

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**PIEEJAMO AUGŠŅU DATU VĒRTĒJUMS OGLEKĻA DIOKSĪDA
EMISIJU APRĒĶINĀŠANĀ NO LAUKSAIMNIECĪBĀ
IZMANTOJAMĀM ZEMĒM**

MAGISTRA DARBS

Autors: Elīna Bārdiņa

Stud.apl.: eb18060

Darba vadītājs: Dr.ģeogr., prof. Oļģerts Nikodemus

RĪGA 2020

ANOTĀCIJA

Oglekļa dioksīda emisijas aprēķināšanai no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm Latvijā izmanto padomju laikā (1959 – 1991) veikto augšņu kartēšanas datus. Tie pašreiz ir vienīgie visā valsts teritorijā pieejamie telpiskie dati par lauksaimniecības zemju augsnēm. Papildus informāciju par lauksaimniecības zemju, piemēram, bioloģiski vērtīgu zālāju, augsnēm sniedz arī Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” projektu ietvaros ievāktie un analizētie augsnes paraugi (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013), kā arī *LUCAS Soil* datubāzē pieejamie augšņu dati (Orgiazzi et al. 2017). Lai varētu iegūt objektīvu ainu par augšņu datu izmantošanas iespējām CO₂ emisijas no LIZ aprēķināšanā, nepieciešams veikt šo datu kvalitātes un telpiskā pārklājuma visaptverošu novērtēšanu.

Maģistra darba mērķis ir izvērtēt Latvijā pieejamo augšņu datu kvalitāti CO₂ emisiju aprēķināšanai no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm.

Maģistra darbā ir novērtēta vēsturisko augšņu karšu pārklājuma atbilstība pašreiz lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, veikts organisko augšņu platības novērtējums un CO₂ emisiju aprēķins pētījuma teritorijas novados, kā arī izvērtēta vēsturisko augšņu karšu izmantošana un augsnes kartēšanas mēroga loma CO₂ emisiju aprēķināšanā.

Pētījuma rezultāti parādīja, ka pašreiz pieejamie augsnes dati un to interpretācija sniedz ļoti atšķirīgus CO₂ emisijas apjomus. Neprecizitātes un būtiskas atšķirības emisiju aprēķinos rada novecojusī augšņu informācija par augsnes apakštīpiem, augsnes kartēšanas mērogs, kā arī atšķirības izmantotajos izejas datos par lauksaimniecībā izmantojamo zemju platībām.

Atslēgas vārdi: organiskās augsnes, kūdraugsnes, SEG, lauksaimniecībā izmantojamās zemes, augsnes kartēšana.

ANNOTATION

Soil mapping data from Soviet era (1959 - 1991) is used for calculating carbon dioxide emissions from agricultural land in Latvia. For now, they are the only spatial data available on agricultural land soils across the country. Additional information on soils of agricultural lands, such as biologically valuable grasslands, is provided by soil samples collected and analyzed within the framework of projects of the Latvian State Forest Research Institute "Silava" (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" 2013), as well as soil data from the *LUCAS Soil* database (Orgiazzi et al. 2017). A comprehensive assessment of the quality and spatial coverage of soil data is needed to obtain an objective picture of the potential use of soil data to calculate CO₂ emissions from agricultural lands.

The aim of the Master's thesis is to evaluate the quality of soil data available in Latvia for calculating CO₂ emissions from agricultural land.

The Master's thesis has assessed the compliance of the coverage of historical soil maps with the currently used agricultural lands, assessment of the area of organic soils and calculation of CO₂ emissions in the counties of the study area has been performed, as well as the use of historical soil maps and the role of soil mapping scale in the calculation of CO₂ emissions.

The results of research shows that the currently available soil data and their interpretation provide different levels of CO₂ emissions. Inaccuracies and significant differences in emission calculations are caused by outdated soil information about soil subtypes, the scale of soil mapping, as well as differences in the input data of agricultural land areas.

Key words: organic soils, peat soils, GHG, agricultural land, soil mapping.

SATURS

SAĪSINĀJUMU UN TERMINU SKAIDROJUMS	5
IEVADS	6
1. AUGSNE UN OGLEKLIS	8
1.1. Augsne kā oglekļa krātuve.....	8
1.2. Oglekļa veidi augsnē.....	9
1.3. Organiskās augsnes un oglekļa krājumi.....	11
2. ZEMES IZMANTOŠANA UN CO ₂ EMISIJA.....	14
2.1. Lauksaimniecībā izmantojamās zemes un CO ₂ emisija.....	14
2.2. Zemes izmantošanas maiņas ietekme uz CO ₂ emisiju.....	17
2.3. Zemes nosusināšanas ietekme uz CO ₂ emisiju.....	22
3. AUGSNES DATU IZMANTOŠANA CO ₂ EMISIJAS APRĒĶINĀŠANĀ.....	25
3.1. Augsnes kartēšana un CO ₂ emisijas aprēķināšana.....	25
3.2. Latvijas augšņu kartēšana un CO ₂ emisijas aprēķināšana	31
4. MATERIĀLI UN METODEDES.....	36
4.1. Pētījumu materials	36
4.2. Pētījumu metodes	39
5. REZULTĀTI	41
5.1. Kartētās lauksaimniecībā izmantojamās zemes.....	41
5.2. Lauku bloku nodrošinājums ar augsnes informāciju.....	42
5.3. CO ₂ emisija no organiskām augsnēm lauku bloku griezumā.....	48
5.4. Augsnes kartēšanas mērogs un CO ₂ emisijas aprēķini.....	52
6. DISKUSIJA	54
SECINĀJUMI	60
REKOMENDĀCIJAS.....	61
PATEICĪBAS.....	62
LITERATŪRA UN AVOTI.....	63
PIELIKUMI.....	70

SAĪSINĀJUMU UN TERMINU SKAIDROJUMS

C – ogleklis

CH₄ – metāns

CO₂ – oglekļa dioksīds

ES ETS – Eiropas Savienības Emisijas kvotu tirdzniecības sistēma

FAO – ANO Pārtikas un lauksaimniecības organizācija (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*)

GIS – Geogrāfiskās informācijas sistēma

IPCC – Starpvaldību klimata pārmaiņu panelis (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

LAD – Lauku atbalsta dienests

LIZ – Lauksaimniecībā izmantojamā zeme

MSI – Meža statistiskā inventarizācija

N₂O – dislāpekļa oksīds

SEG – siltumnīcefekta gāzes

SOC – augsnes organiskais ogleklis (*soil organic carbon*)

VARAM – Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija

ZIZIMM – Zemes izmantošana, zemes izmantošanas maiņa un mežsaimniecība

IEVADS

Ņemot vērā Latvijas dalību Eiropas Savienībā (turpmāk – ES), Latvijas siltumnīcefekta gāzu (SEG) samazināšanas mērķi ir saistīti ar ES SEG samazināšanas mērķiem, kā arī ar starptautisko klimata politiku – Apvienoto Nāciju Organizācijas Vispārējo konvenciju par klimata pārmaiņām, tās Kioto protokolu un Parīzes nolīgumu (VARAM 2019b).

ES ietvaros ir noteikts kopējs ES SEG emisiju samazināšanas mērķis, un tas ir sadalīts divas daļās – ES Emisijas kvotu tirdzniecības sistēmā (turpmāk – ES ETS) iekļautās darbības un ES ETS neiekļautās darbības (turpmāk – ne-ETS). ES noteiktie kopīgie mērķi:

- ES ETS operatori kopīgi visā ES ir jāsamazina SEG emisiju apjoms par 21 % līdz 2020. gadam un par 43 % līdz 2030. gadam (salīdzinot ar šo ES ETS operatoru SEG emisiju apjomu 2005. gadā).

- kopējais ES ne-ETS SEG emisiju apjoms ir jāsamazina par 10 % līdz 2020. gadam un par 30 % līdz 2030. gadam (salīdzinot ar šo ne-ETS darbību SEG emisiju apjomu 2005. gadā) (VARAM 2019b).

Saskaņā ar Kioto protokolu un Līgumslēdzēju pušu konferences lēmumu Nr. 2/CMP.6 otrajā saistību izpildes periodā (2013. – 2020. gads) aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes ziņošana ir brīvprātīga, tomēr pēc 2020. gada ilggadīgo zālāju un aramzemju apsaimniekošanas radīto SEG emisiju un CO₂ piesaistes ziņošana ir kļuvusi obligāta visām Eiropas Savienības valstīm (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" 2018).

Atbilstoši 2019. gadā sagatavotajam Latvijas SEG inventarizācijas ziņojumam par 2017. gadu, lauksaimniecība ir otrs lielākais emisiju sektors Latvijas SEG inventarizācijā, kas radīja 24,6% (2782,32 kt CO₂ ekv.) no kopējām Latvijas SEG emisijām 2017. gadā, neskaitot Zemes izmantošanu, zemes izmantošanas maiņu un mežsaimniecību (ZIZIMM). 2017. gadā emisijas tieši no lauksaimniecības augsnēm veidoja lielāko daļu (60,8%) no sektora kopējām emisijām (LVĢMC 2019).

Siltumnīcefekta gāzu līmeni Latvijā būtiski ietekmē organiskās augsnes, kas ir uzskatāmas par emisiju pamatavotu Latvijā un kas būtiski ietekmē SEG emisiju līmeni zemes izmantošanas maiņas, mežsaimniecības un lauksaimniecības sektorā. Organiskajām augsnēm ir būtiska ietekme arī uz aramzemju un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radītajām SEG emisijām un CO₂ piesaisti. Tomēr ir zināms, ka organisko augšņu izplatība lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ir samazinājusies organisko augšņu mineralizēšanās, kā arī zemes izmantošanas maiņas rezultātā, vairs neradot būtiskas SEG emisijas, izņemot tās, kas saistītas ar minerālaugšņu apsaimniekošanu (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" 2016).

Oglekļa dioksīda emisijas aprēķināšanai no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm Latvijā izmanto padomju laikā (1959 – 1991) veikto augšņu kartēšanas datus. Tie pašreiz ir vienīgie visā valsts teritorijā pieejamie telpiskie dati par lauksaimniecības zemju augsnēm. Papildus informāciju par lauksaimniecības zemju, piemēram, bioloģiski vērtīgu zālāju augsnēm sniedz arī Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” projektu ietvaros ievāktie un analizētie augsnes paraugi (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013), kā arī *LUCAS Soil* datubāzē iekļautie augšņu dati. Lai varētu iegūt objektīvu ainu par augšņu datu izmantošanas iespējām CO₂ emisijas no LIZ aprēķināšanā, nepieciešams veikt šo datu kvalitātes un telpiskā pārklājuma visaptverošu novērtēšanu.

Maģistra darba mērķis ir izvērtēt Latvijā pieejamo augšņu datu kvalitāti CO₂ emisiju aprēķināšanai no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm.

No pētījuma mērķa izriet šādi darba uzdevumi:

- novērtēt vēsturisko augšņu karšu pārklājuma atbilstību pašreiz lauksaimniecībā izmantojamām zemēm;
- veikt potenciālo organisko augšņu izplatības novērtēšanu;
- novērtēt augsnes kartēšanas mēroga lomu CO₂ emisijas aprēķināšanā;
- izstrādāt priekšlikumus vēsturisko augšņu karšu izmantošanai CO₂ emisijas no augsnes aprēķināšanai.

Darba hipotēze: organisko augšņu izplatība Latvijā ir mazāka kā līdz šim tika uzskatīts, līdz ar to lauksaimniecībā izmantojamo zemju ietekme uz SEG emisiju apjomiem ir mazāka.

Pētījums tika veikts 16 Latvijas novados, kas izvēlēti izlases kārtā, lai salīdzinātu iespējamās CO₂ emisijas atkarībā no reģiona fizikāli ģeogrāfiskajām īpašībām un zemes izmantošanas veida.

Darba autore novērtējusi vēsturisko augšņu karšu pārklājuma atbilstību pašreiz lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, veikts organisko augšņu platības novērtējums un CO₂ emisiju aprēķins pētījuma teritorijas novados atkarībā no zemes izmantošanas veida, kā arī izvērtēta vēsturisko augšņu karšu, kā arī citu saistītu izejas datu izmantošana CO₂ emisiju aprēķināšanā.

Maģistra darba autore 2020. gada 31. janvārī piedalījies Latvijas Universitātes 78. Zinātniskās konferences apakšsekcijā „Meža ekoloģija un pārvaldība” ar stenda ziņojumu „Augšņu datu izmantošanas iespējas CO₂ emisiju aprēķināšanā Latvijā no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm”.

Maģistra darba apjoms ir 69 lpp. ar 6 pielikumiem 24 lpp. apjomā, darbu ilustrē 27 attēli un 4 tabulas. Darbs sastāv no 6 nodaļām un 13 apakšnodaļām.

1. AUGSNE UN OGLEKLIS

1.1. Augsne kā oglekļa krātuve

Lielākā daļa oglekļa (C) augsnē nonāk ar augiem, kas rodas vai nu uzkrājoties lapu nobirām uz augsnes virsmas, vai nu iestrādājot kultūraugu atliekas augsnē pēc ražas novākšanas. Būtisku C ienesi augsnē veicina arī sakņu sistēma (Rees et al. 2005).

Augsnes organiskajam ogleklim (SOC) ir būtiska nozīme pasaules oglekļa ciklā (Leifeld et al. 2005), kas lielos apjomos no grunts oglekļa krājumiem raksturīgs kūdraugsnēs (Yu 2012). Tas ir ogleklis, kas paliek augsnē pēc dzīvo organismu saražotā materiāla daļējas sadalīšanās (Lefevre et al. 2017), un tas ir galvenais elements globālajā oglekļa aprites ciklā caur atmosfēru, veģetāciju, augsni, upēm un okeānu (FAO 2017). Eglins ar kolēģiem (Eglin et al. 2010) uzskata, ka augsnes organiskais ogleklis veidojas arī mazliet no ogļu veidošanās procesa pēc ugunsgrēka, kā arī, protams, no kritālām.

SOC saturam augsnē ir būtiska ietekme uz daudzām augsnes īpašībām un funkcijām, kas ietekmē gan lauksaimniecisko ražošanu, gan augsnes lomu plašākā vidē, pateicoties tā biofizikālajai un ekonomiskajai ietekmei uz ekosistēmu pakalpojumiem (Powlson et al. 2012). Augsnes organiskais ogleklis ir galvenais augsnes kvalitātes elements, jo tas ir galvenais rādītājs, kas raksturo augsnes auglību. Organiskās vielas samazina arī gruntsūdeņu piesārņojuma risku, jo augsne ar augstu organiskā oglekļa saturu spēj absorbēt, imobilizēt un noārdīt tādas piesārņotājus kā pesticīdi un nitrāti (Meersmans et al. 2012). Tajā pašā laikā organiskajam materiālam, kas satur oglekli, ir pozitīva ietekme uz augsnes agregātu stabilitāti, uzskatot to par būtisku augsnes erozijas kontrolē. Kopumā augsnei ar augstāku organiskā oglekļa saturu būs stabilāka struktūra, nekā tāda paša tipa augsnē ar zemāku organiskā oglekļa saturu, kā arī šāda augsne mazāk tiek pakļauta notecei, erozijai vai virsmas pārklāšanai, un tam ir lielāks ūdens infitrācijas ātrums, ūdens aizture un lielāka porainība (Powlson et al. 2012).

Kā svarīgs C rezervuārs darbojas lauksaimniecības augsnes (Leifeld et al. 2005) un ņemot vērā aktīvo C apmaiņu starp augsni un atmosfēru, šis rezervuārs tiek uzskatīts par dinamisku elementu globālajā C ciklā, uzsverot tā potenciālu darboties kā klimata pārmaiņu atgriezeniskās saites virzošajam spēkam (Meersmans et al. 2012). Augsnes spēja nākotnē darboties kā oglekļa krātuvei ir ļoti neskaidra, jo organiskā oglekļa sadalīšanās ir jutīga pret klimata pārmaiņām un paaugstinātām temperatūrām (Eglin et al. 2010).

Augsnes organiskā oglekļa uzglabāšanas apjoms ir telpā un laikā mainīgs lielums, ko ietekmē dažādi biotiskie un abiotiskie faktori. Visā pasaulē vislielākie SOC krājumi atrodas mitrājos un kūdrājos, no kuriem vairums ir mūžīgā sasaluma reģionos un tropos. Citos

gadījumos augsts SOC saturs sastopams augsnes horizontos (> 1 m), kas aprakti vulkānisko, eolisko, aluviālo, koluviālo, ledāju un antropogēno procesu rezultātā (Lefevre et al. 2017).

Tiek lēsts, ka visā pasaulē organiskā oglekļa krājumi virszemes augsnēs sasniedz 2011 Gt oglekļa, no kā 128 Gt sastāda ogleklis no aramzemes, 295 Gt no mēreni mitriem zālājiem un 225 Gt no mitrājiem (Leifeld et al. 2005). Pēc LVMI „Silava” datiem, aramzemju minerālaugsnes 0 – 40 cm slānis Latvijā satur 83 t organiskā oglekļa uz hektāru, bet zālāji – 88,5 t organiskā oglekļa uz hektāru. Lauksaimniecības zemes minerālaugsnēs kopējie organiskā oglekļa krājumi ir 403 milj.t. (Nikodemus u.c. 2018). Uzglabātais C daudzums lauksaimniecības augsnēs ir atkarīgs no vietējiem klimatiskajiem apstākļiem un citiem konkrētajai vietai specifiskiem apstākļiem, kā arī no zemes izmantošanas un zemes apsaimniekošanas veida (Leifeld et al. 2005). Līdz ar to jāņem vērā, ka oglekļa krājumi augsnē var mainīties un precīzi novērtēt organiskā oglekļa krājumus augsnē ir grūtāk, jo tie var mainīties sarežģītu fizisko, ķīmisko un bioloģisko procesu rezultātā (Grunber et al. 2014).

Kā uzskata Eglins un kolēģi (Eglin et al. 2010), organiskā oglekļa saturs augsnē var samazināties augsnes organiskā izšķīdušā skābekļa iznesē ar upi, ekosistēmas traucējumu rezultātā, kā, piemēram, ugunsgrēka gadījumā vai ūdens un vēja erozijas rezultātā, kur erozija kopumā uz augsni iedarbojas ilgākā laika posmā, kā arī mikrobiālās sadalīšanās rezultātā (heterotrofiskā elpošana), kur tiek pieņemts, ka sadalīšanās ātrums eksponenciāli pieaug ar temperatūru, kas 21.gs. laikā novērojams ziemeļu reģionos, kā, piemēram, Sibīrijā un Kanādā.

1.2. Oglekļa veidi augsnē

Augsnes organiskais ogleklis – *soil organic carbon (SOC)*. Tas ir ogleklis, kas paliek augsnē pēc dzīvo organismu saražotā materiāla daļējas sadalīšanās. Atmirušo organisko materiālu (galvenokārt augu atlieku un eksudātu veidā) augsnē iestrādā augsnes fauna, kas organiskā materiāla pārveidošanas rezultātā augsnē rada oglekļa pieplūdi heterotrofo mikroorganismu darbības rezultātā. Organiskā materiāla pārveidošanas procesa rezultātā tiek iegūts sarežģīts augu nobiru un mikrobu sadalīšanās produktu bioģeokīmiskais maisījums dažādās sadalīšanās pakāpēs, kas var saistīties ar augsnes minerāliem un tikt ieslēgti agregātos, nodrošinot SOC noturību augsnē gadu desmitiem, gadsimtiem vai pat gadu tūkstošiem (Lefevre et al. 2017).

SOC ir galvenais elements globālajā oglekļa aprites ciklā caur atmosfēru, veģetāciju, augsni, upēm un okeānu. Tas ir ļoti dinamisks lielās reaģētspējas dēļ (FAO 2017). Augsnē tā daudzumi visbiežāk samazinās erozijas dēļ, jo organiskajam ogleklim ir mazs blīvums un tas atrodas augsnes virsmas tuvumā (Lal et al. 2015). SOC krātuve uzglabā aptuveni 1 500 Pg C

pirmajā augsnes metrā, kurā ir vairāk oglekļa nekā atmosfērā (aptuveni 800 PgC) un sauszemes veģetācijā (500 PgC) kopā (Lefevre et al. 2017).

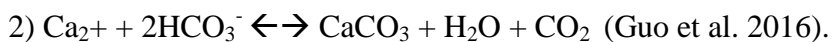
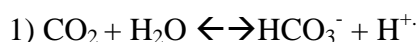
Augsnes organiskais ogleklis ir iedalīts dažādās krātuvēs pēc tā fizikālās un ķīmiskās stabilitātes:

- Ātrā krātuve (*fast pool*) (labila vai aktīva krātuve) – pēc jauna organiskā oglekļa pievienošanās augsnei, sadalīšanās rezultātā liela daļa sākotnējās biomasas tiek zaudētas 1–2 gadu laikā.

