



Latvijas
Lauksaimniecības
universitāte

PĀRSKATS

PAR ZINĀTNISKĀS IZPĒTES PROJEKTA IZPILDI

“Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) sasaiste ar oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu aramzemēs, ilggadīgajos zālajos un mitrājos”

Lēmuma Nr.: 10.9.1-11/18/929-e

Projekta vadītājs: _____

Dr. oec. Dina Popluga

Jelgava, 2018. gada novembris

Kopsavilkums

Pētījuma nepieciešamību nosaka vairākas aktualitātes, kas iezīmē lauksaimnieciskajai ražošanai un zemes izmantošanai aktuālus jautājumus klimata pārmaiņu radīto izaicinājumu kontekstā – izpratnes veidošana par SEG emisijas samazinošiem pasākumiem un to izmaksu efektivitāti, par virzību uz oglekļa neitrālu lauksaimniecību, par lauksaimnieciskās ražošanas efektivitāti un tās ietekmi uz SEG emisijām. Šo aktualitāšu risināšanai izvirzīts sekojošs projekta mērķis: izvērtēt oglekļa piesaistes un uzkrāšanas iespējas Latvijā un integrēt tās Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līknē.

Pētījuma mērķa sasniegšanu nodrošina šādu uzdevumu izpilde:

1. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) papildināšana ar pasākumiem, kas veicina oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu aramzemēs, ilggadīgajos zālajos un mitrājos, un to praktiska aprobēšana.
2. SEG emisiju ietilpības izvērtējums galvenajiem lauksaimniecības produktiem un to samazināšanas iespējas.
3. Latvijas lauksaimniecības MACC popularizēšana un starptautiskās dimensijas veidošana.

Šajā pētījumā tika aktualizēts valsts pētījumu programmas EVIDEnT ietvaros izstrādātais MACC SEG emisiju samazinošiem pasākumiem lauksaimniecību, un papildināts ar diviem jauniem pasākumiem, t.i. "Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm" un "Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs", kas ir saistīti ar zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu. Tāpat pētījuma ietvaros tika veikta 23 pasākumu analīze parādot to ietekmi gan lauksaimniecības, gan ZIZIMM sektorā. Kopumā jāsecina, ka lielākajai daļai pasākumu savstarpējā ietekme ir neitrāla (12 pasākumi). Tikai 3 pasākumiem ietekme abos sektoros ir pozitīva, kas nozīmē, ka abos sektoros notiek SEG samazināšana. 2 pasākumiem ietekme nav viennozīmīga, jo trūkst pētījumu. Savukārt 6 pasākumiem konstatēta negatīvas mijiedarbības klātbūtne, kas galvenokārt saistās ar to, ka zaļās masas pieaugums lauksaimniecības sektorā rada papildus emisijas, bet ZIZIMM sektorā caur šo zaļās masas pieaugumu palielinās CO₂ piesaiste. Pētījuma gaitā tika konstatēts, ka daļai no pasākumiem, kas ir iekļauti papildinātajā MACC, bez SEG emisiju samazināšanas potenciāla piemīt arī CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas potenciāls. Tāpēc tika veikts šo pasākumu CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas efektivitātes izvērtējums.

Pētījuma rezultātā konstatēts, ka SEG emisiju samazināšanas kontekstā svarīga ir pārdomāta un mērķtiecīgi veidota augkopības kultūraugu sējumu struktūra un izmantotā tehnoloģija, jo dažādiem kultūraugiem un to audzēšanas tehnoloģijām ir atšķirīga SEG emisiju intensitāte. Izvērtējot situāciju Latvijā, secināts, ka SEG emisiju intensitāte augkopības produkcijai 2015. gadā, rēķinot uz kg produkcijas, ir būtiski augstāka tehniskajiem augiem (0,17 kg CO₂ eq produkcija kg⁻¹), savukārt graudaugiem SEG emisiju intensitāte ir par 58% zemāka (0,097 kg CO₂ eq produkcija kg⁻¹). Tas ir saistīts ar to, ka tehnisko augu audzēšanai tiek patērēts vairāk ražošanas resursu, galvenokārt N minerālmēslojums, nekā graudaugiem. Salīdzinot situāciju Latvijā ar situāciju pārējās Eiropas Savienības dalībvalstīs, jāsecina, ka Latvijā ir zemākā SEG emisiju intensitāte uz 1 kg graudu. Attiecībā uz Latvijā saražotā piena SEG emisiju intensitāti, secināts, ka piena ražošanā vērojama pozitīva virzība uz emisiju mazietilpīgu produkcijas ražošanu – laika periodā no 2005. – 2015. gadam SEG emisijas uz 1 kg piena ir samazinājušās par 28%, tuvinot Latviju vidējam Eiropas Savienības dalībvalstu rādītājam. Analizējot liellopu gaļas ražošanas attīstību Latvijā un tās ietekmi uz SEG emisijām, secināts, ka statistikas dati norāda uz to, ka Latvijā notiek negatīva virzība uz SEG emisiju intensitātes palielināšanos – laika periodā no 2005. – 2015. gadam SEG emisijas uz 1 kg liellopu gaļas ir

palielinājušās par 47%. Arī Eiropas Savienības dalībvalstu kontekstā Latvija ierindojas to valstu vidū, kur SEG emisiju intensitāte liellopu gaļai ir viena no augstākajām. Tomēr analizējot situāciju detalizētāk, pētījuma autori konstatēja, ka šāda situācija ir izveidojusies statistikas datu uzskaites rezultātā, kas neatspoguļo patieso situāciju nozarē.

Pētījuma rezultāti ir praktiski izmantojami lauksaimniecības un klimata politikas veidotājiem, kā arī lauksaimnieku un sabiedrības izglītošanai par zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas pasākumu, kas vērsti uz oglekļa piesaisti un uzkrāšanu aramzemēs, ilggadīgajos zālājos, mitrājos, efektivitāti SEG emisiju samazināšanas kontekstā.

Projekta izpildes laiks: 01.04.2018. – 30.12.2018.

Projekta izpildītāji: Dina Popluga, Kaspars Naglis-Liepa, Dzidra Kreišmane, Arnis Lēnerts, Irina Pilvere, Aleksejs Nipers, Ainārs Lupiķis, Kristīne Valujeva, Kristaps Makovskis, Sandris Ancāns, Dainis Barkāns.

Saturs

Kopsavilkums	2
Ievads	5
1. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) papildināšana ar pasākumiem, kas veicina oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu aramzemēs, ilggadīgajos zālajos un mitrājos.....	7
1.1. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) aktualizācija.....	7
1.2. Pasākumu, kas veicina CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu, izvērtējums	13
1.2.1. Paludikultūru (niedres) audzēšana organiskajās augsnēs.....	14
1.2.2. Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs	19
1.2.3. Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās.....	23
1.2.4. Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei	28
1.3. Pasākumu, kas veicina CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu, ietekme uz SEG emisiju samazināšanu un to integrēšana MACC	33
1.4. SEG emisiju samazinošo pasākumu mijiedarbība ar zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektoru	35
1.5. CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas efektivitātes izvērtējums	39
2. SEG emisiju ietilpības izvērtējums galvenajiem lauksaimniecības produktiem un to samazināšanas iespējas	41
2.1. Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes aprēķināšanas un novērtēšanas metodika.....	41
2.1.1. Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes rādītāju klasifikācija	44
2.1.2. Lauksaimniecības produkcijas SEG emisiju intensitātes rādītāju aprēķināšanas metodika ..	46
2.2. Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes novērtējums Latvijā.....	49
2.3. Eiropas Savienības dalībvalstu lauksaimniecības SEG emisiju rādītāju salīdzinājums.....	55
Secinājumi.....	64
Izmantotās literatūras saraksts.....	66
Pielikumi	72

Ievads

Šis pētījuma nepieciešamību nosaka vairākas aktualitātes, kas iezīmē lauksaimnieciskajai ražošanai un zemes izmantošanai aktuālus jautājumus klimata pārmaiņu radīto izaicinājumu kontekstā.

Viena no aktualitātēm ir lauksaimniecības siltumnīcefekta izraisīto gāzu (SEG) emisiju samazināšanas potenciāla apzināšana, kur viens no veidiem, kā apzināt šo potenciālu, ir veidot SEG emisiju samazināšanas robežizmaksu līknes (*marginal abatement cost curve*, turpmāk tekstā - MACC), kas kalpo kā ērts rīks dažādu SEG emisiju samazinošo pasākumu efektivitātes novērtēšanai un klimata politikas plānošanai. Dažādu valstu, t.i. Īrijas, Dānijas, Apvienotās Karalistes, Francijas, mēģinājumi MACC veidošanā (O'Brien et al., 2014; Eory et al., 2013; Pellerin et al., 2013; Schulte et al., 2012) parāda, ka SEG emisiju samazinošo darbību un izmaksu izvērtēšanai var izmantot vairākas pieejas. Valsts pētījumu programmas „Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē – EVIDEnT” ietvaros ir veikts pirmais mēģinājums 17 SEG samazinošo pasākumu efektivitātes izvērtēšanā, kas balstījās uz sadalošo (*disaggregate*) pieeju un lauku saimniecību tipoloģiju (Popluga et al., 2017), un izveidotas lauksaimniecības SEG emisiju MACC tipiskām Latvijas saimniecību grupām jeb klasteriem (tādi tika identificēti 5). Šīs līknes atspoguļo SEG emisiju samazināšanas potenciālu un SEG samazināšanas izmaksas pasākumiem, kas ir tieši saistīti ar lauksaimnieciskās ražošanas praksi un ir vērsti uz efektīvu mēslojuma lietošanu, augsnes auglības uzlabošanu, kūtsmēsļu apsaimniekošanu, ganību apsaimniekošanu. Tomēr praksē lauksaimnieciskā darbība ir cieši saistīta arī ar zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu, kas rada gan SEG emisijas, gan veicina oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu augsnē. Tāpēc svarīgi uzsākt darbu MACC veidošanas jomā turpināt un papildināt Latvijas lauksaimniecības MACC ar papildus pasākumiem, kas saistīti ar zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu.

Otra aktualitāte saistās ar virzību uz oglekļa neitrālu ekonomiku, kas kļuva par diskusiju avotu pēc iesaistīto pušu tikšanās (COP21), kas notika 2015. gada nogalē Parīzē. Ar oglekļa neitrālu ekonomiku saprot stāvokli, kurā neto SEG emisijas no dažādām aktivitātēm konkrētā ģeogrāfiskajā reģionā ir nulle (Levin et al., 2015). Atsevišķas valstis, piemēram, Īrija jau ir noteikusi mērķus 2050. gadam, kuru uzstādījums ir sasniegt oglekļa neitrālu lauksaimniecību, kur lauksaimniecībā radītās SEG emisijas tiek kompensētas ar oglekļa dioksīda (CO₂) piesaisti un oglekļa (C) uzkrāšanu augsnē (Schulte et al., 2013). Sekojot līdz šādām tendencēm, arī Latvijā būtu jāuzsāk pētījumi, lai apzinātu, kādas ir oglekļa neitrālās lauksaimniecības attīstības iespējas.

Trešā aktualitāte saistās ar izpratnes veidošanu par lauksaimnieciskās ražošanas efektivitāti un tās ietekmi uz SEG emisijām, un dažādām pieejām kā to var izvērtēt. Viena no pieejām ir SEG emisiju intensitātes izvērtējums, kas ļauj spriest par konkrētās valsts ekonomiskās attīstības modeļa ietekmi uz klimatu (Bonesmo et al., 2013; Bonesmo et al., 2012). Līdz šim Latvijā šāds izvērtējums nav veikts.

Visas šīs minētās aktualitātes noteica projekta mērķis: izvērtēt oglekļa piesaistes un uzkrāšanas iespējas Latvijā un integrēt tās Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līknē.

Pētījuma mērķa sasniegšanai tika definēti šādi uzdevumi:

1. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) papildināšana ar pasākumiem, kas veicina oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu aramzemēs, ilggadīgajos zālajos un mitrājos, un to praktiska aprobēšana.
2. SEG emisiju ietilpības izvērtējums galvenajiem lauksaimniecības produktiem un to samazināšanas iespējas.

3. Latvijas lauksaimniecības MACC popularizēšana un starptautiskās dimensijas veidošana

Ņemot vērā pētījuma uzdevumu raksturu, šajā pētījumā tika attīstīta kompleksa un inovatīva pieeja SEG samazināšanas potenciāla izvērtēšanā, sasaistot kopā emisijas, kas rodas lauksaimnieciskās ražošanas ietekmē (t.s. lauksaimniecības sektra emisijas), un kas rodas zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas ietekmē (t.s. zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektora emisijas).

Pētījuma ietvaros izvērtētas oglekļa piesaistes un uzkrāšanas iespējas Latvijā, papildināts Latvijas lauksaimniecības MACC ar papildus pasākumiem, kas saistīti ar zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu, izveidots jauns MACC oglekļa piesaistes pasākumiem, kā arī veicināta padziļināta izpratne par SEG emisiju intensitāti dažādiem lauksaimniecības produktiem.

Pētījumā izmantoti šādi materiāli: latviešu un ārzemju autoru zinātniskās publikācijas, Centrālās statistikas pārvaldes (CSP), Eiropas Savienības Statistikas biroja (Eurostat), Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas (FAO) datubāzes, Latvijas Valsts Mežzinātnes institūta "Silava" un Latvijas Lauksaimniecības universitātes (LLU) pētījumu rezultāti. Datu apstrādei izmantotas sekojošas ekonomisko pētījumu metodes: statistisko rādītāju aprēķināšana (grupēšana, sakarību analīze); laikrindu korelācija un regresija; analīze un sintēze; indukcija un dedukcija.

1. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) papildināšana ar pasākumiem, kas veicina oglekļa piesaisti un tā uzkrāšanu aramzēmēs, ilggadīgajos zālajos un mitrjos

Lauksaimniecības sektora ieguldījums globālās sasilšanas mazināšanā ir liels, taču ne neiespējams, izaicinājums. SEG emisiju samazinājumu var panākt ar dažādiem uzlabojumiem lauksaimniecības praksē, piemēram, efektīvi lietojot slāpekļa (N) mēslojumu, uzlabojot augsnes auglību, efektīvi apsaimniekojot kūtsmēslus un ganības. Papildus tam lauksaimnieki var kļūt par atjaunojamās enerģijas ražotājiem un CO₂ piesaistītājiem savā saimniecībā, tādējādi veicinot oglekļa neitrālas lauksaimniecības attīstību (Wijnands, 2012). Vairākas valstis (Īrija, Jaunzēlande, Apvienotā Karaliste, Austrālija) ir pateikušas, ka līdz 2050. gadam to lauksaimniecība vai atsevišķi lauksaimniecības sektori varētu būt oglekļa neitrāli – tas nozīmē, vairāk uzmanību veltīs CO₂ piesaistei un C uzkrāšanai. Lai Latvijā varētu runāt par oglekļa neitrālu lauksaimniecību, svarīgi ir izprast kādas darbības jeb pasākumi veicina CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu aramzēmēs, atstājot pozitīvu efektu uz lauksaimniecības SEG emisiju bilanci, un cik šie pasākumi ir efektīvi. Tādēļ šajā pētījumā viens no pētījuma uzdevumiem tika veltīts CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas pasākumu izmaksu efektivitātes izvērtējumam. Pieeja lauksaimniecības SEG emisiju efektivitātes novērtēšanai tika izstrādāta un aprobēta Valsts pētījumu programmas “Latvijas ekosistēmu vērtība un tās dinamika klimata ietekmē (EVIDenT)” 3.2. apakšprojekta “Lauksaimniecības nozares SEG emisiju analīze un emisiju samazināšanas pasākumu ekonomiskais novērtējums” ietvaros, kas pamatojas uz to, ka pasākumi tiek vērtēti pēc to izmaksu efektivitātes un SEG samazināšanas potenciāla, un pasākumu efektivitāte tiek attēlota robežsamazinājuma līknē (MACC). Turklāt pasākumu efektivitātes novērtēšanas pieejā tiek izmantota īpaši Latvijas situācijai izveidota klasteru pieeja, kas ļauj vērtēt pasākumu ietekmi un efektivitāti tipisko saimniecību (klasteru) griezumā. Šāda pieeja tika tālāk attīstīta un turpināta arī šajā pētījumā, kur galvenais akcents tika likts uz CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu veicinošiem pasākumiem.

Šajā nodaļā ir apkopota informācija par sekojošām aktivitātēm, kas veiktas pētījuma ietvaros:

- Latvijas lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma līkņu (MACC) aktualizācija;
- pasākumu, kas veicina CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu, izvērtējums un integrēšana MACC;
- SEG emisiju samazinošo pasākumu mijiedarbības ar zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektoru izvērtējums;
- CO₂ piesaistes efektivitātes izvērtējums.

1.1. Latvijas lauksaimniecības siltumnīcefekta gāzu emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkņu (MACC) aktualizācija

Tā kā šajā projektā notiek tālāks darbs ar jau izveidoto Latvijas lauksaimniecības SEG emisiju MACC, tad, pirms tā papildināšanas ar jauniem pasākumiem, bija jāveic tā aktualizācija. Aktualizācijas nepieciešamību noteica sekojoši apsvērumi:

1. MACC ietvertu pasākumu efektivitātes un SEG samazināšanas potenciāla aprēķinu algoritms balstās uz lauksaimniecības sektora prognozēm, kas tiek izstrādātas izmantojot Latvijas lauksaimniecības sektoranalīzes modeli (LASAM), kas izstrādāts projekta “Lauksaimniecības attīstības prognozēšana un politikas scenāriju izstrāde līdz 2050. gadam” ietvaros. Tā kā 2018. gadā tika aktualizētas lauksaimniecības prognozes, kas būtiski atšķīrās no 2017. gada

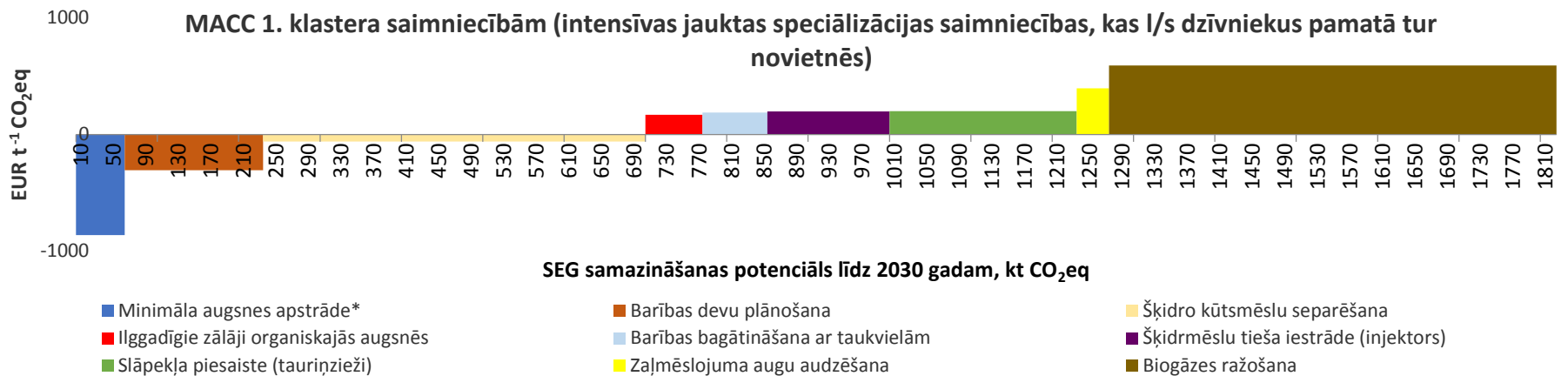
prognozēm, kas tika izmantotas iepriekšējos MACC aprēķinos, tad tika veikta MACC aktualizācija atbilstoši jaunākajām lauksaimniecības prognozēm.

2. Iepriekš MACC tika atspoguļots SEG samazināšanas potenciāls no 2017. līdz 2030. gadam, ņemot vērā, ka 2017. un 2018. gads vairs nav aktuāli no SEG samazināšanas potenciāla viedokļa, tad tika aktualizēts periods, uz kuru attiecas izvērtējamais SEG samazināšanas potenciāls, un tas ir 2020. līdz 2030. gads.

1.1. -1.5. attēlos ir apkopota informācija par aktualizētajiem MACC klasteru griezumā. MACC attēloto klasteru skaidrojums un vispārējs raksturojums ir sekojošs:

1. **klasteris – intensīvas jauktas specializācijas saimniecības, kas lauksaimniecības dzīvniekus pamatā tur iekštelpu novietnēs.** Šis klasteris veido ap 0,3% no visu saimniecību skaita, apsaimnieko 15% no LIZ, apsaimnieko 20,5% no visas aramzemes, 18,4% no visām kviešu un 4,7% no visām rapša platībām valstī, patērē 12,9% no visiem N minerālmēsliem, audzē 23,5% no visiem liellopiem, 66,4% no visām slaucamām govīm, 88,3% no visiem mājputniem un 90,4% no visām cūkām valstīm.
2. **klasteris – intensīvas graudkopības saimniecības.** Šis klasteris veido 0,1% no visām saimniecībām, apsaimnieko 9% no LIZ, apsaimnieko 12,9% no visas aramzemes, 22,8% no visām kviešu un 16,4% no visām rapša platībām valstī, patērē 24,9% no visiem N minerālmēsliem.
3. **klasteris – vidēji lielas jauktas specializācijas saimniecības, kas lauksaimniecības dzīvniekus laiž ganībās.** Šis klasteris veido ap 25,4% no visu saimniecību skaita, apsaimnieko 46,2% no LIZ, apsaimnieko 57,5% no visas aramzemes, 55,6% no visām kviešu platībām, 64,4% no visām pļavām un ganībām, 50,7% no visiem ilggadīgajiem stādījumiem, patērē 59,6% no visiem N minerālmēsliem, audzē 23,4% no visiem liellopiem, 20,7% no visām slaucamām govīm, 10,7% no visiem mājputniem, 6,5% no visām aitām, 5,3% no visām cūkām, 42% no visām kazām, 41% no visiem zirgiem valstī.
4. **klasteris – bioloģiskās saimniecības.** Šis klasteris veido ap 4,2% no visu saimniecību skaita, apsaimnieko 9,9% no LIZ, apsaimnieko 2,9% no visas aramzemes, 1,5% no visām kviešu platībām, 13,6% no visām pļavām un ganībām, 11,2% no visiem ilggadīgajiem stādījumiem, audzē 27,9% no visiem liellopiem, 7,5% no visām slaucamām govīm, 6,1% no visiem mājputniem, 26,4% no visām aitām, 1,4% no visām cūkām, 18,2% no visām kazām, 8,8% no visiem zirgiem valstī.
5. **klasteris – piemājas saimniecības.** Šis klasteris veido 69,8% no visu saimniecību skaita, apsaimnieko 19,8% no LIZ, apsaimnieko 6,1% no visas aramzemes, 1,7% no visām kviešu platībām, 19,4% no visām pļavām un ganībām, 38,1% no visiem ilggadīgajiem stādījumiem, patērē 2,5% no visiem N minerālmēsliem, audzē 11,2% no visiem liellopiem, 5,4% no visām slaucamām govīm, 0,4% no visiem mājputniem, 8,6% no visām aitām, 2,8% no visām cūkām, 39,3% no visām kazām, 50% no visiem zirgiem valstī.

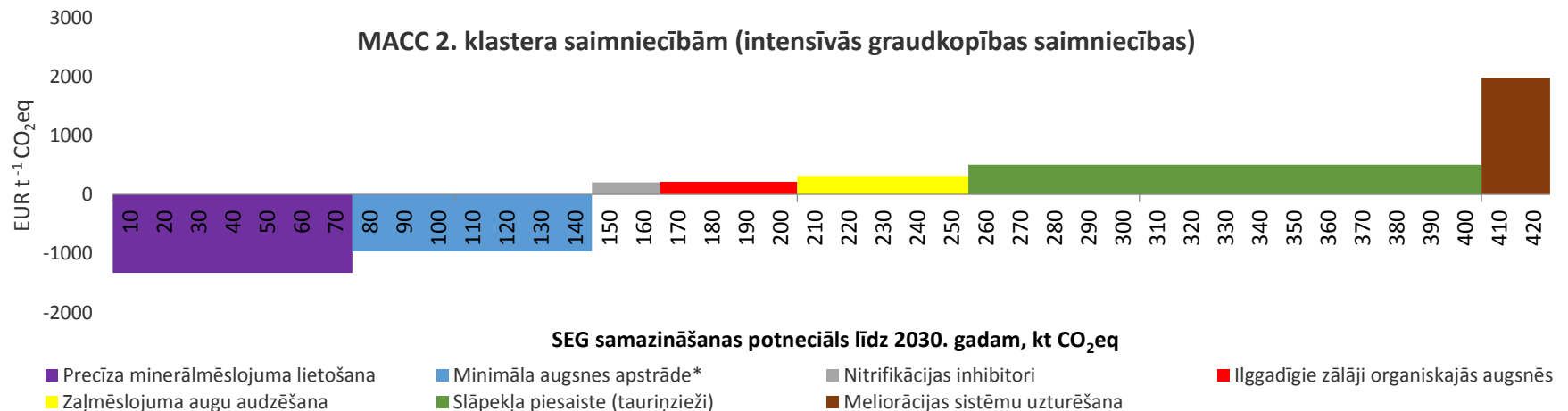
1. klastera saimniecību kopējais SEG samazināšanas potenciāls līdz 2030. gadam ir ap 1820 kt CO₂ eq, kas ir 40% no kopējā SEG samazināšanas potenciāla. Lielākais samazināšanas potenciāls ir pasākumiem “Minimāla augsnes apstrāde” (jāatzīmē, ka šis pasākums SEG emisiju uzskaites kontekstā ietaupījumsu veidos enerģētikas sektorā), “Barības devu plānošanas” un “Šķidro ūstsmēslu separēšana”, kas kopā veido ap 38% no kopējā samazināšanas potenciāla šajā saimniecību klasterī. Šie pasākumi ir izmaksu izdevīgi, jo to robežsamazinājuma izmaksas ir negatīvas, kas nozīmē to, ka to ieviešana rada papildus ieguvumus (1.1. att.).



1.1. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) 1. klastera saimniecībām

Avots: autoru aprēķini

2. klastera saimniecību kopējais SEG samazināšanas potenciāls līdz 2030. gadam ir ap 420 kt CO₂ eq, kas ir 9% no kopējā SEG samazināšanas potenciāla. Lielākais samazināšanas potenciāls ir pasākumiem “Precīzā minerālmēslojuma lietošana” un “Minimāla augsnes apstrāde”, kas kopā veido ap 33% no kopējā samazināšanas potenciāla šajā saimniecību klasterī. Šie pasākumi ir izmaksu izdevīgi, jo to robežsamazinājuma izmaksas ir negatīvas, kas nozīmē to, ka to ieviešana rada papildus ieguvumus (1.2. att.).

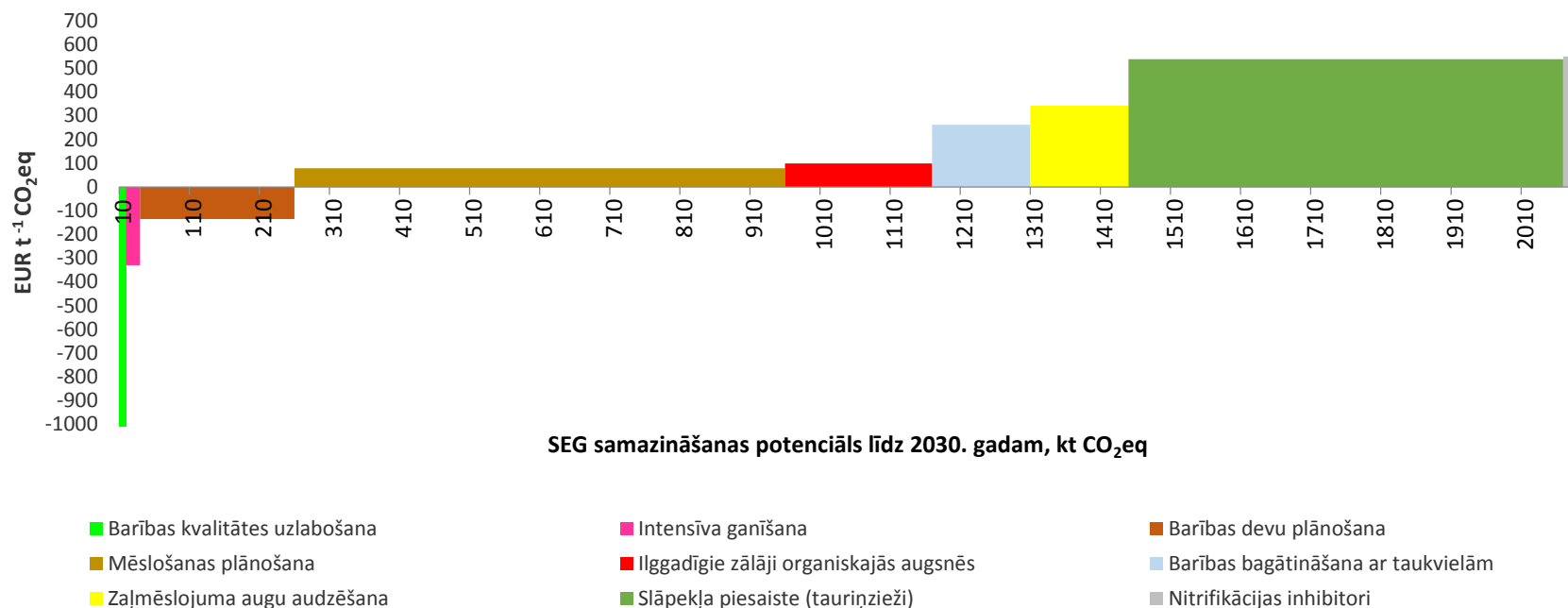


1.2. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) 2. klastera saimniecībām

Avots: autoru aprēķini

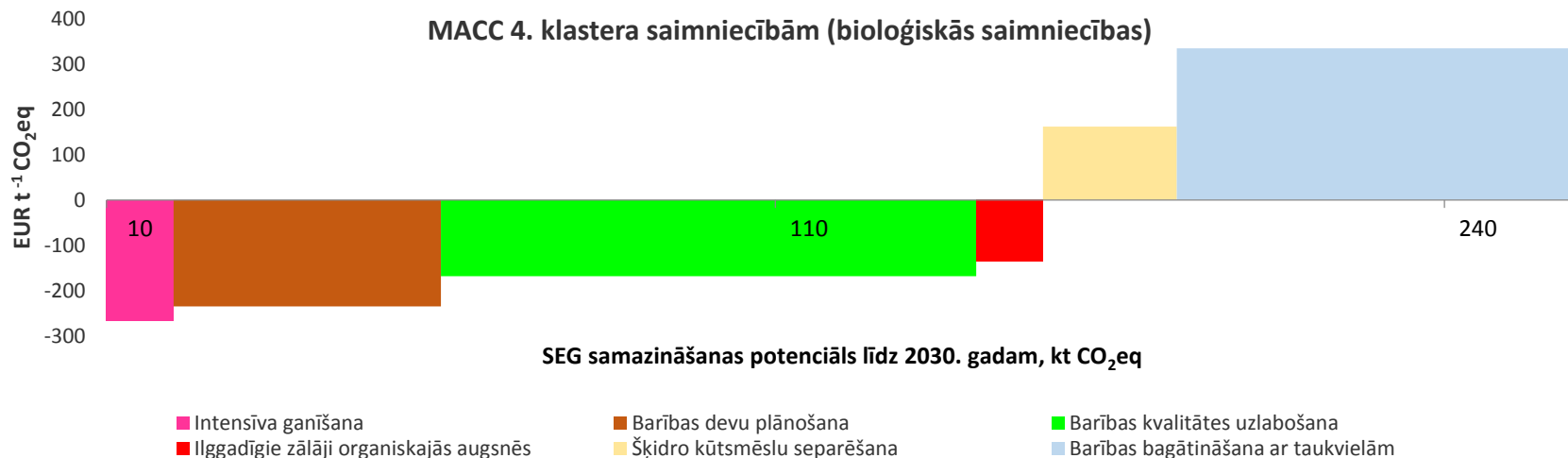
3. klastera saimniecību, kas ir uzskatāmas par tipiskām Latvijas saimniecībām, kopējais SEG samazināšanas potenciāls līdz 2030. gadam ir ap 2080 kt CO₂ eq, kas ir 46% no kopējā SEG samazināšanas potenciāla. Šajā saimniecību grupā teorētiski ir ieviešami deviņi pasākumi. No tiem trīs ir izmaksu izdevīgi un vairāk saistoši lopkopības saimniecībām, jo tie ir saistīti ar dzīvnieku ēdināšanas uzlabošanu un ganību apsaimniekošanu. Minētie pasākumi ir – “Barības kvalitātes uzlabošana”, “Intensīva ganīšana” un “Barības devu plānošana”, kopā veidojot 12% no SEG samazināšanas potenciālā šajā saimniecību grupā. Lielu SEG samazinājumu šajā saimniecību grupā dod “Mēslošanas plānošana” un “Ilggadīgie zālāji organiskajās augsnēs” (attiecīgi 33% un 10% no 3. klastera kopējā samazināšanas potenciāla), kas ir izmaksu efektīvi, jo to SEG samazināšanas izmaksas nav pārāk augstas (78 EUR t CO₂eq). Savukārt tādi pasākumi kā “Barības bagātināšana ar taukvielām”, “Slāpekļa piesaiste ar tauriņziežiem”, “Zaļmēslojuma augu audzēšana”, rada salīdzinoši lielu SEG emisiju samazinājuma efektu, taču to ieviešana ir izmaksu neefektīva (1.3. att.).

MACC 3. klastera saimniecībām (vidēji lielas jauktas specializācijas saimniecības, kas dzīvniekus laiž ganībās)



1.3. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) 3. klastera saimniecībām
Avots: autoru aprēķini

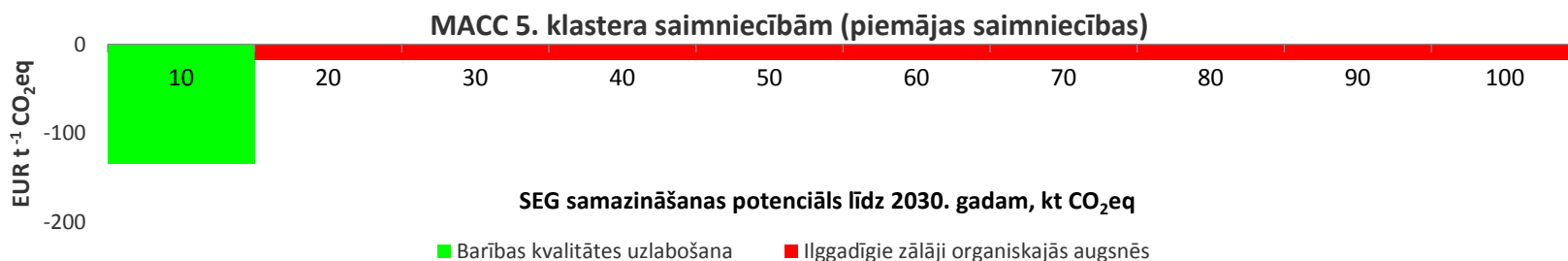
4. klastera saimniecību kopējais SEG samazināšanas potenciāls līdz 2030. gadam ir ap 250 kt CO₂ eq, kas ir 5,5% no kopējā SEG samazināšanas potenciāla. Lielākais samazināšanas potenciāls ir pasākumiem “Intensīva ganīšana”, “Barības devu plānošana”, “Barības kvalitātes izlabošana” un “Ilggadīgie zālāji organiskajās augsnēs”, kas kopā veido ap 56% no kopējā samazināšanas potenciāla šajā klasterī. Šie pasākumi ir izmaksu izdevīgi, jo to robežsamazinājuma izmaksas ir negatīvas, kas nozīmē to, ka to ieviešana rada papildus ieguvumus (1.4. att.).



