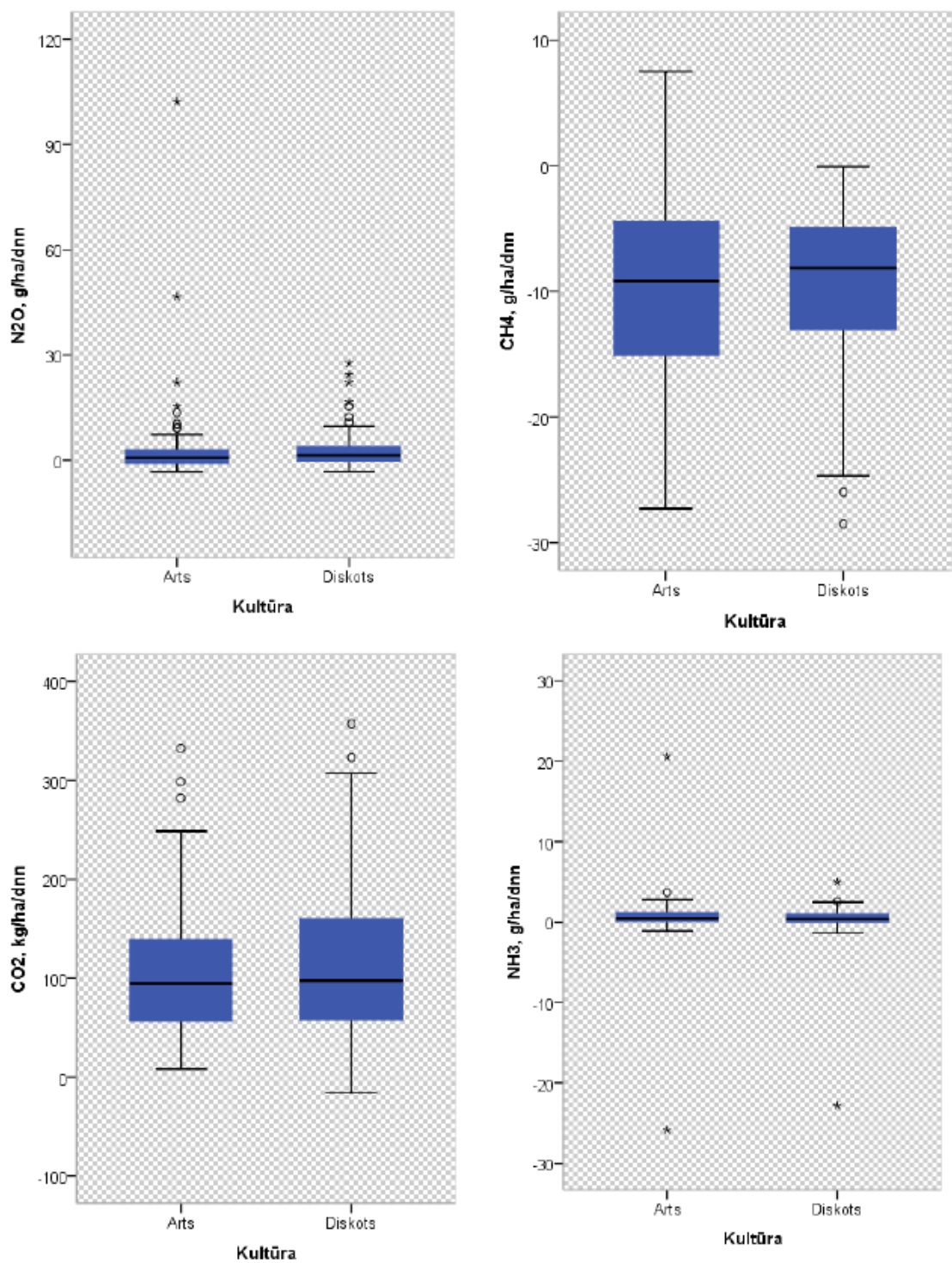
Att. 34: Oglekļa dioksīda kg/ha/dnn emisiju salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida.

Amonjaka emisiju salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida (Att. 35) parāda, ka audzētai kultūrai nav būtiska ietekme uz amonjaka emisijām no augsnes savukārt augsnes apstrādes veidam nav būtiska ietekmē uz amonjaka emisijām no augsnes.



Att. 35: Amonjaka emisiju g/ha/dnn salīdzinājums pēc audzētās kultūras un augsnes apstrādes veida.

Oglekļa dioksīda, metāna, dislāpekļa oksīda un amonjaka emisiju salīdzinājums pēc augsnes apstrādes veida (Att. 36) parāda, ka augsnes apstrādes veidam nav būtiska ietekmē uz oglekļa dioksīda, metāna, dislāpekļa oksīda un amonjaka emisijām no augsnes.



Att. 36: Oglekļa dioksīda, metāna, dislāpekļa oksīda un amonjaka emisiju salīdzinājums pēc augsnes apstrādes veida.

Secinājumi

1. Zemes izmantošanas veids un apsaimniekošana nosaka, vai augsne ir oglekļa krātuve vai emisiju radītājs.
2. Pētījuma rezultāti, norāda, ka augsnes apstrādes veidam nav būtiskas ietekmes uz gāzu emisijām.
3. Salīdzinot gāzu emisijas pēc audzētajām kultūrām tika secināts ka ziemas kviešiem ir būtiski atšķirīga ietekme uz gāzu emisijām kā pārējām kultūrām, savukārt ziemas rapša sējumos bija vismazākās gāzu emisiju svārstības, ko var saistīt ar zemo augsnes mikroorganismu aktivitāti.
4. Veicot mērījumus 2018. gadā laika apstākļi bija viendabīgi, ar ilgiem sausuma periodiem un karstumu. Lai izvērtētu augsnes apstrādes veida ietekmi uz gāzu emisijām būtu nepieciešams veikt mērījumus vismaz divu gadu garumā ar divu nedēļu intervālu starp mērījumiem.