- Starpposma krātuve (*intermediate pool*) – veidots no mikrobioloģiski apstrādāta organiskā oglekļa, kas ir daļēji stabilizēts uz minerālu virsmām un / vai aizsargāts agregātu veidā, ar aprites laiku no 10 līdz 100 gadiem.

- Lēnā krātuve (*slow pool*) (stabila krātuve) – ļoti stabilizēts SOC un ļoti lēns aprites periods no 100 līdz > 1000 gadiem (Lefevre et al. 2017).

Augsnes neorganiskais ogleklis – *soil inorganic carbon (SIC)*. To galvenokārt veido karbonātu minerāli – primārie un sekundārie. Primārie tiek iegūti no augsnes cilmieža vai sintezēti augsnes veidošanās laikā (Lal et al. 2015). Sekundārie karbonāti tiek iegūti šķīdinot cilmiezi, kas iegūti kalcija silikāta dēdēšanas procesā. SIC, kas galvenokārt ir kalcija un magnija karbonāti, lielākoties veidojas šādās divās reakcijās:



Arīdajos un semiarīdajos reģionos SIC ir dominējošā oglekļa forma un to krājumi ir aptuveni 2 – 10 reizes lielāki kā SOC krājumi (Tan et al. 2014). Apmēram viena trešdaļa no pasaules augsnes oglekļa līdz 1 m dziļumam atrodas neorganiskā formā, un tā krājumi augsnes pirmajā metrā veido apmēram 950 Pg C (Lal et al. 2015).

Kopējais organiskais ogleklis – *total organic carbon (TOC)*. Augsnē un nogulumos TOC veido neorganiskais (SIC) un organiskais ogleklis (SOC), savukārt, ja augsnē vai nogulumos neorganiskais ogleklis nav sastopams, tad TOC ir vienāds ar SOC. Kopējā organiskā oglekļa klātbūtne vai neesamība var ievērojami ietekmēt ķīmisko vielu reaģēšanu augsnē vai nogulumos (Schumacher 2002).

Izšķīdušais organiskais ogleklis – *dissolved organic carbon (DOC)*. Parasti tā ir galvenā oglekļa forma, kas tiek pārvietota ar augsnes šķīdumu un plūsmām. DOC nozīmīgums ir tā spējā hidroloģiski transportēt oglekli starp dažādām ekosistēmām. Visnozīmīgākais ir transports no meža stāva uz minerālo augsni. Sistēmā iekšējā izšķīdušā organiskā oglekļa plūsmas ekosistēmā kopumā ir lielākas nekā to neto zaudējumi gruntsūdeņos un virszemes ūdeņos (Kolka et al. 2008).

Saistībā ar ikgadējo virszemes nobiru uzkrāšanos, ikgadējais DOC transports no O horizonta uz minerālo augsni ir vidēji 17 %, kas mērenos mežos sasniedz 6 – 30%. DOC transports notecē palielinās palielinoties mitrāju īpatsvaram sateces baseinā, īpaši organisko augšņu mitrāju vai kūdrāju klātbūtnē. Tomēr izšķīdušā organiskā oglekļa plūsmas vērtējamas kā mazas salīdzinot ar citām oglekļa plūsmām ekosistēmā, bet DOC var būt svarīgs nobiru un O horizonta oglekļa bilancē (Kolka et al. 2008).

Cieto daļiņu organiskais ogleklis – *particulate organic carbon* (**POC**). POC parāda viegli mineralizējamo augsnes organisko frakciju nodalījumu, tādejādi tas ir ļoti svarīgs komponents novērtējot augsnes N mineralizācijas potenciālu. POC ir cieši saistīts ar augsnes struktūru un tā stabilizāciju, jo mikroorganismu darbības rezultātā, augsnes organiskām vielām noārdoties, rodas organiski savienojumi, kas stimulē agregāciju, palielina makroagregātu stabilitāti un veicina ilgtermiņa C stabilizāciju mikroagregātos (Diovisalvi et al. 2014).

Cieto daļiņu organiskais ogleklis ir jutīgs pret zemes lietojuma izmaiņām, kā arī tas ir labs augsnes veselības indikators (Diovisalvi et al. 2014), piemēram, kādā pētījumā Jaundienvidzemes Austrālijā visās paraugu ņemšanas vietās POC bija lielāks ganībās nekā aramzemē. Salīdzinot aramzemes un ganību POC līmeni dažādās pētījuma vietās, tā zudumi galvenokārt bija skaidrojami ar ganību pārvēršanu aramzemēs kultūraugu audzēšanai (Chan 2006).

1.3. Organiskās augsnes un oglekļa krājumi

Parasti siltumnīcas efekta izraisīto gāzu emisijas aprēķināšanā atsevišķi nodala minerālaugsnes un organiskās augsnes. Jāatzīst, ka organisko augšņu nodalīšanas kritēriji ir neviennozīmīgi traktējami. Būtībā, izņemot seklās (≥ 10 cm) ar organiskām vielām bagātās augsnes, šajās pamatnostādņēs organiskām augsnēm atbilst FAO 1998. gada klasifikācijā izdalītās kūdraugsnes (Histosols), kurām kūdras kopējais biezums ir vismaz 40 cm un tās satur organisko oglekli vismaz 12 % (~ 20 % organiskā materiāla) (FAO 1998). Kā atzīmē vairāki autori, diemžēl aprēķinos netiek izmantota pilnībā FAO augšņu klasifikācijas atslēga, jo organisko augšņu izdalīšanā netiek ņemts vērā 40 cm kūdras slāņa biezuma kritērijs (Couwenberg 2009).

Organiskās augsnes (kūdraugsnes) sastāv no nepilnīgi sadalītām augu atliekām ar vai bez sajauktām smiltīm, putekļiem vai māliem. Tās veidošanās parasti atspoguļo organiskā materiāla sadalīšanās intensitātes samazināšanos teritorijas pārpurvošanās rezultātā. Sastopama dažādos reljefa virsmas pacēlumos, bet galvenokārt zemienēs (Couwenberg 2011).

Organiskās augsnes aptver plašas teritorijas, kas atrodas Ziemeļvalstīs un Baltijas valstīs. Šajā apgabalā mežsaimniecība un lauksaimniecība ir plaši izplatīts zemes izmantošanas veids kūdrājos, it īpaši Somijā, kur 53 % no meliorētajām meža zemēm veido kūdraugsnes (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" 2018).

Augsnes, kas bagātas ar organiskām vielām un nesadalītu augu materiālu, tiek definētas kā *Histosol* augsnes. Tās veidojas vietās, kur organisko vielu sadalīšanos kavē zema temperatūra vai nepārtraukti mitruma apstākļi (FAO S.a.). Nacionālajā augsnes klasifikācijā *Histosol* augsne ir spēkā esošais starptautiskais organisko augšņu standarts. Histosola definīcija vērtējama kā sarežģīta, jo tā attiecas ne tikai uz augsnes slāņa biezumu un organisko saturu augsnē, bet arī uz to izcelsmi, cilmiezi, māla saturu un ikgadējo ūdens piesātinājuma periodu (Couwenberg 2011; Carré et al. 2010). Balstoties uz FAO (1998) augsnes grupu noteikšanas atslēgu, IPCC 2006. gada pamatnostādņu 3A.5. pielikumā (IPCC 2006) tiek piedāvāti organisko augšņu identifikācijas kritēriji, kas attiecas uz CO₂ emisijas no organiskām augsnēm aprēķināšanas kritērijiem (FAO 1998). Augsnes tiek definētas kā organiskas šādos gadījumos:

- Organisko vielu horizonta biezums ir vismaz 10 cm vai vairāk. Horizontam, kas ir mazāks par 20 cm, ir jā satur 12 % vai vairāk organiskā oglekļa (C_{org}) visā 20 cm dziļumā pēc tā pārjaukšanas.

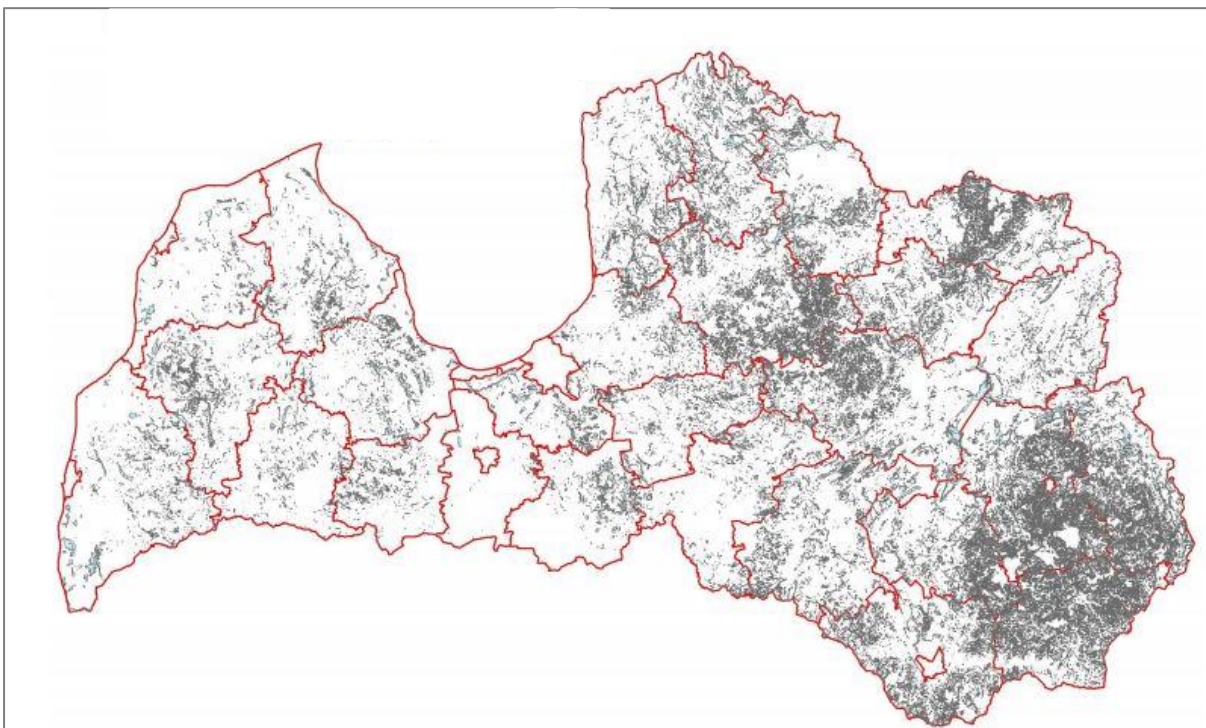
- Augsne nekad nav piesātināta ar ūdeni ilgāk par dažām dienām, un tā satur vairāk nekā 20 % (pēc svara) organiskā oglekļa (apmēram 35 % organisko vielu).

- Organisko vielu horizonta biezums ir vismaz 10 cm vai vairāk. Horizontam, kas ir mazāks par 20 cm, ir jā satur 12 % vai vairāk organiskā oglekļa visā 20 cm dziļumā pēc tā pārjaukšanas, kā arī, ja augsne ir pakļauta ūdens piesātinājuma periodiem un tai ir:

- vismaz 12 % (pēc svara) C_{org} (apmēram 20 % organisko vielu), ja augsne nesatur māla daļiņas;
- vismaz 18 % (pēc svara) C_{org} (apmēram 30 % organisko vielu), ja augsne satur 60 % un vairāk māla daļiņas;
- C_{org} saturs ir robežās no 12 līdz 18 %, ja māla daļiņu saturs ir robežās no 0 līdz 60% (rēķinot proporcionāli) (Tubiello et al. 2016).

Atbilstoši Latvijas augšņu klasifikācijai (1999) starptautiski pieņemtajai organisko augšņu izdalīšanai atbilst visas hidromorfās augsnes (kūdraugsnes), kūdrainā aluviālā velēnu gleja, trūdaini kūdrainā velēnu gleja, trūdaini kūdrainā velēnu podzolētā gleja un daļēji trūdainā velēnu glejotā, trūdainā velēnu gleja, trūdainā velēnu podzolētā glejotā, trūdainā velēnu podzolētā gleja, jo šo augšņu izdalīšanas kritērijā organisko vielu daudzums pieļaujams no 10 – 50% (Kārklins u.c. 2009). Balstoties uz Latvijas augšņu digitalizēšanas

projekta “Ilgtspējīga zemes resursu pārvaldības veicināšana, izveidojot digitālu augšņu datubāzi” veiktajiem rezultātiem, Latvijā kūdraugšnes aizņem 5914,9 km² jeb 12,7 % no kartēto augšņu platības (1.1. att.) (Kasparinskis S.a.). Vienlaikus jāņem vērā, ka ilgstošā augšnes kartēšanas periodā vairākkārt ir mainījušās Latvijas augšnes klasifikācijas sistēmas, kas var ienest sava veida neprecizitātes siltumnīcefekta gāzu emisijas aprēķināšanā no LIZ.



1.1. attēls. Kūdraugšņu izplatība Latvijā (Kasparinskis S.a.).

Kūdraugšnes satur lielu daļu grunts oglekļa krājumus un to dinamikai ir būtiska ietekme uz globālo oglekļa ciklu (Yu 2012). Kūdraugšņu C krājumi ir ļoti mainīgi un par tā mainīgumu, īpaši kūdraugsnēs, ir maz informācijas. Tas ir būtisks jautājums, jo tas sarežģī oglekļa krājumu monitoringu no kūdraugsnēm, īpaši mainīgajos klimatiskajos apstākļos. Turklāt, tas ierobežo iespējas veiksmīgi novērtēt kūdraugšņu C krājumus reģionālā mērogā (Akumu, McLaughlin 2013). Lielākā daļa pētījumu liecina, ka Apvienotajā Karalistē organiskās vai ar oglekli bagātās augšnes, tostarp kūdraugšnes, kūdrainās podzolaugšnes, stagnogleji un brūnzemes, kuras ir bieži sastopamas Apvienotās Karalistes augstienēs, ir potenciāli jutīgākas pret klimata pārmaiņām, jo samazinoties augšnes mitrumam, kas saistīts ar sasilšanu vai sausumu, varētu palielināties augšnes oglekļa izdalīšanās (Ostle et al. 2009).

2. ZEMES IZMANTOŠANA UN CO₂ EMISIJA

2.1. Lauksaimniecībā izmantojamās zemes un CO₂ emisija

Lauksaimniecība tiek uzskatīta par visintensīvāko zemes izmantošanas veidu, ko ietekmē intensīvā kultivēšana (aršana), kas var palielināt C zudumus no augsnes (Bardule et al. 2017). Organisko vielu sadalīšanos jeb degradāciju veicina zemes nosusināšana, zemes iekultivēšana un zemes irdināšana. Palielinot zemes izmantošanas intensitāti, atmosfērā nonāk vairāk oglekļa dioksīda (Oertel et al. 2016). Augsnes apstrāde noārda augsnes agregātu frakcijas un var būtiski pārvietot aizsargātās SOC krātuves (vidējais uzturēšanās laiks ir desmitgades) uz aktīvajām krātuvēm, kuru vidējais uzturēšanās laiks ir tikai nedēļas. Dabisko ekosistēmu pārvēršana agroekosistēmās noārda SOC krātuves, jo ir zemāka biomasas – C atdeve, lielāki SOC zudumi erozijas, mineralizācijas un izskalošanās rezultātā, un to veicina arī palielinātā augsnes temperatūras un mitruma izmaiņas režīmi. Šie procesi lauksaimniecības augsnēs samazina oglekļa krājumus pat par 25 – 75%, salīdzinot ar līdzīgām netraucētām vai dabiskām ekosistēmām (Lal et al. 2015).

Zālajos ir novērojams lielāks organiskā oglekļa saturs augsnē C sekvestrācijas rezultātā, bet aramzemes mazāks, saistībā ar oglekļa zudumiem CO₂ emisiju veidā augsnes apstrādes rezultātā (Kalka 2016). Pētījumā, kas tika veikts Latvijā, augstākais organiskā oglekļa saturs augsnē atkarībā no zemes izmantošanas veida tika konstatēts Vidzemē un Zemgalē (2.1. tab.), attiecīgi zemākais – Kurzemē un Latgalē, kas šajā gadījumā skaidrojams ar augšņu tipu sadalījuma atšķirībām valstī (Bardule et al. 2017). Ņemot vērā, ka Latvijas teritorijā vienlaidus kartēšana nav veikta, šādi aprēķini uzskatāmi par spekulatīviem.

2.1. tabula

Organiskā oglekļa (C_{org}) saturs augsnē 0 – 20 cm dziļumā dažādos Latvijas reģionos
(Bardule et al. 2017)

Zemes izmantošanas veids	C _{org} saturs g kg ⁻¹			
	Kurzeme	Latgale	Vidzeme	Zemgale
<i>Aramzeme</i>	17.8 ± 3.0	14.3 ± 5.9	22.5 ± 18.1	22.5 ± 4.7
<i>Zālājs</i>	19.9 ± 5.6	16.3 ± 2.3	43.6 ± 34.6	27.3 ± 10.7

Pēc LVMI „Silava” datiem, aramzemju minerālaugsnes 0 – 40 cm slānis Latvijā satur 83 t organiskā oglekļa uz hektāru, bet zālāji – 88,5 t organiskā oglekļa uz hektāru. Lauksaimniecības zemes minerālaugsnēs kopējie organiskā oglekļa krājumi ir 403 milj.t. Jāņem vērā, ka minētie dati ir aptuveni, jo, nosakot organisko vielu saturu augsnē un vēlāk

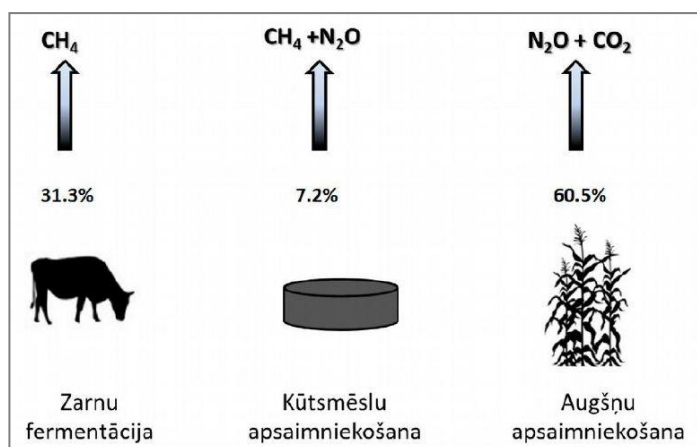
veicot aprēķinus, nav ņemta vērā konkrēto augšņu tipu izplatība Latvijā. Balstoties uz citu valstu zinātnieku pētījumiem, oglekļa saturu augsnē nosaka augsnes tips, novietojums reljefā, mitruma apstākļi un citi faktori (Bardule et al. 2017).

Nedaudz atšķirīgi dati par organiskā oglekļa krājumiem Latvijas augsnēs ir iegūti Eiropas Komisijas projektā LUCAS. Pēc šiem datiem 20 cm augsnes slānis (ieskaitot dabiskās ģenēzes augsnes) zālajos satur 59,5 t organiskā C uz ha, bet aramzemē – 56,3 t organiskā C uz ha. Būtiskās atšķirības starp dažādu pētījumu rezultātiem ir saistītas ar atšķirīgu metodiku un arī ar pētījumu parauglūkumu izvietojumu. Tā kā augsnei ir ļoti liela nozīme oglekļa uzkrāšanās un oglekļa noplūdē atmosfērā, un tas valstij rada ekonomiskas sekas, Latvijā zinātniski pamatotiem oglekļa bilances aprēķiniem būtu jāpievērš sevišķa uzmanība (Nikodemus u.c. 2018).

Ievas Kalkas (Kalka 2016) pētījuma rezultāti parādīja, ka augstākās SOC vērtības tika konstatētas Latvijas austrumu un centrālajā daļā, kā arī Dienvidkurzemē reljefa pazeminājumos, bet zemākās – Zemgalē un Baltijas jūras piekrastē. SOC augsnes virskārtā tiek vairāk piesaistīts zālajos nekā aramzemēs, tomēr ņemot vērā nelielās atšķirības SOC krājumos, zemes lietošanas veids nav uzskatāms par primāro faktoru, kas ietekmē šos krājumus. Atšķirības galvenokārt saistāmas ar augsnes ķīmiskajiem un fizikālajiem faktoriem, kā arī antropogēno darbību, kas šo rādītāju ietekmē.