1.4. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) 4. klastera saimniecībām

Avots: autoru aprēķini

Vismazākais SEG emisiju samazināšanas potenciāls veidojas 5. klastera saimniecībās – vien 100 kt CO₂ eq līdz 2030. gadam jeb 2% no kopējā SEG samazināšanas potenciāla (1.5. att.).

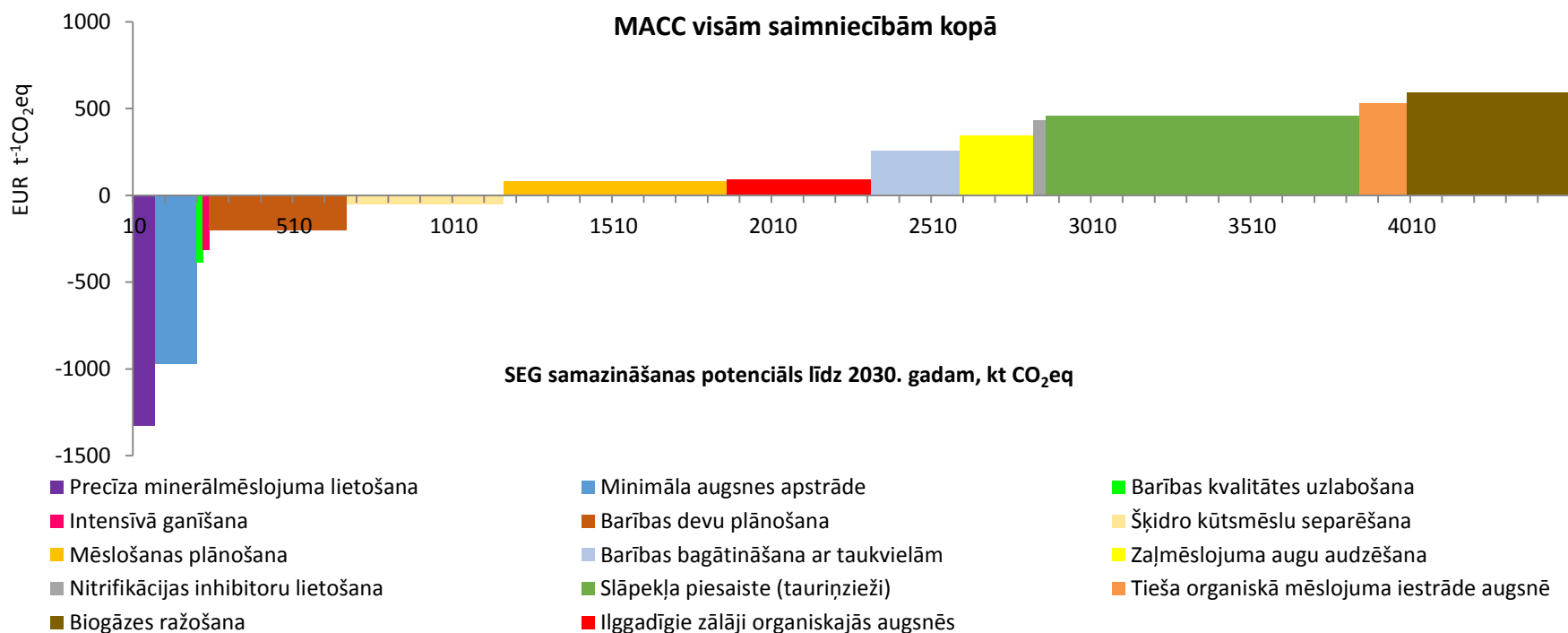


1.5. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) 5. klastera saimniecībām

Avots: autoru aprēķini

1.1.– 1.5. attēli parāda, ka vienu un to pašu pasākumu SEG samazināšanas izmaksas un SEG samazināšanas potenciāls starp klasteru saimniecībām būtiski atšķiras. Ja vienai saimniecību grupai pasākums ir izmaksu izdevīgs, tad citai - tas ir izmaksu efektīvs vai pat izmaksu neefektīvs pasākums. Tāpēc izvērtējot SEG emisiju samazinošo pasākumu ieviešanas iespējas, jāvērtē situācija kompleksi, gan ievērojot to, ka ne visi pasākumi būs piemēroti visām saimniecībām, gan to, ka pasākumu SEG samazināšanas izmaksas starp dažāda tipa un lieluma saimniecībām atšķiras.

Tomēr, ja vēlamies iegūt kompleksu vērtējumu par SEG samazināšanas iespējām Latvijas lauksaimniecībā, iespējams apkopot iegūtos klasteru datus un izveidot vienotu MACC, kas raksturo kopējo SEG samazināšanas potenciālu (ņemot vērā visus klasterus) un vidējās SEG samazināšanas izmaksas (1.6. att.).



1.6. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) visām saimniecībām kopā, ņemot vērā klasteru vidējās SEG samazināšanas izmaksas

Avots: autoru aprēķini

Kopumā svarīgākās izmaiņas, kas ir notikušas pēc MACC aktualizācijas, salīdzinot ar iepriekšējo MACC versiju, ir šādas:

1. Ir samazinājies attiecināmo pasākumu skaits 1. klastera saimniecībās, jo no MACC ir izņemti ārā 2 pasākumi: “Nitrifikācijas inhibitoru lietošana”, “Tieša organiskā mēslojuma iestrāde augsnē (ar cauruļu sistēmu)”. Šie pasākumi ir izņemti ārā no līknes, jo šie ir izmaksu ietilpīgi pasākumu, kuru samazināšanas potenciāls ir niecīgs un uz kopējā pasākumu fona tas pazūd.
2. Precizēta pasākuma “Ilggadīgo zālāju ierīkošana organiskajās aramzemes augsnēs” ietekmes novērtēšanai izmantotā organisko augšņu platība – pirms tam tika pieņemts, ka organiskās augsnes veido hidromorfās un pushidromorfās augsnes, taču pēc jaunākā LLU pētījuma „Zemes izmantošanas optimizācijas iespēju novērtējums Latvijā klimata politikas kontekstā” (vēl nav publicēts) datiem secināms, ka lielāka precizitāte būs gadījumā, ja tiks attiecinātas tikai hidromorfās augsnes. Tā rezultātā uz pasākumu attiecināmā organisko augšņu platība tika samazināta no 99731 uz 27963 ha, kas ievērojami ir samazinājis šī pasākuma SEG samazināšanas potenciālu.

1.2. Pasākumu, kas veicina CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu, izvērtējums

Nākamais solis šajā pētījumā bija jau izveidotā MACC papildināšana ar papildus pasākumiem, kas ir vairāk saistīti ar zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu un ietekmē CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu. Lai izvērtētu CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas iespējas Latvijā, projekta izpildītāji, ņemot vērā ekspertu ieteikumus, atlasīja četrus pasākumus:

- Paludikultūru (niedres) audzēšana organiskajās augsnēs.
- Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs.
- Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās.
- Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei.

Atlasītie pasākumi ir vērsti uz SEG emisiju samazināšanu un C uzkrāšanu organiskajās augsnēs, jo šīs augsnes ir ievērojams SEG emisiju avots Latvijā, un minerālajās augsnēs (1.1. tab.).

1.1. tabula

Izvērtējamie papildus pasākumi

Pasākuma mērķis	Pasākums
Emisiju samazināšana un oglekļa uzkrāšana <u>organiskajās augsnēs</u>	Paludikultūru (niedres) audzēšana organiskajās augsnēs
	Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs
Emisiju samazināšana un oglekļa uzkrāšana <u>minerālajās augsnēs</u>	Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās
	Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei

Avots: autoru veidots

Lai izprastu šo pasākumu būtību, galvenos ieviešanas principus, ietekmi uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti, tālāk sniegts katra pasākuma detalizēts apraksts.

1.2.1. Paludikultūru (niedres) audzēšana organiskajās augsnēs

Pasākuma mērķis

- **Vides un ekonomiskais mērķis** – samazināt SEG emisiju daudzumu no nosusinātām organiskajām augsnēm, vienlaikus saglabājot tajās ražošanas funkciju.

Pasākuma īss apraksts

Lauksaimniecības zemes uz organiskajām augsnēm ir būtisks CO₂ un N₂O emisiju avots (Alm et al., 2007). Lai mazinātu SEG emisiju daudzumu no organiskajām augsnēm, nepieciešama saimniekošanas maiņa šajās platībās. Svarīgākais SEG emisiju no organiskajām augsnēm mazināšanas priekšnoteikumiem ir gruntsūdens līmeņa pacelšana, lai samazinātu CO₂ emisijas. Kaut arī tas ļauj samazināt CO₂ emisijas, taču tas samazina vai pilnībā izslēdz iespējas nodarboties ar klasisko lauksaimniecību – graudkopību, dārzenkopību utt., jo šīs kultūras aug slikti, vai nespēj augt pārmitrās platībās. Taču pastāv arī tādi augi, kuri ir pielāgojušies augšanai pārmitros apstākļos un spēj saražot lielāko biomasu tieši augsta gruntsūdens līmeņa ietekmē. Šādu augsta mitruma apstākļiem pielāgotu augu audzēšanu dēvē par paludikultūrām. Paludikultūras sniedz iespēju vienlaikus veicināt SEG emisiju mazināšanos, tai pašā laikā, turpinot nodarboties ar saimniecisko darbību.

Viens no potenciālajiem augiem, ko var izmantot audzēšanai paludikultūrās, ir parastā niedre (*Phragmites australis*). Parastā niedre ir augs ar ļoti augstu produktivitāti, tās virszemes biomasas ikgadējais pieaugums var sasniegt no 3 – 30 t ha⁻¹ gadā (Allirand and Gosse, 1995). Šis augs spēj augt ļoti atšķirīgos klimatiskajos apstākļos, tai skaitā mērenajā klimatiskajā joslā, tādēļ var droši apgalvot, ka audzēšanai Latvijas klimatiskajos apstākļos parastā niedre ir piemērota.

Parastās niedres pielietošanas iespējas ir plašas. To izmanto būvniecībā – jumtu ieklāšanai, kā siltināmo materiālu, enerģētikā – kā cieto kurināmo vai biodegvielas un biogāzes ražošanai, celulozes ražošanai un kā izejmateriālu polimēru ražošanai (Koebbing et al., 2013).

Lai niedres izmantotu enerģijas ražošanai sadedzinot, raža jānovāc laikā no janvāra līdz martam, kad mitruma daudzums biomasā ir mazākais un parasti nepārsniedz 18 - 20% daudzumu (Kask et al., 2007). Sadedzinot niedres ar šādu mitruma saturu, iespējams iegūt 4,2 MWh enerģijas, bet no viena hektāra 21 MWh, kas atbilst vidēji gadā patērētajam enerģijas daudzumam vienā māsaimniecībā Somijā (Komulainen et al., 2008).

Pasākuma priekšrocības

Salīdzinot ar klasisko lauksaimniecību, niedru audzēšana organiskajās augsnēs ļauj būtiski samazināt SEG emisiju daudzumu.

Niedru audzēšanai piemīt potenciāls saražot augstākas pievienotās vērtības produktus, salīdzinot ar lauksaimniecības produktiem. Kā arī, tas ļauj zemes īpašniekiem diversificēt savu ražošanu.

Eiropas centrālajā un rietumu daļā ir liels pieprasījums pēc niedrēm, kā jumtu būvniecības materiālam. Jau tagad 85% no pieprasījuma pēc šī materiāla tiek nodrošināta ar niedrēm no Austrumeiropas un Dienvideiropas valstīm (Wichmann and Köbbing, 2015). Arī Latvija tiek minēta kā viena no niedru eksportētājvalstīm

Atšķirībā no niedru ieguves ūdenskrātuvēs, niedru audzēšana lauksaimniecības zemēs ļautu ievērojami samazināt niedru pļaušanas un savākšanas izmaksas, no 500 EUR ha⁻¹, pļaujot niedres ūdenī, uz 85 EUR ha⁻¹, pļaujot niedres uz sauszemes (RTU, 2018; Urtāns et al., 2017).

Pasākuma trūkumi

Kaut arī potenciālais no niedrēm saražojamo produktu saražojamo produktu klāsts ir plašs, no kuriem atsevišķi produkti ir ar augstu pievienoto vērtību, tomēr Latvijā šis tirgus ir ļoti neliels un nav skaidrības par produktu realizāciju.

Pašreizējā cena par biokurināmo ir zema un tirgū ir vērojama ļoti liela konkurence. Niedres kā biokurināmā realizāciju apgrūtina to zemais blīvums ($20 - 60 \text{ kg m}^{-3}$). Vienas masas vienības pārvietošanai, salīdzinot ar citu cieta vai šķidro kurināmo, ir nepieciešama ievērojami lielāka telpa. Tiek uzskatīts, ka nav izdevīgi audzēt niedres enerģijas ražošanai, ja attālums no niedru ieguves vietas līdz patērētājam pārsniedz 50 km (Lital et al., 2012). Turklāt pēc CSB datiem¹, no graudzālēm saražoto granulu vidējā cena 2017. gadā bijusi 72 EUR, kas ir gandrīz divreiz mazāk nekā koksnes granulām – 123 EUR.

Pasākuma ieviešanas īpatnības (ierobežojumi)

Pasākums attiecas tikai uz organiskajām augsnēm. Organiskās augsnes aramzemēs un zālajos ir aptuveni 4% – 5% no visām LIZ platībām, kas šī pasākuma realizācijas iespējas padara stipri ierobežotas. Apgrūtināta ir arī organisko augšņu identificēšana, jo 40% – 50% gadījumos situācija dabā nesakrīt ar augšņu kartēs norādīto organisko augšņu izplatību LIZ (Petaja et al., 2018).

Pasākuma realizācijai ir nepieciešama esošo nosusināšanas grāvju vai drenu tīkla aizdambēšana, lai paaugstinātu gruntsūdens līmeni, kas ir pasākuma realizācijas priekšnoteikums.

Ražas novākšanu ievērojami apgrūtina siltas ziemas. Ja sasaluma periods ziemā ir par īsu vai nav vispār, tad ir nepieciešama specifiska tehnika ražas novākšanai.

Vai svarīgs saimniecības lielums?

Tā kā niedru blīvums ir ļoti zems ($20 - 60 \text{ kg m}^{-3}$), tad aptuveni no pus hektāra platības ir iespējams iegūt tādu produkcijas apjomu, ar kuru var piepildīt 40 m^3 ietilpīgas kravas automašīnas kravas tilpni. Tādēļ, var pieņemt, ka lauka lielumam ir jābūt vismaz 0,5 ha.

Vai svarīga saimniecības specializācija?

Saimniecības specializācija nav svarīga.

Pasākuma ieviešanas izmaksas

Niedru audzēšana lauksaimniecības zemēs Latvijā nav populāra, tāpēc nav arī pieejami dati par izmaksām, kādas rodas, realizējot šādu pasākumu. Šādu pasākumu īsteno tādās valstīs, kā, piemēram, Nīderlandē un Vācijā (Barz et al., 2008), kur nolūkā mazināt nosusināšanas negatīvo ietekmi uz vidi un SEG emisijām, lauksaimniecības zemes uz organiskajām augsnēm tiek apūdeņotas jeb tajās atjauno "normālu" gruntsūdens līmeni, kāds būtu bijis bez nosusināšanas. Šādās platībās bieži aug niedres. Tomēr Vācijā izmanto praksi, ka platību atstāj atjaunoties dabiski, tātad arī izmaksas par specifisku augu audzēšanu nerodas.

Mērķtiecīga parastās niedres ieaudzēšana lauksaimniecības zemēs tiek praktizēta Nīderlandē. Ir iespējami 3 veidi, kā ieaudzēt parasto niedri – stādot jaunus dzinumus, sējot vai arī izrokot un izkaisot platībā niedres sakneņus. Sakneņu izkaisīšana ir izplatītākā metode Niedru plantāciju ierīkošanā

¹ Centrālais statistikas birojs. Dati par 2017. gadu.

http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__ikgad__energetika/EN0190.px/table/tableViewLayout2/?rxid=a7ccdc56-327e-45d0-9488-41a1f701ae14

Nīderlandē (Daatselaar et al., 2009), taču izmaksas sasniedz 8000 EUR uz hektāru. Lētākā metode ir sēšana, bet autora ieskatā - tā ir mazāk prognozējama metode, jo pastāv lielāki riska faktori, ka niedru audzes blīvums nav pietiekami liels. Čehijā visbiežāk izmanto stādīšanas metodi (Vymazal and Krópfelová, 2005), tomēr trūkst informācijas par šīs metodes izmaksām.

Galvenais iemesls, kāpēc sēšanai ir grūti prognozējams rezultāts, ir tas, ka niedru sēklām ir zema dīdžība un tās ir jutīgas pret dažādiem abiotiskiem faktoriem, jo īpaši augstu gruntsūdens līmeni. Ja gruntsūdens līmenis ir 3 cm vai augstāks nekā augsnes virskārta, būtiski samazinās sēkļu dīdžība (Baldwin et al., 2010). Tā kā šajā gadījumā nav nepieciešams uzturēt ļoti augstu gruntsūdens līmeni, kas samazinātu dīdžību, tad pieņemts, ka sēšanas paņēmieni ir optimālākie, lai samazinātu ierīkošanas izmaksas. Izmaksas un ieņēmumi no niedru plantācijām apkopoti 1.2. tabulā.

1.2. tabula

Izmaksu pozīcijas niedru plantāciju ierīkošanā un uzturēšanā (cenas bez PVN)

Izmaksu pozīcija	Ierīkošanas izmaksas, EUR ha ⁻¹	Izmaksas (sākot no 2. gada) gadā, EUR t ⁻¹	Ieņēmumi gadā (sākot no 2. gada), EUR t ⁻¹
Meliorācijas sistēmu aizdambēšana	350 (Grand-Clement et al., 2015)	-	-
Niedru sēšana	80 (eksperta vērtējums)	-	-
Niedru pļaušana un savākšana	-	12 (van Der Sluis et al., 2013)	-
Niedru nogādāšana līdz granulu ražotājam (20 km)	-	10 (RTU, 2018)	-
Granulu ražošana	-	57 (van Der Sluis et al., 2013)	-
Granulu nogādāšana līdz pircējam	-	5 (eksperta vērtējums)	-
Ieņēmumi pārdodot granulas	-	-	72 (CSB 2017 ²)
Specializētas niedru novākšanas tehnikas iegāde	-	-	30000 (eksperta vērtējums)
Ieņēmumi pārdodot niedres, kā jumts materiālu	-	-	750 (eksperta vērtējums ³)

Avots: autoru apkopojums

² Centrālais statistikas birojs. Dati par 2017. gadu.

http://data.csb.gov.lv/pxweb/lv/vide/vide__ikgad__energetika/EN0190.px/table/tableViewLayout2/?rxid=a7ccdc56-327e-45d0-9488-41a1f701ae14

³ SIA Niedres LV sniegtā informācija

Jāņem vērā, ka pēc iestādīšanas ir nepieciešami 3-4 gadi, lai tiktu sasniegta maksimālā ražība (Vymazal and Krópfelová, 2005). Pieņemts, ka vidējā raža Latvijā ir zemāka nekā Eiropas centrālajā un rietumu daļā, un vidējā raža gadā nepārsniedz 9 tonnas.

Pastāv divas iespējas, kur realizēt niedres:

1. variants: izmantot bioenerģijas ražošanai, realizējot niedres kā biomasu enerģijas ieguve. Šajā variantā ikgadējā peļņa ir ar mīnuss zīmi (skatīt 1.3. tab.), kas nozīmē zaudējumus. Šajā aprēķinā pieņemts, ka granulū ražotājs vienu tonnu niedru biomasas no zemes īpašnieka iegādājas par 57 EUR (skatīt 1.2. tab.).
2. variants: izmantot būvniecībā, realizējot niedres kā materiālu jumta ieklāšanai. Šajā variantā ir sagaidāma lielāka peļņa no ierīkotās niedru platības. Ieņēmumi no 1 ha ir ap 750 EUR. Taču šajā gadījumā ir jāērēķinās ar papildus izmaksās specializētas tehnikas iegādei, kas tiks izmantota niedru pļaušanai un kūlīšu siešanai. Investīcijas ir ap 30000 EUR.

1.3. tabula

Izmaksas un ieņēmumi, audzējot niedres aramzēmēs uz organiskajām augsnēm

Periods	Raža, tonnas	Izmaksas, EUR ha ⁻¹	Ieņēmumi, EUR ha ⁻¹		Peļņa, EUR ha ⁻¹	
			1. var.	2. var.	1. var.	2. var.
Platības sagatavošana pirms sēšanas	0	350	0	0	-350	-350
1. gads	3	332	171	2250	-161	+1998
2. gads	6	504	342	4500	-162	+3996
Pārējie gadi	9	756	513	6750	-243	+5994
Pasākuma NPV analizējamajam periodam (2020-2030), EUR					1898.14	0.00

Avots: autoru apkopojums

Kompleksi izvērtējot pasākuma ieviešanas ekonomiskos ieguvumus, tālākiem aprēķiniem tika izmantots pieņēmums, ka niedres tiek audzētas ar mērķi tās pēc tam tālāk nodot kā izejmateriālu jumtu ieklāšanai.

Pasākuma ietekme uz C uzkrāšanu un SEG emisijām

Kaut arī parastās niedres ir ļoti izplatīta graudzāļu suga pārmitrajās un organiskajās augsnēs, tomēr trūkst informācijas par to audzēšanas ietekmi uz SEG emisijām. Daudz vairāk apskatīta ir parastā miežu brāļa *Phalaris arundinacea* ietekme uz SEG emisijām no organiskajām augsnēm. Tā kā abas šīs sugas ir piemērotas augšanai pārmitros apstākļos un tās sasniedz ļoti augstus ražības rādītājus (Wichtmann and Joosten, 2007), tad pieņemts, ka SEG emisiju daudzums no niedru kultivēšanas organiskajās augsnēs ir līdzīgs kā no parastā miežubrāļa kultivēšanas organiskajās augsnēs.

SEG emisiju faktoru salīdzinājums gadījumam bez pasākuma ieviešana (aramzeme) un ar pasākuma ieviešanu (niedres)

Emisiju kategorija	Aramzemes	Niedres	Starpība	Starpība, t CO ₂ eq. ha ⁻¹ gadā
CO ₂ -C, tonnas ha ⁻¹ gadā	4,70 (nenopublicēti dati)	-2,20 (Karki et al., 2015)	6,90	25,30
Augsnes CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	2,89 (nenopublicēti dati)	5,33 (Karki et al., 2015)	-2,44	-0,08
Grāvju CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	1165 (IPCC 2014)	1165 (IPCC 2014)	0	0
N ₂ O-N, kg ha ⁻¹ gadā	6,52 (nenopublicēti dati)	0,13 (Karki et al., 2015)	5,39	2,52
DOC	0,88 (IPCC 2014)	0,88 (IPCC 2014)	0	0
Kopā				27,74

Avots: autoru apkopojums

Emisiju koeficienti (skat. 1.4. tab.) ir iegūti no Karki et al. (2015) publikācijas, kur veikti SEG mērījumi kontrolētos apstākļos, paaugstinot gruntsūdens līmeni. Izvēlēta augsne ir zemā tipa purvu kūdra, kas raksturīga arī Latvijā esošajām organiskajām aramzemēm. Šī pētījuma ietvaros nav aprēķinātas neto CO₂ emisijas (CO₂ emisiju faktors), jo aprēķinos nav iekļauta augu fotosintētiskā aktivitāte. Taču autore norāda, ka ekosistēmas CO₂ emisijas ir 4,2 kg CO₂ ha⁻¹ gadā, caur fotosintēzi tiek piesaistīts 6,2 kg CO₂ ha⁻¹ gadā, bet novācot ražu iegūti 6,0 – 6,6 tonnas ha⁻¹ (~1,2 kg CO₂ ha⁻¹ gadā, pie oglekļa satura 0,51) biomasa gadā. Izmantojot šos skaitļus, aprēķināta CO₂ bilance -2,20 tonnas CO₂-C ha⁻¹ gadā, kas ir neto CO₂ emisijas (emisiju faktors). Tā kā emisiju faktors ir ar mīnuss zīmi, tad tas nozīmē, ka gada laikā augsnē uzkrājās vairāk C nekā tiek emitēts.

Pasākuma rezultātā, samazinās kopējās SEG emisijas, ko veicina intensīva CO₂ piesaiste biomasā un palēnināta organisko vielu sadalīšanās pēc gruntsūdens līmeņa paaugstināšanas (Jarveoja et al., 2016; Karki et al., 2014; Mander et al., 2012).

1.2.2. Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs

Pasākuma mērķi

- **Ekonomiskais mērķis** – iekļaut ražošanā degradētus kūdrājus, kur saimnieciskā darbība ir pārtraukta un platības nav atjaunotas to dabiskajā statusā.
- **Vides mērķis** – samazināt CO₂ emisiju daudzumu no nosusinātām organiskajām augsnēm.

Pasākuma īss apraksts

Organiskās augsnes ir lielākais SEG emisiju avots Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības sektorā. Katru gadu no organiskajām augsnēm aramzemēs un zālajos Latvijā tiek emitēts vairāk nekā 3 miljoni tonnu CO₂ eq.

Potenciāls organisko augšņu apsaimniekošanas veids ir krūmmelleņu audzēšana. Komerציālam ražošanai izmanto 3 melleņu sugas – augstā krūmmellene *Vaccinium Corymbosum* L., zemā jeb šaurlapu krūmmellene *Vaccinium angustifolium* Ait. un Eša mellene *Vaccinium ashei* Reade. (Lazdiņa, 2016). Tā kā Latvijā izplatīta ir galvenokārt tikai augsto krūmmelleņu audzēšana, tad turpmāk rakstītais attiecas tieši uz šīs sugas plantācijām.

Krūmmellenes slikti pacieš pārmitras augsnes. Tā kā augsnes mitruma apstākļi organiskajās augsnēs ir stipri atkarīgi no nosusināšanas grāvju stāvokļa, jāseko, lai nosusināšanas grāvji nepārtraukti funkcionētu. Jāņem vērā, ka krūmmellenes labāk aug skābās augsnēs, kur augsnes pH augsnes virskārtā nepārsniedz 5,2 (Lazdiņa, 2016). Aramzemes organiskajās augsnēs parasti ir barības vielām bagātas un ar samērā augstu augsnes pH. Tāpēc, plantācijas ierīkošanai varētu būt nepieciešama kūdras substrāta ienese augsnes virskārtā, lai nodrošinātu optimālu pH augsnes virskārtā. Stādījuma ierīkošanai nepieciešami 2500 – 2800 stādi un to izmantošanas laiks ir 30 – 50 gadi (Lazdiņa, 2016).

Atkarībā no augsnes sastāva, pēc stādījumu ierīkošanas ir nepieciešama stādījumu mēslošana ar slāpekli, fosforu un kāliju. Slāpekļa mēslojuma deva vidēji ir 80 – 90 kg N ha⁻¹, fosfora mēslojums vidēji ir 200 kg ha⁻¹ superfosfāta, bet kālijam 100 – 150 kg ha⁻¹ kālija sulfāts vai 200 kg ha⁻¹ kālija magnēzijs. Organiskajām augsnēm raksturīgi tas, ka mēslošana jāveic vienreiz gadā pavasarī. Būtiska sastāvdaļa ir optimāla augsnes mitruma uzturēšana, kas nodrošināma ar regulāru laistīšanu. Krūmmellenēm nepieciešams ap 25 – 37 mm ūdens nedēļā. Laistīšana ir nepieciešama arī salnu riska mazināšanai, īpaši pavasara laikā. Pavasara salnas var nodarīt būtisku kaitējumu melleņu ražai. Rudens salnas ir mazāk bīstamas.

Papildus šiem pasākumiem, jāveic nezāļu un slimību apkarošana. Izplatītākie nezāļu ierobežošanas pasākumi ir apdobju sekla rušināšana, ravēšana, pļaušana un mulčēšana. Izplatītākā krūmmelleņu slimība ir pelēkā puve. To var apkarot ar dažādiem fungicīdiem.

Ogas sāk nogatavoties jūlija vidū-beigās, bet pēdējās ogas nogatavojas septembrī. Raža var sasniegt pat 20 t ogu no hektāra gadā, taču vidējā raža ir 4,5 – 5,5 t ha⁻¹ gadā. Cena par vienu kg ogu 2016. gadā bija 4 EUR kg⁻¹.

Pasākuma priekšrocības

No vienas platības vienības iespējams iegūt salīdzinoši lielus ienākumus, kas šo pasākumu padara pievilcīgu mazajām saimniecībām, kur ir pieejamas organiskās augsnes.

Krūmmellenes ir maz prasīgas pret barības vielu daudzumu, kas samazina izmaksas pēc tam, kad krūmmelleņu plantācija jau ierīkota.

Pasākuma trūkumi

Produkcijas vietējais tirgus ir samērā neliels, tādēļ būtiski palielinot platības, var rasties grūtības ar produkcijas noietu.

Lielas plantācijas ierīkošanas izmaksas.

Politiskais atbalsts

Pasākumam pieejami šādi atbalsta maksājumi par 1 ha platību:

- Vienotais platību maksājums – 69,84 EUR;
- zaļināšanas maksājums – 40,43 EUR;
- brīvprātīgs saistītais maksājums par augļiem un ogām (SAU) – 134,95.

Pasākuma ieviešanas īpatnības (ierobežojumi)

Neliels organisko augšņu īpatsvars aramzemēs (~ 4%), ierobežo šī pasākuma ieviešanas iespējas. Turklāt esošās augšņu kartes ir samērā neprecīzas un apmēram 40% – 50% gadījumu, augšņu kartēs norādītās organiskās augsnes neatbilst organisko augšņu klasifikācijai (Petaja et al., 2018).

Krūmmelleņu audzēšanai būtiska ir ūdens pieejamība, jo ir nepieciešama regulāra mellenāju laistīšana. Ja plantācijas tiešā tuvumā nav ūdenskrātuves, tad ievērojami pieaug plantācijas ierīkošanas un uzturēšanas izmaksas.

Vai svarīgs saimniecības lielums?

Saimniecības lielums nav svarīgs

Vai svarīga saimniecības specializācija?

Saimniecības specializācija nav būtiska. Šis pasākums ir piemērots, lai diversificētu ražošanu.

Pasākuma ieviešanas izmaksas

Lai ierīkotu vienu hektāru krūmmelleņu plantāciju, nepieciešams ieguldīt vidēji 41 583 EUR (skatīt 1.5. tab.). Turpmākās izmaksas ir no 6 094 EUR līdz 12 000 EUR. Pēc plantācijas ierīkošanas, izmaksu lielums ir atkarīgs galvenokārt no ražas lieluma. Jo lielāka raža, jo vairāk darba jāiegulda, lai ogas nolasītu un nepieciešams vairāk iepakojuma, kurā mellenes uzglabāt pirms pārdošanas.

1.5. tabula

Izmaksu pozīcijas krūmmelleņu plantāciju ierīkošanai un uzturēšanai

Materiāli un darbi	Ierīkošana, stādīšana	Izmaksas, EUR				
		2. gads	3. gads	4. gads	5. gads	6. gads
Materiāli						
Stādi	11564,00	-	-	-	-	-
Zālāja sēklas rindstarpās	87,50	-	-	-	-	-
Mēslojums	299,67	299,67	305,07	318,47	331,87	346,95
Augu aizsardzība	91,30	66,91	133,83	133,83	133,83	133,83
Laistīšanas sistēmas	10400,00	-	-	-	-	-
Kūdra (mulča)	5405,12	2026,92	2026,92	2026,92	2026,92	1206,50

Materiāli un darbi	Ierīkošana, stādīšana	Izmaksas, EUR				
		2. gads	3. gads	4. gads	5. gads	6. gads
Kārbas un kastes	-	-	252,00	580,00	1300,00	1560,00
Žogs	1110,00	-	-	-	-	-
Stādījumu atjaunošana	-	-	636,67	636,67	636,67	636,67
Darba operācijas						
Agroķīmiskās analīzes	50,00	-	-	50,00	-	-
Dīķa rakšana	5000,00	-	-	-	-	-
Laistīšanas sistēmu izveide	2300,00	-	-	-	-	-
Virsmas līdzināšana	285,00	-	-	-	-	-
Kūdras uzvešana	20,00	-	-	-	-	-
Aršana	48,18	-	-	-	-	-
Kultivēšana	31,56	-	-	-	-	-
Vagu dzišana	25,64	-	-	-	-	-
Stādīšana	1904,00	-	-	-	-	-
Minerālmēslu izkliešana	34,92	34,92	34,92	34,92	34,92	34,92
Mulčešana	105,34	105,34	105,34	105,34	105,34	105,34
Zālāja sēšana	28,84	-	-	-	-	-
Laistīšana	186,76	98,70	167,40	167,40	167,40	167,40
Ravēšana	1465,60	1465,60	1465,60	1465,60	1465,60	1465,60
Zaru apgriešana	-	1680,00	1680,00	1680,00	1680,00	1680,00
Ogu lasīšana	-	-	483,00	1449,0	3381,00	4830,00
Pļaušana	331,70	331,70	331,70	331,70	331,70	331,70
Žoga uzstādīšana	740,00	-	-	-	-	-
Transports	60,00	-	60,80	60,80	60,80	60,80
Stādījumu atjaunošana	-	-	343,76	343,76	343,76	343,76
Kopā	41828,58	6338,82	8027,00	9384,41	11999,81	12903,47

Avots: autoru apkopojums pēc LLKC, 2017⁴

Pirmos ienākumus iespējams gūt 3. gadā pēc plantācijas ierīkošanas, kad tiek ievākta pirmā raža (skatīt 1.6. tab.). Nākamajos četros gados, līdz pat 6. gadam pēc plantācijas ierīkošanas, vidējā raža un ienākumi no ogām pieaug, pēc tam var pieņemt, ka vidējās ražas lielums vairs nemainās.

⁴ Latvijas lauku konsultācijas centrs. Bruto segumi par 2017. gadu.

<http://new.llkc.lv/lv/nozares/augkopiba-ekonomika-lopkopiba/sagatavoti-bruto-segumi-par-2017-gadu>

Ieņēmumi no krūmmelleņu ogu realizācijas

Gads pēc ierīkošanas	Ražas lielums, tonnas	Cena par vienību, EUR tonnā	Ieņēmumi, EUR
3. gads	0,70	5000	3500
4. gads	2,10		10500
5. gads	4,90		24500
6. gads	7,00		35000

Avots: autoru aprēķini

SEG emisiju faktori

Literatūrā nav pieejamu datu par SEG emisiju daudzumu no krūmmelleņu plantācijām. Tāpēc, izmantoti LIFE Restore projekta ietvaros ievāktie dati (nenopublicēti dati), lai aprēķinātu CO₂, CH₄ un N₂O emisiju koeficientus gan krūmmelleņu plantācijām, gan aramzemēm (skatīt 1.7. tab.). Izņēmums ir CH₄ emisijas no grāvjiem un emisijas no DOC, kas LIFE Restore projekta ietvaros netiek skatīti. Šīm emisiju kategorijām ir izmantoti IPCC emisiju koeficienti.