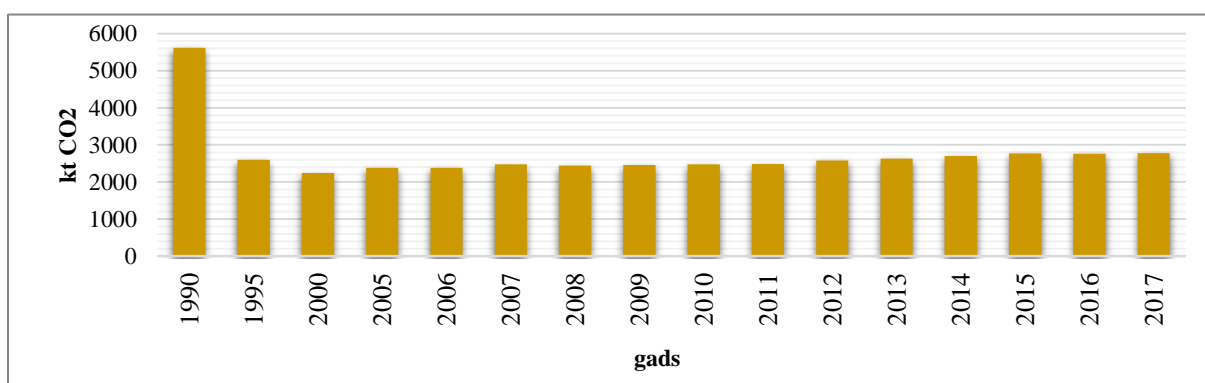
Saskaņā ar IPCC vadlīnijām, valstīm ik gadu jānovērtē emisiju un CO₂ piesaistes avoti, kas rada lielāko ietekmi uz kopējām SEG emisijām gan pārskata gadā, gan visā laika rindā. Lauksaimniecība ir otrs lielākais emisiju sektors Latvijas SEG inventarizācijā, kas radīja 24,6 % (2782,32 kt CO₂ ekv.) no kopējām Latvijas SEG emisijām 2017.gadā, neskaitot zemes izmantošanu, zemes izmantošanas maiņu un mežsaimniecību (ZIZIMM) (LVGMC 2019).

Procentuāli vislielākās emisijas lauksaimniecības sektorā atbilstoši 2015. gada datiem rada augšņu apsaimniekošana (60,5 %) (2.1. att.). Galvenokārt to ietekmē organisko augšņu īpatsvars lauksaimniecībā izmantojamās zemēs. Organiskās augsnes Latvijā ir veidojušās galvenokārt augsnēs ar augstu mitruma līmeni. Pārvēršot mitrzemes, kas satur biezu organiskās vielas slāni, par lauksaimniecībā izmantojamu zemi, paaugstinātas augsnes mineralizācijas ietekmē palielinās dislāpekļa oksīda (N₂O) emisijas. Nelielās platībās šādas augsnes ir visā Latvijas teritorijā un lielākā vai mazākā mērā skar 48 % saimniecību (VARAM 2019a).



2.1. attēls. Galvenie SEG emisiju avoti lauksaimniecībā 2015. gadā (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" 2018).

Atbilstoši sagatavotajam 2019. gada Latvijas SEG inventarizācijas ziņojumam par 2017. gadu, CO₂ emisijas no lauksaimniecības sektora, ieskaitot zemes izmantošanu, zemes izmantošanas maiņu un mežsaimniecību (ZIZIMM), no avota *aramzemes, kas nemaina zemes lietojuma veidu* – *organiskās augsnes*, veidoja 2521,186 kt CO₂, bet *zālāji, kas nemaina zemes lietojuma veidu* – *oglekļa krājas izmaiņas, organiskās augsnes* – 1042,115 kt CO₂. Kopējām SEG emisijām lauksaimniecības sektorā pēdējo 20 gadu laikā nav novērojama tendence būtiski palielināties vai samazināties (2.2. att.), tomēr, salīdzinot ar 1990. gadu, emisiju samazināšanās notikusi aptuveni par pusi (LVĢMC 2019).



2.2. attēls. Latvijas kopējās SEG emisijas lauksaimniecības sektorā 1990. – 2010. (kt CO₂ ekv.) (izstrādājusi autore, izmantojot LVĢMC 2019).

2019. gada kopējās SEG prognozes liecina, ka 2050. gadā, neskaitot ZIZIMM, iespējamais SEG samazinājums varētu būt 68 % (salīdzinot ar 1990. gadu). SEG emisiju prognozēs uz 2050. gadu ir ņemta vērā tikai pašreizējā politika un pasākumi, un scenārijs paredz tikai pašreiz pieejamās komerciālās tehnoloģijas (LVĢMC 2019). Tomēr "Latvijas stratēģijas klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam" prognozes liecina, ka turpmāk

lauksaimniecības sektora emisijas palielināsies. 2050. gadā par attiecīgi ~15 % salīdzinājumā ar 2017. gadu un 43 % pret 1990. gadu (VARAM 2019a).

Pirms izmantot kūdraugsnes lauksaimniecības vajadzībām ir jāņem vērā ilgspējības un vides aspekti. Tām zemēm, kas jau tiek izmantotas lauksaimniecībā, ir jāievieš labākas pārvaldības metodes uzņēmējdarbības uzturēšanai. Ņemot vērā salīdzinoši zemo kūdraugsņu produktivitāti un to nozīmīgo lomu kā vides kvalitātes buferim, tad turpmāk kūdraugsņu attīstība lauksaimniecībā izmantojamās zemēs būtu jāsamazina līdz minimumam (Agus et al. 2011).

Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) 2019. gadā sagatavotajā informatīvajā ziņojumā par siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas un oglekļa dioksīda piesaistes saistību izpildi, Zemkopības ministrija iesniedza informāciju par šobrīd īstenojamiem pasākumiem, kas varētu uzlabot Latvijas meža apsaimniekošanas CO₂ bilances mērķu izpildi. Pasākumi, kas ietekmē arī lauksaimniecības sektoru un veicinātu SEG, tajā skaitā CO₂, emisiju samazinājumu no organiskajām augsnēm, varētu būt:

- Maksājums par klimatam un videi labvēlīgu lauksaimniecības praksi jeb “zaļināšanas” maksājums – kultūraugu dažādošana; Ilggadīgo zālāju saglabāšana; ekoloģiski nozīmīgas platības.
- Zaļmēslojuma augu audzēšana un ilggadīgo zālāju ierīkošana organiskajās augsnēs.
- Apmācības, kas saistītas ar, piemēram, agrovidi, bioloģisko lauksaimniecību, mežaudžu ražības un CO₂ apjoma piesaistes palielināšanu.
- Projekts “Ilgtspējīgas zemes resursu pārvaldības veicināšana, izveidojot harmonizētu Latvijas augšņu datu bāzi, resursu ilgtspējīgai apsaimniekošanai” (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013).

Atsaucoties uz pēdējo punktu, “Latvijas stratēģija klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam” nosaka veikt organisko augšņu izpēti piemērojot tām atbilstošu izmantošanu. Tādejādi tiktu attīstīta izpratne par organiskajās augsnēs notiekošajiem procesiem, to ietekmi un saikni ar apkārtējo vidi. Tiktu apzināta esošā situācija, t.sk. apzinātas organisko augšņu platības un regulāri veikta augšņu informācijas atjaunošana (VARAM 2019a).

2.2. Zemes izmantošanas maiņas ietekme uz CO₂ emisiju

Organiskā oglekļa sadalījums augsnē vērtējams kā ļoti neviendabīgs, un tas ir atkarīgs no augsnes tipa, zemes izmantošanas veida un klimatiskajiem apstākļiem. Dažos augsnes tipos un noteiktos zemes lietojuma veidos SOC uzglabāšana ir ļoti efektīva. Kaut arī šīs teritorijas aizņem proporcionāli maz no pasaules sauszemes virsmas, šīm teritorijām jāpievērš

īpaša uzmanība, jo tās ir ļoti jutīgas pret klimata pārmaiņām un to lielā SOC satura dēļ var viegli kļūt par SEG emisiju avotiem (Lefevre et al. 2017).

Būtisku ietekmi uz oglekļa apriti ir radījusi cilvēka darbība. Zemes lietojuma maiņa ir ļoti svarīgs SEG emisiju plūsmas no augsnes ietekmējošs faktors, it īpaši, ja meži, zālāji un purvi tiek pārveidoti par lauksaimniecībā izmantojamām zemēm (Oertel et al. 2016). Latvijā zemes izmantošanas maiņa aramzemju un zālāju kategorijās, ieskaitot apmežošanu un mežu izciršanu, ir galvenie siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju avoti (Bardule et al. 2017). Jebkuras izmaiņas zemes lietojumā var ievērojami mainīt saistīto emisiju avotu vai krātuvju parametrus CO₂ un citām SEG gāzēm. SEG augsnēs galvenokārt rada mikrobu aktivitāte, sakņu elpošana, ķīmiskās sabrukšanas procesi, kā arī augsnes faunas un sēnīšu heterotrofiskā elpošana. Emisijas plūsmas lielā mērā ir atkarīgas no augsnes ūdens satura (mitruma), augsnes temperatūras, barības vielu pieejamības un pH vērtības, kā arī no parametriem, kas saistīti ar zemes segumu. Tādējādi meteoroloģiskie, klimatoloģiskie parametri, kā arī informācija par zemes izmantošanas pārvaldību ir svarīgākie, kas nosaka siltumnīcefekta gāzu plūsmas intensitāti.

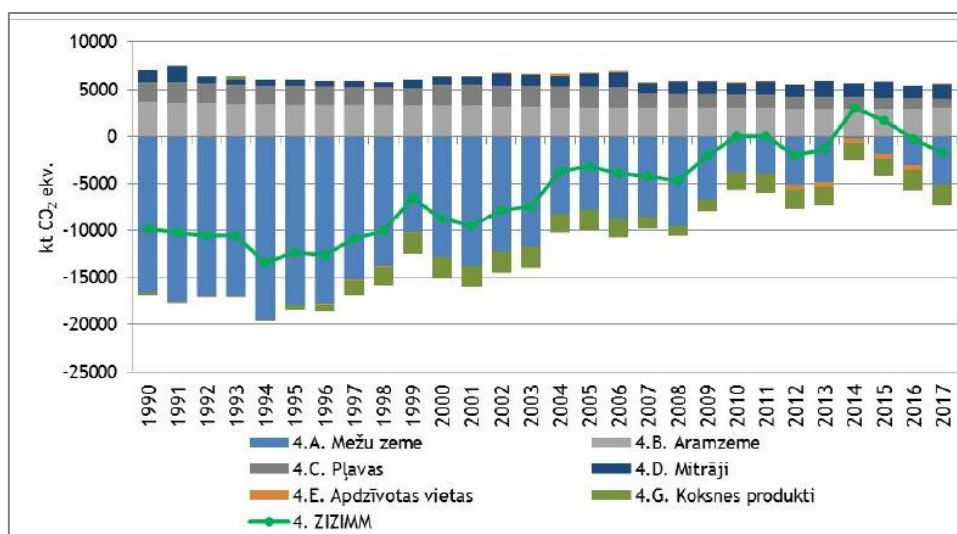
Aprēķini liecina, ka laika posmā starp 1989. un 1998. gadu zemes izmantošanas izmaiņas izraisījušas C pieaugumu atmosfērā par 1,6 Pg gadā (Rees et al. 2005). Neto oglekļa plūsma zemes izmantošanas un zemes maiņas rezultātā 20 gadu periodā (1990. – 2010.) veidoja 12,5 % no antropogēnā oglekļa emisijām (Houghton et al. 2012). Kā uzskata Ostle un kolēģi (Ostle et al. 2009), ir nepieciešami vairāki gadu desmiti vai gadsimti, lai notiktu augsnes organiskā oglekļa akumulācija, bet oglekļa zudumi, kas rodas no zemes izmantošanas maiņas, kas paātrina biotisko (sadalīšanās) un abiotisko (traucējumi, erozija) oglekļa ciklu, var notikt ātrāk, dažu gadu laikā, un īsā laikā to ir ļoti grūti mainīt.

Tā kā nākotnē dabiskās un cilvēka izraisītās zemes izmantošanas maiņa varētu nesekmēt augsnes organiskā oglekļa uzglabāšanos, augsnes varētu kļūt par potenciālu atmosfēras CO₂ avotu, palielinot tā daudzumu atmosfērā un izraisot turpmāku tās sasilšanu. Savukārt C pieaugumu augsnē ir sekmējis emisiju pieaugums, kas pieaudzis no 1,8 PgC 1980. gados līdz 2,6 PgC 1990. gados un 3 PgC 2000. – 2008. gadā. Tiek uzskatīts, ka zemes biosfēras oglekļa krājumi katru gadu absorbē aptuveni 30 % antropogēnās emisijas no fosilā kurināmā sadedzināšanas, kā arī mežu izciršanas (Eglin et al. 2010).

Atkarībā no zemes izmantošanas veida, ir nepieciešami atsevišķi zemes apsaimniekošanas pasākumi, lai palielinātu oglekļa krājumus augsnē (Ostle et al. 2009). Intensīvās lauksaimniecības dēļ pasaulē lauksaimniecības augsnes ir zaudējušas 25 – 75 % augsnes organiskā oglekļa. Tādēļ visā pasaulē tiek mēģināts atrast stratēģijas, lai palielinātu augsnes organiskā oglekļa saturu lauksaimniecībā izmantojamās augsnēs un izprastu oglekļa

uzkrāšanās un uzglabāšanas mehānismus. Eiropas pētījums par oglekļa sekvestrācijas potenciālu parādīja, ka, piemēram, augkopībā izmantojot papuvi un kultūraugus, kas nosedz zemes virsmu (lielākoties tauriņzieži un graudaugi), tika sasniegti labāki rezultāti nekā iestrādājot salmus augsnē un samazinot augsnes apstrādi (Schiefer et al. 2016). Aramzemēs augsnes oglekļa krājumus iespējams palielināt ar agronomiskām metodēm, lai palielinātu augu biomasā esošā oglekļa atgriešanos augsnē, ieskaitot augu šķirņu uzlabošanu un daudzgadīgo kultūraugu iekļaušanu, augsnes apstrādi un kultūraugu atlieku apsaimniekošanu, lai palielinātu augsnes oglekļa aizturi un sekvestrāciju. Lai saglabātu oglekļa krājumus augsnē, svarīga ir arī ūdens apsaimniekošana, kā arī zemes izmantošanas maiņa uz zālājiem vai mežiem, lai palielinātu C sekvestrāciju. Zālajos augsnes C krājumus var palielināt samazinot ganību intensitāti, palielinot zālāju produktivitāti, uzlabojot augu sugu pārvaldību, samazinot kaļķošanas un N mēslošanas līdzekļu daudzumu, kā arī lauksaimniecības atkritumu iestrādi augsnē (t.i. vircu un ar to saistītos atkritumus). Kūdrajos un purvajos augsnes oglekļa krājumus var saglabāt un palielināt apturot vai samazinot drenāžu, samazinot kaļķošanu, slāpekļa mēslojuma izmantošanu un ganīšanu (Ostle et al. 2009).

Atbilstoši 2019. gada Latvijas SEG inventarizācijas ziņojumam par 2017. gadu, neto SEG emisijas no zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) 2017. gadā bija – 1706,85 kt CO₂ ekv., salīdzinot ar – 9828,92 kt CO₂ ekv. 1990. gadā. Salīdzinājumā ar bāzes gadu, 2017. gadā izmaiņas ZIZIMM emisijās/piesaistē ir – 82,6 % (2.3. attēls). CO₂ piesaistes samazinājums ZIZIMM sektorā saistāms ar mežistrādes apjoma pieaugumu, kas ir vairāk nekā divas reizes. Tāpat arī ievērojama nozīme SEG emisiju palielināšanā ir meža zemju transformēšanai par apdzīvotām vietām, kā arī dabiski apmežotu zemju transformācijai par aramzemēm un pļavām (LVGMC 2019).

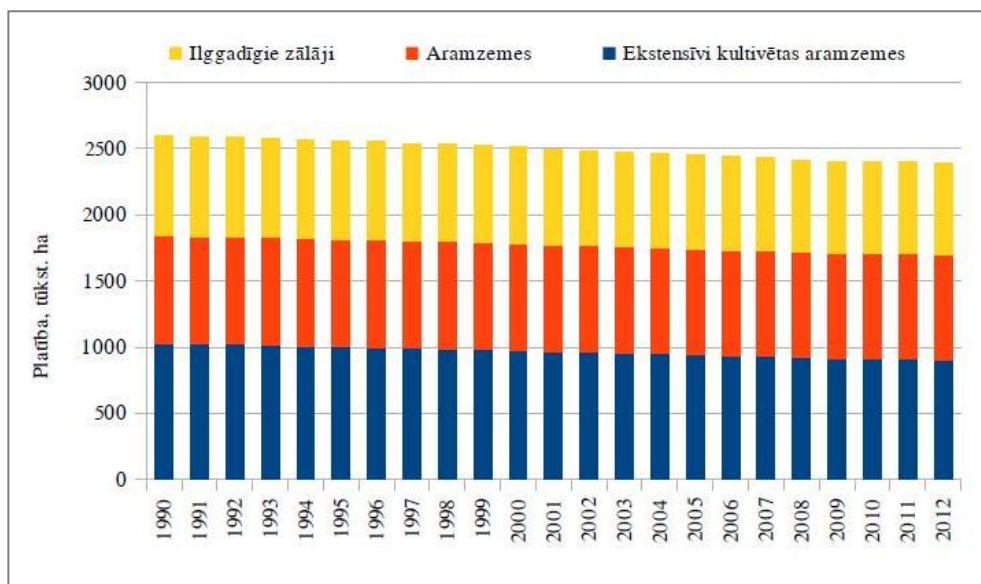


2.3. attēls. ZIZIMM sektora emisijas un CO₂ piesaiste 1990. – 2017. gadā (kt CO₂ ekv.) (LVGMC 2019).

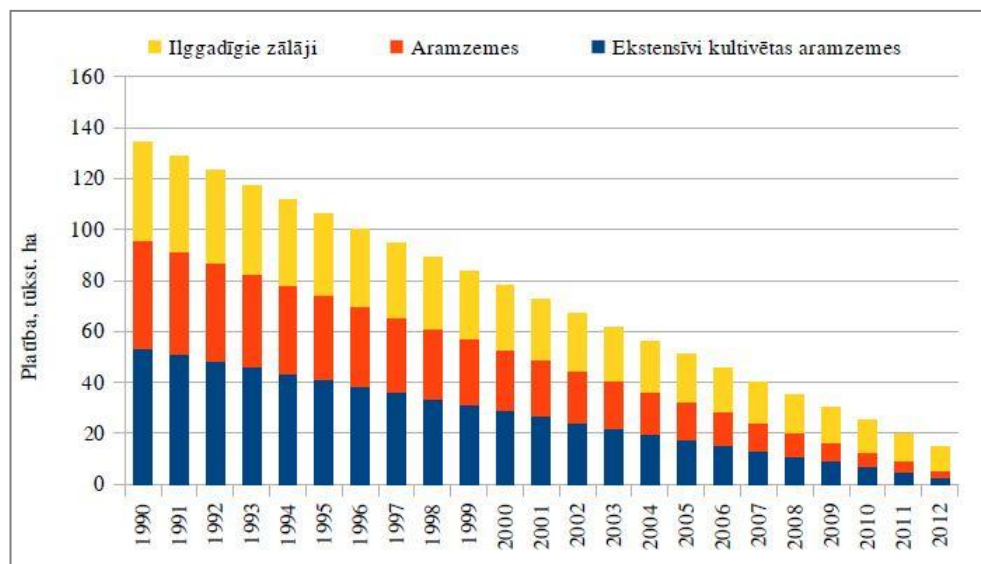
Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” projekta pārskatā par „Oglekļa dioksīda (CO₂) piesaistes un siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un zemes lietojuma veida ietekmes novērtējums intensīvi un ekstensīvi kultivētās aramzemēs, daudzgadīgos zālajos un bioloģiski vērtīgos zālajos” norāda, ka siltumnīcefekta gāzu emisijas aramzemju un zālāju transformācijas rezultātā, ietverot aprēķinā ikgadējās transformācijas (no aramzemēm uz zālājiem un otrādi), bet neskaitot apmežošanu un atmežošanu, vidēji gada laikā 1990. – 2020. gados ir 3 098 tūkst. tonnas CO₂ ekv., tajā skaitā Kioto protokola 2. pārskata periodā līdz 2010. gada beigām veiktās transformācijas, izmantojot šādu aprēķinu metodi, radīs vidēji 4 334 tūkst. tonnas CO₂ ekv. emisiju (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013).

Arī “Latvijas stratēģijā klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam” informatīvajā ziņojumā minēts, ka kopš 1990. gada SEG emisijas no aramzemēm un zālājiem samazinās. SEG emisiju samazinājums aramzemēs galvenokārt tiek saistīts ar organisko augšņu mineralizāciju, aramzemju transformāciju par zālājiem un apmežošanu (VARAM 2019a). To pierāda arī Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” pētījumā veiktais SEG emisiju pārrēķins lauksaimniecības zemēs, kā rezultātā tik konstatēts būtisks SEG emisijas samazinājums, taču tas notika, pateicoties organisko augšņu īpatsvara samazināšanai, atbilstoši jaunāko pētījumu rezultātiem, un zemes lietojuma maiņas – no aramzemēm uz zālājiem, ieviešanai aprēķinos (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013). Lielākais SEG emisiju apjoms zālajos veidojas organiskajās augsnēs. Organiskajās augsnēs aramzemēs un zālajos būtiskas CO₂ un N₂O emisijas veidojas neatkarīgi no apsaimniekošanas paņēmiena, savukārt minerālaugsnēs oglekļa krājumi pieaug vai samazinās zemes izmantošanas veida vai apsaimniekošanas paņēmiena maiņas rezultātā. (VARAM 2019a).

Balstoties uz tā paša LVMI „Silava” pētījuma rezultātiem (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013), 2.4. attēlā redzams, ka lauksaimniecības zemju platība laika gaitā samazinās, kas varētu būt skaidrojams ar meža ieaudzēšanu un dabisko apmežošanās procesu. Balstoties uz datiem par vēsturisko organisko augšņu izplatību un meža statistiskās inventarizācijas (MSI) parauglaukumos konstatēto organisko augšņu īpatsvaru, novērojama organisko augšņu platības lineāra samazināšanās (2.5. att.), kas ir galvenais iemesls SEG emisiju samazinājumam lauksaimniecības zemēs. Organisko augšņu platības samazināšanās skaidrojams ar to, ka savulaik organiskās augsnes tika plaši nosusinātas, izbūvējot uz tām drenāžas grāvju sistēmas, kā rezultātā organiskais slānis mineralizējas, izdaloties CO₂ un CH₄.



2.4. attēls. Ilgadīgo zālāju, aramzemes un ekstensīvi kultivēto aramzemju aizņemtā platība Latvijā (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013).



2.5. attēls. Ilgadīgo zālāju, aramzemes un ekstensīvi kultivēto aramzemju organisko augšņu aizņemtā platība Latvijā (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013).

Jāņem vērā, ka zemes lietojuma uzskaitē, tāpat kā lielākajā daļā ES valstu, Latvijā izmanto MSI datus, kas objektīvi demonstrē faktisko situāciju zemes lietošanā, bet parāda pārspīlētu zemes lietošanas maiņas ainu lauksaimniecības sektorā. Šāda situācija saistīta ar lielu ekstensīvi izmantojamu aramzemju un atmatu īpatsvaru (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013).

Kādā pētījumā, kas veikts Lielbritānijā, tika mērīta zemes izmantošanas maiņas ietekme 537 gadījumos un to izmantoja, lai noteiktu zemes izmantošanas un zemes izmantošanas maiņas ietekmi uz augsnes oglekļa krājuma izmaiņām. Rezultāti parādīja, ka augsnes oglekļa krājumi samazinājās zemes izmantošanas maiņas rezultātā, pārvēršot zālāju uz plantāciju

mežu (– 10 %), vietējo mežu uz plantāciju mežu (– 13 %), vietējo mežu uz aramzemi (– 42 %) un zālāju uz aramzemi (– 59%). Savukārt augsnes oglekļa krājumi augsnē palielinājās mežus transformējot uz zālājiem (+ 8 %), aramzemes uz zālājiem (+ 19 %), aramzemes uz plantācijām (+ 18 %) un aramzemes uz sekundārajiem mežiem (+ 53 %) (Ostle et al. 2009). Maljanena un citu autoru pētījumu rezultāti parādīja, ka organisko augšņu uz aramzemēm apmežošana neizmainīja NO₂ un CH₄ emisiju vērtības, bet tika konstatēta CO₂ emisijas no augsnes samazināšanās (Maljanen et al. 2007). Tas parāda, ka zemes izmantošanas maiņa un augsnes ogleklis konkrētā zemes izmantošanas maiņas rezultātā ir atbildīgs par augsnes oglekļa zudumiem, bet pretējs process attiecīgi var sekmēt augsnes oglekļa krājumu palielināšanos augsnē (Ostle et al. 2009).

2.3. Zemes nosusināšanas ietekme uz CO₂ emisiju

Lai varētu iekopt aramzemes, kūdrāji ir jānosusina, un tie tiek bieži arī kalķoti un mēsloti. Kūdra tādējādi kļūst par produktīvu organisko augšņu cilmiezi. Tomēr drenāža izraisa kūdras aerāciju un tās sadalīšanos, radot ievērojamus siltumnīcefekta gāzu (SEG) zudumus atmosfērā (Couwenberg 2011).

Tiek lēsts, ka organisko augšņu kopējā platība, izmantojot *Histosol* augsni kā rādītāju, visā pasaulē ir aptuveni 330 miljoni hektāru un galvenokārt izplatītas boreālās un mēreni vēsās vietās (86 %), mazāk sastopamas tropos (13 %) un mērenās siltās zonās (1 %). No šīm platībām kopumā 25,5 miljoni ha ir tikušas nosusinātas lauksaimniecības vajadzībām. No kopējā nosusināto organisko augšņu daudzuma, 60 % tika konstatēti boreālajā un mēreni vēsajā apgabalā, 34 % tropu apgabalos un 5 % mēreni siltos apgabalos. Turklāt vairāk nekā 90 % nosusināto augšņu bija aramzemes (Tubiello et al. 2016). Nosusināto teitoriju platības strauji pieaug, jo pieaug arī zemes attīstības spiediens. Oglekļa dioksīda emisijas, kas bija radušās no drenēto kūdraugšņu sadalīšanās, 2006. gadā variēja no 355 Mt y⁻¹ līdz 855 Mt y⁻¹, no kuriem 82 % bija no Indonēzijas, lielākoties Sumatras un Kalimantānas (Hooijer et al. 2010).

Oglekļa dioksīda emisijas no organiskajām augsnēm, kas ir neliela daļa no lauksaimniecības zemēm, ir vienādas ar CH₄ emisijām no lopkopības sektora un N₂O emisijām no mēslošanas. Šie 0,4 % no pasaules zemes platības rada aptuveni 5 % no visām pasaules antropogēnajām SEG emisijām. Eiropas Savienība ir otrā lielākā SEG emitētāja no nosusinātajām organiskajām augsnēm visā pasaulē (Greifswald Mire Centre. S.a.). Arī pētījumā, kurā veikts SEG emisiju novērtējums no nosusinātām augsnēm, tika konstatēts, ka globālās emisijas no nosusinātām organiskajām augsnēm lauksaimniecības vajadzībām bija gandrīz 1 miljards tonnu CO₂ eq gadā (915 Mt CO₂eq yr⁻¹), un emisijas no aramzemēm

veidoja vairāk nekā 93 % no kopējās zemes platības, un CO₂ emisijas pārsniedza 85 % no kopējām gāzu emisijām (2.2. tab.). Valstu līmenī emisiju daudzums bija atkarīgs no nosusināto organisko augšņu kopējās platības, aramzemes relatīvās daļas attiecībā pret zālāju nosusināšanu un dominējošām klimatiskajām zonām, ņemot vērā būtiskās atšķirības emisiju faktoru vērtībās starp boreālajiem un tropiskajiem apgabaliem (Tubiello et al. 2016).

2.2. tabula

Emisijas no nosusinātām organiskām augsnēm, atkarībā no emitētās gāzes un zemes seguma (Gg CO₂eq; 1 Gg = 1000 t) (Tubiello et al. 2016)

Zemes izmantošanas veids	CO ₂	N ₂ O	Kopējās emisijas
Gg CO ₂ eq.			
Aramzeme	756,075	99,159	855,234
Zālājs	25,704	33,655	59,359
Kopā	781,779	132,814	914,593

Oglekļa krājumu stabilitāti nosaka biogēmie procesi, kuri nosaka skābekļa un barības vielu pieejamību, augsnes pH un citus vides parametrus, piemēram, temperatūru. Šos parametrus ietekmē zemes izmantošana un ūdens apsaimniekošanas prakse, un augsnes radīto aerobo apstākļu palielināšanās pēc meliorācijas un lauksaimniecības apstrādes darbībām, kas izraisa ievērojamu kūdras oksidācijas pieaugumu salīdzinājumā ar piesātinātiem augsnes mitruma apstākļiem (Kechavarzi et al. 2010). Tas nozīmē, ka emisijas no nosusinātām organiskām augsnēm var apturēt vai samazināt atjaunojot ūdens līmeni, kāds tas bijis pirms drenāžas veikšanas, tādējādi emisijas kļūtu līdzīgas apstākļiem pirms nosusināšanas. Pirmajos gados pēc mitruma apstākļu atjaunošanas novērojams, ka metāna emisijas barības vielām bagātās vietās ir augstākas, nekā pirms drenāžas. Būtisks ieguvums ir tas, ka SEG neto emisijas, kas izteikts kā globālās sasilšanas potenciāls, ir ievērojami zemākas pēc mitruma apstākļu atjaunošanas nekā tad, kad augsne ir tikusi nosusināta (Greifswald Mire Centre. S.a.).

Mitruma apstākļu atjaunošana galvenokārt ir saistīta ar auglīgo zemju pamešanu, tomēr jaunā paludikultūras stratēģija apvieno emisiju samazināšanu atjaunojot mitruma apstākļus un auglīgo zemju izmantošanu audzējot atbilstošiem mitruma apstākļiem piemērotus augus, piemēram, niedres *Phragmites*, vilkvālītes *Typha*, parasto miežabrāli *Phalaris arundinacea*, alkšņus *Alnus* vai sfagnus *Sphagnum*. 2.3. tabula parāda, ka augsnes mitruma apstākļu atjaunošana gan mērenajā, gan boreālajā zonā aramzemēs un zālajos visintensīvāk veicina

emisiju samazināšanos. Ir zināms, ka tikai Dānijā, Vācijā, Zviedrijā un Latvijā meža zemes, aramzemes un zālāji aptver visas būtiskās SEG gāzes (CO₂, CH₄, N₂O) (Greifswald Mire Centre. S.a.).

2.3. tabula

Indikatīvs emisiju samazinājums (t CO₂eq ha⁻¹ yr⁻¹) no mitruma apstākļu atjaunošanas nosusinātām augsnēm ar dažādiem sākotnējiem zemes izmantošanas veidiem (Greifswald Mire Centre. S.a.)

Zemes izmantošanas veids	Emisiju samazināšanās pēc mitruma apstākļu atjaunošanas (t CO ₂ eq ha ⁻¹ yr ⁻¹)	
	<i>Mērenā zona</i>	<i>Boreālā zona</i>
Meža zeme	6	2
Aramzeme	28	34
Zālājs	20	25
Mitrājs	9	11

3. AUGSNES DATU IZMANTOŠANA CO₂ EMISIJAS APRĒĶINĀŠANĀ

3.1. Augsnis kartēšana un CO₂ emisijas aprēķināšana

Precīza un detalizēta informācija par augsni ir būtiska vides modelēšanai, riska novērtēšanai un lēmumu pieņemšanai. Augstas izšķirtspējas telpiskā informācija par augsni var palīdzēt lēmumu pieņēmējiem precīzāk noteikt augsnes auglības uzlabošanas veidus un īstenot uz zināšanām balstītu politiku, kuras mērķis ir palielināt lauksaimniecisko ražošanu un uzlabot mazapjoma lauksaimnieku iztikas līdzekļus. Kā arī tas ir svarīgi augsnes resursu ilgtspējīgā izmantošanā saistībā ar klimata pārmaiņām (Forkuor et al. 2017).

Lielāko daļu Zemes sauszemes teritoriju pārklāj esošās augsnes kartes dažādos mērogos, sākot ar zemu izšķirtspēju (piemēram, 1: 5 000 000 FAO UNESCO pasaules augsnes karte) līdz mērenai izšķirtspējai (piemēram, 1: 24 000 NRCS augsnes izpētes kartes) un pat līdz augstai izšķirtspējai (piemēram, Beļģijas pedoloģiskā karte 1: 5 000). FAO – UNESCO pasaules augsnes karte, kas sākotnēji tika publicēta papīra formātā no 1971. līdz 1981. gadam, ir digitalizēta, vispārināta, pārveidota un atjaunināta, lai izveidotu vairākas globālas digitālas augsnes datu bāzes. Tomēr jāņem vērā, ka šīs kartes nepietiekami atspoguļo pašreizējo augsnes stāvokli vai pašreizējo zināšanu līmeni par augsnēm un augsnes klasifikāciju. Visas pasaules augšņu karšu digitālās versijas ir mazā mērogā (1: 25 000 000 vai 1: 5 000 000) un atspoguļo informāciju par augsnes tipiem. Arī digitālā augsnes karte, kas izgatavota 2007. gadā, nodrošina FAO un UNESCO kartes digitālu atveidojumu ar sākotnējo izšķirtspēju 1: 5 000 000 un, tāpat kā iepriekš, attēlo dominējošos augsnes tipus katrā augsnes kartes vienības poligonā. Digitālā harmonizētā pasaules augsnes datu bāze (FAO / IIASA / ISRIC / ISS-CAS / JRC, 2009) ir jaunākā telpisko datu kopa, kas iegūta no pasaules augsnes kartes. Tā ir rastra datu kopa ar 1 km izšķirtspēju, un tā sniedz datus par augsnes klasēm un 13 izvēlētajām augsnes īpašībām (Grunwald et al. 2011).

Ir acīmredzams, ka lielāko daļu šo digitālo karšu izgatavoja pārveidojot vecākas papīra kartes, neņemot vērā pašreizējo augšņu stāvokli. Vairumā gadījumu digitālā datu bāze ir vairāku papīra karšu apkopojums, kas dažādos laikos izveidoti dažādiem indivīdiem, dažādiem mērogiem un dažādiem mērķiem (Grunwald et al. 2011).

Augsnes ir kartētas pamatojoties uz ģenētiskajiem horizontiem vai fiksētiem dziļuma intervāliem augsnes profilos, jo, lai attēlotu augsnes īpašības un procesus, laiks un telpa jāpārvērš diskretās vienībās. Palielinoties telpiskajam mērogam, augsnes īpašību attēlošanai ir izmantoti lielāki pikseļu izmēri vai kartes vienību poligoni. Augsnis kartes vienību vai pikseļu summēšana var nepareizi attēlot visu augsnes sistēmu, jo augsnes īpašību vai procesu raksturs telpiskajos mērogos nav vienlīdzīgs. Kādreiz tika izmantotas vienkāršas apkopošanas

metodes, lai vispārinātu reģionālās augsnes kartes (piemēram, 1: 250 000 vai mazāka) uz globālajām kartēm (piemēram, 1: 1 000 000), lai sniegtu vispārīgus augsnes novērtējumus, kuriem trūka nenoteiktības novērtējumā un izpratne par augsnes mērogošanu (Grunwald et al. 2011).

Lietuvas augsnes kartes galvenokārt balstās uz liela mēroga lauka urbšanas rezultātiem, profila aprakstiem, paraugu ņemšanu un laboratorijas analīzēm. Tika veikta augsnes apsekošana dažādos mērogos un zemes novērtējums zemes reformai, kas tolaik, 2000. gadu sākumā, notika valstī. Bija pieejams ļoti liels augsnes izpētes un zemes izmantošanas datu kopums, kas aptvēra vairāk nekā 3 miljonus ha un eksperimentālo datu par dažādu aramzemju augsnes barošanu un mēslošanu, kas savākti pēdējos 40 augsnes izpētes un zinātniskās izpētes gados. Tas ļāva izveidot pienācīgu datu kvalitātes uzskaiti un savlaicīgu augsnes datu piemērošanu, lai risinātu aktuālās vides un zemes izmantošanas problēmas, ar kurām Lietuva saskārās. Ņemot vērā Lietuvas Lauksaimniecības institūta Agroķīmisko pētījumu centra datus, ir pieejami dati un vispārējas kartes par pH_{KCl} , kaļķošanas prasībām, pieejamo P, K, Mg, mikroelementiem un organisko vielu saturu. Šī informācija ir kā pamats Lietuvas augsnes karšu veidošanai dažādos mērogos – 1: 10 000, 1: 50 000 un 1: 300 000 (Buivydaite 2005).

Aktuālākus augšņu datus sniedz LUCAS dati (*Land Use/Cover Area frame statistical Survey*), kas iegūti pēc Eiropas Komisijas statistikas biroja EUROSTAT pasūtījuma, veicot zemes seguma un lietojuma apsekojumu, kas tiek veikts ik pēc 3 gadiem, lai novērtētu laika gaitā radušās izmaiņas lauksaimniecības sector. Apsekojumi iekļauj arī augsnes paraugu ievākšanu, kas visā Eiropā sasniedz aptuveni 20 000 (2018.gadā – 26 000) un galvenokārt tiek ievākti lauksaimniecības zemēs. Analizēto augsnes parametru skaita dēļ, tā tiek uzskatīta par vienu no pasaulē lielākajām un visaptverošākajām, saskaņotām kontinentāla mēroga augsnes datu bāzēm, izmantojot arī metadatus, kas saistīti ar zemes segumu un izmantošanu. Būtiski ir tas, ka tiek mērīts organiskā horizonta biezums augsnēs, kas bagātas ar organiskām vielām, tādejādi novērtējot organisko augšņu noārdīšanos un organiskā oglekļa samazināšanos augsnē, mainoties zemes izmantošanas veidam un augsnes sablīvēšanās rezultātā. Turklāt šie mērījumi apstiprina dziļuma kritērijus *Histosol* definēšanai, kas tiek klasificēta kā organiska augsne, ko IPCC izmanto emisiju aprēķinos (Orgiazzi et al. 2017).

Siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju dati par organisko augšņu kultivēšanu ir saistīti ar slāpekļa oksīda gāzu emisijām no nosusinātām *Histosol* augsnēm aramzemēs un zālajos (FAO 2010). Tā kā SEG uzglabāšanas un emisiju kapacitāte var būt liela, ir nepieciešami precīzi skaitļi, lai iegūtu ticamu priekšstatu par globālo budžetu, kas nepieciešams zemes izmantošanas pārvaldībai (lauksaimniecība, mežsaimniecība), globālām izmaiņām un klimata izpētei (Oertel et al. 2016).

Atbilstoši FAO ziņojumam par siltumnīcefekta gāzu emisijas novērtēšanu lauksaimniecībā, emisijas tiek aprēķinātas pikseļu līmenī, izmantojot formulu:

$$Emisijas = A * EF,$$

kur:

Emisijas – gada emisijas, kas izteiktas kg N₂O – N yr⁻¹;

A – kultivēto organisko augšņu platību gadā, ha;

EF – standarta IPCC emisijas koeficienti, kas izteikti kg N₂O – N ha⁻¹ (FAO 2010).

Platība (*A*) atspoguļo organisko augšņu platības gadā, ko sedz aramzemes vai zālāji. Tās tika aprēķinātas organisko augšņu slāni pārklājot ar zemes seguma slāni ĢIS programmatūrā. Organisko augšņu platība tika noteikta pēc harmonizētās pasaules augšņu datubāzes. Aramzemes un zālāju platība tika noteikta no globālās zemes seguma datu kopas (GLC2000) (FAO 2010).

Emisijas faktors (*EF*) ir noteikts IPCC, 2006, 4. sējuma, 11. nodaļas, 11.1 tabulā.

Emisiju aprēķinos tika izmantoti šādi konversijas koeficienti:

- 44/28, lai pārvērstu emisijas no kg N₂O – N uz kg N₂O
- 10⁻⁶, lai pārvērstu emisijas no kg N₂O uz Gg N₂O
- GWP – N₂O = 310 (globālā sasilšanas potenciāls 100 gadu laika posmā), lai pārvērstu Gg N₂O par Gg CO₂ ekv.

Emisijas tika aprēķinātas ĢIS pikseļu līmenī, izmantojot sekojošas formulas:

$$Emisijas (N_2O - N) = A * EF$$

$$Emisijas (N_2O) = Emisijas (N_2O - N) * 44/28 * 10^{-6}$$

$$Emisijas (CO_2 \text{ ekv.}) = Emisijas (N_2O) * GWP - N_2O$$

Jāņem vērā, ka šajā gadījumā aprēķinātās emisijas attiecas uz 2000. gadu, kas ir aprēķinos izmantotās zemes seguma kartes atsauces gads (FAO 2010).

Kā uzskata Carré un kolēģi (Carré et al. 2010), organiskās augsnes nevar novērtēt pēc oglekļa krājumu izmaiņām, jo izmaiņas notiek kopējā kūdras augsnes profilā (ne tikai augsnes virskārtas pirmajos 30 cm), tomēr pēc FAO, SEG emisijas tiek saistītas ar oglekļa zudumiem no nosusinātām organiskām augsnēm, jo emisijas no aramzemēm un zālājiem ir grūti novērtēt saistībā ar emisijām no kultivētām organiskām augsnēm (FAO 2010). Līdz ar to emisijas tiek aprēķinātas balstoties arī uz C zudumiem augsnē.

Lai aprēķinātu emisijas no zālājiem un aramzemēm, tika izmantoti jau iepriekš minētie datu slāņi un aprēķini veikti pēc tāda paša principa.