SEG emisiju faktori un kopējais SEG emisiju samazinājums pēc pasākuma ierīkošanas

Emisiju kategorija	Aramzemes	Krūmmellenes	Starpība	Starpība, t CO ₂ eq ha ⁻¹ gadā
CO ₂ -C, tonnas ha ⁻¹ gadā	4,70 (nenopublicēti dati)	0,86 (nenopublicēti dati)	3,84	14,080
Augsnes CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	2,89 (nenopublicēti dati)	0,32 (nenopublicēti dati)	2,57	0,085
Grāvju CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	1165 (Hiraishi et al., 2014)	1165 (Hiraishi et al., 2014)	0	0
N ₂ O-N, kg ha ⁻¹ gadā	6,52 (nenopublicēti dati)	1,34 (nenopublicēti dati)	5,18	2,426
DOC	0,88 (Hiraishi et al., 2014)	0,88 (Hiraishi et al., 2014)	0	0
SEG emisiju samazinājums, kopā				16,591

Avots: autoru apkopojums

1.2.3. Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās

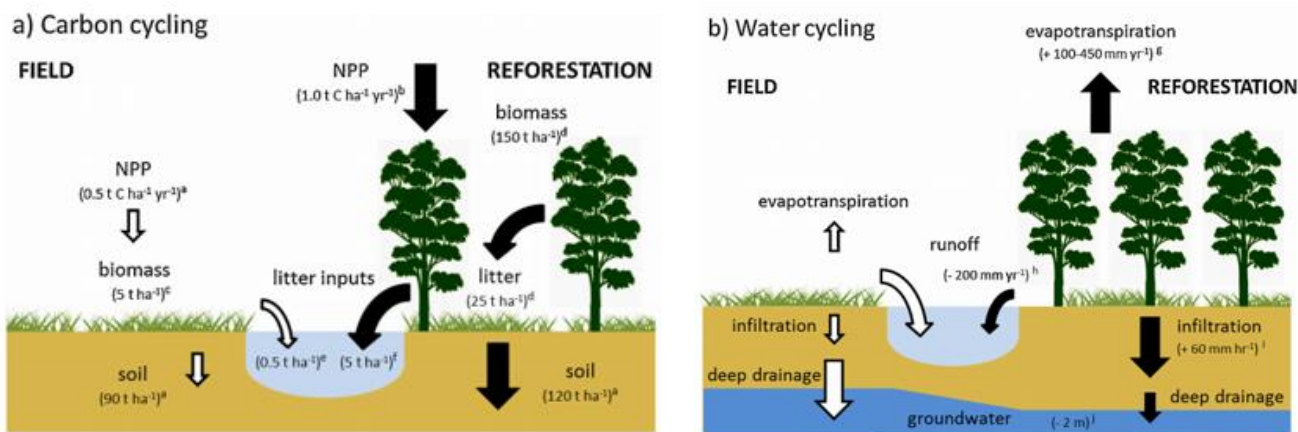
Pasākuma mērķi

- **Ekonomiskais mērķis** – gūt papildus peļņu no grāvmalu un laukmalu platībām.
- **Vides mērķis** – palielināt C krājumus lauksaimniecības ainavā, uztvert P un N augu biomasā, lai novērstu to ieskalošanos ūdenstilpēs un/vai gruntsūdeņos, veicināt bioloģisko daudzveidību lauksaimniecības ainavā.

Pasākuma īss apraksts

Grāvmalas un laukmalas ir uzskatāmas par buferzonām (Lacas et al., 2005), kas savukārt veicina lauksaimniecības radītā piesārņojuma samazināšanos virszemes un pazemes ūdeņos, kur galvenie piesārņojuma avoti ir minerālmēsļu izskalošanās no augsnes, organisko un neorganisko vielu pārvērtības un transformācijas procesi (Zemkopības ministrija, 2014). Esošā lauksaimniecības un lauku atbalsta politika ir veicinājusi to, ka grāvmalas un laukmalas tiek regulāri pļautas un iztīrītas no krūmiem, kas uztur sakoptu ainavu, taču neļauj pilnībā izmantot šo platību potenciālu klimata pārmaiņu mazināšanas kontekstā.

Pētījumos ir noskaidrots, ka meža neto ekosistēmas produktivitāte, kuru izsaka piesaistītā oglekļa (C) izteiksmē, ir $1,0 \text{ t C ha}^{-1} \text{ gadā}^{-1}$ (Pan et al., 2011), kamēr zālāji un aramzeme spēj piesaistīt vidēji $0,5 \text{ t C ha}^{-1} \text{ gadā}^{-1}$ (Lal, 2004). Tāpēc lauksaimniecības zemes apmežošana nodrošina papildus iespējas atmosfēras oglekļa piesaistei un klimata pārmaiņu mazināšanai (Mackey et al., 2013). Oglekļa aprites cikla un ūdens aprites cikla konceptuālie modeļi laukam un apmežotai platībai parādīti 1.7. attēlā.



1.7. attēls. Oglekļa aprites cikla (a) un ūdens aprites cikla (b) konceptuālie modeļi laukam un apmežotai platībai

Avots: Cunningham et al., 2015

Citās valstīs veiktie pētījumi rāda, ka pārdomātai un mērķtiecīgai grāvmalu un laukmalu apmežošana ir potenciāls palielināt oglekļa krājumus lauksaimniecības ainavā, radot jaunu biomasas krātuvi CO₂ piesaistei no atmosfēras (Fortier et al., 2015), kā arī radīt papildus peļņas iespējas no izaudzētās koksnes (Fortier et al., 2010).

Šī pasākuma būtība ir apmežot lauksaimnieciskajā ražošanā neizmantotās platības, t.i. grāvmalas un laukmalas, ar ātraudzīgām kokaugu sugām, piemēram, kārkliem, papelēm. Pēc Lauku atbalsta dienesta (LAD) datiem kopējā platība, ko 2018. gadā aizņēma grāvmalas un laukmalas ir ap **32 800 ha**, no tiem 22887 ha ir pieteikti zaļināšanas prasību nodrošināšanai kā ekoloģiski nozīmīgas platības,

bet 9914 ha ir potenciālā platību, kur varētu vēl pieteikt šim maksājumam. Izvērtējot šī pasākuma ieviešanas potenciālu, tika pieņemts, ka potenciālā platība grāvmalu un laukmalu apmežošanai ir 32800 ha.

Pasākuma priekšrocības

Grāvmalu un laukmalu apmežošana palielina ne tikai oglekļa krājumus, bet arī sniedz ieguldījumu citu ekosistēmu pakalpojumu uzlabošanai, piemēram, bioloģiskās daudzveidības un barības vielu aprites, kā arī samazina difūzā piesārņojuma izplatību, un uzlabo ūdens kvalitāti, novēršot eitrofikāciju un eroziju (Fortier *et al.*, 2010; Hénault-Ethier *et al.*, 2017).

Apmežojot grāvmalas un laukmalas ar ātraudzīgām koku sugām, piemēram, hibrīdām papelēm vai hibrīdiem vītoliem, nav nepieciešams pievadīt papildus barības vielas koku sugām, jo tās tiek nodrošinātas ar noteci no lauksaimniecības zemēm.

Intensīvi apsaimniekojot ar papēm apstādītas laukmalas un grāvmalas, iegūtā biomasa vai koksne var arī samazināt vajadzību pēc dabisku mežu izciršanas koksnes iegūšanai, izveidojot iespēju lokālo mežu saglabāšanai un aizsardzībai vai ekstensīvai izmantošanai, tādā veidā nodrošinot esošo oglekļa krājumu saglabāšanos.

Hénault-Ethier *et al.*, (2017) pētījumā tika iegūti 56 – 89 Mg sausas hibrīdvītoli *Salix miyabeana* 'SX64' stumbru masas no ha gadā, audzējot tos uz organiskajām augsnēm, kas var motivēt lauksaimniekus, kuriem ir organiskās augsnes, audzēt hibrīdvītoli buferjoslās, kā arī tos lauksaimniekus, kuru saimniecībā ir sablīvētas smilšmāla augsnes (23 – 24 Mg sausas stumbru masas no ha gadā).

Pasākuma trūkumi

Neļāvīgu laikapstākļu, kaitēkļu vai slimību rezultātā ne visi iestādītie kokaugi izdzīvo pirmajā gadā, tāpēc tos, kas ir gājuši bojā, ir nepieciešams pārstādīt, tādējādi tiek sadārdzinātas buferzonas uzturēšanas izmaksas.

Neapsaimniekojot papeļu vai vītoli buferzonas pirmajos divos gados, netiks iegūta pietiekoši liela koksnes raža.

Kokaugu radītā ēna lauku malai var radīt blakus esošajos graudaugu sējumos ražas zaudējumu. Lai kompensētu ēnas radītos zaudējumus, ieteicams reizi trīs gados pilnībā nozāgēt kokaugus, kas savukārt var samazināt iegūstamo peļņu un biomasas apjomus (Hénault-Ethier *et al.*, 2017).

Politiskais atbalsts

Grāvmalas un laukmalas ir attiecināmas kā ekoloģiski nozīmīgas platības (ENP), kas labvēlīgi ietekmē klimatu un vidi. ENP izveidošanas un uzturēšanas mērķis ir bioloģiskās daudzveidības aizsargāšana un uzlabošana saimniecībā, un tā ir obligāta prasība visā Latvijā no 2015. gada. Ja saimniecībā aramzeme ir vairāk par 15 ha, lauksaimniekam jānodrošina, ka platības, kas atbilst vismaz 5% no deklarētās saimniecības aramzemes ir ENP, ja vien saimniecībai nav piemērojams izņēmums (bioloģiski sertificētas saimniecības, aramzeme ir 15 ha vai mazāk un nav zālāju). Laukmales un buferjoslas gar valsts nozīmes ūdenstecēm tiek definētas kā 1 līdz 20 m platas joslas, kurās nav koku un krūmu dzinumu, kas vecāki par 1 gadu; neizmanto lauksaimniecības produktu ražošanai (tās var noganīt, applaut vai smalcināt, atstājot uz lauka); augu segums ir atšķirīgs no blakus esošās LIZ augu seguma; zālaugu botāniskais sastāvs ir atšķirīgs, ja laukmali vai buferjoslu aizņem zālaugi un tā

izveidota gar aramzemē sēto zālāju vai papuvi; atrodas uz aramzemes vai blakus tai un garākā mala robežojas ar saimniecības aramzemes lauka malu (Lauku atbalsta dienests, 2018).

Ņemot vērā esošo regulējumu un buferjoslas definīciju, laukmalu un buferjoslu apmežošana nav vēlama, jo tad tā zaudē savu statusu un samazinās platību maksājuma apmērs. Lai buferjoslu apmežotu, ir jāmaina buferjoslas un laukmales definīcija Ministru kabineta 2015. gada 10. marta noteikumos Nr.126 "Tiešo maksājumu piešķiršanas kārtība lauksaimniekiem", bet, mainot definīciju, ir jāņem vērā, ka tiks apmežota lauksaimniecībā izmantojamā zeme, kas lauksaimniekiem rezultēsies ar tiešo maksājumu samazinājumu zaudētās lauksaimniecībā izmantojamās zemes dēļ, tāpēc, veicot šādas izmaiņas, ir jāņem vērā, ka šī maksājuma daļa būs jākompensē kā atbalsttiesīgā platība.

Kā viens no Lauku attīstības programmas 2014. – 2020. gadam atbalsta pasākumiem mežu īpašniekiem ir pasākuma „Ieguldījumi mežu attīstībā un mežu dzīvotspējas pilnveidošanā” apakšpasākums „Meža ieaudzēšana, papildinot daļēji aizaugušās lauksaimniecības zemes, un to kopšana. Meža ieaudzēšana un kopšana”, kur fiziska vai juridiska persona – zemes īpašnieks - var pretendēt uz atbalstu ne vairāk kā 20 ha platībā, ja augsnes auglība nav lielāka par 25 ballēm, platībās nav slēgtās meliorācijas sistēmas, kā arī meža ieaudzēšanu neveic bioloģiski vērtīgajos zālajos, kā arī netiek atbalstītas īscirtmeta atvasāju audžu ieaudzēšana. Pasākums ir īstenots 6 kārtās kopš 2015. gada (Zemkopības ministrija, 2014).

Pasākuma ieviešanas īpatnības (ierobežojumi)

Ierīkojot stādījumus, nereti tiek mainīts zemes lietošanas veids. Ir jāņem vērā, vai valsts, reģionālā vai vietējā līmeņa normatīvajā regulējumā nav noteikti ierobežojumi stādījumu ierīkošanai vai zemes lietošanas veidu maiņai (Mergner *et al.*, 2015).

Lai nodrošinātu ūdens kvalitāti un N un P nenokļūšanu ūdenstecē, biomasu ir nepieciešams regulāri izvākt no sistēmas, lai novērstu kokaugos un zālaugos uzkrāto barības vielu noārdīšanos buferjoslā un ieskalos ūdenstecē. Vieni no vispiemērotākajiem kokaugiem ir vītulu dzimtas kokaugi, jo ir ātraudzīgi, spēj uzņemt daudz barības vielas, uzņem un noārda organiskos un neorganiskos savienojumus, kā arī samazina augsnes mitrumu un pazemina gruntsūdens līmeni (Hénault-Ethier *et al.*, 2017).

Papeļu stādījumus visbiežāk ierīko rindās, ar 2 m attālumu starp rindām un 0,45 un 2 m atstatumu starp spraudņiem. Var arī stādīt dubultrindās, tādā veidā samazinot apsaimniekošanas laukietilpīgumu un izmaksas. Dubultrindu sistēma īpaši piemērota kārklu stādījumiem. Biežāk lietotais attālums ir 1,50 m starp dubultrindām un 0,75 m starp dubultrindu rindām, attālums starp spraudņiem rindā ir no 0,5 līdz 0,8 m. Iespējamā ikgadējā sausās šķeldas (sausna; 0% mitrums) raža Eiropā ir diapazonā no 5 līdz 18 t ha⁻¹. Kopējo biomasas apjomu vienam gadam aprēķina, ņemot vērā ikgadējo pieaugumu, rotācijas perioda ilgumu un ūdens daudzumu koksnē (tikko nozāģētā ~50%). Ja ikgadējā raža ir 10 t ha⁻¹ sausās šķeldas, rotācijas periods – 4 gadi un ūdens saturs koksnē – 50%, kopējais iegūtais biomasas apjoms būs aptuveni 80 t ha⁻¹, bet sausās šķeldas apjoms – 40 t ha⁻¹. Biomasas ražas ievākšanas cikls ir no 1 līdz 7 gadiem, taču to var pagarināt līdz 20 gadiem (Mergner *et al.*, 2015).

Vai svarīgs saimniecības lielums?

Svarīgs ir aramzemes īpatsvars un vai saimniecība tiek pieteikta platību maksājumiem (Ministru kabinets, 2015), jo no 2015. gada, ja saimniecībā aramzeme ir vairāk par 15 ha, lai lauksaimnieks

pieteiktos platību maksājumiem, lauksaimniekam ir jānodrošina, ka platības, kas atbilst vismaz 5% no deklarētās saimniecības aramzemes ir ENP, ja vien saimniecībai nav piemērojams izņēmums.

Vai svarīga saimniecības specializācija?

Ja saimniecība ir bioloģiski sertificēta vai saimniecībā aramzeme ir 15 ha vai mazāk un nav zālāju, tad nav nepieciešams ieviest ENP pie kurām pieder arī grāvmalas un laukmalas, kā arī, ja saimniecības teritorijā neatrodas valsts nozīmes ūdenstece, uz kuru attiecas normatīvie akti par ūdens saimniecisko iecirkņu klasifikatoru (USIK) un MK 01.03.2011. noteikumu Nr.173 14.8 apakšpunkts, tad nav nepieciešams veidot buferjoslas.

Pasākuma ieviešanas izmaksas un ieņēmumi

Lai novērtētu grāvmalu un laukmalu apmežošanas izmaksas, tika pieņemts, ka apmežošanai tiek izmantotas papeles. Tā kā LAD par vidējo laukmalu platumu tiek pieņemti 9 m, bet par grāvmalu vidējo platumu 5 m, tad šāds grāvmalu un laukmalu platumu tiek ņemts vērā šajā pētījumā. Lai sekmīgi apmežotu minētās platības un tās apsaimniekotu, veicamas sekojošas darbības:

1. Augsnes sagatavošanas stādīšanai

Papeles stāda parasti pavasarī līdz pat vasarai. Lai jaunie stādi varētu konkurēt ar nezālēm, platību pirms stādīšanas ieteicams apstrādāt ar herbicīdiem. Platību apstrādei tiek izmantoti tādi paši herbicīdi, kādus izmanto kultūraugu platībās. Ietekme uz vidi neatšķiras no ietekmes, kāda ir, izmantojot herbicīdus citās lauksaimniecības platībās. Apstrādes devas atšķiras no izmantotā herbicīda un parasti tiek piemērotas tādas, kādas ir atzīmētas specifikācijā pie aizaugušas lauksaimniecības zemes apstrādes. Herbicīdu izmantošana kopā ar iestrādi parasti izmaksā 40 – 80 EUR ha⁻¹. Pēc tam platību uzar, disko un kultivē, izmantojot standarta lauksaimniecības tehniku. Kopējās augsnes sagatavošanas izmaksas, kas ietver herbicīdu izmantošanu, aršanu, diskošanu un kultivēšanu ir 155 EUR ha⁻¹.

2. Papeļu stādīšana

Pēc augsnes sagatavošanas tiek veikta platības stādīšana. Papeles tiek stādītas ar spraudņiem (20 cm gari), kas tiek stādīti 800 – 8000 spraudņi uz hektāra, atkarība no stādījuma ierīkošanas mērķa - biomasas vai apaļkoku ražošanas. Stādīšana notiek dubultrindās, kur attālums starp dubultrindām ir 1,5 metri un attālums starp dubultrindas vagām 0,75 metri. Attālums starp stādiem vagā tiek mainīts atkarībā no izvēlētās stādījumu biežības. Ierīkojot nelielas plantācijas, stādīšanu var veikt ar rokām, lielāku plantāciju stādīšanai izmanto stādāmo mašīnu. Stādāmo mašīnu iespējams iznomāt un to pievieno lauksaimniecības traktoram. Novērtējot šī pasākuma ieviešanas izmaksas, tiek pieņemts, ka papeles tiek stādītas ar mērķi iegūt biomasu un stādāmā materiāla apjoms 6000 spraudņi uz ha. Papeles tiek audzētas 15-25 gadus, kur biomasas ieguvei ir raksturīgs piecu gadu aprites cikls. Kopējās stādīšanas izmaksas, kas ietver stādmateriāla iegādi un stādīšanu ar rokām, ir 1320 EUR ha⁻¹.

3. Atsēdināšana

Lai no papelēm iegūtu pēc iespējas lielāku biomasu jau pirmajā aprites ciklā, pēc pirmā gada papeles iesaka nopļaut (atsēdināt uz celma). Atsēdināšana uz celma veicina jaunu atvašu dzīšanu no celma un atvasāja cerošanos. Atsēdināšanas izmaksas ir 112 EUR ha⁻¹ (+PVN).

4. Apsaimniekošanas izmaksas

Īpaša apsaimniekošana nav nepieciešama, izņemot pirmo gadu un katru piekto gadu, kad tiek veikta papeļu pļaušana, kad nepieciešams izpļaut rindstarpas, lai jaunus papeļu stādus nenomāktu lakstaugi. Rindstarpu pļaušanu iespējams veikt mašinizēti ar mazo traktortehniku, vai izmantojot

zāles trimeri. Apsaimniekošanas izmaksas pirmajā gadā un katrā piektajā gadā veidosies ap 29 EUR ha⁻¹.

5. Novākšanas izmaksas

legūtās biomasas novākšana no papelēm ir ļoti līdzīga kā kārkliem. Papeļu stādījuma mūža ilgums ir 15 – 25 gadi un rotācijas periods 5 gadi. Latvijas apstākļos papeļu raža ir 4 – 5 t sausnas uz ha⁻¹ gadā jeb 21 – 26 m³ ha⁻¹ gadā (Bardule et al., 2016). Platības novākšana parasti notiek ik pēc 5 gadiem. Pieņemot, ka plantācijas mūža ilgums ir 25 gadi, būs nepieciešamas 5 papeļu pļaušanas reizes. Papeļu pļaušanā tiek izmantotas dažādas novākšanas metodes. Liela izmēra platības tiek novāktas izmantojot specializētus atvasāju pļaušanas kombainus, kuri vienlaicīgi ar papeļu pļaušanu veic arī šķeldošanu. Pēc pļaušanas – šķeldošanas biomasu tiek savākta uzglabāšanai lauka malā vai pa taisno piegādāta pircējam. Kombainu iegādes izmaksas ir augstas un visbiežāk šāds pakalpojums tiek nomāts. Mazāka izmēra platības iespējams pļaut izmantojot krūmgriezi, kur papeļu stumbri tiek nogriezti un glabāti veselu stumbru veidā lauka malā, un vēlāk tiek sašķeldoti un nogādāti pircējam. Novākšanas izmaksas ir 577 EUR ha⁻¹ (pļaušanas izmaksas 200 EUR ha⁻¹, šķeldošana 325 EUR ha⁻¹, transports 52 EUR ha⁻¹).

Pēc papeļu nogriešanas tās atjaunojas ar atvasēm, tādēļ jauna koku stādīšana pēc nopļaušanas nav nepieciešama. Pēc plantācijas mūža beigām, kas parasti ir 15 – 25 gadi, platību pēc rekultivācijas iespējams izmantot citu īsircmeta atvasāju audzēšanai, piemēram, kārkli, baltalksnis, apses. Ja ir vēlšanās turpināt audzēt papeles, tad plantācijā būtu jānovāc vecās papeles un tā jāapstāda no jauna, jo visticamāk šajā laikā ir selekcionētas jaunas šķirnes, kuras būs ražīgākas un izturīgākas pret slimībām, salīdzinot ar vecajām šķirnēm.

6. Ienākumi no biomasas

Kopējie ienākumi vienā pļaušanas reizē no šķeldas pārdošanas, pieņemot, ka vienā pļaušanas reizē tiek iegūti 130 ber.m³ šķeldas un šķeldas pārdošanas cena ir 7,38 EUR ber.m³, ir 959,4 EUR ha⁻¹.

Pasākuma ietekme uz C uzkrāšanu un SEG emisijām

Ziemeļkarolīnas piekrastes līdzenumā ASV vairāk nekā 50 gadus vecs piekrastes mežs var uzkrāt aptuveni 240 t C ha⁻¹, kas ir 7 – 13 reizes vairāk nekā daudzgadīgie zālāji, krūmāji vai kultūraugi (Rheinhardt et al., 2012). Fortier et al., (2015) ir izpētījuši, ka oglekļa krājumi biomasā ir no 49 līdz 160 t ha⁻¹ dabiski apmežojušās buferjoslās, no 33 līdz 110 t ha⁻¹ hibrīdo papeļu buferjoslās un no 3 līdz 4 t ha⁻¹ zālaugu buferjoslās. Pētījuma rezultāti apstiprina hibrīdo papeļu izmantošanas perspektīvu piekrastes buferjoslās augstas oglekļa uzglabāšanas nodrošināšanā desmitgades laikā: 9 gadus veca papeļu buferjosla uzglabā 9 – 31 reizes vairāk oglekli biomasā nekā zālaugu buferjosla. Neapsaimniekoto zālaugu buferjoslu apmežošana ar hibrīdām papelēm, oglekļa uzkrāšana biomasā tiks palielināta par 3,2 – 11,9 t ha⁻¹ gadā. Novērotais oglekļa uzkrājums biomasā papeļu buferjoslā iekļaujas robežās, kas novērots vairākumā piekrastes dabiski apmežojušās buferjoslās, no kā var secināt, ka buferjoslu apmežošana ar papelēm var paātrināt oglekļa uzkrāšanos, salīdzinot ar dabisko sukcesiju (Fortier et al., 2015). Lai gan hibrīdo papeļu izmantošana buferjoslu apmežošana ir augsts potenciāls oglekļa uzkrāšanai, salīdzinot ar citiem mērenās klimata zonas kokiem, tomēr papeles ir neaizsargātas pret kaitēkļiem un klimata pārmaiņām.

1.2.4. Kārķļu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei

Pasākuma mērķis

Kārķļu plantāciju ierīkošana enerģijas ieguvei ļauj apsaimniekot lauksaimniecībā neizmantotas platības, kuras netiek izmantotas citu lauksaimniecības produktu ražošanā, kā arī iegūt atjaunojamu energoresursu, kuru izmantot vietējās katlumājās siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanai.

Pasākuma īss apraksts

Daļa no lauksaimniecībā izmantojamās zemes šobrīd netiek apsaimniekota un izmantota lauksaimniecības produktu ražošanā. Lemesls var būt šo platību nepiemērotība konkrētu kultūraugu audzēšanai, kā arī fakts, ka ne visi šo platību īpašnieki ir lauksaimnieki, līdz ar to tiek meklētas alternatīvas šo platību apsaimniekošanai, kuras nav saistītas ar lauksaimniecības kultūru audzēšanu. Daļu no šīm platībām iespējams izmantot enerģētiskās koksnes audzēšanai. Izmantojot šīs platības enerģētiskās koksnes audzēšanai, zemes īpašnieks var gūt materiālus ieguvumus no platību apsaimniekošanas.

Paredzams, ka nākotnē pieprasījums pēc atjaunojamiem energoresursiem siltumenerģijas un elektroenerģijas ražošanai palielināsies (Owusu, Asumadu-Sarkodie, 2016). Enerģētiskā koksne ir viens no šādiem resursiem. Enerģētisko koksni iespējams iegūt no meža, tāpat kā no īscirtmeta enerģētiskajām plantācijām. Plantācijas iespējams audzēt uz lauksaimniecības zemēm, kuras netiek izmantotas citu lauksaimniecības produktu ražošanā.

Kārķļi tiek uzskatīti par vienu no piemērotākajām sugām, kuru iespējams izmantot enerģētiskās koksnes plantācijās uz lauksaimniecības zemes mūsu platuma grādos. Salīdzinot ar citām koku sugām, tie uzrāda augstu ražību un izturību pret slimībām (Mola-Yudego, 2010). Kārķļu plantācijās ar mērķi ražot biomasu izmanto īpaši selekcionētus kārķļu hibrīdus, kuri ir augstražīgi un kuru vainagu forma ir piemērota mehanizētai kārķļu novākšanai un šķeldošanai. Kārķļu stādījumi uzlabo augsnes struktūru, hidroloģiskās īpašības un palielina organiskās vielas daudzumu augsnes virsējos slāņos.

Plantāciju ierīkošana notiek pavasarī (marts-jūnijs) un novākšana ziemas sasaluma periodā, kad dzinumiem ir nobirušas lapas, to augšana ir apstājusies.

Kārķļu plantācijām piemērotas platības ar smilšmāla, mālsmilts, mālains smilts un vidēja smaga māla augsnes, kurās ikgadējais mitruma daudzums ir vismaz 600 mm, pH ir 5,5-7,5 un nogāžu slīpums nepārsniedz 15% (Lazdiņš, u.c., 2005).

Pasākuma ieviešana sastāv no šādām darbībām:

1. Augsnes sagatavošana

Sākot plantācijas ierīkošanu, jāveic apauguma novākšana. Pēc platības atbrīvošanas no apauguma tajā veic dziļaršanu, parasti tas tiek darīts rudenī pirms plantācijas stādīšanas. Nākamā gada pavasarī pirms stādīšanas platību disko un kultivē. Lai jaunie stādi varētu konkurēt ar nezālēm, platību pirms stādīšanas ieteicams apstrādāt ar herbicīdiem. Platību apstrādei tiek izmantoti tādi paši herbicīdi, kādus izmanto kultūraugu laukos. Ietekme uz vidi neatšķiras no ietekmes, kāda ir, izmantojot herbicīdus citās lauksaimniecības platībās. Apstrādes devas atšķiras no izmantotā herbicīda un parasti tiek piemērotas tādas, kādas ir atzīmētas specifikācijā pie aizaugušas lauksaimniecības zemes apstrādes. Herbicīdu izmantošana kopā ar iestrādi parasti izmaksā 40-80 EUR ha⁻¹. Augsne tiek sagatavota un apstrādāta, izmantojot standarta lauksaimniecības tehniku.

2. Augšnes ielabošana

Lai uzlabotu koku augšanas apstākļus, augsni pirms stādīšanas un pēc pļaušanas iesaka ielabot. Augošanas kārklu plantācijas gada laikā uz 1 ha patērē 60 – 100 kg slāpekļa (N), 10 – 15 kg fosfora (P) un 35 – 50 kg kālija (K). Ieteicamās mēslojuma devas uz 1 ha gadā ir 100 – 200 kg N, 20 – 40 kg P un 100 – 200 kg K (Lazdiņa, Lazdiņš, 2008). Parasti vienā ielabošanas reizē tiek iestrādāta 3 – 5 gadu mēslošanas deva (Kārklu plantācijas, 2005).

Kā ielabošanas materiāli tiek izmantoti koksnes pelni, notekūdeņu dūņas, digestāts vai minerālmēsli. Minerālmēsli parasti tiek izmantoti plantācijas ierīkošanas gadā un vēlāk tiek aizstāti ar citiem ielabošanas līdzekļiem. Izmantojot pelnus, notekūdeņu dūņas un digestātu, visbiežāk platības apsaimniekotājam jānosedz transporta un iestrādāšanas izdevumi. Pašu ielabošanas materiālu no tuvējām katlumājām, notekūdeņu attīrīšanas stacijām un biogāzes ražošanas saimniecībām iespējams iegūt par brīvu. Ieteicamās ielabošana deva koksnes pelniem ir 6 t_{sausnas} ha⁻¹, notekūdeņu dūņām 10 t_{sausnas} ha⁻¹ un digestātam 30 t ha⁻¹ (Lazdiņa, 2009; Rancane, 2014). Kā piemērotākais ielabošanas līdzeklis tiek uzskatīti koksnes pelni, jo tos ir viegli transportēt un iestrādāt, kā arī tie ir viegli iegūstami no tuvākajām katlumājām. Vislabāk ielabošanai ir izmantot koksnes pelnu un notekūdeņu dūņu maisījumu, kas ļauj uzlabot dūņu higiēniskās īpašības (Lazdiņa, Lazdiņš, 2008). Augsne tiek ielabota, izmantojot standarta lauksaimniecības tehniku, un vienā ielabošanas laikā iestrādā 3 – 5 gadu ielabošanas devu.

3. Stādīšana

Pēc augsnes sagatavošanas tiek veikta platības stādīšana. Plantācija sastāv no blīvi stādītiem kārkliem un parasti tiek iestādīti 12 000 – 15 000 stādi uz hektāra. Stādīšana notiek dubultrindās, kur attālums starp dubultrindām ir 1,5 metri un attālums starp dubultrindas vagām 0,75 metri. Attālums starp stādiem vagā tiek mainīts atkarībā no izvēlētajā stādījumu biežības. Ierīkojot nelielas plantācijas, stādīšanu var veikt ar rokām, lielāku plantāciju stādīšanai izmanto stādāmo mašīnu. Stādāmo mašīnu iespējams iznomāt un to pievieno lauksaimniecības traktoram.

4. Atsēdināšana

Lai no kārkliem iegūtu pēc iespējas lielāku biomasu jau pirmajā aprites ciklā, pēc pirmā gada plantāciju iesaka nopļaut (atsēdināt uz celma). Atsēdināšana uz celma veicina jaunu atvašu dzīšanu no celma un atvasāja cerošanos.

5. Plantācijas apsaimniekošana.

Lai jaunos kārklu stādus nenomāktu lakstaugi, platībā pirmajos gados nepieciešams veikt agrotehnisko kopšanu, izpļaujot rindstarpas. Rindstarpu pļaušanu iespējams veikt mašinizēti ar mazo traktortehniku vai izmantojot krūmgriežus. Agrotehniskā kopšana parasti jāveic pirmajā gadā pēc iestādīšanas, atsēdināšanas uz celma un pļaušanas. Nepieciešamības gadījumā agrotehniskā kopšana jāveic arī otrajā gadā.

6. Ražas novākšana

Plantācijas mūža ilgums ir 25 gadi un rotācijas periods 3 – 5 gadi (Latvijas apstākļos parasti 4 gadi), atkarībā no kārklu augšanas rādītājiem konkrētajā platībā. Labi apsaimniekotās plantācijās biomasas ikgadējais pieaugums ir 8 – 12 sausnas tonnas gadā (Mola-Yudego, 2010). Platības novākšana parasti notiek ik pēc 4 gadiem. Pieņemot, ka plantācijas mūža ilgums ir 25 gadi, būs nepieciešamas 6 kārklu pļaušanas reizes. Kārklu pļaušanā tiek izmantotas dažādas novākšanas metodes. Liela izmēra platības tiek novāktas izmantojot kārklu pļaušanas kombainus, kuri vienlaicīgi ar kārklu pļaušanu veic arī šķeldošanu. Pēc pļaušana – šķeldošanas biomasu tiek savākta uzglabāšanai lauka malā vai pa taisno

piegādāta pircējam. Kārķļu kombainu iegādes izmaksas ir augstas un visbiežāk šāds pakalpojums tiek nomāts. Mazāka izmēra platības iespējams pļaut izmantojot krūmgriezi, kur kārķļu stumbri tiek nogriezti un glabāti veselu stumbru veidā lauka malā, un vēlāk tiek sašķeldoti un nogādāti pircējam.

Pēc kārķļu nogriešanas tie atjaunojas ar atvasēm, tādēļ jauna koku stādīšana pēc nopļaušanas nav nepieciešama. Pēc plantācijas mūža beigām, kas parasti ir 20 – 25 gadi, platību pēc rekultivācijas iespējams izmantot citu lauksaimniecības kultūru audzēšanai. Ja ir vēlēšanās turpināt audzēt kārķļus, tad plantācijā būtu jānovāc vecie kārķļi un tā jāapstāda no jauna, jo visticamāk šajā laikā ir selekcionētas jaunas kārķļu šķirnes, kuras būs ražīgākas un izturīgākas pret slimībām, salīdzinot ar vecajām šķirnēm.

Papildus koksnes ražošanai kārķļu stādījumus var izmantot arī pīto mēbeļu medicīnas un skaistumkopšanas produktu ražošanā, teritoriju apzaļumošanā. No kārķļu koksnes var ražot skaidu plāksnes, kamīnmalku, kokogles un otrās paaudzes degvielu.

Pasākuma priekšrocības

1. Tiek apsaimniekotas lauksaimniecībā neizmantotas platības, kuras tiek iekļautas ražošanā un izmantotas kā biomasas audzēšanas plantācijas.
2. Iespējams papildus ienākumu avots lauksaimniekiem izmantojot zemes platības, kuras netiek izmantotas citu kultūraugu audzēšanai.
3. Veicot kārķļu plantāciju ielabošanu ar notekūdeņu dūņām vai koksnes pelniem, tiek izmantoti ražošanas blakusprodukti, kurus citur nav iespējams izmantot.
4. Iespējams samazināt notekūdeņu dūņu un koksnes pelnu deponēšanas izmaksas, izmantojot tos kā augsnes ielabošanas līdzekļus kārķļu plantācijās.
5. Tiek ražota enerģija no atjaunojamiem resursiem vietējam patēriņam un tas tiek darīts, neradot kaitējumu apkārtējai videi.
6. Tiek atbalstīta ilgtspējīga lauku attīstība, samazinot atkarību no fosilā kurināmā.
7. Biomasu (enerģētisko koksni) kārķļu plantācijās var uzglabāt ilgāku laika periodu un izmantot to tad, kad tas ir nepieciešams.
8. Ierīkojot un apsaimniekojot kārķļu plantācijas, tiek radītas jaunas darba vietas lauku reģionos uz izveidotas jaunas enerģētiskās koksnes piegāde sistēmas.
9. Nav nepieciešamas investīcijas biomasas uzglabāšanai, jo kārķļi tiek novākti ziemas periodā, kad ir vislielākais šķeldas pieprasījums.
10. Kārķļu plantācijas iespējams izmantot kā dabiskus filtrus piesārņotu teritoriju attīrīšanai.

Pasākuma trūkumi

1. Lai kārķļu plantācijas padarītu pēc iespējas ekonomiski izdevīgākas, nepieciešamas lielas vienlaidus platības vai augsts plantāciju blīvums nelielā teritorijā.
2. Šobrīd pieejamās platības kārķļu plantāciju ierīkošanai ir nelielas, kas padara kārķļu audzēšanu šādās platībās ekonomiski neizdevīgu.
3. Šobrīd pieejamās platības kārķļu plantāciju ierīkošanai ir lielākoties ar mazauglīgām augsnēm, tādēļ ir grūti nodrošināt lielus biomasas pieaugumus šādās platībās.

4. Grūti prognozēt enerģētiskās koksnes (šķeldas) cenu ilgākā laika periodā.
5. Plantāciju ierīkošanai nepieciešami lieli materiāli ieguldījumi un ienākumus iespējams iegūt reizi 3 – 4 gados, atšķirībā no tradicionālās lauksaimniecības, kur ienākumus iespējams iegūt katru gadu.
6. Lai saņemtu atbalstu par īscirtmeta atvasājiem (tiešos maksājumus) uz zemes kur ierīko stādījumus saskaņā ar meliorācijas kadastra datiem pēc stāvokļa 2011. gada 1. jūlijā nav reģistrētas meliorācijas sistēmas, kā arī pēc 2011. gada 1. jūlija nav no jauna izveidota meliorācijas sistēma
7. Lai saņemtu tiešos maksājumus, plantācijās izmantotajam stādmateriālam ir jābūt sertificētam (pie iesnieguma par pieteikšanos tiešo maksājumu saņemšanai jāpievieno atvasāju stādu izcelsmes apliecinājums).

Politiskais atbalsts

Par kārkļu plantācijām iespējams saņemt tiešos maksājumus. Lai saņemtu tiešos maksājums 2017. gadā tika pieteikti stādījumi 528 ha platībā (Deklarētās platības par..., 2017). Ne visi lauksaimnieki var izpildīt saņemšanas noteikumus, tādēļ daļa no stādījumiem netiek pieteikti. Kārkļu plantāciju kopējā platība Latvijā ir aptuveni 1000 ha (Klovāne, 2016).

Par īscirtmeta atvasāju audzēšanu iespējams saņemt atbalstu tieša maksājuma veidā, kura provizoriskā likme 2018. gadā noteikta 78.00 EUR ha⁻¹ (Tiešie maksājumi 2018).

Lai saņemtu tiešos maksājumus, jāizpilda šādi noteikumi:

- stādījumam jā sastāv no šādām viena vecuma īscirtmeta atvasāju sugām: apse (*Populus spp.*), kārkls (*Salix spp.*), baltalksnis (*Alnus incana*);
- maksimālais cirtes aprites laiks ir pieci gadi;
- zemē, kur audzē īscirtmeta atvasājus, saskaņā ar meliorācijas kadastra datiem pēc stāvokļa 2011. gada 1. jūlijā nav reģistrētas meliorācijas sistēmas, kā arī pēc 2011. gada 1. jūlija nav no jauna izveidota meliorācijas sistēma (Vienotais platības maksājums..., 2018);
- kopā ar iesniegumu iesniedz īscirtmeta atvasāju sugu stādu izcelsmes apliecinājuma kopiju (Vienotais platības maksājums..., 2018).

Pasākuma ieviešanas īpatnības (ierobežojumi)

Uz pasākuma ieviešanu neattiecas nekādi ierobežojumi. Vienīgie pasākuma ierobežojumi saistīti ar iespēju saņemt tiešos maksājumus.

Vai svarīgs saimniecības lielums?

Saimniecības lielumam ir nozīme, jo nepieciešama brīva platība kārkļu audzēšanai, kuru paralēli nav iespējams izmantot citu kultūraugu audzēšanai.

Kārkļu plantāciju ierīkošanā un apsaimniekošanā tiek izmantota standarta lauksaimniecības tehnika. Kārkli plantāciju ierīkošana notiek agrā pavasarī un novākšana augsnes sasaluma periodā, līdz ar to lauksaimniecības tehniku iespējams izmantot laikā, kad tā ir minimāli nodarbināta citos lauksaimniecības darbos. Tāpat arī darbaspēka resursus ir iespējams piesaistīt laikā periodā, kad tos nav iespējams izmantot citos lauksaimniecības darbos.

Vai svarīga saimniecības specializācija?

Kārķļu plantāciju ierīkošana un apsaimniekošana ietver gan lauksaimnieciskās, gan mežsaimnieciskās prakses. Platības ierīkošana, kas ietver augsnes sagatavošanu, ir tāda pati kā sagatavojot augsni tradicionālajiem kultūraugiem. Plantācijas izveidošanā un apsaimniekošanā tiek izmantota lauksaimniecības tehnika un agregāti. Šo darbu izpildē noder zināšanas lauksaimniecībā. Kārķļu novākšana ir tuvāka mežsaimnieciskajai praksei, jo notiek koku zāgēšana, šķeldošana un transports, kas ir ļoti līdzīgs enerģētiskās koksnes iegūšanai no meža zemēm.

Pasākuma ieviešanas izmaksas un ieņēmumi

Galvenās izmaksu pozīcijas, kas saistītas ar šī pasākuma ieviešanu ir augsnes sagatavošanas, stādīšanas, apsaimniekošanas un novākšanas izmaksas. Izmaksu aprēķinos pakalpojumu un materiālu izmaksas ņemtas no Latvijas Lauku konsultāciju un izglītības centra (LLKC) vidējā tehnisko pakalpojumu cenu salīdzinājuma Latvijā par 2017. gadu un veicot privātu cenu aptauju.

Kopējās augsnes sagatavošanas izmaksas, kas ietver apauguma novākšanu, herbicīdu izmantošanu, aršanu, diskošanu un kultivēšanu ir 455 EUR ha⁻¹.

Stādīšanas izmaksas, kas ietver stādmateriāla iegādi, transportu un stādīšanu, ir 865 EUR ha⁻¹.

Apsaimniekošanas izmaksas, kas ietver atsēdināšanu uz celma pirmajā plantācijas gadā, rindstarpu pļaušanu, un ielabošanas līdzekļu iestrādi pēc katras pļaušanas ir 585 EUR ha⁻¹ visā plantācijas dzīves laikā (0 – 25 gadi).

Novākšanas izmaksas, kas ietver kārķļu pļaušanu, novešanu lauka malā, šķeldošanu, un transportu pie pircēja ir 722 EUR ha⁻¹ vienā pļaušanas reizē.

Kopējie ienākumi vienā pļaušanas reizē summējot šķeldas pārdošanu un vienoto platību maksājumu (78 EUR ha⁻¹ gadā), pieņemot ka vienā pļaušanas reizē tiek iegūti 148 ber.m³ šķeldas un šķeldas pārdošanas cena ir 7,38 EUR ber.m³ ir 1476 EUR ha⁻¹.

Pasākuma ietekme uz C uzkrāšanu un SEG emisijām

Pētījumi Zviedrijā, kuros tika izmantoti lauka apstākļos ievāktie dati par kārķļu virszemes un pazemes biomasu uzrādīja, ka kopējais uzkrātais C augu virszemes un pazemes biomasā ir 76,6 – 80,1 Mg C ha⁻¹, kamēr uzkrātais C augsnē 9,0 – 10,3 Mg C ha⁻¹, pieņemot, ka plantācijas dzīves ilgums ir 20 – 22 gadi un kārķļu pļaušana notiek reizi 3 – 4 gados. Vidējais C izdalīšanās daudzums koksnes biomasā tika noteikts 3,5 – 4,0 Mg C ha⁻¹ gadā un 0,4 – 0,5 Mg C ha⁻¹ gadā no augsnes (Rytter, 2012).

Īscirtmeta atvasāji ar rotācijas periodu 2 – 4 gadi augšanas laikā asimilē tādu pašu CO₂ daudzumu, kā vēlāk sadegšanas rezultātā emitē. Īscirtmeta atvasājos norit intensīva C uzkrāšanās augsnes organiskajā slānī (Dimitriou, Rutz, 2014).

Detalizēti izvērtējot iepriekšējā apakšnodalā aprakstīto pasākumu SEG samazināšanas un CO₂ piesaistes potenciālu, tika secināts, ka šiem pasākumiem ir ļoti daudzveidīga ietekme uz SEG samazinājumu uz CO₂ piesaisti:

- Divi no pasākumiem, t.i. “Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm” un “Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs”, veicina SEG emisiju samazināšanu, turklāt SEG samazināšanas ietekme ir divējāda, jo, vērtējot no SEG emisiju uzskaites viedokļa, daļa no SEG emisijām samazinās lauksaimniecības sektorā un daļa – ZIZIMM sektorā.

- Pasākums “Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm” papildus tam, ka tas samazina SEG emisijas, veicina arī CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu.
- Divi no pasākumiem, t.i. “Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās” un “Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei”, neveicina SEG samazināšanos, bet veicinā CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu. Turklāt pasākums “Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei” rada papildus SEG emisijas.

1.3. Pasākumu, kas veicina CO₂ piesaisti un C uzkrāšanu, ietekme uz SEG emisiju samazināšanu un to integrēšana MACC

Ņemot vērā iepriekšējā apakšnodaļā izdarītos secinājumus, tika papildināts Latvijas lauksaimniecības MACC ar papildus 2 pasākumiem, t.i. “Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm” un “Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs”. 1.8. tabulā ir apkopota informācija par šo pasākumu SEG samazināšanas potenciālu un izmaksu efektivitāti raksturojošiem rādītājiem sadalījumā pa saimniecību klasteriem

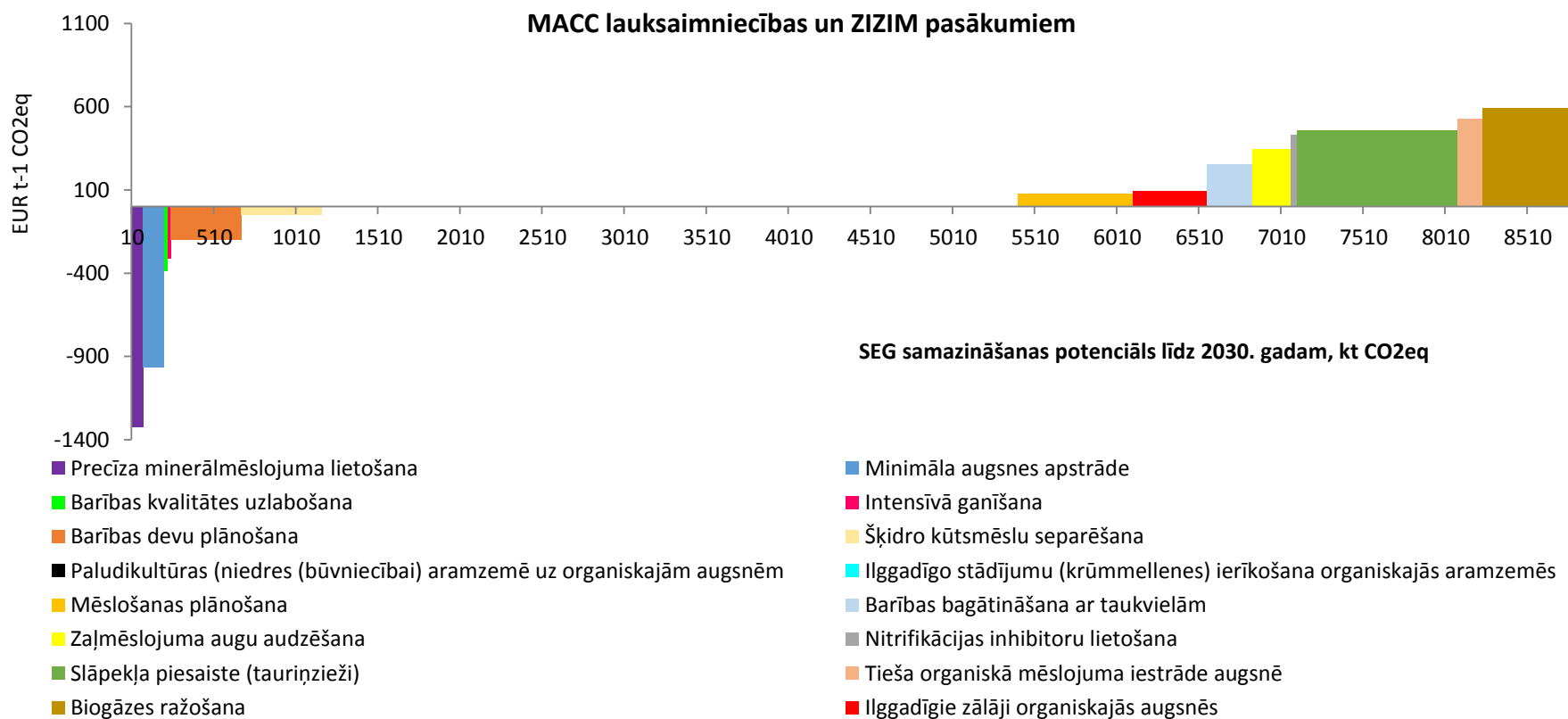
1.8. tabula

Papildus pasākumu SEG samazināšanas potenciāls un izmaksu efektivitātes raksturojošie rādītāji sadalījumā pa saimniecību klasteriem

Rādītājs	Vērtība	1.kl.	2.kl.	3.kl.	4. kl.	5. kl.
Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm						
NPV	EUR	-15776	-15776	-15776	-15776	-15776
SEG samazināšanas potenciāls (līdz 2030) (ZIZIMM)	kt CO ₂	48	29	146	32	64
SEG samazināšanas izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	-0,33	-0,55	-0,11	-0,50	-0,25
SEG samazināšanas potenciāls (līdz 2030) (L/S)	kt CO ₂	84	50	258	56	112
SEG samazināšanas izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	-0,19	-0,31	-0,06	-0,28	-0,14
SEG samazināšanas potenciāls (līdz 2030) (ZIZIMM+L/S)	kt CO ₂	132	79	404	88	176
SEG samazināšanas izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	-0,12	-0,20	-0,04	-0,18	-0,09
Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs						
NPV	EUR	55199	55199	55199	55199	55199
SEG samazināšanas potenciāls (līdz 2030) (ZIZIMM)	kt CO ₂	419	251	1284	279	558
SEG samazināšanas izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	0,13	0,22	0,04	0,20	0,10
SEG samazināšanas potenciāls (līdz 2030) (L/S)	kt CO ₂	86	51	263	57	114
SEG samazināšanas izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	0,64	1,07	0,21	0,97	0,48
SEG samazināšanas potenciāls (līdz 2030) (ZIZIMM+L/S)	kt CO ₂	504	303	1546	336	672
SEG samazināšanas izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	0,11	0,18	0,04	0,16	0,08
KOPĀ SEG samazināšanas potenciāls (ZIZIMM), kt CO₂		466	280	1430	311	622
KOPĀ SEG samazināšanas potenciāls (L/S), kt CO₂		170	102	520	1130	226
KOPĀ SEG samazināšanas potenciāls (ZIZIMM+L/S), kt CO₂		636	382	1950	4240	848

Avots: autoru aprēķini

Integrējot šos divus papildus pasākumus MACC, tiek iegūts, ka kopējais SEG samazināšanas potenciāls palielinās par 4240 kt CO₂ eq, kas ir par 94% vairāk, ja salīdzina ar MACC iepriekšējo versiju (1.6. attēls). Šeit gan ir jāņem vērā, ka ir ņemta vērā šo pasākumu visaptverošā ietekme, kas veido SEG samazināšanas potenciālu gan lauksaimniecības, gan ZIZIMM sektorā. Ja tiktu ņemts vērā šo pasākumu SEG samazināšanas efekts tikai lauksaimniecības sektorā, tad SEG samazināšanas potenciāla palielinājums būtu par 1131 kt CO₂ eq (+25%, salīdzinot ar iepriekšējo MACC versiju). Tas nozīmē, ka šo pasākumu lielākais SEG samazināšanas efekts veidojas ZIZIMM sektorā.



1.8. attēls. Aktualizētā lauksaimniecības SEG emisiju robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) visām saimniecībām kopā, ņemot vērā klasteru vidējās SEG samazināšanas izmaksas

Avots: autoru aprēķini

1.4. SEG emisiju samazinošo pasākumu mijiedarbība ar zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektoru

Latvijā notiek aktīvs darbs pie izpratnes veidošanas par dažādiem pasākumiem, kuru ieviešana labvēlīgi ietekmē klimatu un samazina SEG emisijas. Dažādu pētījumu (šis pētījums, Valsts pētījumu programmas EVIDEnT pētījums, LVMI "Silava" pētnieku pētījumi un informācija, kas tiek gatavota ikgadējam ziņojumam par politiku, pasākumiem un SEG prognozēm) rezultātā ir identificēti 23 dažādi pasākumi, kas samazina SEG emisijas gan lauksaimniecības sektorā, gan ZIZIMM sektorā. Līdz šim šie pasākumi tika vērtēti no viena sektora, t.i. lauksaimniecības vai ZIZIMM, perspektīvas, kas neļauj pilnībā izvērtēt katra konkrētā pasākuma ietekmi. Tāpēc šī pētījuma ietvaros tika veikta padziļināta sekojošu pasākumu analīze parādot to ietekmi gan lauksaimniecības, gan ZIZIMM sektorā:

1. Precīzā minerālmēslojuma lietošana.
2. Mēslošanas plānošana.
3. Nitrifikācijas inhibitoru lietošana.
4. Tieša organiskā mēslojuma iestrāde augsnē.
5. Meliorācijas sistēmu uzturēšana.
6. Skābu augšņu kalpošana.
7. Minimāla augsnes apstrāde.
8. Slāpekļa piesaiste (tauriņziežu iekļaušana kultūraugu rotācijā).
9. Zaļmēslojuma augu audzēšana.
10. Ilggadīgo zālāju ierīkošana organiskajās aramzemes augsnēs.
11. Barības bagātināšana ar taukvielām.
12. Barības devu plānošana.
13. Barības kvalitātes uzlabošana.
14. Šķidro kūtsmēsļu separēšana.
15. Biogāzes ražošanas veicināšana.
16. Intensīva ganīšana (notiek bieža liellopu rotācija pa ganībām).
17. Ganību sezonas pagarināšana.
18. Paludikultūru (niedres) audzēšana organiskajās augsnēs.
19. Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemēs.
20. Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās.
21. Kārķu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei.
22. Jaunu augļu dārzu ierīkošana aramzemē vai platībās, kur iepriekš veikta kūdras ieguve.
23. Pasējas augu audzēšana graudaugu sējumos.

Šo pasākumu kompleksā ietekme uz lauksaimniecības sektora emisijām un ZIZIMM sektora emisijām apkopta 1.9. tabulā. Kopumā jāsecina, ka lielākajai daļai pasākumu savstarpējā ietekme ir neitrāla (12 pasākumi). Tikai 3 pasākumiem ietekme abos sektoros ir pozitīva, kas nozīmē, ka abos sektoros notiek SEG samazināšana. 2 pasākumiem ietekme nav viennozīmīga, jo trūkst pētījumu. Savukārt 6 pasākumiem konstatēta negatīvas mijiedarbības klātbūtne, kas galvenokārt saistās ar to, ka zaļās masas pieaugums lauksaimniecības sektorā rada papildus emisijas, bet ZIZIMM sektorā caur šo zaļās masas pieaugumu palielinās CO₂ piesaiste.

SEG emisiju samazinošo pasākumu mijiedarbība ar lauksaimniecības un ZIZIMM sektora emisijām

Statuss	Pasākums	Ietekme uz lauksaimniecības sektora emisijām		Ietekme uz ZIZIMM sektora emisijām	
		Ietekme	Paskaidrojums	Ietekme	Paskaidrojums
MACC pamatpasākumi (izvērtēti EVIDEnT pētījuma ietvaros)	Precīzā minerālmēslojuma lietošana	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -8%)	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste caur lielāku ražību un biomasas ienesi augsnē. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: kviešiem ražība +11,4%; rapsim ražība +8%)
		N ₂ O ↑	N ₂ O emisijas palielinājums no kultūraugu pēcpļaujas atliekām. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: kviešiem ražība +11,4%; rapsim ražība +8%)		
	Mēslošanas plānošana	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -27%)		Nav ietekmes.
	Nitrifikācijas inhibitoru lietošana	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -12%)		Nav ietekmes.
	Tieša organiskā mēslojuma iestrāde augsnē	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -12 kg ha ⁻¹)		Nav ietekmes.
	Meliorācijas sistēmu uzturēšana	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N noteces samazināšanās	CO ₂ ↓	Palielinās ražas daudzums un biomasas ienese augsnē, kas veicina CO ₂ piesaisti augsnē – 1,32 t CO ₂ ha ⁻¹ eq gadā 20 gadu periodā (Pētījumā izmantotais pieņēmums: kviešiem ražība +40%; kukurūzai ražība +35%; lopbarībai ražība +26%)
		N ₂ O ↑	N ₂ O emisijas palielinājums no kultūraugu pēcpļaujas atliekām. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: kviešiem ražība +40%; kukurūzai ražība +35%; lopbarībai ražība +26%)		
Skābu augšņu kaļķošana	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -20%)	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste caur lielāku ražību un biomasas ienesi augsnē. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: kviešiem ražība +0,5 t ha ⁻¹)	
	N ₂ O ↑ CO ₂ ↑	N ₂ O emisijas palielinājums no kultūraugu pēcpļaujas atliekām. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: kviešiem ražība +0,5%) CO ₂ emisijas palielinājums no kaļķošanas.			

Statuss	Pasākums	Ietekme uz lauksaimniecības sektora emisijām		Ietekme uz ZIZIMM sektora emisijām	
		Ietekme	Paskaidrojums	Ietekme	Paskaidrojums
	Minimāla augsnes apstrāde	CO ₂ ↓	CO ₂ emisiju ietaupījums no degvielas patēriņa samazināšanās (enerģētikas sektors).		Ietekme nav viennozīmīga.
	Slāpekļa piesaiste (tauriņziežu iekļaušana kultūraugu rotācijā)	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -62,4 kg ha ⁻¹)	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste augsnē – 1,32 t CO ₂ eq ha ⁻¹ gadā 20 gadu periodā.
	Zaļmēslojuma augu audzēšana	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no N lietošanas samazināšanas. (Pētījumā izmantotais pieņēmums: N mēslojums -60 kg ha ⁻¹)	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste augsnē – 1,32 t CO ₂ eq ha ⁻¹ gadā.
	Ilggadīgo zālāju ierīkošana organiskajās aramzemes augsnēs	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no aramzemes lietošanas veida maiņas (1,4 t CO ₂ eq ha ⁻¹).	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste augsnē – 0,3 t CO ₂ eq ha ⁻¹ gadā (Life Restore projekta dati).
	Barības bagātināšana ar taukvielām	CH ₄ ↓	CH ₄ emisijas samazinājums no zarnu fermentācijas.		Nav ietekmes.
	Barības devu plānošana	CH ₄ ↓	CH ₄ emisijas samazinājums no zarnu fermentācijas.		Nav ietekmes.
	Barības kvalitātes uzlabošana	CH ₄ ↓	CH ₄ emisijas samazinājums no zarnu fermentācijas.		Nav ietekmes.
	Šķidro kūtsmēsļu separēšana	CH ₄ ↓	CH ₄ emisijas samazinājums no kūtsmēsļu apsaimniekošanas.		Nav ietekmes.
	Biogāzes ražošanas veicināšana	CH ₄ ↓ N ₂ O ↓	CH ₄ un N ₂ O emisijas samazinājums no kūtsmēsļu apsaimniekošanas.		Ietekme nav viennozīmīga (biogāzes ražošanas procesā zūd organiskā viela un attiecīgi samazinās oglekļa ienese augsnē. Tāpat būtiski samazinās arī viegli mineralizējamo organisko vielu saturs organiskajā masā, kas palēnina ienestā materiāla mineralizāciju. Savukārt digestāta ietekme uz biomasas ienesi un CO ₂ piesaisti augsnē nav pietiekami izpētīta, kas neļauj pilnībā novērtēt šī pasākuma ietekmi).
	Intensīva ganīšana (notiek bieža liellopu rotācija pa ganībām)	CH ₄ ↓	CH ₄ emisijas samazinājums no zarnu fermentācijas.		Nav ietekmes (NIR emisiju uzskaitē ietekmes nebūs, jo kūtsmēsļu daudzums nemainās, bet saimniecību līmenī var nodrošināt oglekļa piesaisti augsnē).

Statuss	Pasākums	Ietekme uz lauksaimniecības sektora emisijām		Ietekme uz ZIZIMM sektora emisijām	
		Ietekme	Paskaidrojums	Ietekme	Paskaidrojums
	Ganību sezonas pagarināšana	CH ₄ ↓	CH ₄ emisijas samazinājums no zarnu fermentācijas. N ₂ O emisiju palielinājums no papildus N mēslojuma lietošanas.		Nav ietekmes.
Papildus pasākumi (izvērtēti šī pētījuma ietvaros)	Paludikultūru (niedres) audzēšana organiskajās augsnēs	N ₂ O ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no aramzemes lietošanas veida maiņas (3,87 t CO ₂ eq ha ⁻¹).	N ₂ O ↓ CO ₂ ↓	N ₂ O emisijas samazinājums no aramzemes lietošanas veida maiņas – 2,20 t CO ₂ eq ha ⁻¹ . Palielinās CO ₂ piesaiste augsnē – 25,54 t CO ₂ ha ⁻¹ gadā.
	Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemes	N ₂ O ↓ N ₂ O ↑	N ₂ O emisijas samazinājums no aramzemes lietošanas veida maiņas (3,87 t CO ₂ eq ha ⁻¹). N ₂ O emisiju palielinājums no papildus N mēslojuma lietošanas (minerālmēsli, kūdra).	CH ₄ ↑ N ₂ O ↓ CO ₂ ↓	CH ₄ emisiju palielinājums veidojas organiskās vielas sadalīšanas procesā, ko vecina mikroorganismu darbība bezskābekļa vidē, t.i. zem ūdens. CO ₂ un N ₂ O emisijas samazinājums no aramzemes lietošanas veida maiņas - 16,59 t CO ₂ eq ha ⁻¹ . Pasākuma ietekmē samazinās apsaimniekošanas intensitāte (aršana) un izveidojas ilggadīgs apaugums, kas veicina CO ₂ emisiju samazināšanos.
	Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās		Nav ietekmes.	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste augsnē un biomasā – 9 t CO ₂ eq ha ⁻¹ gadā.
	Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei	N ₂ O ↑ CO ₂ ↑	N ₂ O emisiju palielinājums no papildus N mēslojuma lietošanas. CO ₂ emisiju palielinājums no CO ₃ lietošanas (pelniem).	CO ₂ ↓	Palielinās CO ₂ piesaiste augsnē – 9 t CO ₂ eq ha ⁻¹ gadā.
	ZIZIMM pasākumi (tiek ziņoti SEG prognožu ziņojumā)	Jaunu augļu dārzu ierīkošana aramzemē vai platībās, kur iepriekš veikta kūdras ieguve		Nav ietekmes.	CO ₂ ↓
	Pasējas augu audzēšana graudaugu sējumos		Nav ietekmes.	CO ₂ ↓	Oglekļa uzkrājuma palielināšana minerālaugsnēs – 1,32 t CO ₂ ha ⁻¹ gadā.

Avots: autoru apkopojums

1.5. CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas efektivitātes izvērtējums

Pētījuma gaitā tika konstatēts, ka daļai no pasākumiem, kas ir iekļauti papildinātajā MACC, bez SEG emisiju samazināšanas potenciāla piemīt arī CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas potenciāls. Tāpēc tika veikts šo pasākumu CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas efektivitātes izvērtējums. Kopumā šādi pasākumi ir septiņi un to izmaksu efektivitāti raksturojošie rādītāji sadalījumā pa saimniecību klasteriem apkopoti 1.10. tabulā.

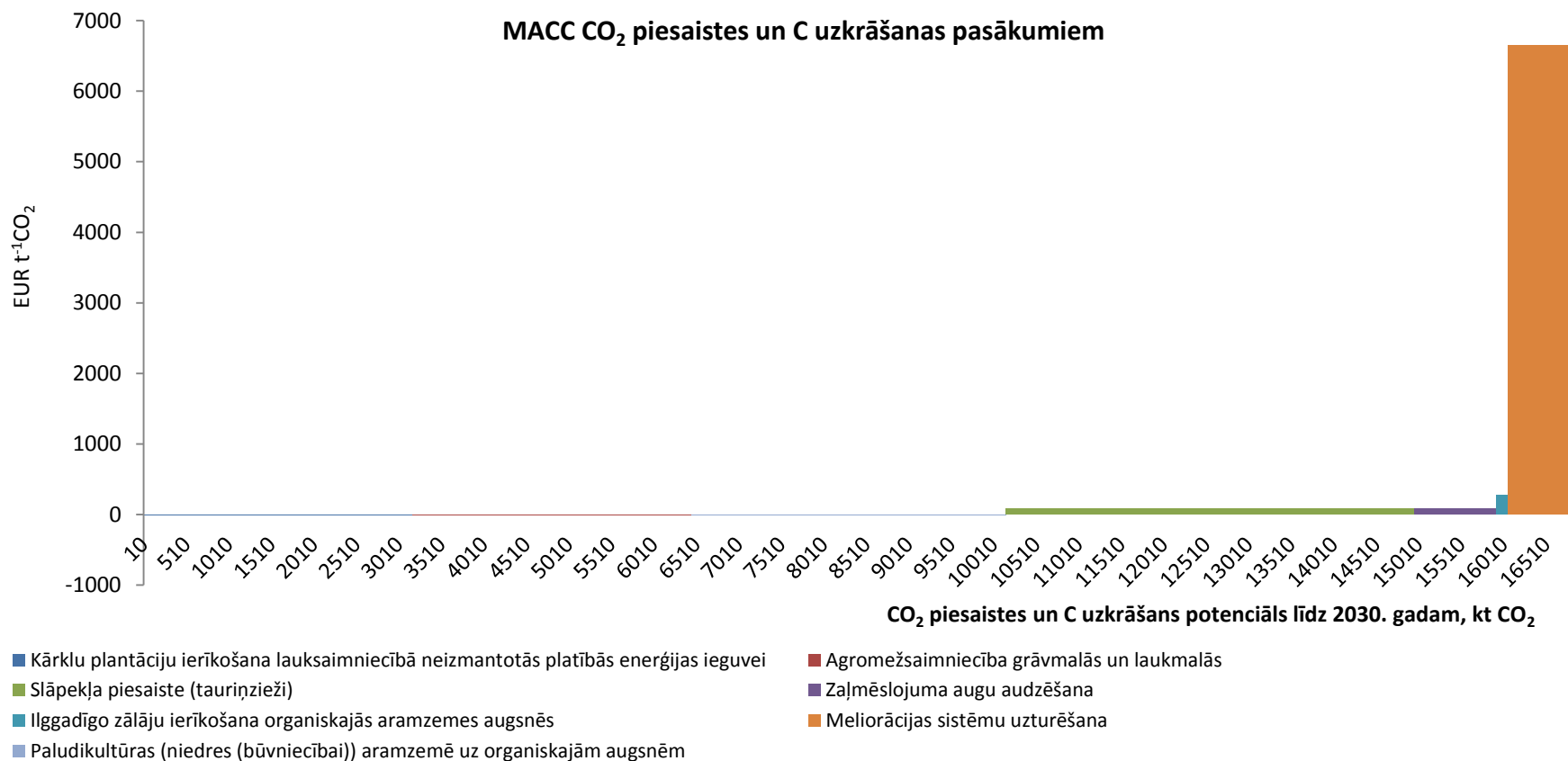
1.10. tabula

CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas pasākumu izmaksu efektivitātes raksturojošie rādītāji sadalījumā pa saimniecību klasteriem

Rādītājs	Vērtība	1.kl.	2.kl.	3.kl.	4. kl.	5. kl.
Meliorācijas sistēmu uzturēšana						
NPV	EUR	70812729	45380601	2475039972	1435563655	1580310842
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	15	8	415	195	214
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	6179	5460	5964	7362	7393
Slāpekļa piesaiste (tauriņzieži)						
NPV	EUR	43346163	69610663	327876832	-26491948	-10575322
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	983	624	2758	140	295
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	44	112	119	-189	-36
Zaļmēslojuma augu audzēšana						
NPV	EUR	15254748	17188218	44412454	3328545	1867928
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	181	204	526	38	22
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	84	84	84	88	84
Ilggadīgo zālāju ierīkošana organiskajās aramzemes augsnēs						
NPV	EUR	11144874	8450703	19753827	-335608	-1602099
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	14	8	43	9	62
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	805,17	1017,54	465,37	-36,37	-26,04
Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm						
NPV	EUR	-15776	-15776	-15776	-15776	-15776
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	554	332	1698	369	738
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	-0,03	-0,05	-0,01	-0,04	-0,02
Kārķļu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei						
NPV	EUR	-594	-594	-594	-594	-594
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	476	286	1460	317	635
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	-0,0012	-0,0021	-0,0004	-0,0019	-0,0009
Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās						
NPV	EUR	-1174	-1174	-1174	-1174	-1174
CO ₂ piesaiste (līdz 2030)	kt CO ₂	364	336	1908	291	348
CO ₂ piesaistes izmaksas	EUR t ⁻¹ CO ₂	-0,0032	-0,0035	-0,0006	-0,0040	-0,0034
KOPĀ CO₂ piesaiste, kt CO₂		2583	1797	8808	1360	2314
KOPĀ CO₂ piesaiste, %		15%	11%	52%	8%	14%

Avots: autoru aprēķini

Lai vizuāli parādītu katra pasākuma CO₂ piesaistes potenciālu un CO₂ piesaistes izmaksas, tika konstruēts MACC (1.9. att.). Pasākumi ar lielāko CO₂ piesaistes potenciālu ir “Kārklu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei”, “Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās” un “Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm”, kas kopā veido 60% no kopējā CO₂ piesaistes potenciāla. Turklāt šie pasākumi ir izmaksu izdevīgi. Salīdzinoši lielu CO₂ piesaistes potenciālu veido arī pasākumi “Slāpekļa piesaiste (tauriņzieži)” un “Zaļmēslojuma augu audzēšana” (34% no kopējā CO₂ piesaistes potenciāla), tomēr tie ir izmaksu efektīvi, jo to CO₂ piesaistes izmaksas nav pārāk augstas.



1.9. attēls. Robežsamazinājuma izmaksu līkne (MACC) CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas pasākumiem visām saimniecībām kopā, ņemot vērā klasteru vidējās CO₂ piesaistes izmaksas

Avots: autoru aprēķini

2. SEG emisiju ietilpības izvērtējums galvenajiem lauksaimniecības produktiem un to samazināšanas iespējas

Lauksaimniecības SEG emisijas tiek vērtētas kā būtisks faktors klimata izmaiņu kontekstā. Šo emisiju pieaugums atstāj negatīvu ietekmi uz dabas kapitāla vērtību. Uzkrātā informācija par SEG emisijām lauksaimniecībā, ir pamats lēmumu pieņemšanai, kā mazināt negatīvo ietekmi uz vidi. Vienlaikus, lauksaimniecībai ir jāapmierina pieaugošais pieprasījums pēc pārtikas resursu ierobežotas pieejamības situācijā. Tāpēc, tuvākās nākotnes uzdevums lauksaimniecībā ir mēģināt rast risinājumu, kā saražot vairāk pārtikas, nesamazinot dabas kapitāla vērtību. Viens no risinājumiem ir veikt lauku saimniecību ietekmes uz vidi novērtējumu un uzskaiti. Tas nozīmē, veidot ekonomisko sistēmu, kura nosaka, ka dabas kapitāla vērtības samazināšanās ir lauku saimniecību ārējās izmaksas, kuras saistītas ar saimnieciskajā darbībā radītajām SEG emisijām. Viens no indikatoriem ietekmes novērtēšanai mikro līmenī ir lauku saimniecībās ražošanas procesā radītās SEG emisijas. Eiropas Savienības (ES) dalībvalstu SEG emisiju intensitātes pētījumi koncentrējās gan uz lopkopības produkcijas ražošanu (Leip et al., 2010), gan graudkopību (Carlson et al., 2017). Šāds indikators/rādītājs sekmētu savlaicīgu saimniekošanas sistēmas pielāgošanu zemu emisiju ražošanas ciklam, kas būs nākotnes iespēja ekonomiskajai izaugsmei un vienlaikus arī ilgtspējai. Vēl papildus, izmantojot šo rādītāju, ir iespējams vērtēt ekonomisko procesu attīstību lauku saimniecībās un identificēt lauku saimniecību ekstensīvo vai intensīvo attīstības ekonomisko modeli. Ekonomiskās attīstības modelis atstāj būtisku ietekmi uz emisiju intensitāti lauksaimniecībā (Bonesmo et al., 2013; Bonesmo et al., 2012).