Emisiju aprēķinos tika izmantoti šādi konversijas koeficienti:

- 44/12, lai pārvērstu emisijas no tonnām C uz tonnām CO₂
- 10⁻³, lai pārvērstu emisijas no tonnām C uz Gg C

Emisijas tika aprēķinātas ĢIS pikseļu līmenī, izmantojot sekojošas formulas:

$$Emisijas (C) = A * EF$$

$$Emisijas (CO_2) = Emisijas (C) * 44/12 * 10^{-3}$$

$$Emisijas (CO_2 \text{ ekv.}) = Emisijas (CO_2)$$

Tiek pieņemts, ka emisijas ir nemainīgas jeb kurā gadā, ja vien valstu robežas nemainās. Tādā gadījumā būtu nepieciešama jauna ĢIS analīze (FAO 2010).

Arī Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, lai aprēķinātu CO₂ emisijas no apsaimniekotām augsnēm, tai skaitā nosusinātām organiskām augsnēm, izmanto tādu pašu aprēķina principu, kur tiek ņemta vērā aizņemtā platība (A) un emisijas faktors (EF). Lai aprēķinātu CO₂ emisijas no apsaimniekotām augsnēm, izmanto arī N₂O un citu CO₂ ekvivalentu emisiju vienādojumus par emisijām no apsaimniekotām augsnēm. Tie balstās uz N mineralizāciju augsnē, kas sekmē tiešus C zudumus, ko ietekmē zemes lietojuma vai apsaimniekošanas veids. Tiek izmantots vienādojums:

$$F_{SOM} = \sum_{LU} \left[\left(\Delta C_{Mineral, LU} \times \frac{1}{R} \right) \times 1000 \right],$$

kur:

F_{SOM} = gada kopējais neto daudzums no N mineralizācijas minerālaugsnēs, kā rezultātā tiešs augsnes oglekļa zudums – mainās zemes lietojuma vai apsaimniekošanas veids, kg N;

ΔC_{Mineral, LU} = gada vidējie oglekļa zudumi no augsnes katrā zemes lietojuma tipā (LU), tonnās C;

R = C:N attiecība;

LU = zemes izmantošanas un / vai apsaimniekošanas sistēmas tips (Grīnfelde et al. 2014).

Ņemot vērā, ka CO₂ emisijas var novērtēt atkarībā no C zudumiem augsnē (FAO 2010), zināšanas par C krājumiem un mijiedarbību starp C krājumiem un edafiskajiem vai klimatiskajiem faktoriem varētu palīdzēt noteikt teritorijas vai tos zemes izmantošanas veidus un zemes izmantošanas maiņas veidus, kas nosaka C uzkrāšanos un zudumus augsnē (Leifeld et al. 2005). Organiskā oglekļa modelēšanā ir iespējams izmantot pašorganizējošās kartes (SOM) modeli, kurā tiek ņemti vērā dinamiskie procesi, kas nosaka oglekļa krājumus un izmaiņas gan valsts, gan vietējā mērogā. Krājumu izmaiņas salīdzinoši īsā laika periodā var ietekmēt dažādas darbības, kā, piemēram, zemes izmantošanas izmaiņas. Kā priekšrocība jāmin tas, ka SOM modeļi ļauj ņemt vērā zemes izmantošanas un zemes apsaimniekošanas vēsturi, projektējot augsnes organiskā oglekļa nākotnes krājumus, kā arī modelis ļauj identificēt C atbrīvošanos ģeogrāfisko apgabalu vai oglekļa sekvestrācijas potenciālu izmantojot dažādus zemes izmantošanas, apsaimniekošanas un klimata pārmaiņu scenārijus, kas ir noderīgi zemes izmantošanas plānotājiem un politikas veidotājiem (Milne et al. 2007).

Ir iespējams izmantot divu veidu modeļus: globālā mērogā – makro mēroga modeļus, kuri ir izstrādāti mazā mērogā (vairāki tūkstoši kvadrātkilometru) un tiek izmantota salīdzinoši vienkārša formula, lai aprakstītu procesus, kas nosaka organiskā oglekļa apriti, bet vietējā mērogā “ekosistēmas līmeņa modeļus”. Makro mēroga modeļi, kas saistīti ar augsni, klimata un ekosistēmas tipa datiem, tika izmantoti, lai novērtētu izmaiņas augsnē un veģetācijā esošo oglekli dažādos klimata un atmosfēras CO₂ scenārijos. Katrai šūnai tika piešķirts viens no 31 ekosistēmas veidiem un augsnes tips, kas iegūts no FAO pasaules augsnes kartes. Klimata dati tika iegūti no globālā meteoroloģisko staciju tīkla. Katrai “sauszemes šūnai” tika veikta individuāla modelēšana un iegūti dati par izmaiņām augsnē un veģetācijā esošo oglekli. Šī modelēšanas sistēma dod iespēju jaunattīstības valstīm izmantot uzlabotu inventarizācijas metodoloģiju, izmantojot divus visplašāk izmantotos oglekļa modelēšanas modeļus (*Century* un *RothC*), lai uzlabotu aplēses par zemes izmantošanas rezultātā radušām oglekļa emisijām un / vai sekvestrāciju, kā arī, lai uzlabotu SEG emisiju uzskaiti (Milne et al. 2007).

Apvienotajā Karalistē izmanto augsnes oglekļa un zemes izmantošanas datubāzes apkopojumu, ko var izmantot augsnes oglekļa dioksīda emisiju modeļos visā valstī. Datubāzē ir norādīts augsnes organiskā oglekļa, smilšu, putekļu un māla saturs un tilpuma blīvums no augsnes slāņiem 0 līdz 30 cm un 30 līdz 100 cm dziļumā. Šie dati iegūti no Nacionālā augsnes resursu institūta (NSRI) Zemes informācijas sistēmas (LandIS), kā arī Nacionālās augsnes inventarizācijas (NSI) analītiskās datu bāzes. Augsnes augšējā slāņa organiskā oglekļa saturs galvenokārt tika iegūts no NSI datiem, kas stratificēti četrās zemes izmantošanas kategorijās: kultivēta zeme (galvenokārt aramzeme un īslaicīgie zālāji), ilggadīgi apsaimniekoti zālāji, daļēji dabiska veģetācija un pļavas, kas netiek apsaimniekotas, meža zeme (lapu koki un skuju koki). Dati tika interpolēti no informācijas par augsnes tipiem un zemes izmantošanas veidu 1 km tīklā visā Apvienotajā Karalistē, un tie tika izmantoti, lai novērtētu augsnes oglekļa krājumus. Kopējais augsnes oglekļa daudzums uz 1 x 1 km režģa šūnas tika aprēķināts apvienojot augsnes tipu ar zemes tipu un izmantojot blīvumu no augsnes īpašību datiem (Bradley et al. 2005).

Kekkonen un kolēģi (Kekkonen et al. 2019) Somijā savukārt pārbaudīja kultivēto organisko augšņu kartēšanas metodi, pamatojoties uz kūdras slāņa kultivēšanas intensitāti un dziļumu. Kartēšanas metode tika atzīta par praktisku instrumentu aptuvenai teritoriju aplēsei, kas pieejami dažādiem siltumnīcefekta gāzu mazināšanas pasākumiem, un to var izmantot jebkur, ja ir pieejami atbilstoši ģeoreferencēti dati.

Lai klasificētu kultivētās kūdras augsnes platības ņemot vērā kūdras slāņa dziļumu, tika izmantotas divas dažādas datu kopas: zemes gabalu identifikācijas sistēma un Somijas virsējo

derīgo izrakteņu datu bāze. Kūdraugšņu klāto platību un kūdras slāņu dziļuma noteikšanai Somijas Ģeoloģijas dienests ģeoloģiskajā kartēšanā ir izmantojis savus ģeofiziskos datus un mērījumus, kā arī datus no Somijas Nacionālā zemes apsekojuma, *Eurofins Viljavuusalvelu*, Nacionālās meža inventarizācijas un Somijas Vides institūta. Kūdras dziļuma aprēķini daļēji balstās uz ievāktajiem paraugiem no augsnes profiliem un daļēji uz kālija satura rādītājiem augsnē (zems kālija saturs norāda uz dziļu kūdras slāni). Kad augsnes tips nebija pieejams no valsts meža inventarizācijas datiem, organiskās augsnes tika identificētas izmantojot Somijas ģeoreferenciālo augsnes datubāzi. Augsnes datubāzē augsni ar organisko slāni > 30 cm klasificē kā *Histosol* augsni. *Histosol* un ar oglekli bagātās *Gleysol (Umbric Gleysols)* organiskās augsnes tika uzskatītas par organiskām augsnēm. Kartēšanas mērogs 1 : 200 000. Apvienojot visus ģeoloģiskos datus, tika iegūta nogulumu poligonu datubāze ar minimālo kontūras lielumu – 6 ha. Balstoties uz zemes gabalu inventarizācijas sistēmu (LPIS), teritorijās, kurās nebija norādīts kultūrauga kods, jo lauksaimniecības zeme nav bijusi pieteikta atbalsta maksājumiem, tika izslēgtas no analīzes, jo nebija skaidrs par zemes izmantošanas intensitāti. Rezultātā tika konstatēts, ka laika periodā no 1990. – 2016. gadam organisko augšņu platības lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ir palielinājušās par 42 900 ha uz meža zemju un zālāju rēķina. Izvēloties atbilstošo emisijas faktoru, bija iespējams noteikt SEG emisijas. Apstrādāto organisko augšņu platības pieaugums ir ņemts vērā SEG inventarizācijas ziņojumā, kas parādās kā palielinātas CO₂ un N₂O emisijas, kas vienādas ar vienu miljonu tonnu CO₂ ekvivalenta 1990. – 2015. gadā, kas ir aptuveni 1,5 % no Somijas kopējām emisijām (Kekkonen et al. 2019).

Nīderlandes rietumu daļā relatīvi lielas platības aizņem kūdraugšnes, kas tiek intensīvi izmantotas piena lopkobībā un zemkopībā. Lai novērtētu kopējās CO₂ emisijas no visām kūdraugšņu platībām, bija jānovērtē kūdraugšņu kopējā platība, CO₂ emisijas, kas saistītas ar ūdens pārvaldību un kūdras kvalitāti, kā arī reālā ūdens pārvaldība kūdraugsnēs. Atšķirības varēja rasties novērtējot kopējo kūdraugšņu platību, atkarībā pēc kādiem principiem tās tiek novērtētas. Piemēram, viens autors izmantojot Nīderlandes augšņu karti izmanto 294 000 ha, cits autors savukārt 450 000 ha. Atšķirības varēja rasties minerālaugšņu dēļ, kuru pārklāj organiskā materiāla slānis, tādejādi uzskatot, ka šīs augsnes vairs nav aktīvas kūdraugšnes, ņemot vērā, ka gruntsūdens līmenis neveicina jaunu kūdras slāņa veidošanos. Tomēr organiskais materiāls šajās augsnēs turpina noārdīties, tikai ar daudz mazāku intensitāti. Pētījumā šīs augsnes netika ņemtas vērā un aprēķinos tika pieņemts, ka vidējais drenāžas līmenis bija 50 cm zem virsmas līmeņa, kā rezultātā no 294 000 ha kūdraugšņu platības tika iegūtas 4,8 – 7,0 Mt CO₂ emisiju gadā (Kuikamn et al. 2003).

Detalizētākam novērtējumam būtu nepieciešama informācija par gruntsūdens līmeņa, zemes virsmas līmeņa izmaiņu, kūdras kvalitātes un zemes izmantošanas veida saistību. Līdz ar to būtu nepieciešama ģeogrāfiskās informācijas sistēmas (ĢIS) datu bāze visām kūdraugsnēm Nīderlandē, kas iekļautu:

- kūdraugšņu platības, iekļaujot tās augsnes, kur kūdras slānis ir < 40 cm;
- kūdras slāņa biezuma karti (variētu no dažiem centimetriem līdz metriem);
- kūdras kvalitāti, lai novērtētu sadalīšanās ātrumu atšķirības;
- gruntsūdens līmeni un zemes virsmas līmeņa izmaiņas;
- zemes izmantošanu (Kuikamn et al. 2003).

3.2. Latvijas augšņu kartēšana un CO₂ emisijas aprēķināšana

Latvijā līdz šim nav veikta vienlaidu augsnes kartēšana, izņemot lauksaimniecībā izmantojamo zemi, līdz ar to par Latvijas augšņu telpisko izplatību ir iespējams izdarīt secinājumus tikai no lauksaimniecībā izmantojamās zemes un Latvijas ģeoķīmiskās kartēšanas rezultātiem, meža monitoringa un zinātnisko pētījumu datiem (Nikodemus u.c. 2018).

Darbības, kas noveda pie sistemātiskākas lauksaimniecības zemes kartēšanas, sākās 1930. gados, kad valdība uzsāka programmu nekustamā īpašuma novērtēšanai pēc plašas zemes reformas (Kārkliņš 2005). 1929. gadā tika sastādīta pirmā Latvijas augšņu karte (Nikodemus 2001), kā rezultātā tika izveidotas augsnes kartes trīs dažādos mērogos: valsts līmenī (M 1: 200 000), reģionālā līmenī (M 1: 75 000) un saimniecības līmenī (M 1: 5 000) (Kārkliņš 2005), tomēr paši augsnes zinātnieki karti atzina par nepilnīgu datu trūkuma dēļ (Nikodemus 2001).

1934. gadā tika uzsākta Latvijas zemju kadastrālā vērtēšana, kura realizāciju veicināja 1931. gadā pieņemtais likums par lauku nekustamās mantas kadastru. Likuma praktiskai ieviešanai tika sastādītas trīs dažādas kartes, kurā bija attēlota informācija par:

- kultūrveidu (pļavas, ganības, aramzeme, mežu zemes);
- augsnes tipu
- augsnes pamatņu veidu (mālaina smilts ar akmeņiem, vidēji un viegli māli ar akmeņiem, vidēji un viegli māli bez akmeņiem, smagi māli ar akmeņiem, smagi māli bez akmeņiem u.t.t.).

Augsnes kartēšanas mērķis bija noskaidrot dažādu augšņu tipu ģeogrāfisko novietojumu un izplatību, attēlojot tās uz lielāka vai mazāka mēroga kartēm. Ņemot vērā, ka augsnes kartēšana un zemes kadastrālā vērtēšana līdz Latvijas okupācijas laikam tika pabeigta 5 (Aizputes, Bauskas, Jelgavas, Liepājas, Talsu) no 17 Latvijas apriņķiem, tomēr zemes

kadastrālās vērtības attīstība 20. gs. pirmajā pusē bija viens no galvenajiem faktoriem, kas noteica augsnes izpēti un kartēšanu Latvijā. Šajā laikā tika uzskatīts, ka detalizētu Latvijas augšņu tipu karti būs iespējams sastādīt tikai pēc kadastrālās vērtēšanas pabeigšanas, kas attiecīgi noteica augsnes izpēti un kartēšanu Latvijā (Nikodemus 2001).

Padomju laika gados liela uzmanība tika pievērsta lauksaimniecībā izmantojamo zemju kartēšanai kolhozu un padomju saimniecībās (Nikodemus 2001), ko galvenokārt noteica vēlme centralizēti plānot un pārraudzīt visas tautsaimniecības nozares (Nikodemus u.c. 2018). Sākumā LM Zemes ierīcības pārvalde, bet pēc tam Latvijas Valsts zemes projektēšanas institūts "Zemesprojekts" veica augsnes kartēšanu un zemes vērtēšanu trīs kārtās laika posmā no 1959. līdz 1991. gadam (Nikodemus 2001), rezultātā nokartējot visas lauksaimniecības zemes, kā arī valsts rezerves zemes masīvus mērogā 1:10 000 (Nikodemus et al. 2018). Pirmais lauksaimniecības augsnes izpētes cikls Latvijā sākās 1959. gadā un tika pabeigts 1968. gadā, kad tika veikta visu lauksaimniecības zemju masveida kartēšana. Kartēšanas darbos tika izmantots kadastrālās vērtēšanas laikā (1931. – 1940. g.) lietotais augšņu iedalījums (Nikodemus 2001). Tika pētītas visas lauksaimniecības augsnes un katrai saimniecībai tika izveidotas trīs dažādas kartes mērogā 1: 10 000:

- augsnes tipu, apakštipu un struktūras klases karte;
- zemes izmantošanas veida (aramzeme, augļu dārzi, ganības u.c.) un zemes novērtēšanas karte;
- augsnes ūdens apstākļi un stāvoklis (Kārkliņš 2005).

Kartes un kartogrammas saturēja informāciju par kolhozu un padomju saimniecību augsnēm, zemes lietošanas veidiem, kustīgā fosfora un kālija daudzumu, kā arī citiem augsnes un zemes topogrāfisko īpašību rādītājiem, izdalot arī zemes novērtējuma kontūras un dodot to novērtējumu ballēs (Nikodemus 2001).

Ņemot vērā, ka Latvijā tika realizēta plaša zemes meliorācijas programma, lauksaimnieciskajā ražošanā tika iekļautas papildu platības, kā rezultātā tika veikta otrā augsnes kartēšanas kārtā no 1971. līdz 1978. gadam. Šis apsekojums tika veikts tām teritorijām, kuras ietekmēja meliorācijas darbība, līdz ar to galvenokārt tika veikta jaunu teritoriju kartēšana vai arī veikti labojumi jau esošās kartēs (Kārkliņš 2005). Tika apsekoti visi jaunie meliorācijas objekti, kā arī nepieciešamības gadījumā citas zemes. Šī kartēšanas kārtā notika vienlaicīgi ar atkārtotu zemes vērtēšanu, un kartēšanas rezultāti tika izmantoti par pamatu zemes ekonomiskai vērtēšanai (Nikodemus 2001).

No 1981. – 1991. gadam tika veikta augsnes kartēšanas 3. kārtā, kad tika uzsākta jauna, progresīvāka augsnes izpētes programma, kas bija paredzēta visai Latvijas teritorijai (Kārkliņš 2005), bet tas tika pabeigts tikai 13 no 26 toreizējo administratīvo reģionu saimniecībām

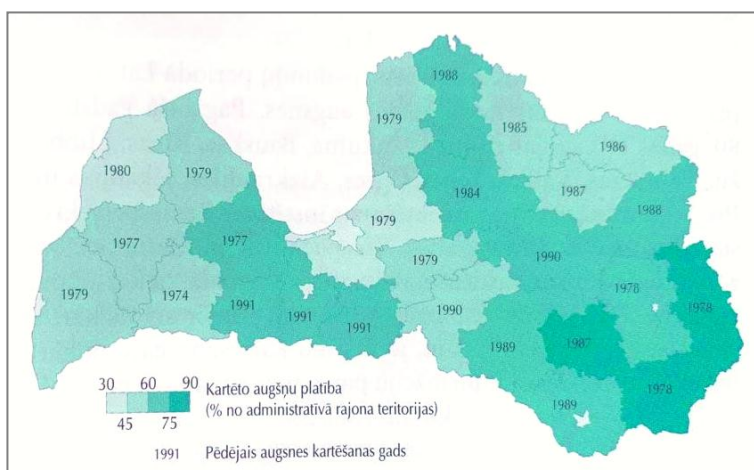
(Nikodemus u.c. 2018), un tad pasākumi tika pārtraukti ekonomisko ierobežojumu dēļ (Kārkliņš 2005). Kartēšanas materiāli sastāvēja no augsnes kartes, zemes kvalitatīvā novērtējuma kartes, tekstuālā paskaidrojošā materiāla (Nikodemus 2001).

Pēc lauksaimniecībā izmantojamās zemes un kolhozu un sovhozu meža zemes kartēšanas rezultātiem, zemā purva un pārejas purva kūdraugsnes pagājušā gadsimta otrajā pusē aizņēma 12 % purvu. Tomēr pieļaujams, ka pašlaik kūdras mineralizācijas un sasēšanās procesa rezultātā šo augšņu platības ir būtiski samazinājušās, kā arī daļa no lauksaimniecības zemēm, kurās augsni veido kūdra, vairs netiek izmantotas lauksaimniecībā. Tāpēc kūdras augsnes pašlaik aizņem, visticamāk, mazāk par 10 % no Latvijas lauksaimniecībā izmantojamās zemes teritorijām (Nikodemus u.c. 2018).

Līdztekus augsnes apsekojumam Latvijā pēckara periodā (1959. – 1990.) tika veikta arī plaša augsnes auglības pārbaude, kas iekļāva 5 lauksaimniecības zemes pārbaudes ciklus visā valstī (Kārkliņš 2005), iegūtos datus iekļaujot 1 : 10 000 mēroga kartē. Pamatojoties uz vispārējo augsnes karti un īpašo augsnes paraugu ņemšanas / analīzes shēmu, tika sagatavotas augsnes auglības kartes, kurās bija iekļauta informācija par augsnes tipu, mehānisko sastāvu, akmeņainību, organisko vielu saturu, augsnes reakciju (pH_{KCl}), augiem izmantojamā fosfora un kālija saturu, atsevišķās saimniecībās vai saimniecību laukos tika noteikts arī apmaiņas kalcija, magnija un sulfātu sēra saturs, atsevišķām teritorijām papildus tika noteikts arī tādu mikroelementu kā vara, bora un molibdēna saturs augsnē (Nikodemus u.c. 2018). Augsnes agroķīmiskās kartēšanas dati tika izmantoti pašvaldību līmenī, plānojot pagastu attīstību, zemniekiem, nosakot lauksaimnieciskās ražošanas specializāciju un izstrādājot rīcības plānu augsnes auglības paaugstināšanai (Nikodemus 2001).

Eiropas valstīs augsnes informācija tiek uzskatīta kā nozīmīgs faktors vides kontroles un aizsardzības sistēmā, pievēršot uzmanību augsnes resursu izmantošanai un ilgtspējīgai izmantošanai (Nikodemus 2001). Kopš 1991. gada nav veikti nozīmīgi augsnes apsekojumi valsts mērogā (3.1. att.), kas būtu būtiski noderīgi lauksaimniecībā, nekustamā īpašuma novērtēšanā, teritorijas un ekonomikas plānošanā, kā arī vides jautājumos (Kārkliņš 2005).

Augšņu agroķīmisko rādītāju dati ir periodiski jāatjauno, jo īpašības mainās dabisko apstākļu un saimnieciskās darbības rezultātā. Lauksaimniecības zemes agroķīmiskā izpēte kopš 1992. gada notiek pēc zemes apsaimniekotāju vēlmes un pieprasījuma, taču darba apjomi nav lieli un informācijas ieguves tehnoloģija nav vienota, kas neļauj izmantot šos datus, lai gūtu precīzu kopainu par Latvijas augšņu agroķīmiskajām īpašībām un to dinamiku (Nikodemus u.c. 2018).



3.1. attēls. Kartēto augšņu platība % no administratīvā rajona teritorijas (jo dati ir uzkrāti šādu vēsturisko teritoriālo vienību griezumā un pēdējais augsnes kartēšanas gads) (Nikodemus u.c. 2018).

Šo situāciju būtiski uzlabo Zemes pārvaldības likumā pieņemtie grozījumi, kas nosaka, ka pirmo augsnes kartēšanu un zemes kvalitātes vērtēšanu lauksaimniecībā izmantojamai zemei būs jāuzsāk līdz 2028. gada 1. Janvārim, un tā būs jāveic ne retāk kā reizi 20 gados. Teksta un telpisko informāciju par augsnes kartēšanu un augšņu agroķīmiskās izpētes rezultātiem, kā arī datus par citiem augsni un zemes kvalitāti raksturojošiem rādītājiem, apkopos, uzglabās un aktualizēs valsts informācijas sistēmā – Augšņu informācijas sistēmā (Grozījumi Zemes .. 2019).

Kā būtisks pamats paredzētai augšņu kartēšanai ir zinātniskā pētījuma projekta “Ilgtspējīga zemes resursu pārvaldības veicināšana, izveidojot digitālu augšņu datubāzi” īstenošana, kas tika veikts no 2014. gada septembra līdz 2016. gada martam. Sagatavotā telpisko datu kopa “Digitāla augšņu datubāze” ietver informāciju no Valsts zemes dienesta Centrālajā arhīvā un Latvijas Valsts arhīvā esošajām lauksaimniecībā izmantojamo zemju augšņu kartēm, kas kartētas laika periodā no 1960. līdz 1991. g. vairākās kārtās dažādos laika posmos, izmantojot dažādas augšņu klasifikācijas mērogā 1:10 000. Datubāzē ir pieejami 3 datu slāņi:

- augšņu informācijas datubāze (informācija par augsnes granulometriskā sastāva grupām un augsnes apakštipiem);
- augsnes dziļrakumu datubāze (informācija par dziļrakuma numuru, gadu, integrēto augsnes granulometrisko sastāvu, virskārtas augsnes granulometrisko sastāvu, apakškārtas augsnes granulometrisko sastāvu, brīvo kalcija karbonātu sastopamības dziļumu);
- zemes kvalitatīvās vērtības datubāze.

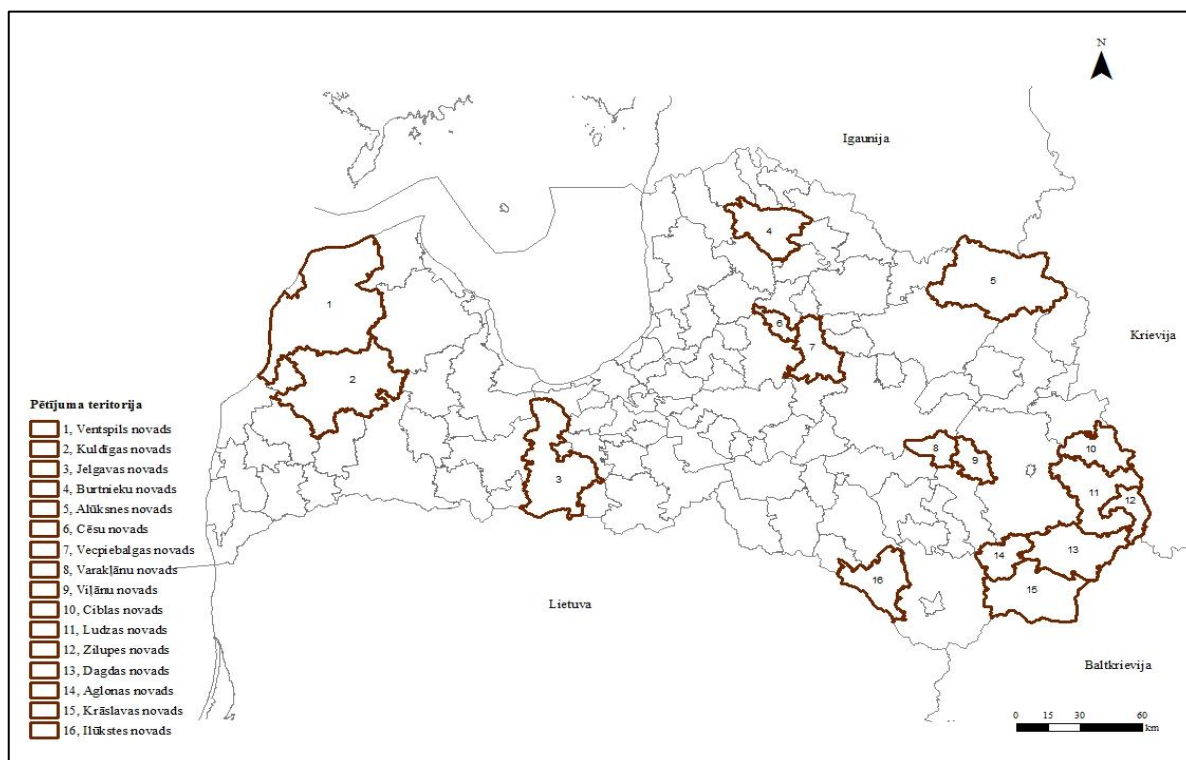
Izveidotās augšņu datu bāzes “Digitāla augšņu datubāze” kā viens no būtiskākajiem pielietojumiem maģistra darba tēmas ietvaros ir veicināt Latvijas SEG inventarizācijas

ziņojumu sagatavošanas precizitātes uzlabošanu un ilgtspējīgas zemes resursu pārvaldības un plānošanas nodrošināšanu (Kasparinskis S.a.).

4. MATERIĀLI UN METODES

4.1. Pētījumu materials

Pētījums tika veikts 16 Latvijas novados (4.1. att.), kas izvēlēti izlases kārtā, lai salīdzinātu iespējamās CO₂ emisijas atkarībā no reģiona fizikāli ģeogrāfiskajām īpašībām un zemes izmantošanas veida. Pētījumā uzsvars tika likts uz intrazonālajām augsnēm (gleja un purvu augsnes), kas galvenokārt saistītas ar teritorijas ģeoloģiju un hidroloģisko režīmu (Nikodemus u.c. 2018).



4.1. attēls. Pētījuma teritorija (izstrādājusi autore izmantojot GIS Latvijas 10.2).

Pētījuma teritorijā ietvertie novadi atrodas dažādos augšņu rajonos, kas ietver gandrīz visus Latvijas augšņu rajonus, izņemot Viduslatvijas nolaidenuma un Sēlijas paugurvaļņa augšņu rajonu.

Ventspils novads atrodas Piejūras smilšainās zemienes augšņu rajonā. Šajā novadā zemās purva kūdraugsnes, kas izplatītas zemajos purvos, atrodas lielākās platībās, līdz ar to, lai samazinātu CO₂ emisijas, šajās teritorijās svarīgi ir saglabāt zālājus un pēc iespējas mazāk ierīkot aramzemes (Nikodemus u.c. 2018). Balstoties uz Ventspils novada teritorijas plānojuma Vides pārskata sniegto informāciju, kas iegūta no Valsts zemes dienesta, Latvijas Republikas administratīvo teritoriju un teritoriālo vienību zemes pārskata uz 2014. gada 1. janvāri, lauksaimniecībā izmantojamās zemes aizņem 49 368,5 ha novada platības, no tām 30 706,6 ha (62 %) aramzeme, 9 521,7 ha (19 %) ganības, 8 743,9 ha (18 %) pļavas, un 396,3 ha (1 %) augļu dārzi (Ventspils novada .. 2014).

Kuldīgas novads atrodas Kursas augstieņu un Kursas zemieņu augšņu rajonā. Šajā augšņu rajonā lauksaimniecības zemēs visizplatītākās ir podzolētās glejaugsnes (40 %) un glejaugsnes (32 %) (Nikodemus u.c. 2018). Kursas zemienē, kur augsnēm raksturīga zema auglība un nenoregulēts mitruma režīms, lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības ir relatīvi nelielas. Tajās Rietumkursas augstienes teritorijās, kur dominē līdzens un lēzeni viļņots reljefs ar vidēji iekultivētām velēnu podzolaugsnēm un velēnu virspusēji glejotām augsnēm, sastopamas plašākās lauksaimniecībā izmantojamās zemes Kuldīgas novadā. Tajā pašā laikā novadā novērojams neizmantoto LIZ platību pieaugums. Galvenokārt lauksaimniecībā izmantojamām zemēm raksturīga transformācija uz meža zemēm (Kuldīgas novada .. 2013).

Jelgavas novads atrodas Zemgales līdzenuma augšņu rajonā. Šajā rajonā ir visauglīgākās augsnes Latvijā, kas ir priekšnoteikums intensīvai lauksaimniecībai. 48 % no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm aizņem Latvijā auglīgākās augsnes – velēnu karbonātaugsnes, kurās ir labi izteikts trūdu akumulācijas horizonts un raksturīgs augsts piesātinājums ar bāzēm, tomēr intensīvas lauksaimnieciskās darbības rezultātā augsnē novērojama organisko vielu samazināšanās (Nikodemus u.c. 2018).

Burtnieku novads atrodas Ziemeļlatvijas morēnas līdzenuma un pauguraines augšņu rajonā. Rajonā raksturīgi daudz purvu – gan zemie, gan augstie. Burtnieku līdzenumā izteikti vairāk ir zemo purvu. Zemā purva kūdraugsnes kontūras var aizņemt pat vairāk nekā 1000 ha lielu platību. Kopumā šajā augšņu rajonā lauksaimniecībā izmantojamās zemēs podzolētās glejaugsnes aizņem 34 %, velēnu podzolaugsnes 28 % un glejaugsnes 21 %. Relatīvi lielās teritorijās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ir sastopamas purva kūdraugsnes – 13 %. Ņemot vērā lielo kūdraugšņu izplatību šajā rajonā, aktuāls jautājums ir CO₂ emisijas samazināšana no kūdras ieguves laukiem un arī no aramzemēm (Nikodemus u.c. 2018).

Cēsu un Vecpiebalgas novads, kā arī lielākā daļa no Alūksnes novada R daļas atrodas Vidzemes augstieņu augšņu rajonā. Rajonā dominē paugurainam reljefam raksturīga augšņu kopa – augstākās vietās izplatītas velēnu podzolaugsnes, bet uz smagāka granulometriskā sastāva augsnēm velēnpodzolētās pseidoglejotās augsnes. Ieplakās palielināta mitruma apstākļos izveidojušās zemā purva kūdraugsnes un velēnpodzolētās glejaugsnes. Kopumā lauksaimniecībā izmantojamās zemēs augstieņu rajonā dominē velēnu podzolaugsnes, kas aizņem 44 % no zemes kopplatības (Nikodemus u.c. 2018).

Varakļānu novads, Viļānu novads, Ilūkstes novads, kā arī daļa Alūksnes, Ciblas, Ludzas un Zilupes novada A daļas atrodas Austrumlatvijas zemes augsšņu rajonā. Relatīvi plašas platības lauksaimniecībā izmantojamās zemēs augšņu rajonā aizņem velēnu gleja un glejotās augsnes, bet vietās, kur izplatīti glaciolimniskie nogulumi, – velēnu virsēji glejotās un

pseudoglejotās augsnes, ko nosaka vāja dabiskā drenētība. Kopumā augšņu rajonā lauksaimniecībā izmantojamā zemē podzolētās glejaugsnes aizņem 36 %, glejaugsnes 29 %, velēnu podzolaugsnes – 17 %. Relatīvi lielā teritorijā lauksaimniecībā izmantojamās zemēs sastopamas purva kūdraugsnes – 14 %, jo šajā rajonā raksturīgi ļoti daudz augsto un pārejas tipa purvu, līdz ar to aktuāls jautājums ir CO₂ emisiju samazināšana no kūdras ieguves laukiem un arī no aramzemēm (Nikodemus u.c. 2018).

Varakļānu novadā, kas atrodas Lubānas un Jersikas līdzenuma apakšrajonos, raksturīgi daudz purvu, galvenokārt zemā tipa purvi. Teritorijās ar apgrūtinātiem noteces apstākļiem dominē velēnu glejaugsnes, velēnpodzolētās glejaugsnes un purvu augsnes, bet vietās ar labākiem drenāžas apstākļiem sastopamas velēnu podzolaugsnes (Varakļānu novada .. 2014).

Ilūkstes novadā lauksaimniecībā izmantojamās zemes uz 2017. gada sākumu aizņēma 45 % no novada kopējās teritorijas jeb 29 180,1 ha. No lauksaimniecības zemes 59 % sastādīja aramzeme, 32 % ganības, 9 % pļavas un 1 % augļu dārzi (Vides pārskats Viļānu novada .. 2018).

Ciblas, Ludzas, Zilupes, Dagdas, Aglonas un Krāslavas novads atrodas Austrumlatvijas augstieņu augšņu rajonā. Apgabali ar stipri paugurainu reljefu aizņem apmēram 40 % no rajona kopplatības, ar vidēji paugurainu – 35 %, ar līdzenuma un vāji paugurainu reljefu – 25 %. Latgales augstienē ir izplatītas erodētās podzolaugsnes, kas aizņem 35 % no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm. Dziļākās ieplakās starp pauguriem izplatītas zemā purva kūdraugsnes, bet lēzenākās un plašākās ieplakās trūdainās podzolētās glejotās vai gleja augsnes. Kopumā lauksaimniecībā izmantojamās zemēs podzolaugsnes aizņem 53 % un zemā purva kūdraugsnes – 22 %. Paugurainēs izplatīti zālāji vai arī tās ir apmežotas (Nikodemus u.c. 2018). Lielāks novadu skaits šajā augšņu rajonā izvēlēts pateicoties lielajam kūdraugšņu īpatsvaram, ko parāda arī 1.1. attēls, no kurām attiecīgi tika rēķinātas CO₂ emisijas, kā arī ļoti lielās platībās novērojama lauksaimniecības zemju transformācija meža zemēs.

Lauksaimniecībā izmantojamo zemju augšņu karšu precizēšana tika veikta *ArcMap 10.4.1* programmatūrā izmantojot 3 datu slāņus: augsnes datu slāni lauksaimniecības zemēm laika periodā no 1959. līdz 1999. gadam, kas digitalizēts Eiropas Ekonomikas zonas finanšu instrumenta 2009. – 2014. gada perioda programmas “Nacionālā klimata politika” projekta “Nacionālās sistēmas pilnveidošana siltumnīcefekta gāzu inventarizācijai un ziņošanai par politikā, pasākumiem un prognozēm” zinātniskā pētījuma projekta “Ilgspējīga zemes resursu pārvaldības veicināšana izveidojot digitālu augšņu datubāzi” ietvaros. Kuldīgas novadam jaunākie pieejamie augsnes dati ir par 1977. gadu, Aglonas, Ciblas, Dagdas, Krāslavas, Ludzas, Viļānu, Zilupes novadam – 1978. gadu, Ventpils novadam – 1980. gadu, Cēsu, Vecpiebalgas novadam – 1984. gadu, Alūksnes novadam – 1986. gadu, Burtnieku novadam –

1988. gadu, Ilūkstes novadam – 1989. gadu, Varakļānu novadam – 1990. gadu, Jelgavas novadam – 1991. gadu. Kā arī izmantoti 2015. gada Valsts Meža Dienesta Meža Valsts Reģistra dati un Lauku atbalsta dienesta (LAD) lauku bloku karte par 2018. un 2015. gadu (platības, kas pieteiktas iepriekšējā gadā, attiecīgi 2017. un 2014. gadā).

4.2. Pētījumu metodes

- Lai iegūtu datus par kartētajām augšņu platībām, kuru aizņem meža zeme un par pašreizējām lauksaimniecības zemēm, tika izmantots augsnes datu slānis un 2015. gada meža datu slānis (4.2. att.), kas apstrādāti izmantojot ArcGIS rīku *Clip* (iegūtas meža zemju platības) un *Erase* (iegūtas pašreizējās LIZ platības).

- Lai iegūtu datus par pašreizējām lauksaimniecības zemēm, kurām ir zināms zemes izmantošanas veids (aramzeme, zālājs) (LAD lauku blokos iekļautās LIZ) un iegūtu datus par lauksaimniecības zemēm, kurām nav zināms to pašreizējais izmantošanas veids (LAD lauku blokos neiekļautās LIZ), tika izmantoti jau iegūtie dati par pašreizējām lauksaimniecības zemēm un 2018. gada lauku bloku karte. Ņemot vērā, ka visos LAD lauku blokos nebija pieejama augsnes informācija, dati par LAD lauku blokiem ar augsnes informāciju tika iegūti izmantojot *Clip* rīku, kas arī izmantots noskaidrojot LIZ platības ar zināmu zemes izmantošanas veidu – no augsnes datu slāņa (pašreizējās LIZ) izgriežot LAD lauku bloku kontūras. LAD lauku blokos neiekļautās LIZ platības tika noskaidrotas izmantojot *Erase* rīku – no augsnes datu slāņa (pašreizējās LIZ) izgriežot LAD lauku blokus.

- Augšņu datu piesaiste novadiem tika veikta izmantojot *Intersect* rīku.

- Lai noteiktu platību kūdraugsnēm un trūdainām un kūdrainām minerālaugsnēm atkarībā no to zemes izmantošanas veida, tika izmantots iegūtais datu slānis ar LAD lauku blokiem ar augsnes infomāciju. Pie kūdraugsnēm tika pieskaitītas zemā purva kūdras (Tz), zemā purva kūdras gleja (Tzg), pārejas purva kūdras (Tp), pārejas purva kūdras gleja (Tpg), augstā purva kūdras (Ta) un augstā purva kūdras gleja augsne (Tag). Pie trūdainām un kūdrainām minerālaugsnēm pieskaitītas trūdainās velēnu glejotās (Vgt), trūdainās velēnu gleja (VGt), trūdaini – kūdrainās velēnu gleja (VGT), trūdainās velēnu podzolētās glejotās (Pgt), trūdainās velēnu podzolētās gleja (PGt), trūdaini-kūdrainās velēnu podzolētās gleja (PGT) un kūdrainā aluviālā velēnu gleja augsne (AGT). Pārējās augsnes definētas kā minerālaugsnis.

- Balstoties uz iegūto informāciju par organisko augšņu platību atkarībā no zemes izmantošanas veida (aramzeme, zālājs), tika veikts CO₂ emisiju aprēķins izmantojot Latvijas nacionālajā Inventarizācijas ziņojumā izmantoto metodiku (United Nations Climate Change 2019). Emisiju aprēķini un datu apstrāde veikta lietojumprogrammā *MS Excel*.

Emisijas faktors aramzemei un zālājiem organiskajās augsnēs ir atšķirīgs. Emisijas faktors aramzemei noteikts 13 kg N₂O-N uz hektāru, savukārt zālājiem – 8,2 kg N₂O-N uz hektāru atbilstoši 2006. gada IPCC Mitrāju 2013. gada papildu vadlīniju nacionālo siltumnīcefekta gāzu pārskatu 2.5. tabulai (Hiraishi et al. 2014).

Sākotnēji tika aprēķinātas N₂O emisijas no organiskajām augsnēm. Lai pārrēķinātu N₂O-N emisijas N₂O emisijās, tika pielietots koeficients 44/28, savukārt, lai pārrēķinātu N₂O emisijas CO₂ ekvivalentā, tika pielietots koeficients 298.