Šajā nodaļā ir novērtēta SEG emisiju intensitāte Latvijas lauksaimniecībā, un salīdzināti SEG emisiju intensitāti ietekmējošie rādītāji ar pārējo ES valstu rādītājiem. Lai varētu šādu novērtējumu veikt, veiktas šādas aktivitātes:

- izpētīta lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes aprēķināšanas un novērtēšanas metodika;
- novērtēta Latvijas lauksaimniecības SEG emisiju intensitāte;
- salīdzināti ES valstu lauksaimniecības SEG emisiju intensitāte.

Tā kā pētījumā tika analizēta situācija Latvijā un tā tika salīdzināta ar ES dalībvalstu rādītājiem, tad, lai dati būtu salīdzināmi, par pētījuma perioda tika izmantots 2005.-2015. gads. Jaunāki dati pētījuma izstrādes laikā vēl nebija pieejami.

2.1. Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes aprēķināšanas un novērtēšanas metodika

Lauksaimniecībā augkopības un lopkopības produkcijas ražošanai ir nepieciešams noteikts ražošanas resursu apjoms. Lauku saimniecība uzsākot produkcijas ražošanu būtībā, var izvēlēties, ko un kā ražot, izmantojot tās rīcībā esošos resursus. Ražošanas procesu izsaka kā ražošanas faktoru funkciju (2.1. formula):

$$P = f(x_1, x_2, \dots, x_n) \quad (2.1.)$$

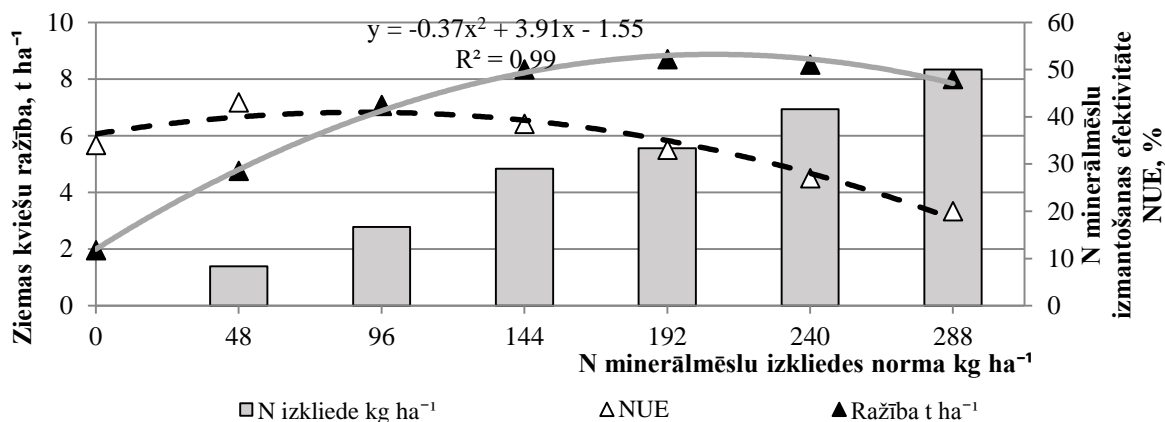
kur:

P – produkcijas izlaide;

x_1, x_2, \dots, x_n – izmantotie ražošanas faktori.

Šī funkcija parāda, kā un cik ātri resursi tiek pārvērsti galaproduktā, piemēram, cik vienību attiecīgā slāpekļa (N) minerālmēslojuma ir jālieto, lai iegūtu plānoto augkopības ražu. Tas norāda, kā iegūt maksimālo teorētiski iespējamo produkcijas daudzumu, pamatojoties uz racionālu izmaksu – ieguvumu analīzi un pamatotu izvēli. Tomēr, ražošanas faktoru izmantošanas pieaugums likumsakarīgi palielina SEG emisiju apjomu un samazina resursu izmantošanas efektivitāti. Pētījumi

pierāda, ja ražošanas resursu izlietojumu precīzi uzskaita un salīdzina ar produkcijas ražošanas rādītājiem, samazinās radīto emisiju apjoms. Datus analizē pēc iegūtajiem SEG emisiju un produkcijas kvantitatīvajiem rādītājiem. Piemērā (2.1. attēls) ir atspoguļota N minerālmēslu apjoma izmantošanas efektivitāte un saražotās ziemas kviešu produkcijas kopsakarība.



2.1. attēls. Kviešu ražības, N minerālmēslu izkliedes normu un izmantošanas efektivitāte

Avots: autoru veidots pēc Hawkesford, 2014

N minerālmēslu izmantošana augkopībā ir būtisks ražošanas faktors ekonomisko mērķu sasniegšanai (plānotās ražas ieguvei). Tomēr, vēl būtiskāk ir sekot līdzi N minerālmēslu izmantošanas efektivitātes rādītājam (NUE), jo neefektīvi izmantots N minerālmēslojums ir tiešs N₂O emisiju avots. Rezultātā tiek iegūta SEG emisiju ietilpīga (kg CO₂eq kg produkcija⁻¹) lauksaimniecības produkcija. SEG emisiju kvantificēšanu lauksaimniecībā veic, izmantojot IPCC noteiktās vadlīnijas un aprēķinu metodiku. Šīs vadlīnijas tika izstrādātas, lai izpildītu ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām, un paredz ietilpstošajām valstīm izveidot un regulāri atjaunināt SEG uzskaites rādītājus par katru kalendāro gadu. Šie aprēķinātie rādītāji raksturo saimnieciskās darbības intensitāti noteiktā teritorijā (valstī), bet nesniedz informāciju par emisiju intensitāti ražošanas procesā, kā arī neatspoguļo saražotās produkcijas emisiju ietilpību. SEG emisiju inventarizācijas ziņojums ietver standartizētu emisijas avotu grupējumu un atbilstošu emisiju kategoriju iedalījumu. Pēc IPCC noteiktajām vadlīnijām lauksaimniecībā uzskaitīto SEG emisiju avotu raksturojums un kategoriju sadalījums atspoguļots 2.1. tabulā.

2.1. tabula

Lauksaimniecībā uzskaitīto SEG emisiju avotu grupas un kategoriju sadalījums

SEG emisiju avotu grupu raksturojums	SEG emisiju kategorija
Oglekļa (C) krājumu izmaiņas (veido SEG emisijas vai piesaista C) visai apsaimniekotajai lauksaimniecības zemei	CO ₂
Augsnes dabīgās emisijas visai apsaimniekotajai lauksaimniecības zemei	N ₂ O
Emisijas no kalķošanas līdzekļu izmantošanas visai apsaimniekotajai lauksaimniecības zemei	CO ₂
Emisijas no mēslošanas līdzekļu izmantošanas visai apsaimniekotajai lauksaimniecības zemei	N ₂ O
Emisijas no organiskajām augsnēm lauksaimniecībā apsaimniekotajai zemei	N ₂ O
Lauksaimniecības dzīvnieku zarnu fermentācijas radītā emisija	CH ₄
Kūtsmēslu apsaimniekošanas sistēmu emisijas	CH ₄ ; N ₂ O

Avots: autoru veidots pēc NIR, 2018

Latvijai raksturīgajiem lauksaimnieciskās ražošanas apstākļiem tiek noteikti 7 SEG emisiju galvenie avoti un tos iedala 3 SEG emisiju kategorijās. Atkarībā no siltumnīcefektu izraisošās antropogēnās gāzes (CH₄; N₂O un CO₂) ietekmes potenciāla uz klimata izmaiņu procesu, datu vienkāršākas salīdzināšanas un interpretācijas nolūkā inventarizācijas ziņojumā tiek lietota aprēķinātā CO₂ eq vērtība. Saskaņā ar IPCC SEG emisiju aprēķinu vadlīnijām pastāv trīs iespējamās aprēķinu metodikas. Izmantojot IPCC Tier 1 metodiku aprēķinos, tiek izmantotas unificētas (vispārinātas) emisiju avotu raksturojošās emisiju faktoru vērtības. Realitātē noteiktās emisiju avotu grupas ietver dažādu tehnoloģisko procesu un ražošanas sistēmu izmantošanu, bet diemžēl pēc šīs aprēķinu metodikas nav iespējama procesu un sistēmu padziļināta detalizācija un konkrētai valstij atbilstoša emisiju faktora izmantošana aprēķinos. Precīzāka SEG emisiju aprēķināšanas metodika ir Tier 2, kas ļauj aprēķinos izmantot ar zinātniskiem pētījumiem pierādītus katras valsts individuālus emisiju faktorus. Arī šajos aprēķinos ir ierobežojumi tehnoloģisko procesu un sistēmu detalizācijas pakāpei. Savukārt Tier 3 metodika pieļauj katras valsts individuāli izstrādātu SEG aprēķinu metodiku.

Jau šobrīd atsevišķās ES valstīs SEG emisiju kvantitatīvos rādītājus iegūst izmantojot standartizētu, IPCC vadlīnijām atbilstošu, emisiju kalkulatoru (2.2. tabula), ar kura palīdzību tiek aprēķināta arī emisiju intensitāte. Izmantojot IPCC Tier 2 un Tier 3 aprēķinu metodiku, ir iespējams iegūt lielāku SEG emisiju ietekmējošo faktoru detalizāciju un prognozēt emisiju intensitātes izmaiņas. Tas palīdz lauku saimniecībām lēmumu pieņemšanā, kad jāizvēlas pareizā ražošanas faktoru kombinācija. Rezultātā ir samazinājies resursu patēriņš (ekonomiskie ieguvumi) un samazinājušās SEG emisijas (vides ieguvumi).

2.2. tabula

Latvijā izmantojami lauksaimniecības SEG emisiju aprēķina kalkulatori

Izstrādātājs	Nosaukums	Pieklūve	Apraksts	Rādītāji	Vietnes adrese
Country Land and Business	CALM	Tiešsaiste	SEG saimniecībā	Kopējās emisijas	www.cla.org.uk/advice/what-cla-calm-calculator#
Cool Farm Institute	Cool Farm Tool v1.1	Pieejama datora programma	SEG saimniecībā	Kopējās emisijas: uz ha ⁻¹ prod. v.	www.coolfarmtool.org
Joint Research Center	Solagro	Pieejama datora programma	SEG saimniecībā	Kopējās emisijas: uz ha ⁻¹ prod. v	www.solagro.org/nos-domaines-d-intervention/agroecologie/carbon-calculator

Avots: autoru veidots

Lauksaimniecības SEG emisiju aprēķināšanā izmantojot Tier 2 un Tier 3 metodiku, ir nepieciešami Latvijas apstākļos veikti zinātniski un praktiski pētījumi. Iegūtie dati nodrošinātu plašāku SEG emisiju veidojošo faktoru kopumu, un līdz ar to arī plašākas iespējas samazināt SEG lauksaimniecībā.

2.1.1. Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes rādītāju klasifikācija

Šobrīd pastāvošā SEG emisiju uzskaitē lauksaimniecībā sniedz lēmumu pieņemējiem informāciju par kopējo emisiju apjomu valsts teritorijā, bet jāatdzīst, ka šīs informācijas izmantošanā ir būtiski ierobežojumi (MacLeod., 2018), jo:

- lauksaimnieciskās darbības SEG emisiju veidošanās tiek noteikti kā atsevišķi, nevis integrēti procesi;
- SEG aprēķinos netiek ietverti tehnoloģisko procesu un ražošanas sistēmu ietekmes faktori (augseka; augsnes apstrāde u.c.);
- aprēķinos tiek noteikta kopējā emisija, nevis emisiju intensitāte (uz noteiktu vienību).

Tāpēc šī informācija var būt maldinoša, jo emisiju izmaiņas var rasties nevis no emisijas intensitātes izmaiņām, bet gan no izmaiņām lauksaimnieciskajā darbībā kopumā. Tāpēc ir jāpapildina kopējie lauksaimniecības SEG emisiju kvantitatīvie rādītāji ar emisiju intensitātes rādītājiem. Ieteicamie emisiju intensitātes rādītāji ir apkopoti 2.3. tabulā.

2.3. tabula

Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes rādītāji

Emisiju intensitātes rādītājs	Attiecināmā vienība	Apraksts
kg CO ₂ eq valsts teritorija	Valsts, teritorija	Izmanto pašreizējā valstu SEG emisiju inventarizācijā. Atspoguļo dažādu nozaru SEG apjomu. Nesniedz informāciju par ražošanas efektivitāti
kg CO ₂ eq ha ⁻¹ gads ⁻¹ kg CO ₂ eq dzīvnieks gads ⁻¹ ₁	Lauksaimniecībā izmantotā zeme, dzīvnieku skaits	Atspoguļo dažādu lauksaimniecībā izmantoto zemi, dzīvnieku SEG, bet neiesniedz informāciju par ražošanas efektivitāti
kg CO ₂ eq kg dzīvsvars ⁻¹ kg CO ₂ eq kg masa ⁻¹	Saražotā lopkopības produkcija, saražotā augkopības produkcija	Izmanto SEG intensitātes noteikšanai augkopībā un lopkopībā. Neatspoguļo procesu un produktu kvalitatīvo īpašību atšķirības.
kg CO ₂ eq kg produkts ⁻¹	Saražotā pārtika	Ļauj analizēt viena un tā paša produkta ražošanas emisiju intensitāti dažādās teritorijās un ražošanas sistēmās. Nav iespējams salīdzināt produktus ar dažādu uzturvērtību.
kg CO ₂ eq kg CP kg DM ⁻¹	Saražotā proteīna vērtība (CP)	Ļauj salīdzināt emisiju ietilpību produktiem pēc to masas, uzturvērtības un enerģētiskās vērtības.
kg CO ₂ eq MJ kg DM ⁻¹	Saražotā enerģētiskā vērtība (MJ)	
kg CO ₂ eq EUR ⁻¹	Produkcijas ekonomiskā vērtība	Ļauj labi novērtēt ekonomisko izaugsmi. Grūti interpretēt rādītāja nozīmi praksē. Emisiju intensitātes izmaiņas var būt saistītas ar izmaiņām: 1) ražošanas efektivitātē; 2) vērtības pieaugumā; 3) abos gadījumos.

Avots: autoru veidots pēc MacLeod et al., 2018

Emisijas intensitātes rādītājs atspoguļo ražoto lauksaimniecības produktu efektivitāti atkarībā no to uzkrātās un izmantojamās vērtības. Pēc nepieciešamības un nākotnes pieprasījuma ir iespējams noteikt kādus lauksaimniecības produktus ražot, veidojot SEG emisiju maziētelpīgu ražošanas

sistēmu. Galveno augkopības produktu veidu ražošanā radītās SEG emisijas atkarībā no to uzkrātās izmantojamās vērtības apkopotas 2.4. tabulā.

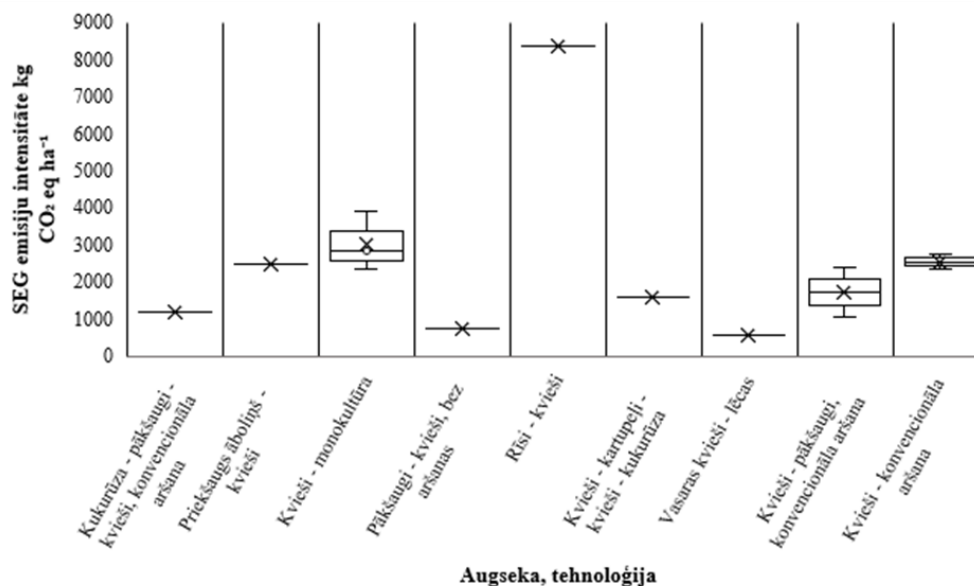
2.4. tabula

Vidējie vērtību rādītāji galvenajiem kultūraugiem un ražošanā radītās SEG emisijas

Produkcija	Ražība, t ha ⁻¹	Sausna saturs (DM), g kg ⁻¹	Energijas vērtība (ME), MJ kg DM ⁻¹	Proteīna saturs (CP), g kg DM ⁻¹	SEG emisijas, kg CO ₂ eq uz saražotās produkcijas:		
					kg ⁻¹	GJ ME ⁻¹	kg CP ⁻¹
Ziemas kvieši pārtikai	7,7	860	13,6	130	0,51	0,044	4,56
Ziemas kvieši lopbarībai	8,1	860	13,6	116	0,46	0,039	4,61
Mieži	5,7	860	13,2	116	0,38	0,033	3,81
Ziemas rapsis	3,2	930	23,1	212	1,05	0,049	5,33
Cukurbietes	63	220	13,2	68	0,04	0,015	2,87
Kartupeļi	48	200	13,3	93	0,1	0,038	5,38
Lauka pupas	3,4	860	13,3	298	0,03	0,056	1,99
Kukurūza (zaļmasa)	11,2	280	11	101	0,3	0,027	2,97

Avots: autoru veidots pēc Audsley, 2014

Pēc apkopotajiem (Audsley E., 2014) pētījumu rezultātiem ir secināms, ka emisiju ietilpīgākie augkopības produkcijas veidi pēc uzkrātās proteīna vērtības ir kartupeļi, savukārt pēc uzkrātās enerģētiskās vērtības – lauka pupas. Tāpēc, SEG emisiju izmaiņu/samazināšanas kontekstā ir nepieciešamība pēc pārdomātas un mērķtiecīgi veidotas augkopības produkcijas sējumu struktūras un izmantoto tehnoloģiju un ražošanas sistēmu pielietojuma. Emisiju ietilpīgu produktu sējumu platību palielinājums neizbēgami palielinās kopējo emisiju apjomu. 2.2. attēlā apkopotas SEG emisiju intensitātes rādītāju vērtības (kg CO₂ eq ha⁻¹), kuras iegūtas pētījumos, izmantojot dažādas augsnes apstrādes tehnoloģijas un atšķirīgas augsekas.



2.2. attēls. Kviešu audzēšanas SEG emisiju intensitātes rādītāji analizētajos pētījumos (kg CO₂ eq ha⁻¹) atkarībā no izmantotās lauksaimniecības prakses

Avots: autoru apkopojums

Apkopoto pētījumu rezultāti norāda uz nepieciešamību noteikt Latvijas apstākļiem raksturīgos SEG emisiju faktorus. Izmantot pēc iespējas Tier 2 un veidot Tier 3 aprēķinu metodiku, jo pētījumu rezultātos konstatētā rādītāju ($552 - 8360 \text{ kg CO}_2 \text{ eq ha}^{-1}$) izkļiede ļauj izvirzīt secinājumu, ka emisiju faktoru būtiski ietekmē katrā lauku saimniecībā izmantotās ražošanas tehnoloģijas un sistēmas. Latvijā SEG emisiju intensitāte lauksaimniecībā var būtiski atšķirties gan teritoriāli, gan atsevišķās lauku saimniecībās. Tāpēc ir nepieciešama SEG intensitātes rādītāja uzskaites ieviešana situācijas analīzei un lēmumu pieņemšanai.

2.1.2. Lauksaimniecības produkcijas SEG emisiju intensitātes rādītāju aprēķināšanas metodika

SEG emisiju intensitātes aprēķināšanā tiek izmantotas divas pieejas SEG vērtību noteikšanai (MacLeod et al., 2016). Atkarībā no izvirzītā mērķa tās iedalās:

- produkta ražošanas tiešās SEG emisijas;
- produkta ražošanas, tiešās un netiešās emisijas.

Pirmajā gadījumā, aprēķinot tiešās, emisijas tiek uzskaitītas tikai izlietoto ražošanas faktoru tieši radītās emisijas, kuras veidojas produkta ražošanas procesā. Piemēram, augkopībā, tiek aprēķinātas emisijas, kuras veidojas no tieši izmantotā mēslojuma konkrētajai augkopības produkcijai. Savukārt otrajā gadījumā papildus tiešajām emisijām tiek aprēķinātas arī netiešās emisijas (Gulzari et al., 2017) Tā ir produkta ražošanā radīto emisiju kopsūma, iekļaujot izmantoto ražošanas faktoru ražošanas procesa emisijas. Piemēram, aprēķinot augkopības produkcijas ražošanas emisijas, tajās jāiekļauj mēslošanas līdzekļu, augu aizsardzības līdzekļu u. c. ražošanas procesā radītās emisijas. Pētījumu metode, kad SEG emisijas lauksaimniecībā tiek aprēķinātas ietverot tajos procesus pirms un pēc produkta ražošanas, tiek saukta par produkta dzīves cikla analīzi (LCA). Šādi aprēķina produktu emisiju ietilpību.

Aprēķinot lauksaimniecības SEG emisijas un iesniedzot inventarizācijas ziņojumu (NIR), saskaņā ar ANO Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām, par pamatu tiek pieņemti ekonomiskie procesi, kuri notiek lauku saimniecībās, un atspoguļojas apkopotajos darbības statistiskajos aktivitāšu rādītājos. Tiek uzskaitītas tikai tiešās SEG emisijas, kuras veidojas lauku saimniecību saimnieciskās darbības rezultātā. Šāda SEG emisiju aprēķināšanas metode neietver būtiskus emisiju avotus, kuri veidojas pirms lauku saimniecības (minerālmēslu, augu aizsardzības līdzekļu, degvielas u.c. ražošana), gan arī tos SEG emisiju avotus, kuri veidojas lauksaimniecības produkcijas pārstrādes un piegādes procesā. Aprēķinot SEG emisiju intensitāti lauksaimniecības produkcijas ražošanā, un to attiecinot uz konkrētās teritorijas/valsts saražoto produkciju, iegūtie SEG emisiju intensitātes rādītāji var būtiski atšķirties. Tāpēc, pirms noteikt lauksaimniecības produkta SEG emisiju ietilpību/intensitāti, ir nepieciešams noteikt kādi procesi tiek ietverti SEG emisiju aprēķinos. SEG emisiju avotu piemēri, kuri veidojas lauksaimniecības produkcijas ražošanas procesā pirms un pēc lauku saimniecības ir apkopoti 2.5. tabulā.

Lauksaimniecības produkcijas ražošanas netiešo SEG emisiju avotu piemēri

SEG emisiju avoti pirms lauku saimniecības	SEG emisiju avoti pēc lauku saimniecības
<ul style="list-style-type: none"> • Augkopības produktu tehnisko aizsarglīdzekļu ražošana (piem. agrotīkls u.c.) • Augkopības produktu ķīmisko aizsarglīdzekļu ražošana; • Mēslošanas līdzekļu ražošana • Lopbarības ražošana • Degvielas un elektroenerģijas ražošana • Kapitālpreču ražošana (piem. dažāda tehnika) • Izejvielu pārvadāšana 	<ul style="list-style-type: none"> • Pārstrāde • Iepakojuma ražošana • Preču piegāde • Vairumtirdzniecība • Mazumtirdzniecība • Atkritumu apsaimniekošana

Avots: autoru veidots pēc Leinonen et al., 2018 un Garnett T. 2011

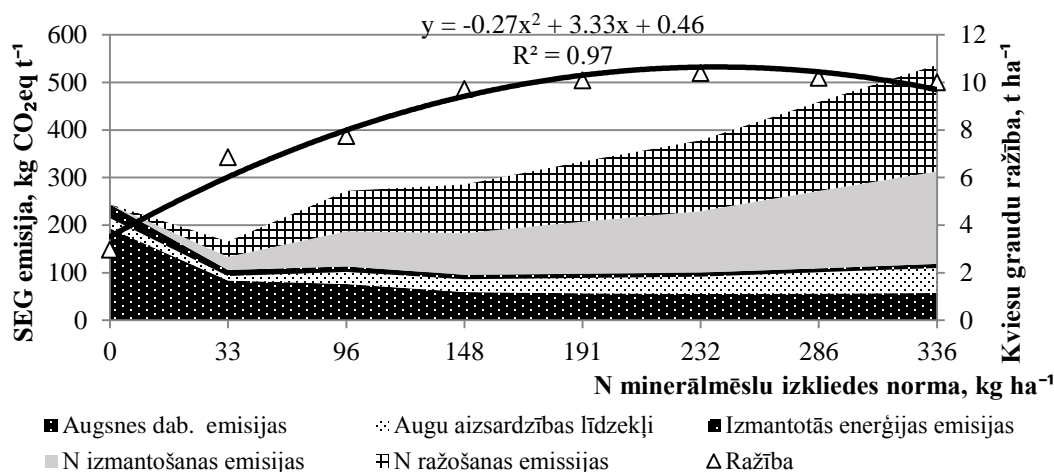
Rādītāju salīdzināšanai var izmantot citu pētnieku publicētos rezultātus un šos datus var pielietot emisiju intensitātes aprēķināšanai, tomēr ir būtiski veikt datu analīzi par Latvijas teritorijā notiekošajiem procesiem. Piemērā (2.6. tabula) apkopoti dati par būtiskākajiem SEG emisiju veidošanās avotiem ziemas kviešu audzēšanā, izmantojot dzīves cikla analīzes metodi.

Vidējie SEG emisiju faktoru (EF) vērtību rādītāji ziemas kviešu audzēšanā

Emisiju avots	Rādītājs	Emisiju faktors, CO ₂ eq kg ⁻¹	+/- Δ EF, CO ₂ eq kg ⁻¹	Literatūras avots
N minerālmēslu ražošana		7,11	2,09	Hughes D. J., 2011; Brentrup F., 2008
N minerālmēslu izmantošana		6,16	9,24	IPCC Tier 1; De Klein et al., 2006 Brentrup F., 2008
Augsnes kalķošana		0,84	0,26	IPCC Tier 1; De Klein et al., 2006
Herbicīdu izmantošana		5,08	1,52	Hughes D. J., 2011; Kindred D., 2008
Pesticīdu izmantošana		3,03	0,99	Hughes D. J., 2011; Kindred D., 2008
Enerģijas izmantošana		1,07	2.58	Kindred D., 2008; Berry P., 2008

Avots: autoru apkopojums

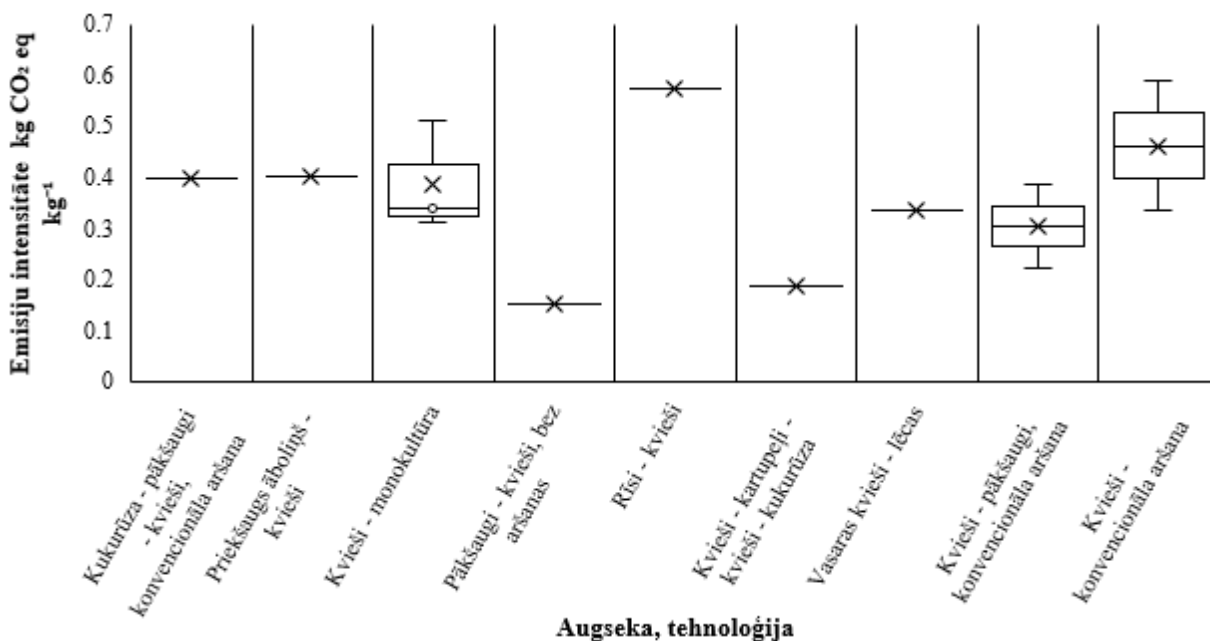
SEG emisijas lauksaimniecībā, izmantojot LCA metodi, atkarībā no interpretācijas un aprēķiniem var izmantot gan ekonomisko, gan vides ilgtspējas mērķu sasniegšanas kontrolei lauksaimniecībā. Tāpēc, ir jāmeklē līdzsvara punkts starp, piemēram, izmantoto N minerālmēslu izkliedes normu, radītajām SEG emisijām un iegūstamo ražu. Teorētisks, uz eksperimentāliem datiem veidots SEG emisiju intensitātes rādītāju korelācijas modelis kviešu audzēšanā, izmantojot LCA metodiku attēlots 2.3. attēlā.



2.3. attēls. SEG emisiju intensitātes, kviešu ražības un N minerālmēsļu izkliedes normas novērotā korelācija

Avots: autoru veidots pēc Kindred D., 2008

Pētījuma autoru apkopotajos dažādās valstīs citu zinātnieku veiktajos pētījumos ir izmantotas atšķirīgas pieejas SEG emisiju aprēķināšanā. 2.4. attēlā ir apkopoti iegūtie rezultāti no jau veiktajiem pētījumiem par emisiju intensitāti ($\text{kg CO}_2 \text{ eq kg produkcija}^{-1}$) produkcijas ražošanā, izmantojot atšķirīgas saimniekošanas sistēmas un tehnoloģijas.



2.4. attēls. Kviešu audzēšanas SEG emisiju intensitātes rādītāji analizētajos pētījumos ($\text{kg CO}_2 \text{ eq kg}^{-1}$) atkarībā no izmantotās lauksaimniecības prakses

Avots: autoru apkopojums

LCA metodika palīdz izvairīties no neprecizitātes, nosakot konkrēta produkta emisiju ietilpību/intensitāti. Piemērs 2.3. attēlā labi raksturo situāciju kviešu audzēšanā. Ja netiek ņemtas vērā SEG emisijas, kuras veidojas minerālmēsļu un augu aizsardzības līdzekļu ražošanā, tad vienas tonnas kviešu saražošanas procesā tiek radītas aptuveni $100 \text{ kg CO}_2 \text{ eq}$. Šāds emisiju apjoms tiek uzskaitīts SEG emisiju inventarizācijas ziņojumā (NIR). Tomēr, realitātē izmantotie augu aizsardzības,

mēslošanas līdzekļi un citi nepieciešamie ražošanas faktori arī ir SEG emisiju avoti to izgatavošanas procesā. Ņemot vērā šos faktorus, vienas tonnas kviešu saražošana rada līdz pat 500 kg CO₂ eq. SEG emisiju. N minerālmēslu izmantošanas efektivitāti un N₂O emisiju pieaugumu tieši ietekmē augkopības vajadzībām izmantotās augsnes tips, meteoroloģiskie laika apstākļi un augsnes kvalitatīvie rādītāji. Atkarībā no augsnes tipa, meliorācijas sistēmas darbības un augsnes temperatūras, piemēram N₂O emisijas no izklidētajiem N minerālmēsliem variē robežas no 0,84% smilšmāla augsnēm līdz 4,67% mitrās māla augsnēs (Brentrup F., 2008).

Ir iegūti pirmie rezultāti par SEG emisiju praktiskajiem rādītājiem Latvijas apstākļos dažādām lauksaimniecības kultūrām noteiktos Latvijas reģionos (Lazdiņš A. u.c. 2017). Latvijas apstākļos iegūtie rezultāti papildina un apstiprina citu valstu zinātnieku pētījumu (1.pielikums) rezultātus, ka SEG emisiju faktors var būtiski atšķirties atkarībā no ražošanas tehnoloģijas, saimniekošanas sistēmas un konkrētās ģeogrāfiskās vietas klimatiskajiem apstākļiem, kā arī augsni raksturojošajiem rādītājiem. Pētījumu turpmāku nepieciešamību pastiprina apstākļi, ka no Eiropas Komisijas (European Commission 2016), Eiropas Vides aģentūras (EEA 2018) un pētniecības institūcijām (Hart et al., 2017) tik veikts monitorings SEG emisiju ierobežošanas rādītāju mērķa izpildē ES kopumā un katrā dalībvalstī atsevišķi.

2.2. Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes novērtējums Latvijā

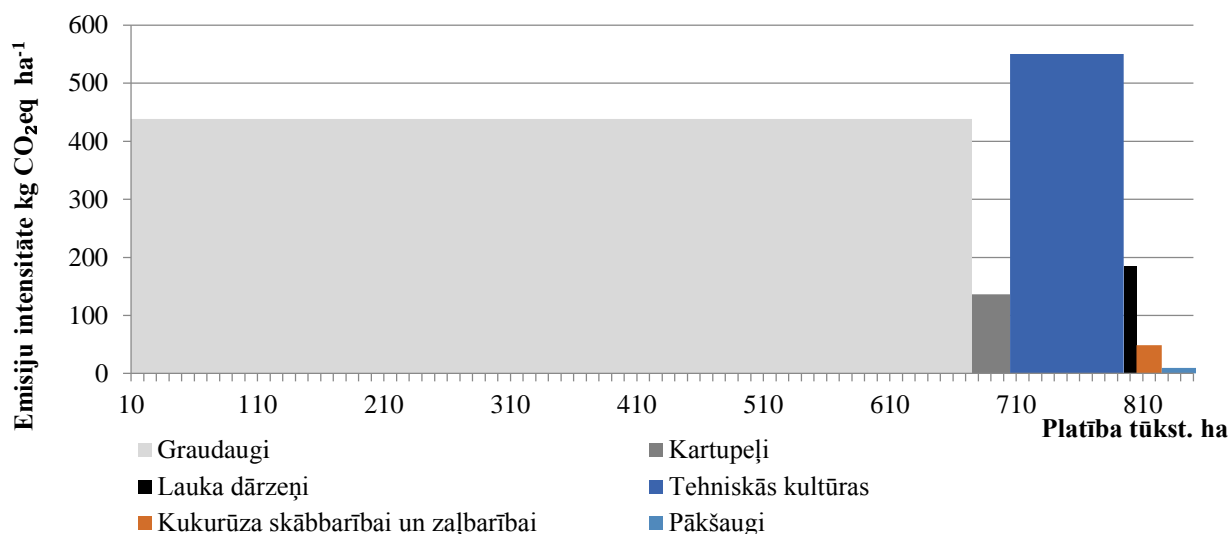
Galvenie lauksaimniecības SEG emisiju avoti Latvijā 2016. gadā bija: vienvērtīgā slāpekļa oksīda (N₂O) emisijas no lauksaimniecības augsnēm, kas veidoja lielāko daļu (59,5%) no kopējām emisijām, metāna (CH₄) lauksaimniecības dzīvnieku zarnu fermentācijas procesu emisijas bija otrs lielākais lauksaimniecības emisiju avots, radot 32,3% no kopējām lauksaimniecības emisijām. CH₄ un vienvērtīgā slāpekļa oksīda (N₂O) emisijas no kūtsmēsļu apsaimniekošana radīja 7,1%, bet CO₂ emisijas no kalķošanas un karbamīda izmantošanas kopā veidoja 1,1% no kopējām lauksaimniecības emisijām 2016. gadā (NIR 2018). Lauksaimniecība ir otrs lielākais emisiju sektors Latvijas SEG inventarizācijā, kas radīja 23,6% (2663,43 kt CO₂ eq.) no kopējām Latvijas SEG emisijām 2016. gadā (neskaitot ZIZIMM).

2016. gadā kopējās lauksaimniecības emisijas ir samazinājušās par aptuveni 52,5%, salīdzinot ar 1990. gadu, galvenokārt tāpēc, ka, ir samazinājies saražotās lauksaimniecības produkcijas apjoms, mājlopu skaits, kā arī ir samazinājušies kultūraugu ražošanas apjomi un minerālmēslojuma patēriņa apjomi. Kopš 2005. gada lauksaimniecības emisijas ir pieaugušas par 13,8% 2016. gadā. Emisiju pieaugumu šajā laika periodā sekmēja lauksaimnieciskās ražošanas rādītāju paaugstināšanās galvenokārt augkopības sektorā, palielinoties sējplatību un izmantoto minerālmēsļu daudzumam.

Salīdzinot 2016. gadu ar 2015. gadu, lauksaimniecības emisijas ir samazinājušās par 0,3%. Emisiju apjoma samazināšanos veicināja galvenokārt slaucamo govju, zirgu, kažokzvēru un trušu skaita samazināšanās, kā arī lauksaimniecības kultūru ražas samazināšanās. Tāpat emisiju samazinājumu sekmēja arī organisko augšņu platību samazināšanās (par 2%). Saskaņā ar Centrālās statistikas pārvaldes publicēto informāciju par 3,3% palielinājās slāpekļa minerālmēsļu patēriņš, par 5,6% pieauga apsētās platības, kā arī par attiecīgi par 13,3% un 27,37% pieauga izmantoto kalķošanas materiālu un karbamīda daudzums (NIR 2018).

Latvijā 2015. gadā lauksaimniecībā tika izmantoti 1884,8 tūkst. ha zemes. No tiem 1229,8 tūkst. ha bija aramzeme. Galvenās aramzemē sētās augkopības kultūru grupas ir: graudaugi 672,4 tūkst. ha; tehniskās kultūras 91 tūkst. ha; kukurūza skābbarībai un zaļbarībai 25,5 tūkst. ha; kartupeļi 24,8 tūkst. ha; pākšaugi 31,6 tūkst. ha un atklātā lauka dārzeni 8,1 tūkst. ha. Salīdzinot 2015. gadu ar 2005.

gadu, lauksaimniecībā izmantotās zemes platība ir palielinājusies 8,7%. Savukārt aramzemes platība ir palielinājusies par 12,6%. Būtiskas izmaiņas ir notikušas augkopības sējumu struktūrā: graudaugu platības palielinājušās par 43,4%; tehniskās kultūras par 21%; kukurūzas platība skābbarībai un zaļbarībai par 782%; pākšaugiem par 1336%, bet samazinājušās kartupeļiem par 45%; un atklātā lauka dārzeņiem par 37%. Galveno augkopības kultūru sējumu platība 2015. gadā bija 853,5 tūkst. ha, un tās aizņēma 70% no kopējās aramzemes platības. Šo kultūraugu audzēšana veido 1408,078 kt CO₂ eq vienvērtīgā slāpekļa oksīda (N₂O) emisiju no lauksaimniecības augsnēm. SEG emisiju intensitāte no izmantotā slāpekļa (N) minerālmēslojuma (kg CO₂ eq ha⁻¹) galveno kultūraugu grupām Latvijā 2015. gadā atspoguļota 2.5. attēlā.

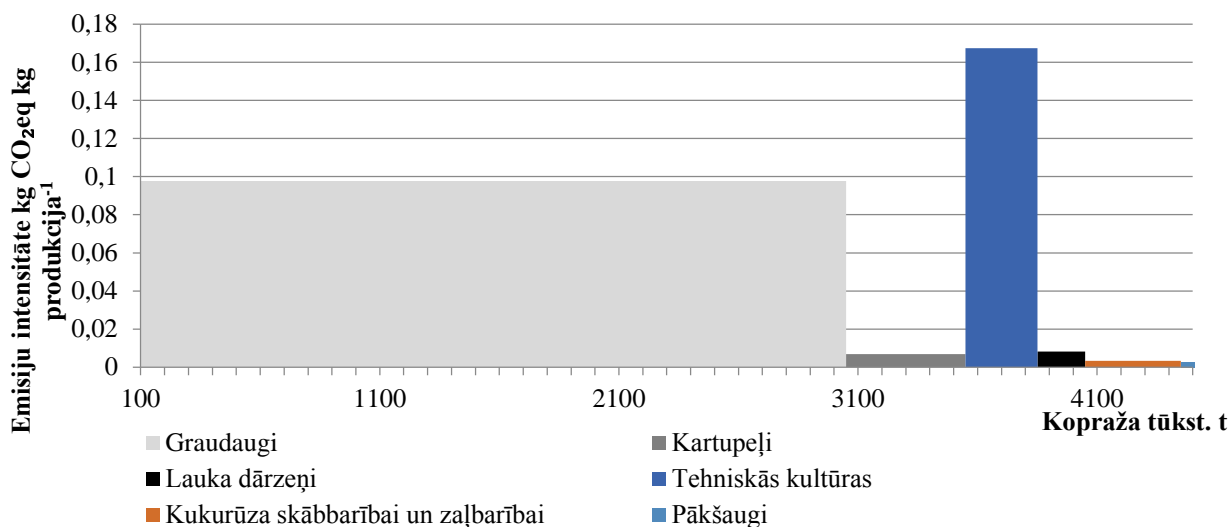


2.5. attēls. Galveno kultūraugu grupu platības (tūkst. ha) un emisiju intensitāte (kg CO₂eq ha⁻¹) no lauksaimniecības augsnēm izmantotā slāpekļa minerālmēslojuma Latvijā 2015. gadā

Avots: autoru veidots pēc CSP, 2018

Nosakot emisiju intensitāti, uz lauksaimniecībā izmantoto platības vienību ir konstatēts, ka augstāka tā ir tehnisko kultūraugu sējumos (550,4714 kg CO₂eq ha⁻¹), bet zemākā pākšaugu sējumos. Graudaugu sējumos ir konstatēta par 20% zemāka emisiju intensitāte (438,43 kg CO₂eq ha⁻¹).

SEG emisiju intensitātes rādītāji rēķinot uz saražotās produkcijas vienību (kg CO₂eq kg produkcija⁻¹) atspoguļoti 2.6. attēlā.

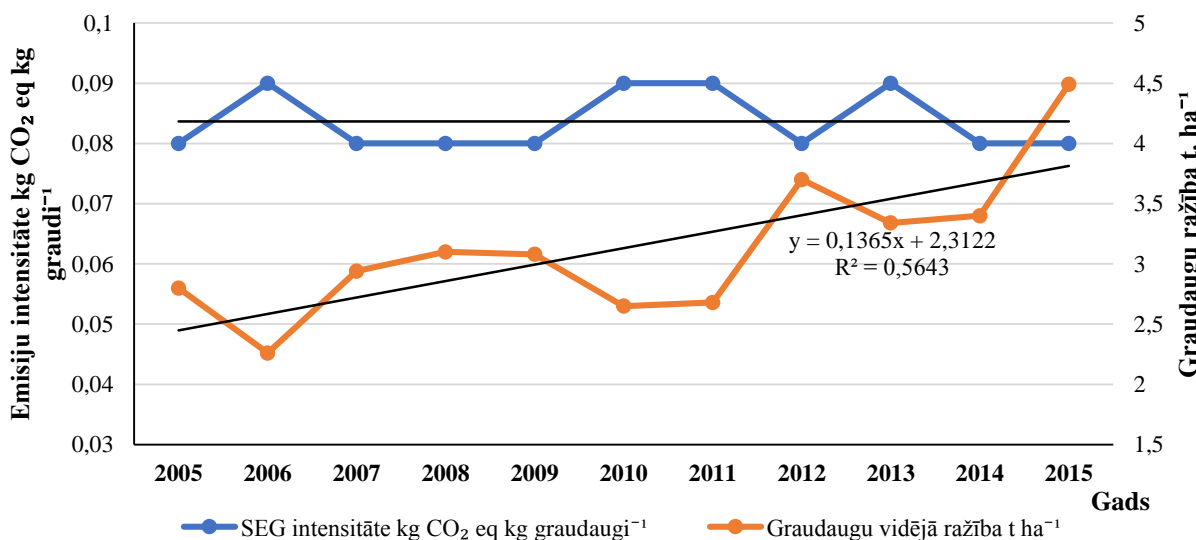


2.6. attēls. Augkopības produkcijas kopraža (tūkst. t.) un emisiju intensitāte (kg CO₂eq produkcija kg⁻¹) no lauksaimniecības augsnēs izmantotā slāpekļa minerālmēslojuma Latvijā 2015. gadā

Avots: autoru veidots pēc CSP, 2018

Aprēķinos konstatēta būtiski augstāka emisiju intensitāte saražotajai tehnisko kultūraugu produkcijas vienībai (0,17 kg CO₂ eq produkcija kg⁻¹). Graudaugu ražošanas SEG emisiju intensitāte ir par 58% zemāka, un veido 0,097 kg CO₂eq produkcija kg⁻¹.

SEG emisiju intensitātes dinamikas aprēķināšanai Latvijā 2005.–2015. gadā tika izmantoti Centrālās statistikas pārvaldes un Apvienoto Nāciju Pārtikas un lauksaimniecības organizācijas apkopotie dati. Aprēķinu rezultāti emisijas intensitātes rādītāju izmaiņām atspoguļoti 2.7. attēlā



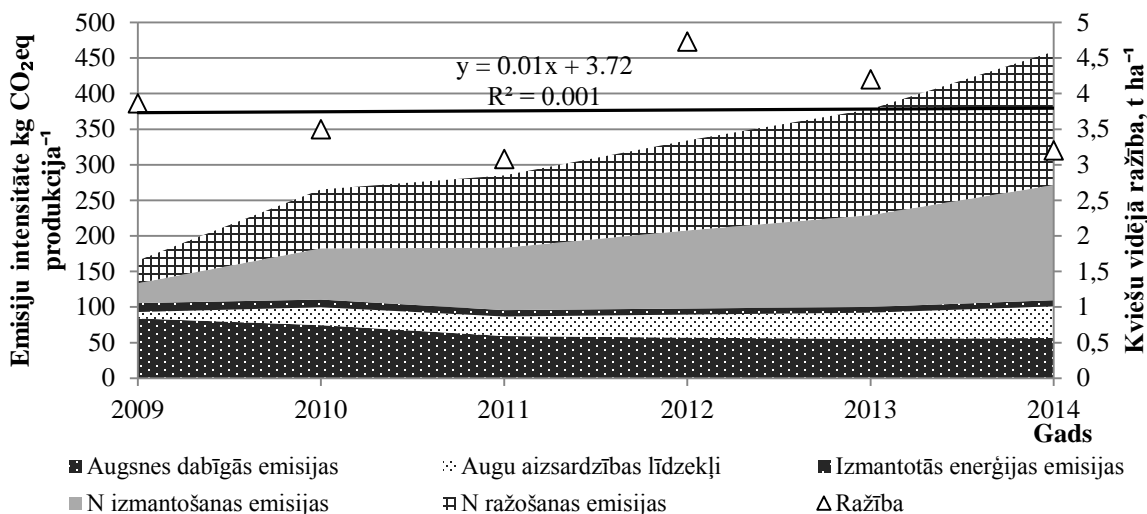
2.7. attēls. Graudaugu produkcijas ražība (tūkst. ha⁻¹) un emisiju intensitāte (kg CO₂eq kg graudi⁻¹) Latvijā 2005.–2015. gadā

Avots: autoru veidots pēc CSB, FAO, 2018

Aprēķinot SEG emisiju intensitāti graudaugu ražošanai (kg CO₂eq kg graudi⁻¹) Latvijā 2005.–2015. gadā nav konstatēts emisiju intensitātes pieaugums. Tas izskaidrojams ar vidējās graudaugu ražības

pieaugumu, kas kompensē SEG emisiju palielināšanos no N minerālmēslu, augu aizsardzības līdzekļu un kaļķošanas materiālu intensīvākas izmantošanas.

Atšķirīgi rezultāti tiek iegūti SEG emisiju intensitāti aprēķinā izmantojot LCA metodi (2.8. attēls).

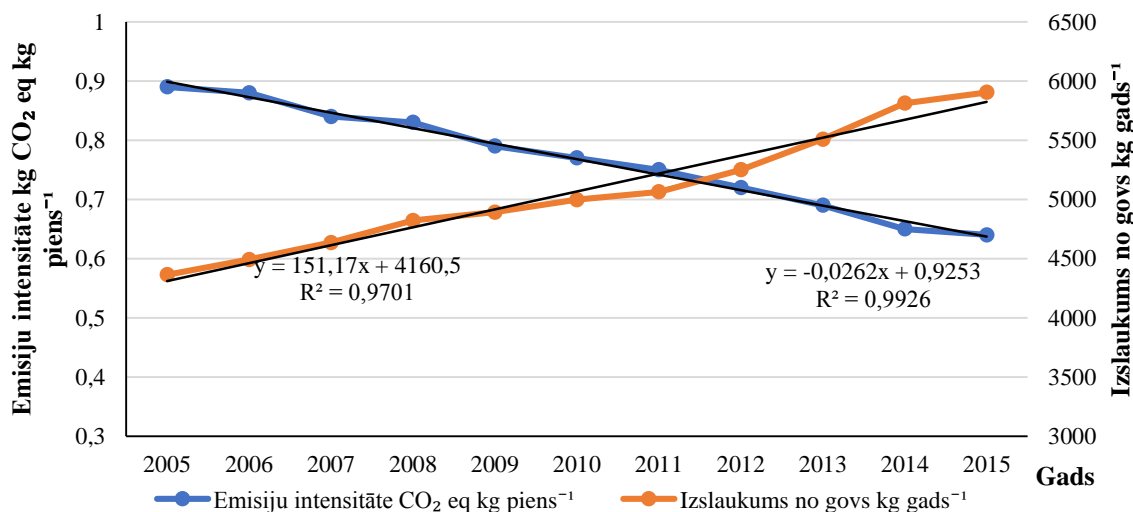


2.8. attēls. SEG emisiju intensitāte ziemas kviešu sējumos Latvijā 2009.–2014. gadā, kg CO₂ eq t⁻¹

Avots: autoru veidots

Salīdzinājumam tika izvēlēti pēc identiskas metodes aprēķinātie rādītāji ziemas kviešu audzēšanā radītajām SEG emisijām Apvienotajā Karalistē (Berry P. M., 2010) un Polijā (Wojcik-Gront E., 2016). Šajā modelī emisiju aprēķiniem tiek izmantoti radītāji, kas raksturo: enerģijas izmantošanu; sēklas ražošanu; N minerālmēslu ražošanu un izmantošanu; augu aizsardzības līdzekļu izmantošanu; augsnes kaļķošanu. Latvijā 2014. gadā vienas tonnas ziemas kviešu saražošanai tika radītas 457,4 kg CO₂ eq t⁻¹, Polijā šis rādītājs ir 334 kg CO₂ eq. t⁻¹ (Wojcik-Gront E., 2016), bet Apvienotajā Karalistē 510 kg CO₂ eq t⁻¹ (Berry P. M., 2010).

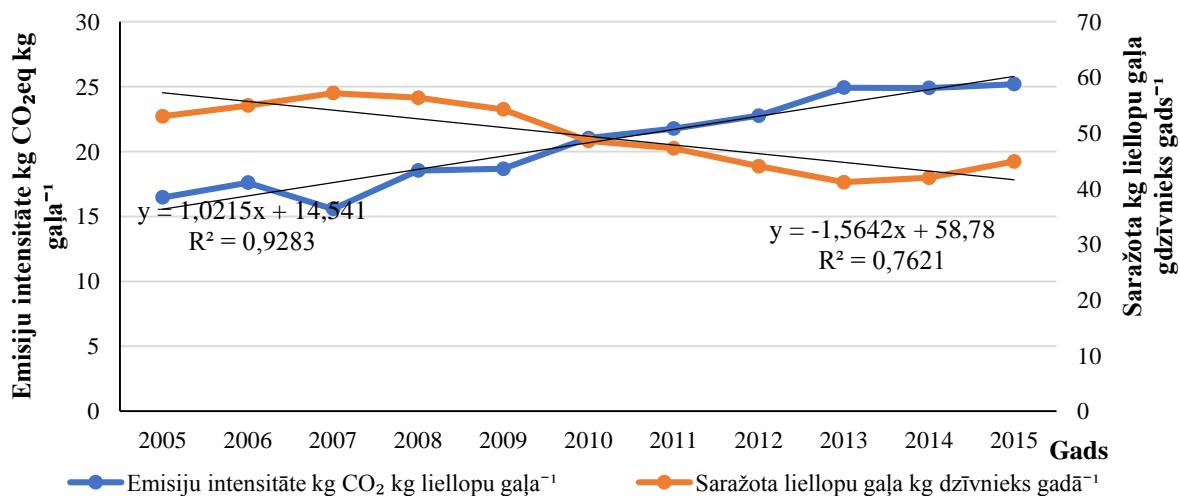
2.9. attēls atspoguļo saražotā piena emisiju intensitāti (kg CO₂eq kg piens⁻¹).



2.9. attēls. Vidējais piena izslaukums no govju (govju kg gads⁻¹) un emisiju intensitāte (kg CO₂ eq piens kg⁻¹) Latvijā 2005.–2015. gadā

Avots: autoru veidots pēc CSB, FAO, 2018

Piena ražošanā vērojama pozitīva virzība uz emisiju mazietilpīgas produkcijas ražošanu. 2.10. attēlā atspoguļota liellopu gaļas ražošanas emisiju intensitāte (kg CO₂eq kg gaļa⁻¹).



2.10. attēls. Vidēji saražotā liellopu gaļa no dzīvnieka (dzīvnieks kg. gads⁻¹) un emisiju intensitāte (kg CO₂eq gaļa kg⁻¹) Latvijā 2005.–2015. gadā

Avots: autoru veidots pēc CSB, FAO, 2018

Liellopu gaļas ražošanā pēc autoru aprēķiniem ir novērojams emisiju intensitātes pieaugums. Notiek negatīva virzība uz emisiju ietilpīga produkta ražošanu. Veicot liellopu gaļas ražošanas attīstību ietekmējošo faktoru padziļinātu analīzi, autori nonāca pie būtiskām cēloņsakarībām. SEG emisiju intensitātes aprēķināšanai izmanto CSP pieejamo informāciju par dzīvnieku skaitu un saražoto gaļas daudzumu. Šie dati uzrāda dzīvnieku skaita palielināšanos un vienlaikus saražotās produkcijas (gaļas) samazināšanos. Otra rādītāju kopa ir SEG emisijas gaļas lopkopībā. Pēc SEG NIR ziņojuma datiem emisijas pieaug. Tāpēc, lai iegūtu kopējo saražotās gaļas apjomu, papildus tika apkopota informācija par liellopu eksportu. Rezultāti apkopoti 2.7. tabulā.

2.7. tabula.

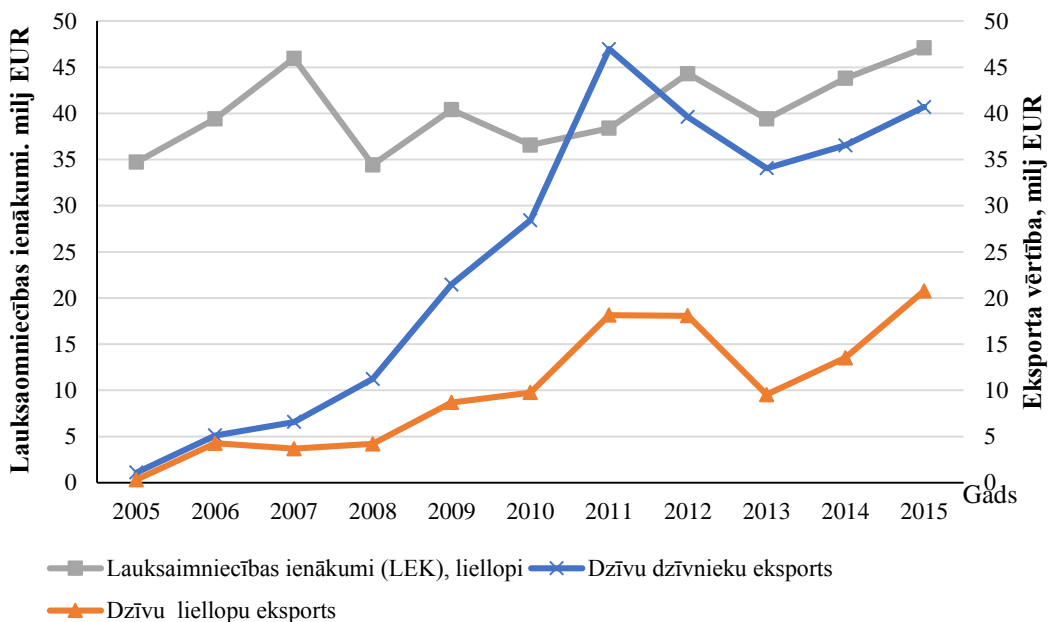
Latvijā izaudzētu dzīvu liellopu eksports sadalījumā pa valstīm (EUR, kg pēc KN 0102), 2005., 2015. un 2017. gads

Eksporta valsts	2005		2015		2017	
	EUR	kg	EUR	kg	EUR	kg
Bosnija un Hercegovina	-	-	-	-	201713	77727
Beļģija	134080	n.v.	536396	228889	1818567	616176
Čehijas Republika	-	-	-	-	24323	10986
Vācija	-	-	1087450	476370	1372042	507645
Igaunija	-	-	194894	73667	513466	375219
Horvātija	-	-	-	-	144173	51985
Ungārija	-	-	-	-	777258	462217
Itālija	72966	n.v.	451925	227623	371320	160419
Lietuva	-	-	2469497	1385208	5005580	2347352
Nīderlande	88225	n.v.	1919334	817798	1992425	728335

Eksporta valsts	2005		2015		2017	
	EUR	kg	EUR	kg	EUR	kg
Polija	-	-	6316086	4934417	13370224	7550229
Rumānija	-	-	-	-	219392	82717
Slovēnija	-	-	81727	33258	592343	258914
Slovākija	-	-	-	-	159320	96121
Spānija	25997	n.v.	-	-	-	-
Turcija	-	-	7698405	2298394	2612129	819386
Kopā	321268	n.v.	20755714	10475624	29174275	14145428

Avots: autoru aprēķini pēc CSP, 2018

Pēc CSP datiem 2015. gadā Latvijā tika saražotas 18,8 tūkst. tonnas liellopu gaļas. Savukārt kopējais liellopu (dzīvi liellopi KN 0102) eksports, saskaņā ar muitas informāciju no Latvijas veidoja 14,14 tūkst. tonnas. Statistika uzrāda liellopu gaļas ražošanas samazināšanos par 8% 2005. – 2015. gadā, tomēr šajā pat periodā eksporta apjomi pieaug. Statistiski problēma veidojas tajā, ka, saražotais un pēc tam eksportētais liellopu gaļas daudzums netiek uzskaitīts (kautsvars, dzīvsvars CSP, Eurostat) kā Latvijas produkts. Šāds uzskaites mehānisms veido nepatiesu informāciju par liellopu gaļas ražošanas SEG emisiju intensitāti jebkuram statistikas datubāzes lietotājam. Uz liellopu gaļas ražošanas pieaugumu Latvijā 2005.–2015. gadā norāda arī eksporta vērtības pieaugums šajā periodā, no 0,32 līdz 20,75 miljoniem. Eksportētā liellopu produkcija ir ražota Latvijā un izslēdz re-eksporta varbūtību. Uz to norāda salīdzinoši nelieli importu raksturojošie rādītāji Latvijā: vērtība 0,92 miljoni un 0,28 tūkst. tonnas produkcijas 2015. gadā. Dzīvu liellopu eksporta vērtības rādītāju izmaiņas atspoguļotas 2.11. attēlā.



2.11. attēls. Lauksaimniecības ieņēmumu no liellopiem un liellopu eksporta vērtības izmaiņas (EUR) Latvijā 2005.- 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc CSP, 2018

Salīdzinošajai analīzei tika izmantots LEK aprēķins par lauksaimniecības ieņēmumiem no gaļas liellopiem. Kaut arī vērtību rādītāji ir aprēķināti pēc dažādām metodikām, tos drīkst salīdzināt. Ir

šaubas vai LEK precīzi ataino reālo situāciju. Būtu jābūt korelācijai starp eksporta vērtības pieaugumu un lauksaimnieku ienākumiem no liellopiem. Tomēr šāda sakarība nav novērojama. Līdz ar to rēķinot SEG emisiju intensitāti uz vērtības vienību (kg CO₂ eq EUR⁻¹) tiek iegūts nelabvēlīgs rezultāts.

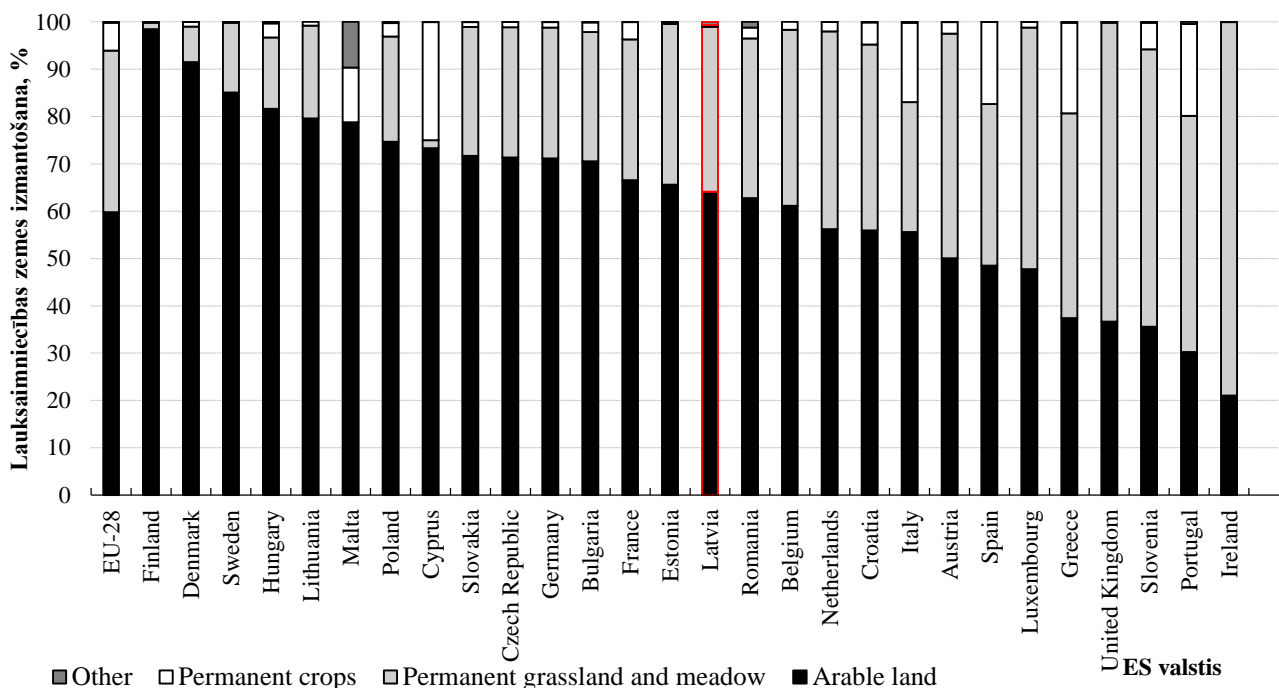
2.3. Eiropas Savienības dalībvalstu lauksaimniecības SEG emisiju rādītāju salīdzinājums

Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes salīdzinošajai analīzei ES valstu starpā tika izmantoti rādītāji, kuri atspoguļo:

- Kopējo emisiju apjomu (kg CO₂eq valsts teritorija);
- Emisiju intensitāti uz platības vienību (kg CO₂eq ha⁻¹ gads⁻¹);
- Emisiju intensitāti uz produkcijas vienību (kg CO₂eq kg⁻¹ produkts⁻¹);
- Emisiju intensitāte uz vērtības vienību (kg CO₂eq EUR⁻¹).

Galvenie SEG emisiju kopējā apjoma un intensitātes izmaiņu faktori ir lauksaimnieciskās aktivitātes dati, kuri raksturo: izmantoto kopējo LIZ, izmantotās LIZ struktūru, graudaugu vidējo ražību, izmantoto mēslojuma daudzumu, dzīvnieku skaitu un to produktivitāti, kā arī saražotās produkcijas vērtību.

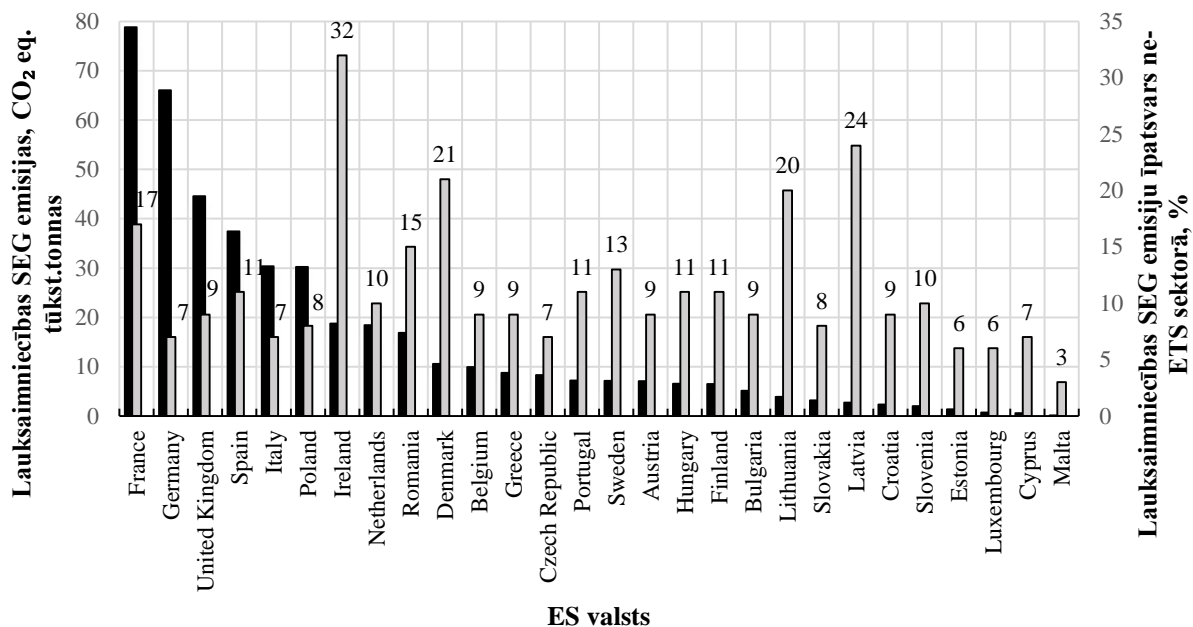
ES valstu LIZ izmaiņu rādītāji 2005.–2015. gadā apkopoti 2. pielikumā. Galvenās tendences: LIZ kopējās platību samazināšanās. Analizējot aramzemes platību izmaiņas, var secināt, ka ir valstu grupa kur tā samazinās (Itālija -11%; Apvienotā Karaliste -7%; Polija -7%) un valstu grupa kurā pieaug (Lietuva +18%; Bulgārija +14%; Igaunija +12% un Latvija +4%). Graudaugu sējumu platību pieaugums kopējā struktūrā visbūtiskākais ir bijis: Lietuvā +32%; Latvijā +28%; Beļģijā +26%; Bulgārijā +20% un Igaunijā +20%. ES valstu LIZ struktūra atspoguļota 2.12.attēlā.



2.12. attēls. Lauksaimniecībā izmantotās zemes struktūra (%) ES valstīs 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

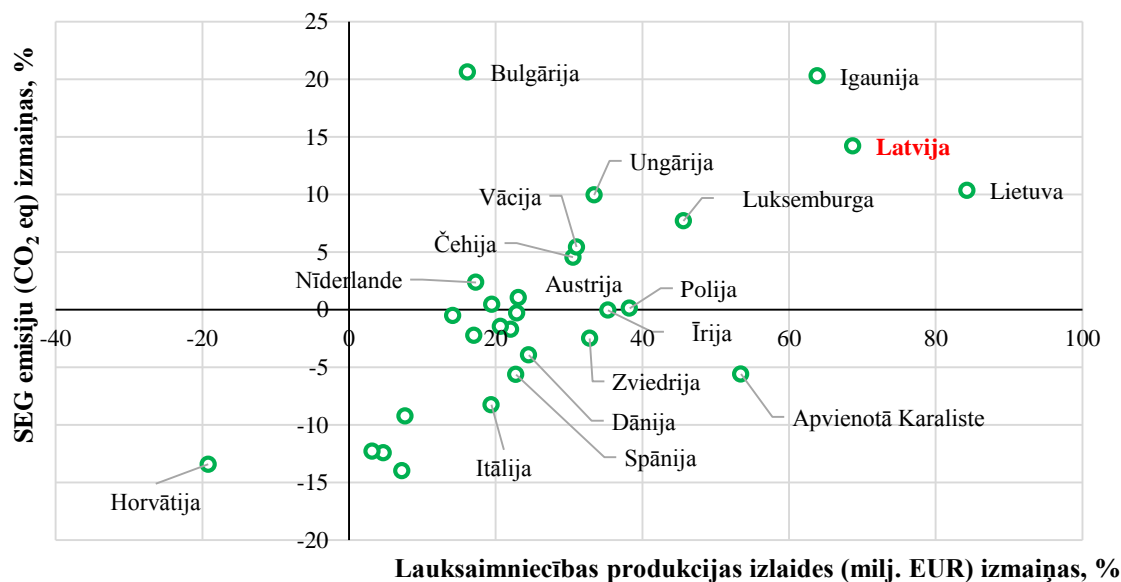
ES valstu lauksaimniecības sektora kopējais emisiju apjoms un tā īpatsvars ne-ETS apkopots 2.13. attēlā.



2.13. attēls. Lauksaimniecības SEG emisijas (CO₂ eq tūkst. tonnas) un lauksaimniecības SEG emisiju īpatsvars (%) ne-ETS sektorā ES valstīs 2015. gadā.