N₂O emisijas no viena organiskā augšņu hektāra aprēķinātas šādi:

$$\text{Aramzeme: } 1 * 13 * 44/28 = 20,4 \text{ kg N}_2\text{O}$$

$$\text{Zālāji: } 1 * 8,2 * 44/28 = 12,9 \text{ kg N}_2\text{O}$$

Pārrēķinot N₂O emisijas CO₂ ekvivalentā, emisijas no viena organiskā augšņu hektāra ir šādas:

$$\text{Aramzeme: } (1 * 13 * 44/28) * 298 = 6087,7 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} = 6,1 \text{ t CO}_2 \text{ ekv.}$$

$$\text{Zālāji: } (1 * 8,2 * 44/28) * 298 = 3844,2 \text{ kg CO}_2 \text{ ekv.} = 3,8 \text{ t CO}_2 \text{ ekv.}$$

- Lai novērtētu potenciālās CO₂ emisijas no visām mūsdienās esošajām lauksaimniecības zemēm, tās LIZ, kuras nebija iekļautas lauku blokos, tika pieņemtas kā zālāji, tādējādi šīm organisko augšņu platībām tika piemērots emisijas faktoru 8,2 kg N₂O-N uz hektāru. Rezultāts tika iegūts attiecīgi summējot aprēķinātās CO₂ emisijas vērtības no lauksaimniecības zemēm, kas iekļautas lauku blokos un CO₂ emisijas no tām lauksaimniecības zemēm, kuras nav iekļautas LAD lauku blokos (pieņemti kā zālāji).

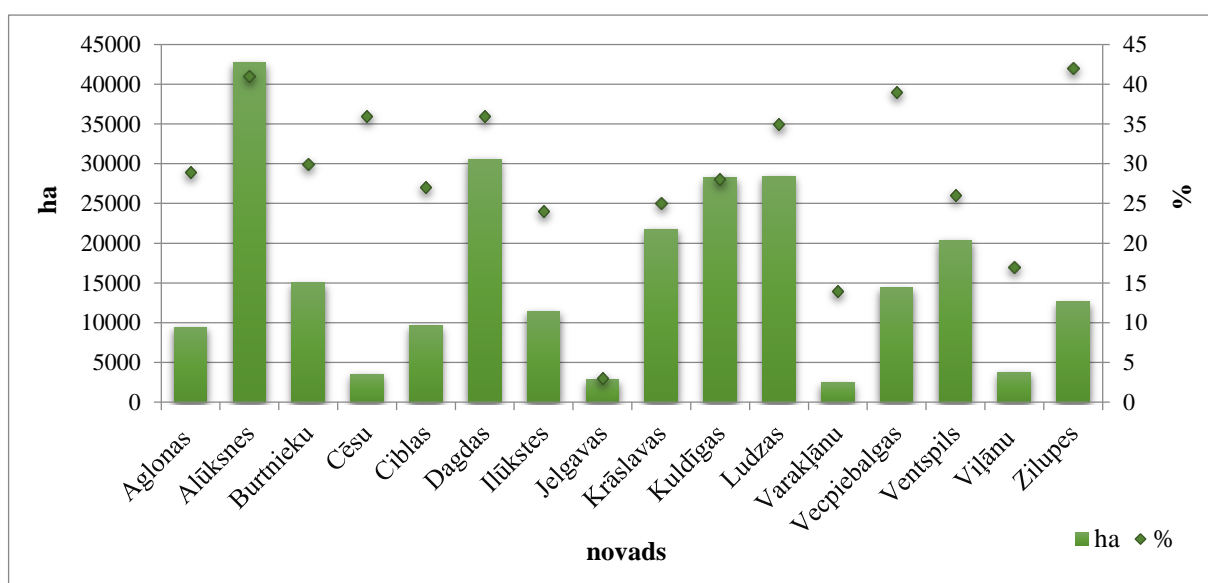


4.2. attēls. Augšņu datu iegūšanas secība CO₂ emisiju aprēķināšanai.

5. REZULTĀTI

5.1. Kartētās lauksaimniecībā izmantojamās zemes

Latvijas augšņu kartes ietver informāciju ne tikai par lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, bet arī par padomju laika meža zemēm un lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, kas ir dabiski apmežojušās vai speciāli apmežotas pēc Latvijas neatkarības atgūšanas. Līdz ar to, kaut arī augšņu kartes tiek sauktas par lauksaimniecības zemju augšņu kartēm, tomēr tās sniedz informāciju gan par lauksaimniecības zemēm, gan arī meža zemēm. Par to liecina 5.1. attēlā atainotie rezultāti, kas parāda kartēto meža zemju aizņemtās platības novados, kā arī kartēto meža zemju platību attiecībā pret visām kartētajām augsnēm novadā. Šie dati iegūti izmantojot augsnes un meža datu slāni par 2015. gadu.



5.1. attēls. Kartēto meža zemju aizņemtā platība (ha) un kartēto meža zemju aizņemtā platība attiecībā pret visām kartētajām augsnēm novadā (%).

Pēc iegūtajiem rezultātiem redzams, ka lielākās kartēto meža zemju platības novērojamas Alūksnes novadā (42 731 ha), tomēr vērā ņemams ir arī Dagdas (30 556 ha), Ludzas (28 411 ha) un Kuldīgas novads (28 211 ha). Savukārt vismazākās platības konstatētas Varakļānu (2 425 ha), Jelgavas (2 817 ha) un Cēsu novadā (3 507 ha).

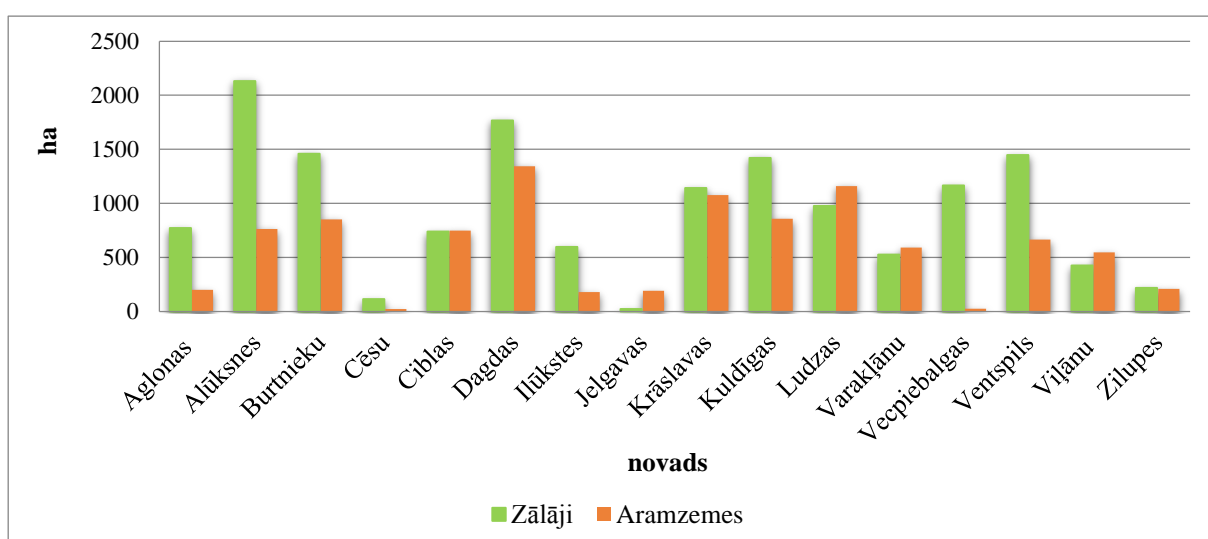
Izvērtējot kartēto meža zemju aizņemto platību attiecībā pret visu novada kartēto augšņu platību, tika konstatēts, ka arī šajā aspektā kartēto meža zemju īpatsvars attiecībā pret visām kartētajām augsnēm novadā konstatēts Alūksnes novadā (41 %). Vērā ņemams ir arī Zilupes un Vecpiebalgas novads, kur kartētās meža zemes aizņem attiecīgi 42 % un 39 % no visu novada kartēto augšņu platībām. No visām Jelgavas novadā kartētajām augsnēm, kartētās meža zemes aizņem tikai 3 %, kas varētu būt saistīts ar jau lielo lauksaimniecībā izmantojamo

zemju aizņemto platību. Arī Varakļānu un Viļānu novadā kartēto meža zemju platību īpatsvars nav salīdzinoši liels, attiecīgi 14 % un 17 %.

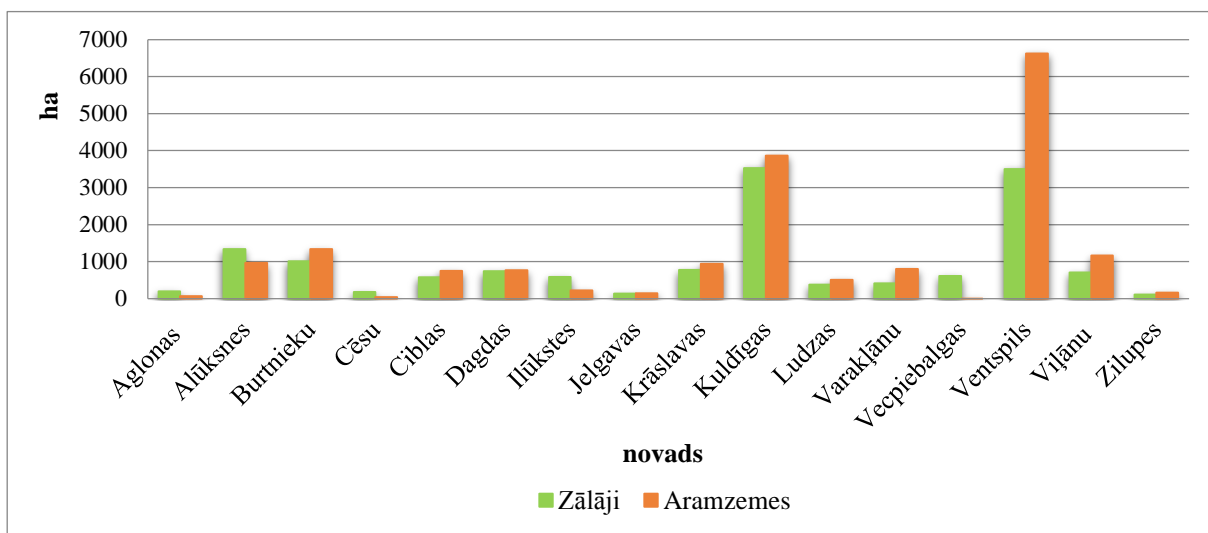
Šajā gadījumā nav iespējams novērtēt meža zemju pieaugumu novados laika periodā no padomju laikiem līdz mūsdienām. Trūkst datu par tieši padomju laikā kartētajām meža zemēm, jo kartētajās meža zemju platībās, kas parādītas 5.1. attēlā, ietilpst arī meža zemes, kuras nesen izmantotas lauksaimniecības vajadzībām, bet pašlaik ir apmežojušās. Meža zemju platību palielināšanās SEG samazināšanās kontekstā būtu minams kā pozitīvs aspekts, jo, ja zemes vienības lietošanas veids mainās no lauksaimniecības uz mežsaimniecību, šīs augsnes emisijas vairs netiek uzskatītas par emisijām lauksaimniecībā (Pilvere et al. 2017). Taču saskaņā ar ZIZIMM regulu, pēc 2020. gada tiek uzskaitītas SEG emisijas arī no meža zemēm (Zālmane 2019).

5.2. Lauku bloku nodrošinājums ar augsnes informāciju

Novērtējot CO₂ emisijas no lauksaimniecības zemju organiskām augsnēm, pētījumā tika izmantoti LAD lauku bloku dati par lauksaimniecības zemju veidu (zālāji un aramzemes) (5.2., 5.3. att.). Pētījuma teritorijas novados kūdraugsnes galvenokārt sastopamas zem zālājiem (11 novados), lielākās platības sasniedzot Alūksnes (2 131 ha), Dagdas (1 767 ha), Ventspils (1 446 ha) un Kuldīgas novadā (1 422 ha). Salīdzinoši liels kūdraugšņu īpatsvars aramzemēs konstatēts Dagdas (1 344 ha), Ludzas (1 161 ha) un Krāslavas novadā (1 076 ha). Gluži pretēji, kūdrainās un trūdainās augsnes lielākoties sastopamas aramzemēs (11 novados), jo tā vairāk piemērota zemes apstrādei. Izteikta kūdraino un trūdaino augšņu izplatība aramzemēs, kā arī zālajos, novērojama Ventspils (6 623 ha) un Kuldīgas novadā (3 868 ha).

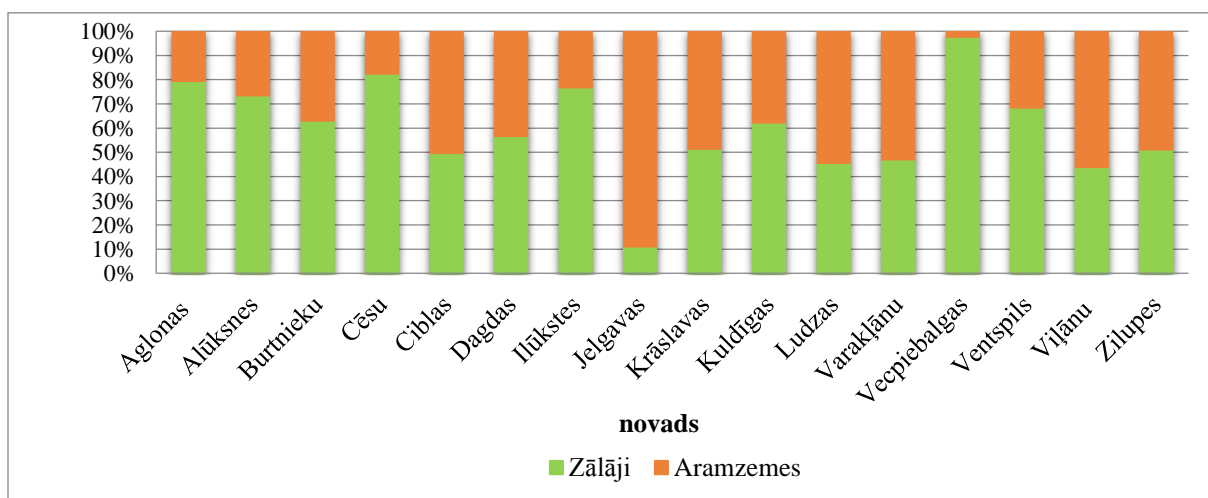


5.2. attēls. Kūdraugšņu platība novados LAD 2018. gada lauku blokos atkarībā no lauksaimniecības zemju veida.



5.3. attēls. Kūdraino un trūdaino augšņu platība novados LAD 2018. gada lauku blokos atkarībā no lauksaimniecības zemju veida.

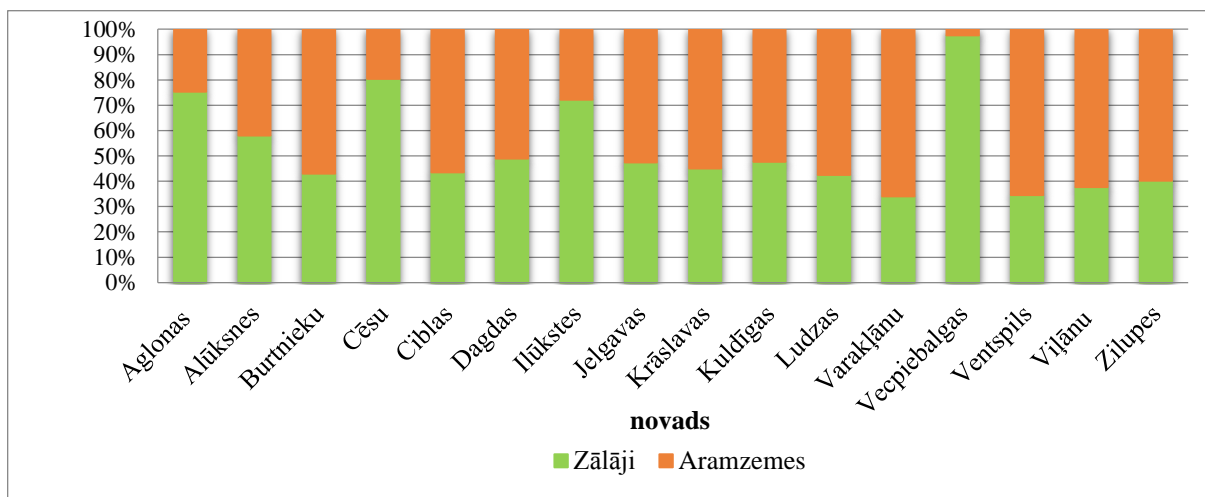
Novērtējot kūdraugšņu izplatību atkarībā no lauksaimniecības zemju veida katra novada robežās (attiecība starp zālājiem un aramzemēm uz kūdraugsnēm), 5.4. attēls parāda, ka izteikts zālāju īpatsvars uz kūdraugsnēm (98 %) konstatēts Vecpiebalgas novadā. Augsts zālāju īpatsvars novērojams arī Cēsu (83 %) un Aglonas novadā (80 %). Savukārt Jelgavas novadā no LAD lauku bloku kūdraugšņu platībām, 89 % atrodas uz aramzemēm.



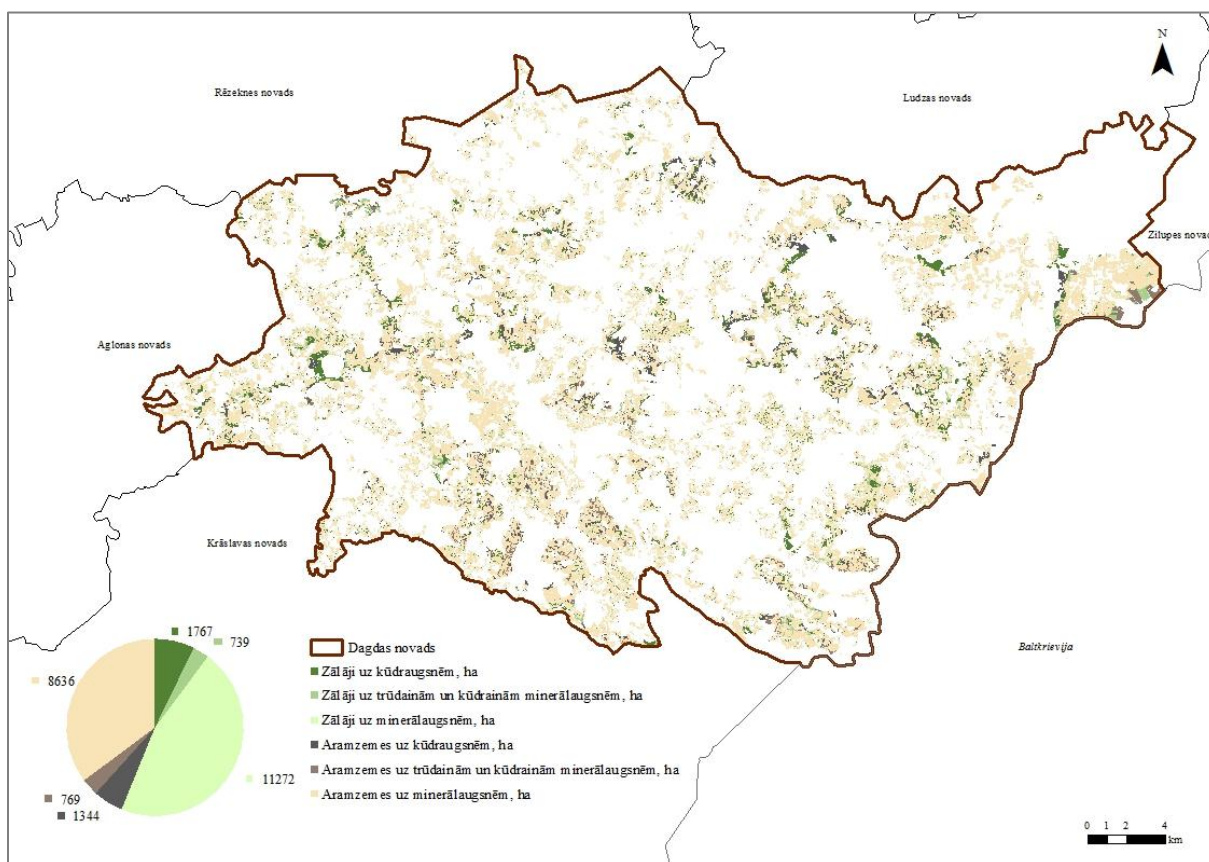
5.4. attēls. Lauksaimniecības zemju veida uz kūdraugsnēm sadalījums novados LAD 2018. gada lauku blokos.