Avots: autoru aprēķini pēc NIR, 2018

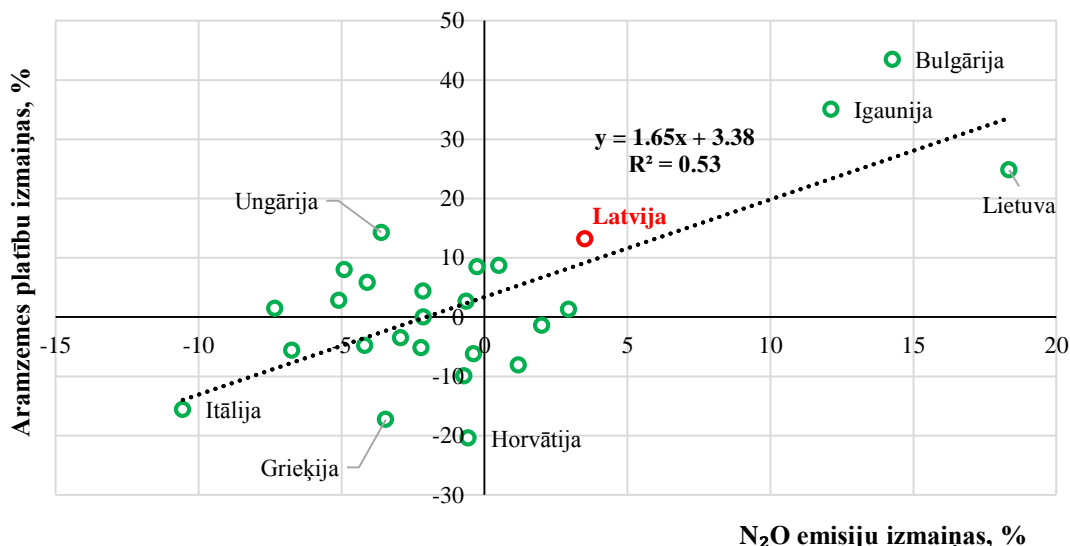
Latvija ir otrā ES valstu vidū ar lielāko lauksaimniecības SEG emisiju īpatsvaru starp ne-ETS sektoriem. Lauksaimniecības ražošanas apjomu pieaugumam ir novērojama ietekme uz kopējo SEG emisiju pieaugumu lauksaimniecībā. Šo rādītāju izmaiņas ES valstīs 2005.–2015. gadā atspoguļotas 2.14. attēlā.



2.14. attēls. Lauksaimniecības produkcijas izlaides (milj. EUR) un SEG emisiju izmaiņas (CO₂ eq) % ES valstīs 2005. – 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

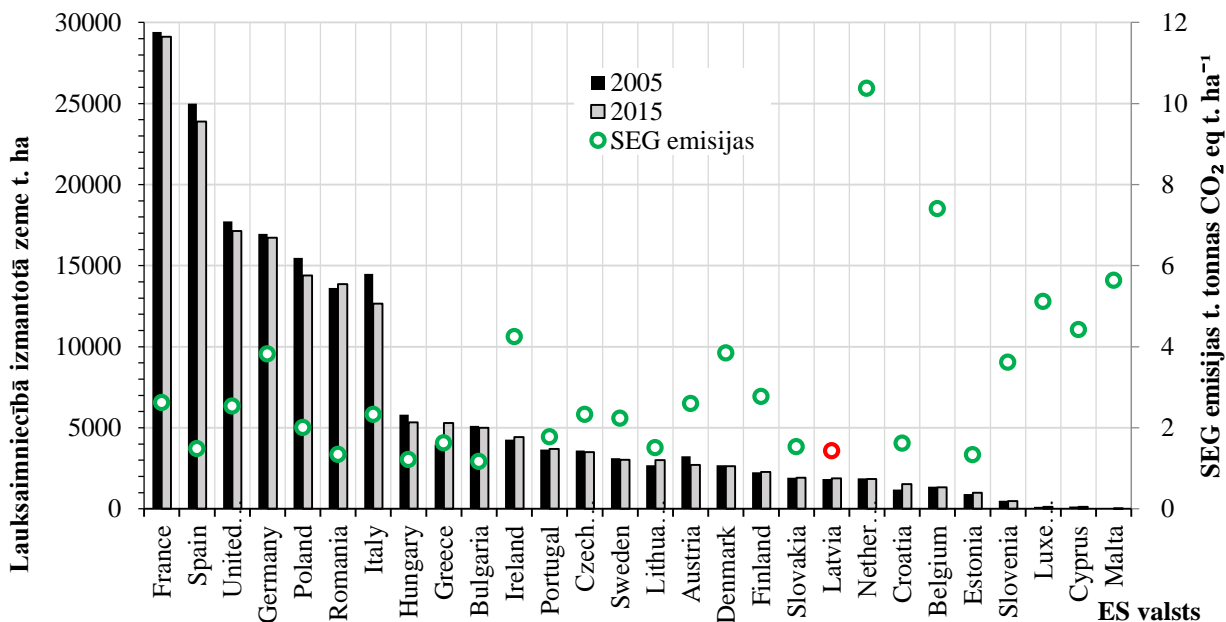
Ir novērojama zināma korelācija starp SEG apjomu pieaugumu un lauksaimnieciskās produkcijas apjomu pieaugumu 2005.–2015. gadā, to valstu grupā, kuras ir palielinājušas aramzemes un graudaugu platības. Bulgārijā, Lietuvā, un Igaunijā būtiski pieaudzis N₂O emisiju apjoms. Visu ES valstu rezultāti atspoguļoti 2.15. attēlā.



2.15. attēls. Aramzemes platību un N₂O emisiju izmaiņas (%) ES valstīs 2005.- 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

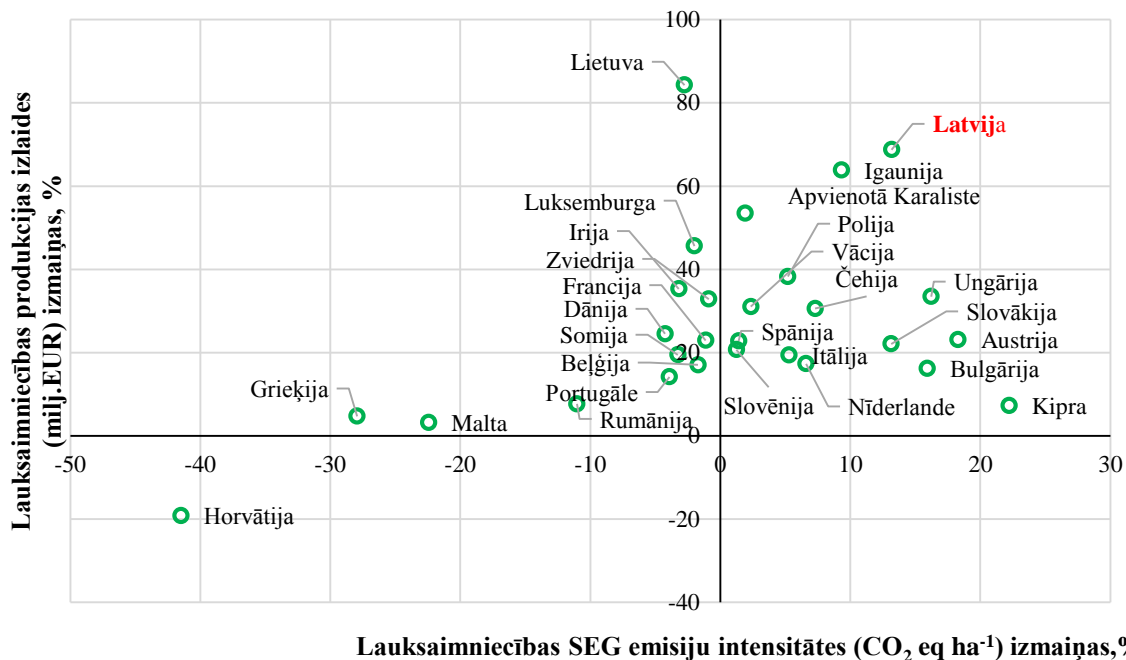
Vienlaicīgs SEG emisiju un lauksaimniecības produkcijas ražošanas pieaugums ir objektīvs, jo novērojams to valstu grupā, kurām ir zemākais SEG intensitātes rādītājs uz izmantoto LIZ ha. Visu ES valstu rādītāji atspoguļoti 2.16. attēlā.



2.16. attēls. Lauksaimniecībā izmantotā zeme (t. ha), un SEG emisiju intensitāte (CO₂ eq t. tonnas, 1000 ha⁻¹) ES valstīs 2005.- 2015. gadā.

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

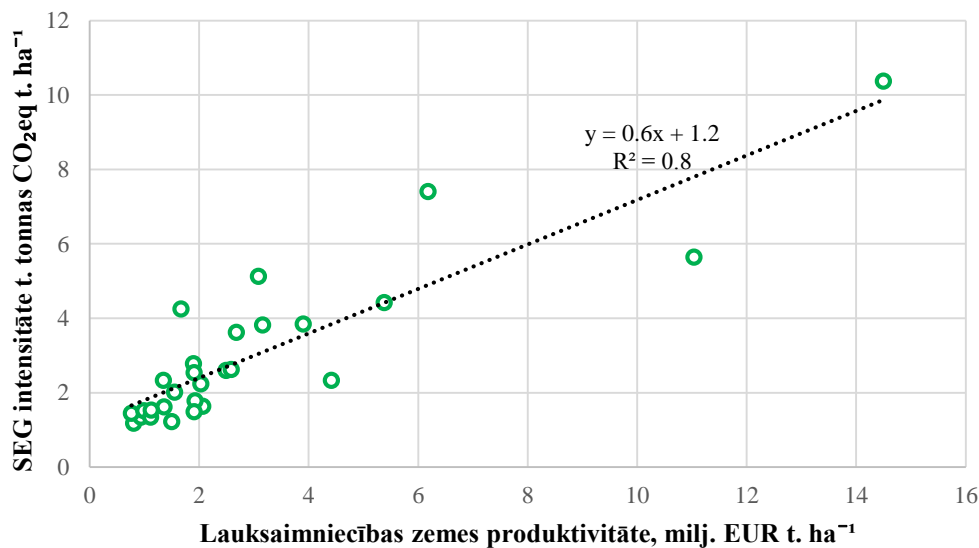
Atsevišķu valstu grupa, un, jo īpaši Lietuva ir pierādījusi, ka var būtiski kāpināt saražotās produkcijas vērtību vienlaikus, samazinot SEG emisiju intensitāti. Rezultāti apkopoti 2.17. attēlā.



2.17. attēls. Lauksaimniecības produkcijas izlaides (m. EUR) un SEG emisiju intensitātes (CO₂ eq ha⁻¹) izmaiņas (%) ES valstīs 2005.- 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

Ir novērojama cieša korelācija (2.18. attēls) starp emisiju intensitāti (CO₂ eq ha⁻¹) un izmantotās LIZ produktivitāti.

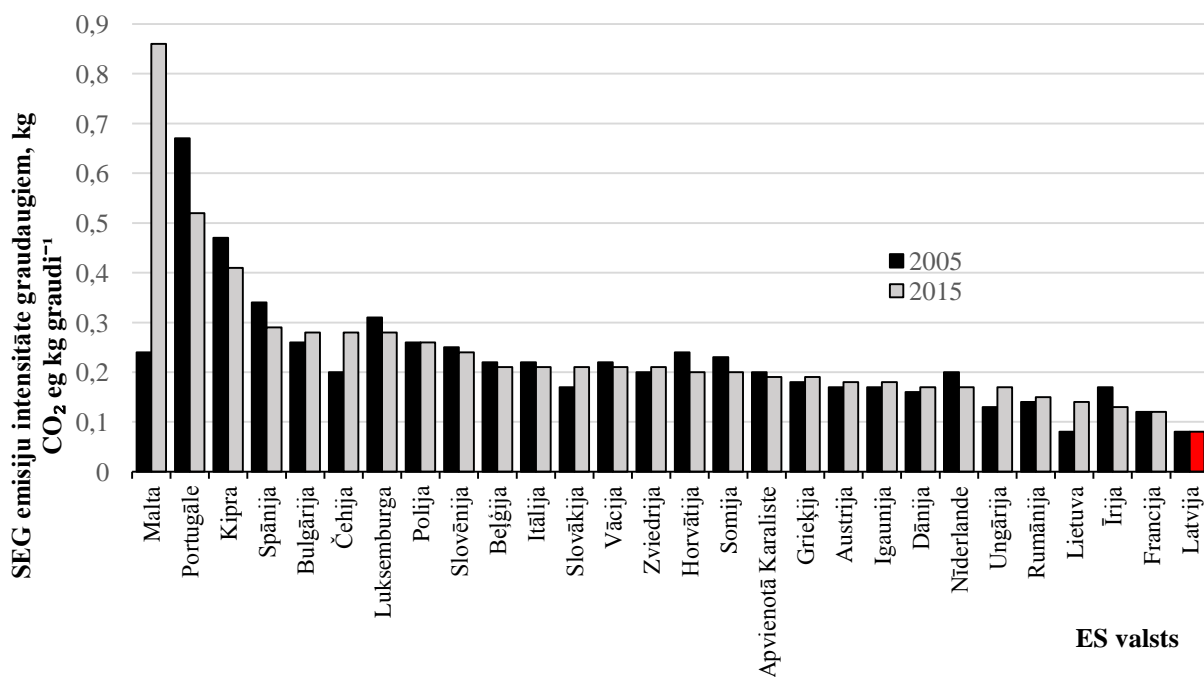


2.18. attēls. Lauksaimniecībā izmantotās zemes produktivitātes (milj. EUR t. ha⁻¹), un SEG emisiju intensitātes (CO₂ eq t. tonnas, 1000 ha⁻¹) korelācija ES valstīs 2015. gadā.

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

Līdz ar to, lai veicinātu SEG emisiju mazieltipīgas lauksaimniecības attīstību, svarīgi ir nodrošināt augstāku ražību, tajā pašā laikā nepaplielinot SEG emisijas. Tas ir iespējams, īstenojot kompleksus pasākumus, kuru rezultātā ir iespējams ražību palielināt, būtiski nepalielinot N minerālmēsli lietošanu, tie ir augsnes apstrāde, augseka, kalkošana, sugu un šķirņu izvēle, augsnes ielabošana ar organisko mēslojumu, u.tml.

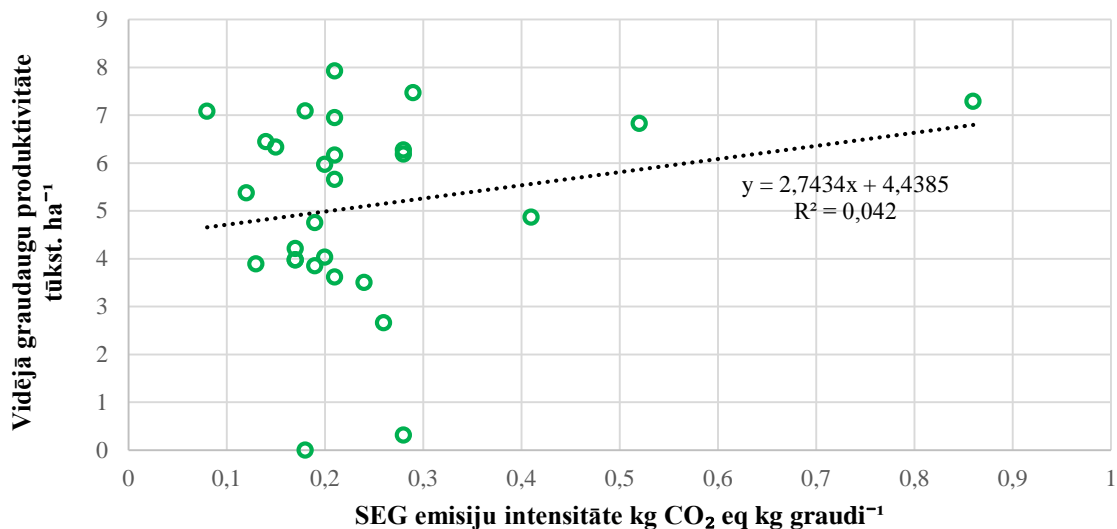
Tālākajā analīzē tika veikti aprēķini, lai salīdzinātu ES valstu lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes rādītājus galvenajām produktu grupām. Graudaugu SEG emisiju intensitātes rādītāju izmaiņas 2005.–2015. gadā atspoguļotas 2.19. attēlā.



2.19. attēls. Graudaugu SEG emisiju intensitāte (kg CO₂ eq kg produkts⁻¹) ES valstīs 2005. – 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc FAO, Eurostat, 2018

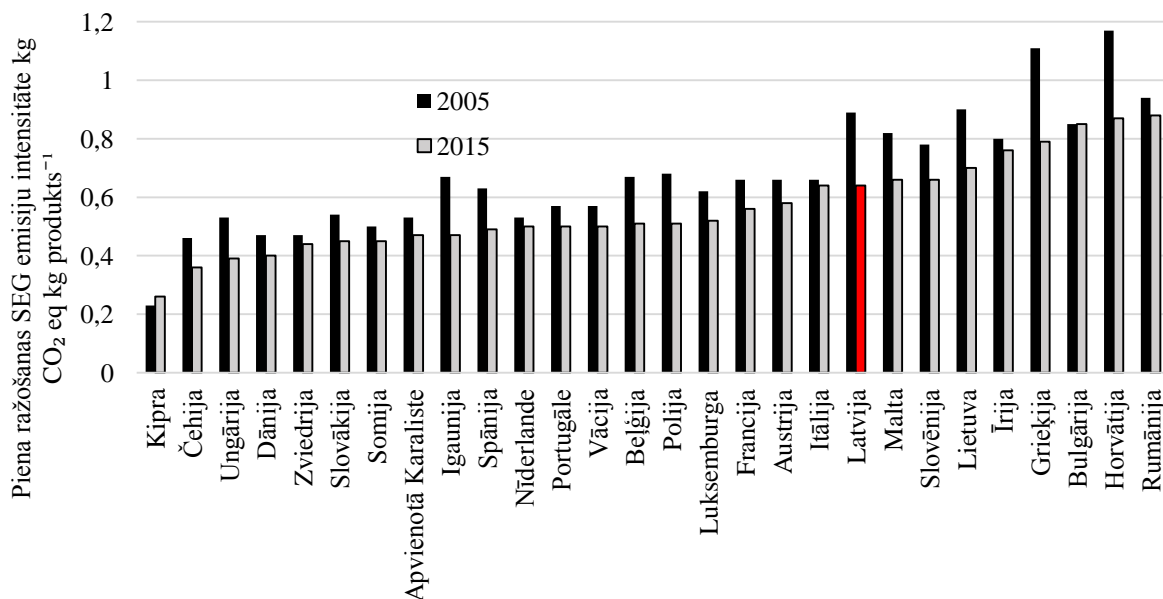
Rēķinot uz saražotās produkcijas vienību, Latvijā analizētajā laika periodā ir zemākā SEG emisiju intensitāte visu ES valstu starpā. Tas norāda, ka graudkopības produkcijas apjoma pieaugums tiek panākts, ekstenzīvi palielinot graudaugu sējumu platības lietojot salīdzinoši zemas vidējās mēslojumu izkliedes normas. Izmantojot graudaugu audzēšanai LIZ ar zemākiem kvalitatīvajiem rādītājiem, SEG intensitāte nākotnē varētu pieaugt, jo būs jālieto vairāk mēslošanas līdzekļu ražības paaugstināšanai. Nav novērojama tieša korelācija ES valstīs starp ražības un SEG intensitātes rādītājiem (2.20. attēls).



2.20. attēls. Vidējā graudaugu produktivitāte (t. ha⁻¹), un SEG emisiju intensitātes (kg CO₂ eq kg graudi⁻¹) korelācija ES valstīs 2015. gadā.

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

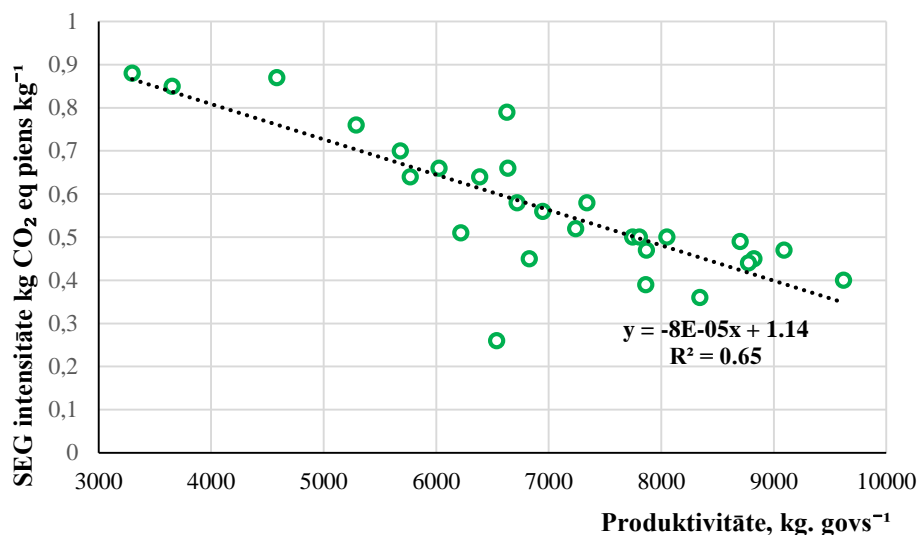
SEG emisiju intensitātes atšķirības graudaugu ražošanā ES valstu starpā ietekmē augsnes kvalitatīvo rādītāju un klimata faktoru atšķirības, kuras šajā reizē netika pētītas tēmas ierobežojuma dēļ. Piena ražošanas SEG emisiju intensitātes rādītāji atspoguļoti 2.21. attēlā.



2.21. attēls. Piena SEG emisiju intensitāte (kg CO₂ eq kg produkts⁻¹) ES valstīs 2005.-2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc FAO, Eurostat, 2018

Latvija analizētajā laika periodā ir uzrādījusi SEG emisiju intensitātes samazinājumu piena ražošanā par 28%, un tuvojas ES valstu vidējam rādītājam (0,54 kg CO₂ eq kg piens⁻¹). Piena ražošanas SEG emisiju intensitāte cieši saistīta ar slaucamo govju produktivitātes rādītājiem. Ir novērojama cieša korelācija ES valstīs starp govju produktivitātes un SEG intensitātes rādītājiem (2.22. attēls).

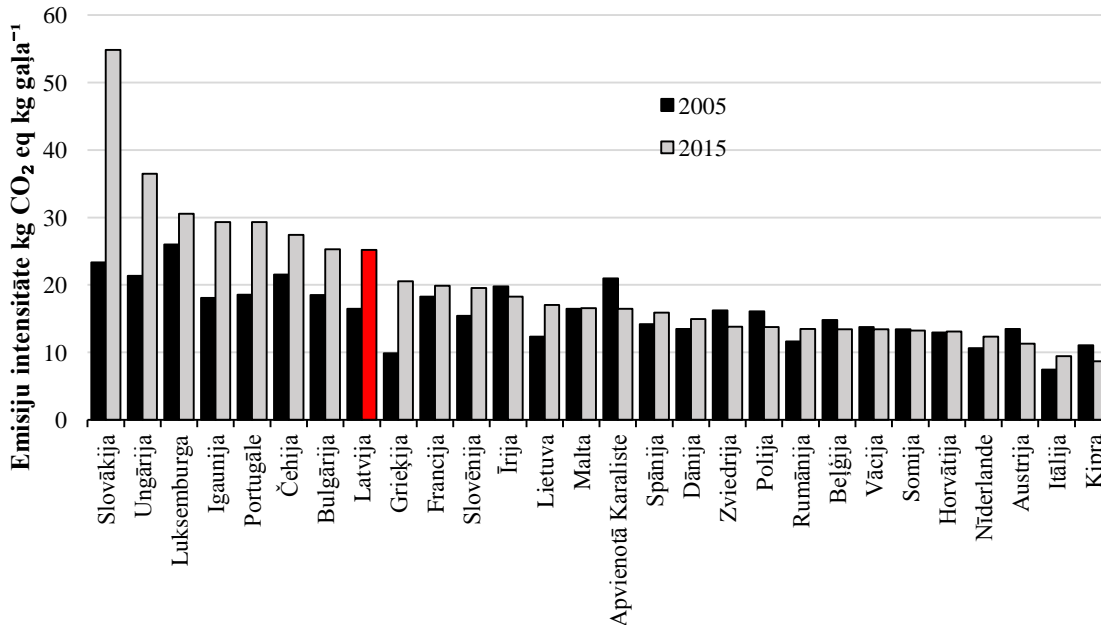


2.22. attēls. Slaucamo govju produktivitātes (kg gov^{s-1}), un SEG emisiju intensitātes (kg CO₂ eq piens kg⁻¹) korelācija ES valstīs 2015. gadā.

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

SEG emisiju intensitātes rādītāja uzlabošana piena ražošanā ir tieši saistīta ar dzīvnieka produktivitāti ietekmējošo negatīvo faktoru identificēšanu un mazināšanu.

ES valstīs saražotās liellopu gaļas SEG emisiju intensitātes rādītāji atspoguļoti 2.23. attēlā.

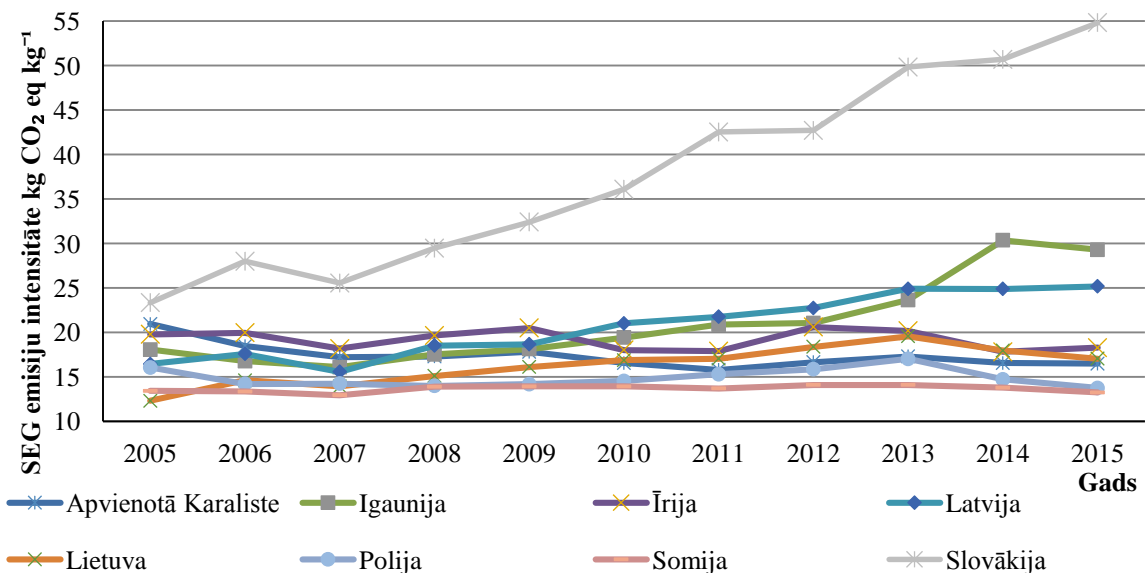


2.23. attēls. Liellopu gaļas SEG emisiju intensitāte (kg CO₂ eq kg gaļa⁻¹) ES valstīs 2005. – 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc FAO, Eurostat, 2018

Liellopu gaļas ražošanas SEG emisiju intensitātes pieauguma problēmas Latvijā analizētas 2. punktā. Apkopojot visu ES valstu rādītājus līdzīga problēma konstatējama arī Igaunijā un Slovēnijā. Liellopu

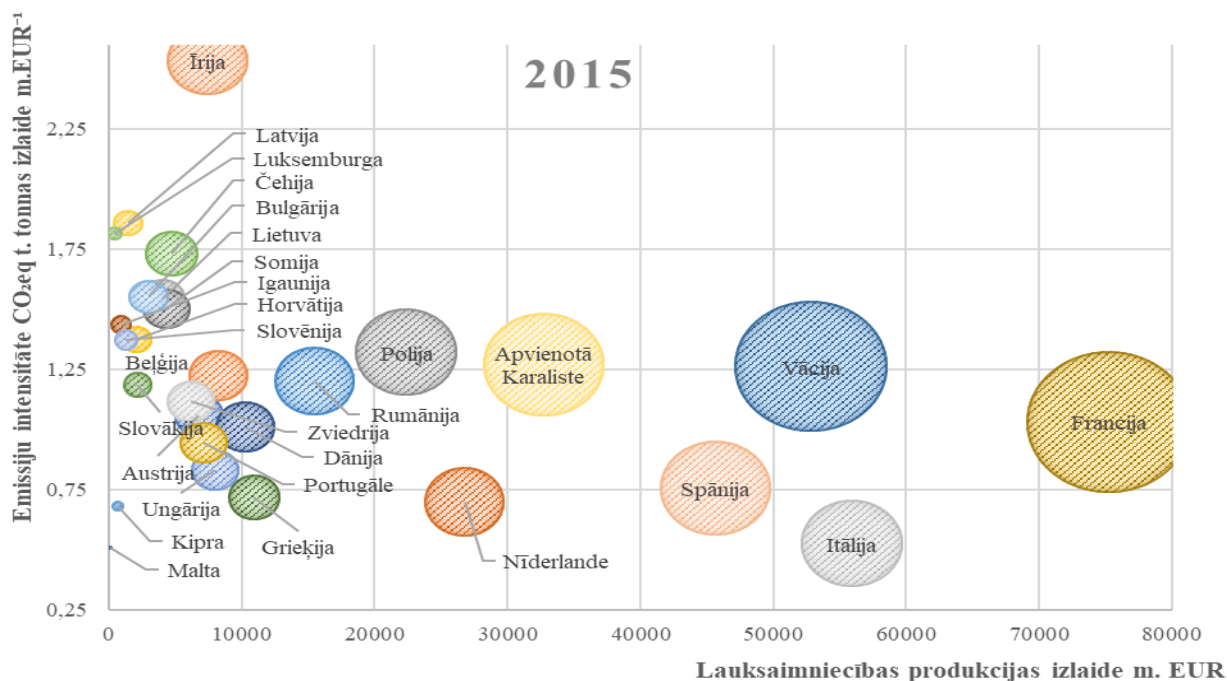
gaļas ražošanas SEG emisiju izmaiņu dinamikas piemēri ES valstīs 2005.–2015. gadā atspoguļoti 2.24. attēlā.



2.24. attēls. Liellopu gaļas ražošanas SEG emisiju ($\text{kg CO}_2 \text{ eq kg gaļa}^{-1}$) izmaiņu dinamikas piemēri ES valstīs 2005. – 2015. gadā

Avots: autoru aprēķini pēc FAO, Eurostat, 2018

Lauksaimniecības SEG emisiju intensitātes rādītāji uz saražotās produkcijas vērtības vienību ES valstīs 2015. gadā atspoguļoti 2.25. attēlā.



2.25. attēls. Lauksaimniecības produkcijas izlaide (m. EUR), SEG emisijas ($\text{CO}_2 \text{ eq t. tonnas izlaide m. EUR}^{-1}$) un SEG emisiju intensitāte ($\text{t CO}_2 \text{ eq t. tonnas izlaide m. EUR}^{-1}$) ES valstīs 2015. gadā.

Avots: autoru aprēķini pēc Eurostat, 2018

Pie salīdzinoši nelielas saražotās lauksaimniecības produkcijas vērtības, kura ir sestā mazākā starp visām ES valstīm (1435,44 milj. EUR 2015. gadā), Latvijā aiz Īrijas ir otrs augstākais SEG emisiju intensitātes rādītājs (1,86 tūkst. t CO₂ eq milj. EUR⁻¹) uz saražotās produkcijas vērtības vienību. Lauksaimniecībā saražotā produkcijas vērtība tiek aprēķināta saskaņā ar LEK metodoloģiju.

Secinājumi

1. Robežsamazinājumu izmaksu līkne (MACC) ir piemērots rīks SEG emisiju samazinošo pasākumu izvērtēšanai, tomēr, lai MACC būtu pēc iespējas tuvināts reālajai situācijai, regulāri jāveic tā aktualizācija. Šajā pētījumā tika aktualizēts valsts pētījumu programmas EVIDEnT ietvaros izstrādātais MACC SEG emisiju samazinošiem pasākumiem lauksaimniecību, un papildināts ar diviem jauniem pasākumiem, t.i. "Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm" un "Ilggadīgo stādījumu (krūmmellenes) ierīkošana organiskajās aramzemes", kas ir saistīti ar zemes izmantošanu un zemes izmantošanas maiņu. Integrējot šos divus papildus pasākumus MACC, tika iegūts, ka kopējais SEG samazināšanas potenciāls palielinās par 4240 kt CO₂ eq, jeb 94%. Šeit gan ir jāņem vērā, ka šis SEG samazināšanas potenciāls ietver kopējo samazinājumu, kas veidojas gan lauksaimniecības, gan ZIZIMM sektorā. Ja tiktu ņemts vērā šo pasākumu SEG samazināšanas efekts tikai lauksaimniecības sektorā, tad SEG samazināšanas potenciāla palielinājums būtu par 1131 kt CO₂ eq jeb +25%, salīdzinot ar iepriekšējo MACC versiju. Tas nozīmē, ka šo pasākumu lielākais SEG samazināšanas efekts veidojas ZIZIMM sektorā.
2. Pētījuma ietvaros tika veikta 23 pasākumu analīze parādot to ietekmi gan lauksaimniecības, gan ZIZIMM sektorā. Kopumā jāsecina, ka lielākajai daļai pasākumu savstarpējā ietekme ir neitrāla (12 pasākumi). Tikai 3 pasākumiem ietekme abos sektoros ir pozitīva, kas nozīmē, ka abos sektoros notiek SEG samazināšana. 2 pasākumiem ietekme nav viennozīmīga, jo trūkst pētījumu. Savukārt 6 pasākumiem konstatēta negatīvas mijiedarbības klātbūtne, kas galvenokārt saistās ar to, ka zaļās masas pieaugums lauksaimniecības sektorā rada papildus emisijas, bet ZIZIMM sektorā caur šo zaļās masas pieaugumu palielinās CO₂ piesaiste.
3. Pētījuma gaitā tika konstatēts, ka daļai no pasākumiem, kas ir iekļauti papildinātajā MACC, bez SEG emisiju samazināšanas potenciāla piemīt arī CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas potenciāls. Tāpēc tika veikts šo pasākumu CO₂ piesaistes un C uzkrāšanas efektivitātes izvērtējums. Veiktie aprēķini ļāva secināt, ka pasākumi ar lielāko CO₂ piesaistes potenciālu ir "Kārķu plantāciju ierīkošana lauksaimniecībā neizmantotās platībās enerģijas ieguvei", "Agromežsaimniecība grāvmalās un laukmalās" un "Paludikultūras (niedres (būvniecībai)) aramzemē uz organiskajām augsnēm", kas kopā veido 60% no kopējā CO₂ piesaistes potenciāla. Turklāt šie pasākumi ir izmaksu izdevīgi. Salīdzinoši lielu CO₂ piesaistes potenciālu veido arī pasākumi "Slāpekļa piesaiste (tauriņzieži)" un "Zaļmēslojuma augu audzēšana" (34% no kopējā CO₂ piesaistes potenciāla), tomēr tie ir izmaksu efektīvi, jo to CO₂ piesaistes izmaksas nav pārāk augstas. Savukārt tādi pasākumi, kā "Meliorācijas sistēmu uzturēšana" un "Ilggadīgo zālāju ierīkošana organiskajās augsnēs" ir izmaksu neefektīvi un to CO₂ piesaistes potenciāls ir salīdzinoši mazs.
4. SEG emisiju samazināšanas kontekstā svarīga ir pārdomāta un mērķtiecīgi veidota augkopības kultūraugu sējumu struktūra un izmantotā tehnoloģija, jo dažādiem kultūraugiem un to audzēšanas tehnoloģijām ir atšķirīga SEG emisiju intensitāte. Piemēram, emisiju mazietilpīgi produkti ir lauka pupas, cukurbietes, kartupeļi, savukārt emisiju ietilpīgi produkti ir ziemas rapsis un ziemas kvieši. Izvērtējot situāciju Latvijā, secināts, ka SEG emisiju intensitāte augkopības produkcijai 2015. gadā, rēķinot uz kg produkcijas, ir būtiski augstāka tehniskajiem augiem (0,17 kg CO₂ eq produkcija kg⁻¹), savukārt graudaugiem SEG emisiju intensitāte ir par 58% zemāka (0,097 kg CO₂ eq produkcija kg⁻¹). Tas ir saistīts ar to, ka tehnisko augu audzēšanai tiek patērēts vairāk ražošanas resursu, galvenokārt N minerālmēslojums, nekā graudaugiem.

5. Analizējot SEG emisiju intensitāti graudaugiem, secināts, ka nozarē notiekošā modernizācija un progress ražošanas tehnoloģiju pielietojumā, neatspoguļojas SEG emisiju intensitātes samazinājumā – laika periodā no 2005. – 2015. gadam SEG emisiju intensitāte, rēķinot uz kg graudu, būtiski nav mainījusies, neskatoties uz to, ka graudaugu vidējā ražība ir ievērojami pieaugusi. Tas varētu būt skaidrojams ar to, ka graudaugu vidējās ražības pieaugums kompensē SEG emisiju palielināšanos, kas veidojas no aramzemes platības palielināšanās, N minerālmēsļu, augu aizsardzības līdzekļu un kalļkošanas materiālu intensīvākas lietošanas. Tomēr, salīdzinot situāciju Latvijā ar situāciju pārējās Eiropas Savienības dalībvalstīs, jāsecina, ka Latvijā ir zemākā SEG emisiju intensitāte uz 1 kg graudu.
Šajā pētījumā SEG intensitāte tika rēķināta visiem graudaugiem kopā, jo lielākas detalizācijas pakāpes statistikas dati nav pieejami. Tas nozīmē, ka šis ir vidējais rādītājs un neatspoguļo situāciju, kas notiek katras atsevišķas graudaugu kultūraugiem (piemēram, kvieži, mieži, rudzi, tritikāle) ražošanas praksē.
6. Analizējot Latvijā saražotā piena SEG emisiju intensitāti, secināts, ka piena ražošanā vērojama pozitīva virzība uz emisiju mazietilpīgu produkcijas ražošanu – laika periodā no 2005. – 2015. gadam SEG emisijas uz 1 kg piena ir samazinājušās par 28%, tuvinot Latviju vidējam Eiropas Savienības dalībvalstu rādītājam. Analizējot situāciju Latvijā un, salīdzinot to ar situāciju pārējās Eiropas Savienības dalībvalstīs, secināts, ka piena ražošanas SEG emisiju intensitāte ir cieši saistīta ar slaucamo govju produktivitātes rādītājiem, t.i., jo augstāka produktivitāte, jo zemāka emisiju intensitāte.
7. Analizējot liellopu gaļas ražošanas attīstību Latvijā un tās ietekmi uz SEG emisijām, secināts, ka statistikas dati norāda uz to, ka Latvijā notiek negatīva virzība uz SEG emisiju intensitātes palielināšanos – laika periodā no 2005. – 2015. gadam SEG emisijas uz 1 kg liellopu gaļas ir palielinājušās par 47%. Arī Eiropas Savienības dalībvalstu kontekstā Latvija ierindojas to valstu vidū, kur SEG emisiju intensitāte liellopu gaļai ir viena no augstākajām.
Tomēr analizējot situāciju detalizētāk, pētījuma autori konstatēja, ka šāda situācija ir izveidojusies statistikas datu uzskaites rezultātā, kas neatspoguļo patieso situāciju nozarē. Lai aprēķinātu SEG emisiju intensitāti, tiek izmantota informācija par dzīvnieku skaitu un saražoto gaļas daudzumu. Esošie statistikas dati uzrāda dzīvnieku skaita palielināšanos un vienlaikus saražotās produkcijas (gaļas) samazināšanos. Statistiski problēma veidojas tajā, ka saražotais un pēc tam eksportētais liellopu gaļas daudzums netiek uzskaitīts kā saražotā produkcija. Šāds statistikas datu uzskaites mehānisms veido nepatiesu informāciju par liellopu gaļas ražošanas SEG emisiju intensitāti, jo Latvijas gadījumā liellopu audzēšana eksportam ir kļuvusi par nozīmīgu liellopu audzēšanas virzienu – laika periodā no 2005. – 2015. gadam liellopu gaļas eksporta vērtība ir pieaugusi no 0,32 līdz 20,75 milj. EUR.
8. SEG emisiju intensitāte var būtiski atšķirties gan teritoriāli, gan saimniecību līmenī, tādēļ efektīvai situācijas analīzei un lēmumu pieņemšanai, svarīga būtu SEG emisiju uzskaites un analīzes kalkulatoru lietošana saimniecībās, kas ļautu lauksaimniekiem un konsultantiem sekot līdzi ražošanas praksē veikto izmaiņu ietekmei uz SEG emisijām.

Izmantotās literatūras saraksts

1. Alhaji Ali S., Tedone L., Verdini L., De Mastro G. (2017) Effect of different crop management systems on rainfed durum wheat greenhouse gas emissions and carbon footprint under Mediterranean conditions. *Journal of Cleaner Production*, Volume 140, pp. 608 – 621.
2. Allirand, J.-M., Gosse, G., 1995. An above-ground biomass production model for a common reed (*Phragmites communis* Trin.) stand. *Biomass Bioenergy* 9, 441–448. [https://doi.org/10.1016/0961-9534\(95\)00042-9](https://doi.org/10.1016/0961-9534(95)00042-9)
3. Alm, J., Shurpali, N.J., Minkkinen, K., Aro, L., Hytonen, J., Laurila, T., Lohila, A., Maljanen, M., Martikainen, P.J., Makiranta, P., Penttila, T., Saarnio, S., Silvan, N., Tuittila, E.-S., Laine, J., 2007. Emission factors and their uncertainty for the exchange of CO₂, CH₄ and N₂O in Finnish managed peatlands. *Boreal Environ. Res.* 12, 191–209.
4. Audsley E., Wilkinson M. (2014) What is the potential for reducing national greenhouse gas emissions from crop and livestock production systems?, *Journal of Cleaner production*, Volume 73, pp. 263 – 268 https://dspace.lib.cranfield.ac.uk/bitstream/1826/9815/1/What_is_the_potential_for_reducing_national_greenhouse_gas_emissions-2014.pdf
5. Baldwin, A.H., Kettenring, K.M., Whigham, D.F., 2010. Seed banks of *Phragmites australis*-dominated brackish wetlands: Relationships to seed viability, inundation, and land cover. *Aquat. Bot.* 93, 163–169. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2010.06.001>
6. Barber A., Pellow G., Barber M. (2011) Carbon footprint of New Zealand arable production – wheat, maize silage, maize grain and ryegrass and forestry. MAF technical paper No: 97 AgriLINK New Zealand Ltd.
7. Bardule, A., Lazdins, A., Sarkanabols, T., Lazdina, D. (2016) Fertilized short rotation plantations of hybrid aspen (*Populus tremuloides* Mich. × *Populus tremula* L.) for energy wood or mitigation of GHG emissions. 15th International Scientific Conference “Engineering for Rural Development” Proceedings, Volume 15, pp. 248-255.
8. Barz, M., Ahlhaus, M., Wichtmann, W., Timmermann, T., 2008. Production and energetic utilization of biomass from rewetted peatlands. *Heat Power Therm. Phys.* 1, 47–56.
9. Berry P. M., Kindred D. R., Olsen J.E., Jorgensen L.N., Paveley N.D. (2010) Quantifying the effect of interactions between disease control, nitrogen supply and land use change on the greenhouse gas emissions associated with wheat production. In: *Plant Pathology* DOI: 10.1111/j.1365-3059.2010.02276.x
10. Biswas W. K., Graham J., Kelly K., John M. B. (2010) Global warming contributions from wheat, sheep meat and wool production in Victoria, Australia – a life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, Volume 18, pp. 1386 – 1392.
11. Bonesmo H., Beauchemin K. A., Harstad O. M., Skjelvag A. O. (2013) Greenhouse gas emission intensities of grass silage based dairy and beef production: A systems analysis of Norwegian farms. *Livestock science*, Volume 152, Issues 2-3, pp. 239-252, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.12.016>
12. Bonesmo H., Skjelvag A.O., Janzen H., Klakegg O. Tveito O. E. (2012) Greenhouse gas emission intensities and economic efficiency in crop production: a systems analysis of 95 farms. *Agricultural Systems* 110, 142–151
13. Brentrup F., Pallière C. (2008) GHG Emissions and Energy Efficiency in European Nitrogen Fertiliser Production and Use. Proceedings 639, International Fertiliser Society, York, UK.
14. Brock P., Madden P., Schwenke G., Herridge D. (2012) Greenhouse gas emissions profile for 1 tons of wheat produced in Central Zone (East) New South Wales: a life cycle assessment approach. *Crop Pasture Science*, Volume 63 (4), pp. 319 – 329.
15. Carlson K. M., Gerber J.S., Mueller N. D., Herrero M., MacDonald G. K., Brauman K. A., Havlik P., O’Connell C. S., Johnson J. A., Saatchi S., West P. C. (2017) Greenhouse gas emissions intensity of global croplands. *Nature Climate Change*, volume 7, pp 63–68, DOI: 10.1038/nclimate3158
16. Cunningham, S.C., Mac Nally, R., Baker, P.J., Cavagnaro, T.R., Beringer, J., Thomson, J.R., Thompson, R.M. (2015) Balancing the environmental benefits of reforestation in agricultural regions. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 17(4), pp. 301-317.

17. Daatselaar, C.H., Hoogendam, K., Poppe, K., 2009. De economie van het veenrietweidebedrijf. Een quickscan voor West-Nederland. Utrecht.
18. De Klein C., Novoa R. S. A., Ogle S., Smith K. A., Rochette P., Wirth T. C., McConkey B. G., Mosier A., Rypdal K. (2006) N2O emissions from managed soils, and CO2 emissions from lime and urea application. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other Land Use. International Panel on Climate Change
19. Deklarētas platības pa kultūrām un atbalsta veidiem 2017. gadā. [skatīts 2018.g. 3.septembrī]. Pieejams <http://www.lad.gov.lv/lv/statistika/platibu-maksajumi/periods-2004-2016/statistikas-dati-par-2017-gadu/>
20. Dimitriou I., Rutz D. (2014) Sustainability criteria and recommendations for short rotation woody crops - SRCplus. [skatīts 2018.g. 3.septembrī]. Pieejams: http://www.srcplus.eu/images/D23Sustainability_criteria.pdf
21. Dukurs, A. and Šteinberga, I. (2013) Agrovides pasākumu ieviešanas praktiskā pieredze intensīvi ražojošā saimniecībā, Zinātniski praktiskā konference LAUKSAIMNIECĪBAS ZINĀTNE VEIKSMĪGAI SAIMNIEKOŠANAI, pp. 214–217.
22. EEA (2018), Trends and projections in Europe 2018: tracking progress towards Europe's climate and energy targets. EEA Report No 16/2018, Publications Office of the European Union, Luxembourg
23. Eory V., Topp C.F.E., Moran D. (2013) Multiple-pollutant cost-effectiveness of greenhouse gas mitigation measures in the UK agriculture. *Environmental Science & Policy* 27, 55-67.
24. European Commission (2016) Review of greening after one year. Staff Working Document, 218 final, 22/6/2016, European Commission, Brussels.
25. FAO (2018) Emissions intensities. Pieejams: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/EI/visualize>
26. Fortier, J., Gagnon, D., Truax, B. and Lambert, F. (2010) 'Nutrient accumulation and carbon sequestration in 6-year-old hybrid poplars in multiclonal agricultural riparian buffer strips', *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Elsevier, 137(3–4), pp. 276–287. doi: 10.1016/J.AGEE.2010.02.013.
27. Fortier, J., Truax, B., Gagnon, D. and Lambert, F. (2015) 'Biomass carbon, nitrogen and phosphorus stocks in hybrid poplar buffers, herbaceous buffers and natural woodlots in the riparian zone on agricultural land', *Journal of Environmental Management*. Academic Press, 154, pp. 333–345. doi: 10.1016/J.JENVMAN.2015.02.039.
28. Gan Y., Liang C., Chai Q., Lemke R. L., Campbell C. A., Zenthner R. P. (2014) Improving farming practices reduces the carbon footprint of spring wheat production. *Nature Communications*, Volume 5. Pieejams: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4243251/>
29. Garnett T. (2011) Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in the food system (including the food chain)? *Food Policy* 36: 23–32.
30. Grand-Clement, E., Anderson, K., Smith, D., Angus, M., Luscombe, D.J., Gatis, N., Bray, L.S., Brazier, R.E., 2015. New approaches to the restoration of shallow marginal peatlands. *J. Environ. Manage.* 161, 417–430. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.06.023>
31. Gulzari O., Aby B. A., Persson T., Hoglind M., Mittenzwei K. (2017) Combining models to estimate the impacts of future climate scenarios on feed supply, greenhouse gas emissions and economic performance on dairy farms in Norway. *Agricultural Systems* 157, pp. 157–169.
32. Hart A., Allen B., Keenleyside C., Nanni S., Marechal A., Paquel K., Nesbit M., Ziemann J. (2017) The consequences of climate change for EU agriculture: follow-up to the COP21 UN Paris Climate Change Conference. Policy Department B: Structural and Cohesion policies, Agriculture and Rural development. European Parliament. Pieejams: [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/585914/IPOL_STU\(2017\)585914_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2017/585914/IPOL_STU(2017)585914_EN.pdf)
33. Hawkesford J. M. (2014) Reducing the reliance on nitrogen fertilizer for wheat production. *Journal of Cereal Science*, Volume 59, Issue 3, pp. 276–283. Pieejams: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcs.2013.12.001>
34. Hénault-Ethier, L., Gomes, M. P., Lucotte, M., Smedbol, É., Maccario, S., Lepage, L., Juneau, P. and Labrecque, M. (2017) 'High yields of riparian buffer strips planted with *Salix miyabena* "SX64" along field

- crops in Québec, Canada', *Biomass and Bioenergy*, 105, pp. 219–229. doi: 10.1016/j.biombioe.2017.06.017.
35. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M., Troxler, T., 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC, Switzerland.
 36. Hughes D. J., West J. S., Atkins S. D., Gladders P., Jeger M. J., Fitt B. DL. (2011) Effects of disease control by fungicides on greenhouse gas emissions by UK arable crop production. *Pest Management Science*, 67 (9): 1082–1092.
 37. Iital, A., Kloga, M., Kask, U., Voronova, V., Cahill, B. (2012). Reed harvesting. In: Schultz-Zehden, A., Matczak, M. (eds.). *Compendium: An Assessment of Innovative and Sustainable Uses of Baltic Marine Resources*, Maritime Institute in Gdansk, 103-124.
 38. Izstrādāto kūdras lauku izmantošana zemkopībā. (2017) Pielikums: Rekultivācijas scenārija ietekme uz piecu izvēlēto produktu siltumnīcas efektu izraisošo gāzu (SEG) emisijām Kārklū īscirtmeta atvasāji. [skatīts 2018.g. 3.septembrī]. Pieejams: http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2016_Lazdina_LVM_kudra.pdf. 224-224 lpp.
 39. Jarveoja, J., Peichl, M., Maddison, M., Teemusk, A., Mander, U., 2016. Full carbon and greenhouse gas balances of fertilized and nonfertilized reed canary grass cultivations on an abandoned peat extraction area in a dry year. *Glob. Change Biol. Bioenergy* 8, 952–968. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12308>
 40. Karki, S., Elsgaard, L., Audet, J., Laerke, P.E., 2014. Mitigation of greenhouse gas emissions from reed canary grass in paludiculture: effect of groundwater level. *Plant Soil* 383, 217–230. <https://doi.org/10.1007/s11104-014-2164-z>
 41. Karki, S., Elsgaard, L., Laerke, P.E., 2015. Effect of reed canary grass cultivation on greenhouse gas emission from peat soil at controlled rewetting. *Biogeosciences* 12, 595–606. <https://doi.org/10.5194/bg-12-595-2015>
 42. Kask, Ü.; Kask, L.; Paist, A. (2007). Reed as energy resource in Estonia. In: Ikonen, I.; Hagelberg, E. (Ed.). *Read up on Reed (102–114)*. Turku: Southwest Finland Regional Environment Centre.
 43. Kārklū plantācijas. Ierīkošanas un apsaimniekošanas rokasgrāmata. (2005). LVMI "Silava", 56 lpp.
 44. Kindred D., Berry P., Burch O., Sylvester-Bradley R. (2008) Effects of nitrogen fertiliser use on greenhouse gas emissions and land use change. *Aspects of Applied Biology* 88, Effects of climate change on plants: implications for agriculture, pp. 53-56.
 45. Klovāne I. (2016) Enerģētiskie kārkli Latvijā – par un pret. *Praktiskais Latvietis*, 01.02.2016, p. 14-15.
 46. Knudsen M. T., Meyer-Aurich A., Olsen J. E., Chirinda N., Hermansen J. E. (2014) Carbon footprints of crops from organic and conventional arable crop rotations – using a life cycle assessment approach. *Journal of Cleaner Production*, Volume 64, pp. 609 – 618.
 47. Koebbing, J.F., Thevs, N., Zerbe, S., 2013. The utilisation of reed (*Phragmites australis*): a review. *Mires Peat* 13.
 48. Komulainen, M., Simi, P., Hagelberg, E., Ikonen, I., Lyytinen, S., 2008. Reed energy - Possibilities of using the Common Reed for energy generation in Southern Finland. *Turku University of Applied Sciences*, Turku.
 49. Kustermann B., Munch J. C., Hulsbergen K. J. (2013) Effects of soil tillage and fertilization on resource efficiency and greenhouse gas emissions in a long-term field experiment in Southern Germany. *European Journal Agronomy*, Volume 49, pp. 61 – 73.
 50. Lacas, J.-G., Voltz, M., Gouy, V., Carluer, N., Gril, J.-J. (2005) Using grassed strips to limit pesticide transfer to surface water: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 25 (2), pp.253-266.
 51. Lagzdīņš A., Grīnfelds I., Bērziņa L., Valujeva K., Pilecka J., Frolova O. (2017) Meliorācijas ietekmes novērtēšana klimata pārmaiņu (plūdu riska) mazināšanā. Atskaite par zinātniskās izpētes projektu. Pieejams: http://www.llu.lv/sites/default/files/files/projects/S317_ataskaite.pdf
 52. Lal, R. (2004) Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*, 123, pp. 1–22.
 53. Lauku atbalsta dienests (2018) Informatīvais materiāls PLATĪBU MAKSĀJUMU SAŅEMŠANAI.
 54. Lazdiņa D. (2009) Notekūdeņu dūņu izmantošanas iespējas kārkļu plantācijās. Promocijas darba kopsavilkums. LLU, Meža fakultāte. 1-57 lpp.

55. Lazdiņa D., Lazdiņš A. (2008). Kārķu plantācijas enerģētiskās koksnes ieguvei. LVMI Silava, Salaspils, 28 lpp.
56. Lazdiņa D., Lazdiņš A. (2011) Īsirtmeta kārķu plantācijas un to izmantošanas iespējas. LVMI Silava, Salaspils, 36 lpp.
57. Lazdiņa, D., Vilka, L., Šterna, D., Rancāne, S., 2016. Izstrādāto kūdras lauku izmantošana zemkopībai. LSFRI Silava, Salaspils.
58. Lazdiņš A., Kāposts V., Kariņš Z., Lazdiņa D., Strazdiņš U., Larsson S. (2005) Kārķu plantācijas ierīkošanas un apsaimniekošanas rokasgrāmata. LVMI Silava, 72 lpp.
59. Leinonen I., MacLeod M., Bell J. (2018) Effects of alternative uses of distillery by-products on the greenhouse gas emissions of Scottish malt whisky production: a system expansion approach. Sustainability, 10(5), pp. 1-18. ESSN 2071 - 1050.
60. Leip A., Weiss F., Wassenaar T., Perez I., Fellmann T., Loudjani P., Tubiello F., Grandgirard D., Monni S., Biala K. (2010) Evaluation of the livestock sector's contribution to the EU greenhouse gas emissions (GGELS) – final report. European Commission, Joint Research Centre. Pieejams: https://ec.europa.eu/agriculture/sites/agriculture/files/external-studies/2010/livestock-gas/full_text_en.pdf
61. Levin K., Song J., Morgan J. (2015) COP21 Q&A: What Is GHG Emissions Neutrality in the Context of the Paris Agreement? Pieejams: <https://www.wri.org/blog/2015/12/cop21-qa-what-ghg-emissions-neutrality-context-paris-agreement>
62. Ma Y. C., Kong X. W., Yang B., Zhang X. L., Yan X. Y., Yang J. C., Xiong Z. Q. (2013) Net global warming potential and greenhouse gas intensity of annual rice – wheat rotations with integrated soil – crop system management. Agronomy, Ecosystem and Environment, Volume 164, pp. 209 – 219.
63. Mackey, B., Prentice, I.C., Steffen, W., House, J.I., Lindenmayer, D., Keith, H., Berry, S. (2013) Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy. Nature Climate Change 3, 552–557.
64. MacLeod M., Eory V. Amponsah N. Y. (2016) Benchmarking the emissions intensity of Scottish livestock-derived agricultural commodities. ClimateXChange, Scotland Piejams: www.climateexchange.org.uk
65. MacLeod M., Sykes A., Leinonen I., Eory V., Creamer E., Govan S. (2018) Developing a model to quantify the greenhouse gas emission intensity of Scottish agricultural commodities. Summary Report, ClimateXChange, Scotland
66. Mander, U., Jaerveoja, J., Maddison, M., Soosaar, K., Aavola, R., Ostonen, I., Salm, J.-O., 2012. Reed canary grass cultivation mitigates greenhouse gas emissions from abandoned peat extraction areas. Glob. Change Biol. Bioenergy 4, 462–474. <https://doi.org/10.1111/j.1757-1707.2011.01138.x>
67. McSwinery C. P., Bohm S., Grace P. R., Robertson G. P. (2010) Greenhouse gas emissions calculator for grain and biofuel farming systems. Journal of Natural Resources, Volume 39, pp. 125 – 131.
68. Mergner, R., Hinterreiter, S., Scrimgeour, L., Eleftheriadis, I., Dzene, I., Fištrek, Ž., Perutka, T., Lazdiņa, D., Toskovska, G., Drukmane, L., Žandeckis, A. and Daugaviete, M. (2015) Ilgtspējīgi īsirtmeta atvasāju stādījumi. Rokasgrāmata. Edited by D. Lazdina. Minhene, Vācija: WIP Renewable Energies.
69. Ministru kabinets (2015) Kārtība, kādā ieviešams programmdokuments 'Latvijas Lauku attīstības plāns Lauku attīstības programmas īstenošanai 2004.-2006.gadam'. Latvija.
70. Mola-Yudego B. (2010) Regional potential yields of short rotation willow plantations on agricultural land in Northern Europe. Silva Fennica, 44(1), p. 63-76.
71. NIR (2018) SEG inventarizācijas ziņojuma kopsavilkums. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Pieejams: www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Klimats/Majas_lapai_LVGMC_2018_seginvkopsavilkums_24052018.pdf
72. O'Brien D., Shalloo L., Crosson P., Donnellan T., Farrelly N., Finnan J., Hanrahan K., Lalor S., Lanigan G., Thorne F., Schulte R. (2014) An evaluation of the effect of greenhouse gas accounting methods on a marginal abatement cost curve for Irish agricultural greenhouse gas emissions. Environmental Science & Policy 39: 107-118.

73. Owusu P.A., Asumadu-Sarkodie S. (2016) A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1).
74. Pan, Y., Birdsey, R.A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P.E., Kurz, W.A., Phillips, O.L., Shvidenko, A., Lewis, S.L., Canadell, J.G., Ciais, P., Jackson, R.B., Pacala, S.W., McGuire, A.D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., Hayes, D. (2011) A large and persistent carbon sink in the world's forests. *Science*, 333, pp. 988–993.
75. Pellerin S., Bamiere L., Angers D., Beline F., Benoit M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Dureau M., Dupraz P., Favardin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Henault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I. (2013) How can French agriculture contribute to reducing greenhouse gas emissions? Abatement potential and cost of ten technical measures. INRA.
76. Petaja, G., Jansons, J., Okmanis, M., Stola, J., Polmanis, K., Spalva, G., 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. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.183>
77. Popluga D., Naglis-Liepa K., Lenerts A., Rivza P. (2017). Marginal abatement cost curve for assessing mitigation potential of Latvian agricultural greenhouse gas emissions: case study of crop sector. In: 17th International multidisciplinary scientific GeoConference SGEM 2017: conference proceedings, Vol.17: Energy and clean technologies; Issue 41: Nuclear technologies. Recycling. Air pollution and climate change, p. 511-518.
78. Rajaniemi M., Mikkola H., Ahokas J. (2011) Greenhouse gas emissions from oats, barley, wheat and rye production. *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue 1*, 189-195
79. Rancane S., Makovskis K., Lazdina D., Daugaviete M., Gutmane I., Berzins P. (2014) Analysis of economical, social and environmental aspects of agroforestry systems of trees and perennial herbaceous plants. *Agronomy Research*, 12(2), pp. 589 – 602.
80. Rheinhardt, R. D., Brinson, M. M., Meyer, G. F. and Miller, K. H. (2012) 'Carbon storage of headwater riparian zones in an agricultural landscape', *Carbon Balance and Management*, 7, pp. 1–5. doi: 10.1186/1750-0680-7-4.
81. Roos E., Sundberg C., Hansson P. A. (2011) Uncertainties in the carbon footprint of refined wheat products: a case study on Swedish pasta. *International Journal of Life Cycle Assessment*, Volume 16, pp. 338 – 350.
82. RTU (2018) Inovātivi tehnoloģiskie risinājumi niedru biomasas izmantošanai un to efektivitātes novērtējums. Rīgas Tehniskā universitāte, Rīga.
83. Rytter R. M. (2012) The potential of willow and poplar plantations as carbon sinks in Sweden. *Biomass and Bioenergy*, (36), pp. 86-95.
84. Schulte R., Crosson P., Donnellan T., Farrelly N., Finnan J., Lalor S., Lanigan G., O'Brien D., Shalloo L., Thorne F. (2012) A Marginal Abatement Cost Curve for Irish Agriculture. Teagasc submission to the National Climate Policy Development Consultation. Pieejams: https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2012/1186_Marginal_Abatment_Cost_Curve_for_Irish_Agriculture.pdf
85. Schulte R.P.O., Donnellan T., Black K.G., Crosson P., Farrelly N., Fealy R.M., Finnan J., Lanigan G., O'Brien D., O'Kiely P., Shalloo L., O'Mara F. (2013) Carbon Neutrality as a horizon point for Irish Agriculture: a qualitative appraisal of potential pathways to 2050. Pieejams: <https://www.teagasc.ie/media/website/publications/2013/CarbonNeutrality-1.pdf>
86. Tiešie maksājumi 2018. [skatīts 2018.g. 3.septembrī]. Pieejams: [http://www.lad.gov.lv/files/visas_proviz_likmes_2018_\(003\).pdf](http://www.lad.gov.lv/files/visas_proviz_likmes_2018_(003).pdf)
87. Urtāns, A., Urtāne, L., Suško, U., Priede, A., Kļaviņa, Ē., Jātnieks, J., 2017. Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda.
88. van Der Sluis, T., Poppens, R., Kraivitnii, P., Rii, O., Lesschen, J.P., Galytska, M., Elbersen, W., 2013. Reed harvesting from wetlands for bioenergy. Technical aspects, sustainability and economic viability of reed harvesting in Ukraine. Alterra Wageningen UR, Netherlands.

89. Vienotais platību maksājums (VPM) 2018. g. (2018). [skatīts 2018.g. 3.septembrī]. Pieejams: [http://www.lad.gov.lv/lv/atbalsta-veidi/platibu-maksajumi/platibu-maksajumu-veidi/vienotais-platibas-maksajums-\(vpm\)-2016-g-246](http://www.lad.gov.lv/lv/atbalsta-veidi/platibu-maksajumi/platibu-maksajumu-veidi/vienotais-platibas-maksajums-(vpm)-2016-g-246)
90. Vymazal, J., Kröpfelová, L., 2005. Growth of *Phragmites australis* and *Phalaris arundinacea* in constructed wetlands for wastewater treatment in the Czech Republic. *Ecol. Eng., Constructed wetlands for wastewater treatment* 25, 606–621. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.07.005>
91. Wichmann, S., Köbbing, J.F., 2015. Common reed for thatching-A first review of the European market. *Ind. Crops Prod.* 77, 1063–1073. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.027>
92. Wichtmann, W., Joosten, H., 2007. Paludiculture: peat formation and renewable resources from rewetted peatlands. *IMCG Newsl.* 24–28.
93. Wijnands F.G. (2012) Farmers working on climate-neutral agriculture. Pieejams: <https://www.wur.nl/en/show/Farmers-working-on-climateneutral-agriculture.htm>
94. Wojcik-Gront E., Bloch-Michalik M. (2016) Assessment of greenhouse gas emission from life cycle of basic cereals production in Poland. *Zemdirbyste Agriculture*, Volume 103, No. 3, pp. 259–266 Pieejams: DOI 10.13080/z-a.2016.103.033
95. Zemkopības ministrija (2014) 'Latvia - Rural Development Programme (National) 2014 - 2020', in, p. 580.

Pielikumi

Publicēto pētījumu kopsavilkums par kviešu audzēšanas SEG emisiju intensitāti

Emisiju intensitāte		Ražība t ha ⁻¹	Augseka	Aprēķinu metodoloģija	Datu ieguves periods	Valsts/reģions	Atsauce
kg CO ₂ eq kg ⁻¹	kg CO ₂ eq ha ⁻¹						
0,397	1190	3	Kukurūza - pākšaugi - kvieši, konvencionāla aršana	SEG kalkulators	3 gadi	ASV	McSwinery et al., 2010
0,4	2480	6,2	Priekšaugi āboliņš - kvieši	LCA aprēķini pēc ISO 14040-43	1 gads	Austrālija	Biswas et al., 2010
0,31	2325	7,5	Kvieši - monokultūra	LCA aprēķins	2 gadi	Zviedrija	Roos et al., 2011
0,34	2820	8,8	Kvieši - monokultūra	LCA aprēķini	2 gadi	Jaunzēlande	Barber et al., 2011
0,59	2330	3,9	Kvieši - konvencionāla aršana	LCA aprēķini	1. gads	Somija	Rajaniemi et al., 2011
0,15	750	5	Pākšaugi - kvieši	LCA aprēķini	1 gads	Austrālija	Brock et al., 2012
0,575	8360	5,9	Rīsi - kvieši	LCA aprēķins	2 gadi	Ķīna	Ma et al., 2013
0,187	1584	8,5	Kvieši - kartupeļi - kvieši - kukurūza	REPRO modelis	1994 - 2005	Vācija	Kustermann et al., 2013
0,337	552	1,9	Vasaras kvieši - lēcas	Datu kvantificēšana	1985 - 2009	Kanāda	Gan et al., 2014
0,385	2396	5,8	Kvieši - pākšaugi, konvencionāla aršana	LCA aprēķins	3 gadi	Dānija	Knudsen et al., 2014
0,51	3927	7,7	Kvieši - monokultūra	LCA aprēķins	Prognoze	Apvienotā Karaliste	Audsley E., Wilkinson M. 2014
0,223	1039	5,2	Kvieši - pākšaugi, konvencionāla aršana	IPCC metodoloģija, aprēķini	3 gadi	Itālija	Alhajj Ali et al., 2015
0,334	2738	8,2	Kvieši – konvencionāla aršana	LCA aprēķins	5 gadi	Polija	Wojcik - Gront et al., 2016

Avots: autoru apkopojums

2. pielikums

Lauksaimniecības zemes izmantošana ES valstīs 2005. – 2015. gadā

Valsts	LIZ, tūkst. ha			Aramzeme, tūkst. ha			Graudaugi, tūkst. ha			Kvieši, tūkst. ha		
	2005	2015	Izmaiņas %	2005	2015	Izmaiņas %	2005	2015	Izmaiņas %	2005	2015	Izmaiņas %
Austrija	3238,6	2720,4	-16	1375,5	1346,02	-2	811,2	780,7	-4	293	302,97	3
Beļģija	1370,3	1330,88	-3	839,6	836,37	0	272,1	341,64	26	210	221,78	6
Bulgārija	5116,2	5011,49	-2	3057,7	3494,08	14	1533,2	1835,77	20	1088	1105,92	2
Horvātija	1201,76	1537,63	28	846,73	841,94	-1	553	475,64	-14	175,05	142,68	-18
Kipra	149,5	126,47	-15	112,22	98,24	-12	43,56	32,85	-25	5,29	11,97	126
Čehijas Republika	3596,72	3493,72	-3	2624,48	2495,93	-5	1579,8	1389,83	-12	811	829,82	2
Dānija	2694,5	2632,95	-2	2451,3	2348,69	-4	1448,3	1454,4	0	688,8	632,4	-8
Igaunija	914,7	993,6	9	593,9	665,9	12	292,1	350,4	20	99,5	169,7	71
Somija	2255,3	2273,3	1	2255,3	2240,9	-1	1168,4	1017,3	-13	203,9	241,8	19
Francija	29413,9	29115,25	-1	18292,5	18659,08	2	9089,5	9575,54	5	5238,8	5477,77	5
Vācija	16954,3	16730,7	-1	11877	11846,4	0	6571,7	6529,2	-1	2992,1	3282,7	10
Grieķija	3968,66	5291,71	33	2026,68	1956,65	-3	1106,17	959,01	-13	678,05	488,2	-28
Ungārija	5807,1	5346,45	-8	4493,8	4331,7	-4	2765	2697,7	-2	1111,3	1029,32	-7
Īrija	4275,89	4429,08	4	465,75	452,12	-3	273,07	291,56	7	84,25	65,33	-22
Itālija	14490,3	12660,89	-13	7380,8	6601,69	-11	3933,3	3048,18	-23	2100,4	1912,42	-9
Latvija	1839,2	1884,8	2	1188,1	1229,8	4	521,9	669,5	28	224,6	447,3	99
Lietuva	2695,9	3005,96	12	1833,4	2169,82	18	1003,3	1329,12	32	354,6	836,22	136
Luksemburga	130,9	131,38	0	61,1	62,9	3	28,5	29,29	3	12,6	14,49	15
Malta	10,33	11,69	13	8,02	8,97	12	0	0	0	0	0	0
Nīderlande	1886,4	1845,75	-2	1040,5	1033,03	-1	222,1	195,6	-12	141,3	142,47	1
Polija	15477,2	14398,2	-7	11748	10887	-7	8352,9	7511,8	-10	2112	2395,5	13
Portugāle	3660,98	3695,03	1	1127,35	1069,96	-5	312,7	270,85	-13	54,89	39,74	-28
Rumānija	13629,81	13858,42	2	8675,24	8778,19	1	5129,87	5471,19	7	1975,02	2106,59	7
Slovākija	1930,6	1921,56	0	1343,1	1349,9	1	784,4	749,22	-4	360,7	377,9	5
Slovēnija	498,47	476,86	-4	175,04	171,17	-2	99,26	98,96	0	32,04	30,73	-4
Spānija	25003	23897,14	-4	13196,8	12656,83	-4	6244,3	6195,86	-1	1803,3	2176,35	21
Zviedrija	3120,9	3028,35	-3	2631,4	2575,19	-2	983,39	1019,31	4	360,5	457,55	27
Lielbritānija	17737,1	17147	-3	6177,2	5761	-7	2885,2	3099	7	1830,5	1832	0

Avots: autoru apkopojums pēc EUROSTAT