Tāda pati tendence novērojama uz kūdrainām un trūdainām augsnēm (5.5. att.), kur izteiktākais zālāju īpatsvars šajās augsnēs novada robežās konstatēts Vecpiebalgas novadā (98 %), kā arī Cēsu (80 %) un Aglonas novadā (75 %). Lielākais aramzemju īpatsvars uz kūdrainām un trūdainām augsnēm novada robežās konstatēts Varakļānu novadā, kas veido 66 % no LAD lauku bloku kūdrainām un trūdainām augsnēm, kā arī Ventspils novadā – 65 %. Kopumā zemes izmantošanas veida sadalījums uz kūdrainām un trūdainām augsnēm

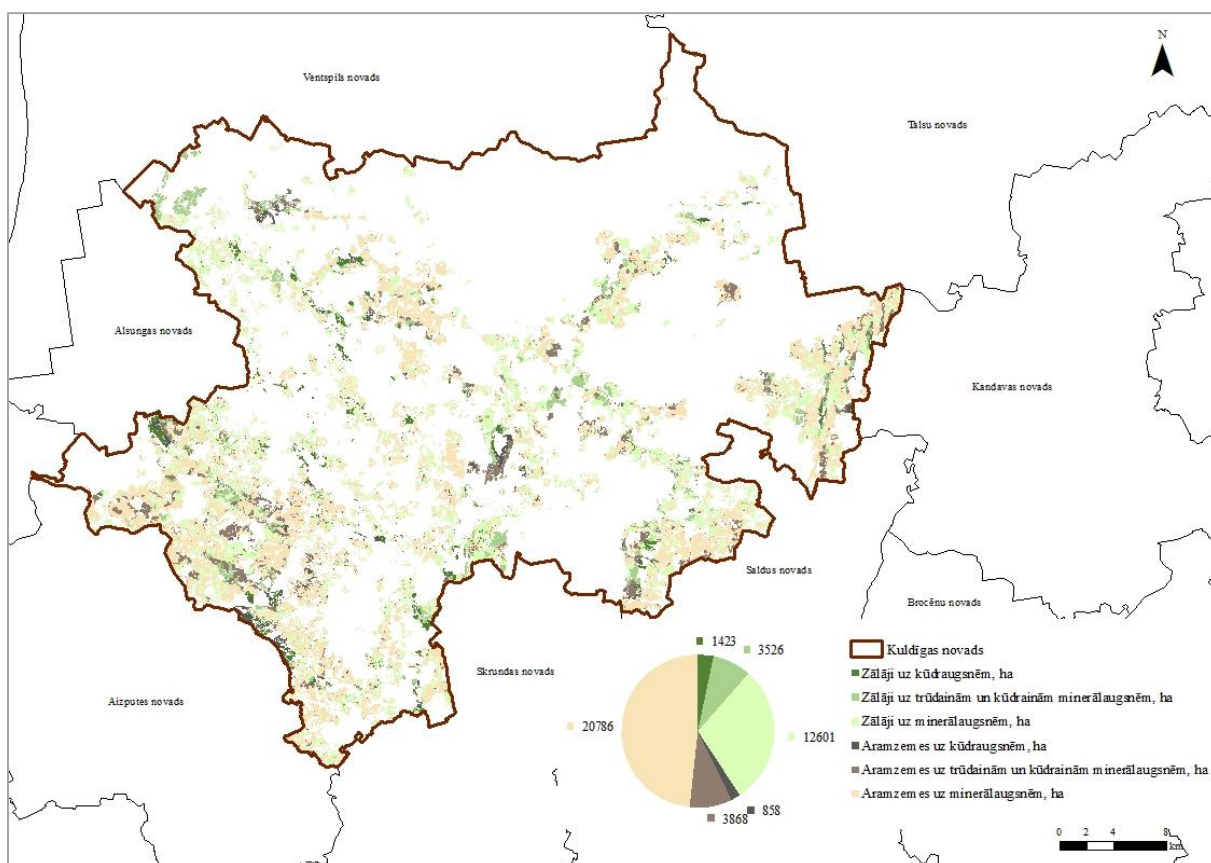
vērtējams kā salīdzinoši vienmērīgs, jo tās ir piemērotas vairākiem zemes izmantošanas veidiem. To parāda, piemēram, zālāju un aramzemju platības un to izplatības raksturs kūdrainās un trūdainās augsnēs Dagdas (5.6. att.) un Kuldīgas novadā (5.7. att.), kas pārējos novados apskatāms 6. pielikumā.



5.5. attēls. Lauksaimniecības zemju veida uz kūdrainām un trūdainām augsnēm sadalījums novados LAD 2018. gada lauku blokos.

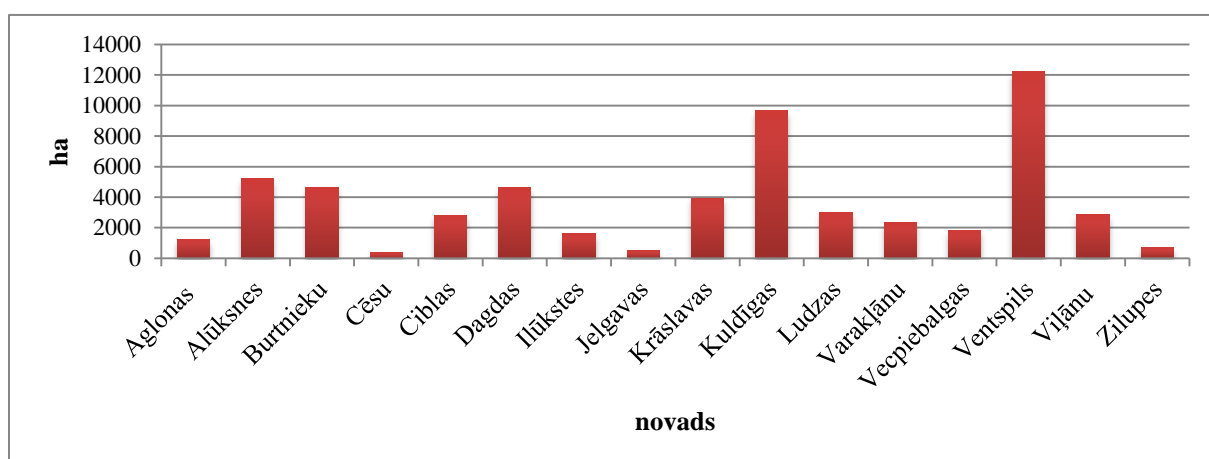


5.6. attēls. Organisko augšņu izplatība Dagdas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem.



5.7. attēls. Organisko augšņu izplatība Kuldīgas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem.

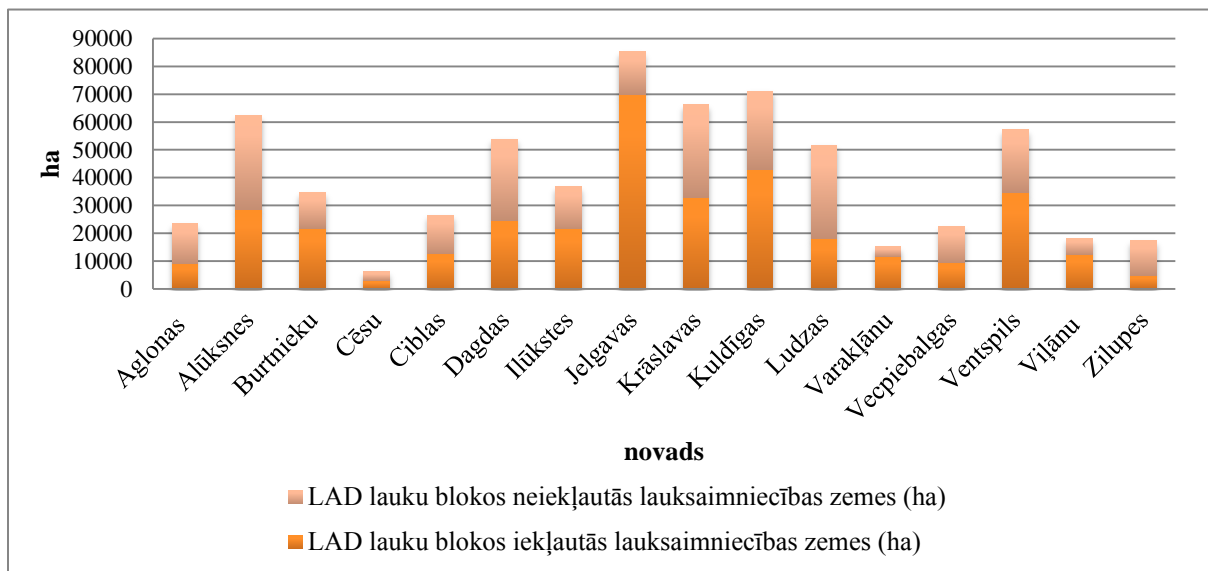
Kopumā novērtējot LAD lauku blokos iekļauto LIZ organisko augšņu (kūdraugsnes + kūdrainās un trūdainās augsnes) platības novados (5.8. att.), lielākās platības konstatētas Ventspils (12 235 ha), Kuldīgas (9 674 ha) un Alūksnes novadā (5 203 ha), bet Cēsu (358 ha), Jelgavas (496 ha) un Zilupes novadā (695 ha) organisko augšņu platības ir sastopamas mazāk.



5.8. attēls. LAD 2018. gadā lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju organisko augšņu platības.

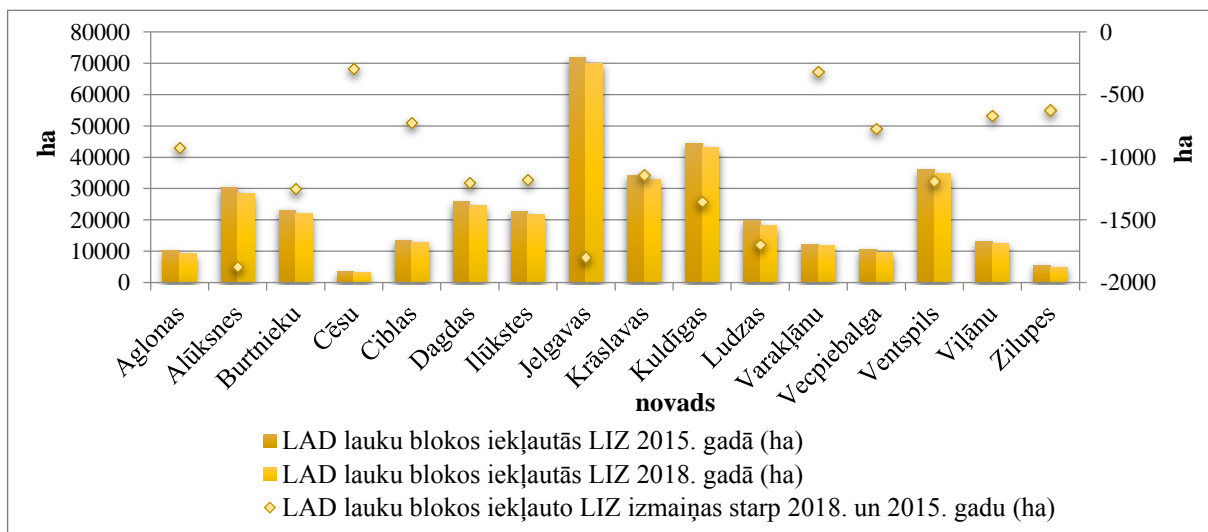
Taču jāņem vērā, ka šie dati neietver visas lauksaimniecībā izmantojamās zemes, bet gan tikai tās platības, kuras ir pieteiktas atbalsta maksājumiem. 5.9. attēls parāda, ka,

piemēram, Ludzas, Zilupes un Alūksnes novadā LAD lauku blokos neiekļautās lauksaimniecības zemju platības ir lielākas nekā LAD lauku blokos iekļautās LIZ platības, no kurām attiecīgi tika rēķinātas CO₂ emisijas. Šādi izejas dati būtiski ietekmē reālo CO₂ emisiju apzināšanu no lauksaimniecības zemju augsnēm. Tādā gadījumā ir jāapzina un jāidentificē arī lauksaimniecības zemes ārpus LAD lauku blokiem, jo arī šajās platībās no organiskajām augsnēm veidojas SEG emisijas.



5.9. attēls. LAD 2018. gada lauku blokos iekļautās un neiekļautās lauksaimniecībā izmantojamās zemes.

Salīdzinot datus par Lauka atbalsta dienesta (LAD) lauku blokos iekļautajām LIZ par 2015. un 2018. gadu atsevišķos Latvijas novados (1. pielikums), tika konstatēts, ka šie dati neatspoguļo faktisko situāciju zemes izmantošanā mūsdienās, ņemot vērā atšķirības pieteiktajās platībās, kas gadu no gada mainās (5.10. att.).



5.10. attēls. LAD 2015. un 2018. gadā lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju platību atšķirības.

Tika konstatēts, ka, salīdzinot 2015. gadu ar 2018. gadu, visos novados novērojama pieteikto lauksaimniecībā izmantojamo zemju platību samazināšanās. Būtiskākās izmaiņas konstatētas Alūksnes novadā, kur pieteikto zemju platība samazinājusies par 1 874 ha (-7 %), Jelgavas novadā par 1 800 ha (-3 %), Ludzas novadā par 1 697 ha (-9 %). Tas rāda, ka siltumnīcas efekta izraisīto gāzu emisijas aprēķināšanai būtu nepieciešama informācija par visām LIZ platībām, kas sniegtu korektākus datus ilgtermiņā, jo CO₂ emisiju aprēķins no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, kas iekļautas LAD lauku blokos, būtu laikietilpīga metode.

Nepilnīgu un neprecīzu CO₂ emisiju novērtējumu no lauksaimniecības zemēm var ietekmēt arī tas, ka par visām LAD lauku bloku platībām nav augsnes informācijas, līdz ar to, no noteiktām platībām nav iespējams aprēķināt emisijas atbilstoši zemes izmantošanas veidam. 5.1. tabula parāda, ka visos novados tika konstatētas LAD lauku bloku platības, kurām nebija pieejami augsnes dati. No pētījuma teritorijas neprecīzāki CO₂ emisiju aprēķini būtu vērtējami no Dagdas, Kuldīgas un Alūksnes novada, kur konstatēts lielāks augšņu datu trūkums LAD lauku bloku platībās, attiecīgi 286 ha, 269 ha, 259 ha.

5.1. tabula

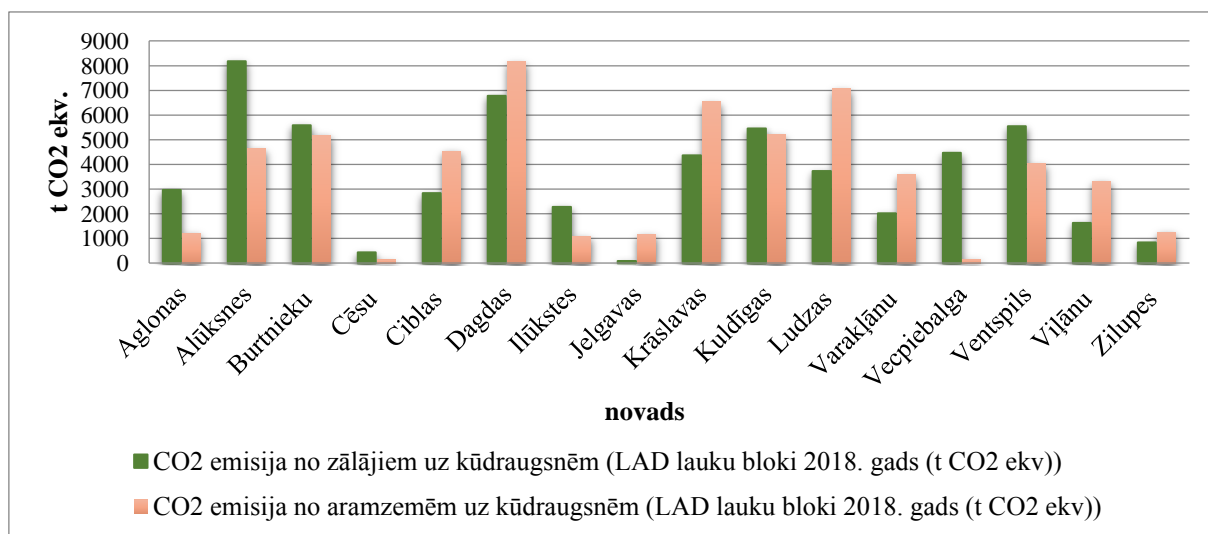
Pieejamie augsnes dati par LAD lauku blokiem 2018. gadā

<i>Novads</i>	<i>Visi LAD lauku bloki (2018) (ha)</i>	<i>LAD lauku bloki ar augsnes informāciju (ha)</i>	<i>LAD lauku bloku platības bez augsnes informācijas (ha)</i>
Aglonas	9218	9127	91
Alūksnes	28722	28463	259
Burtnieku	22079	21864	215
Cēsu	3100	3060	40
Cīblas	12800	12761	39
Dagdas	24825	24539	286
Ilūkstes	21743	21586	157
Jelgavas	69979	69937	42
Krāslavas	33203	32949	254
Kuldīgas	43354	43085	269
Ludzas	18137	18050	87
Varakļānu	11778	11725	53
Vecpiebalgas	9895	9646	249
Ventspils	34863	34736	127
Viļānu	12512	12494	18
Zilupes	4951	4929	22

5.3. CO₂ emisija no organiskām augsnēm lauku bloku griezumā

Augstāk minētie faktori atstāj būtisku ietekmi uz aprēķinātajiem datiem par CO₂ emisijām no lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskām augsnēm (2. pielikums). CO₂ emisiju aprēķins, izmantojot Latvijas nacionālajā Inventarizācijas ziņojumā izmantoto metodiku (United Nations Climate Change 2019), pētījumā veikts lauksaimniecības zemēm uz organiskajām augsnēm, kurām, balstoties uz Lauka atbalsta dienesta (LAD), ir zināma zemes izmantošana (4. un 5. pielikums).

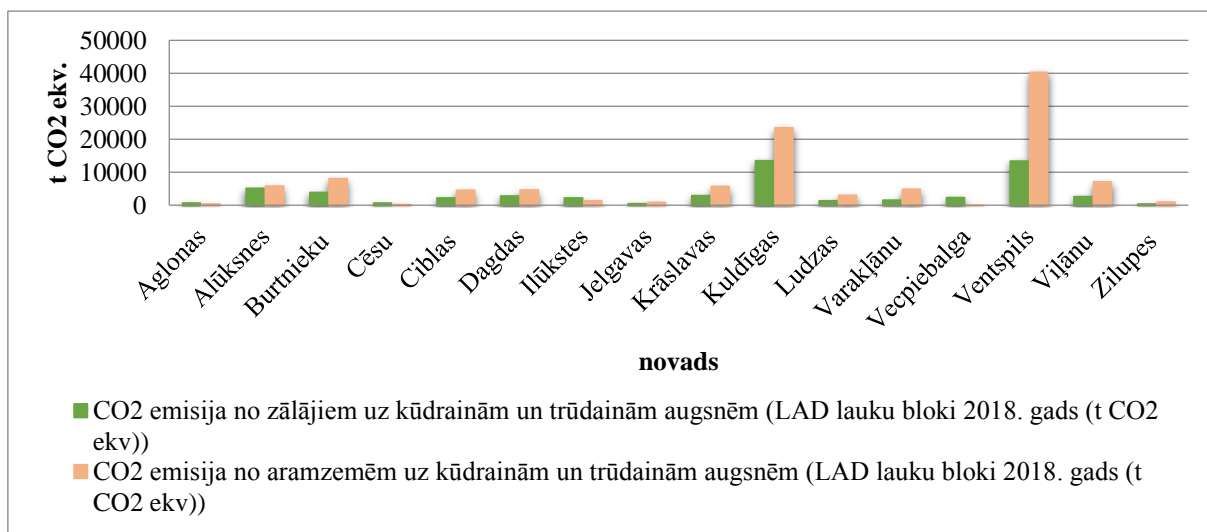
Ņemot vērā, ka lielākās platības zālājiem uz kūdraugsnēm tika konstatētas Alūksnes, Dagdas, Ventspils un Kuldīgas novadā, 5.11 attēls parāda, ka līdz ar to arī lielākās emisijas no zālājiem tika konstatētas šajos novados. Tāda pati saistība tika novērota aramzemēm uz kūdraugsnēm, kur lielākās emisijas konstatētas novados ar lielāko aramzemju platību. Tomēr būtu jāņem vērā arī iepriekš minētie faktori, kas var ietekmēt CO₂ emisijas no augsnēm. Atsaucoties uz 5.1. tabulas datiem, lielākās LAD lauku bloku platības bez augsnes informācijas konstatētas Dagdas (286 ha), Kuldīgas (269 ha) un Alūksnes novadā (259 ha), kas, kā minēts, ir arī lielākās CO₂ emitētājas. Šajā gadījumā, no pētījuma teritorijas novadiem, šie novadi paliktu kā galvenie oglekļa dioksīda emitētāji, tomēr emisijas būtu vēl lielākas.



5.11. attēls. CO₂ emisija no kūdraugsnēm atkarībā no zemes izmantošanas veida (aramzeme, zālājs).

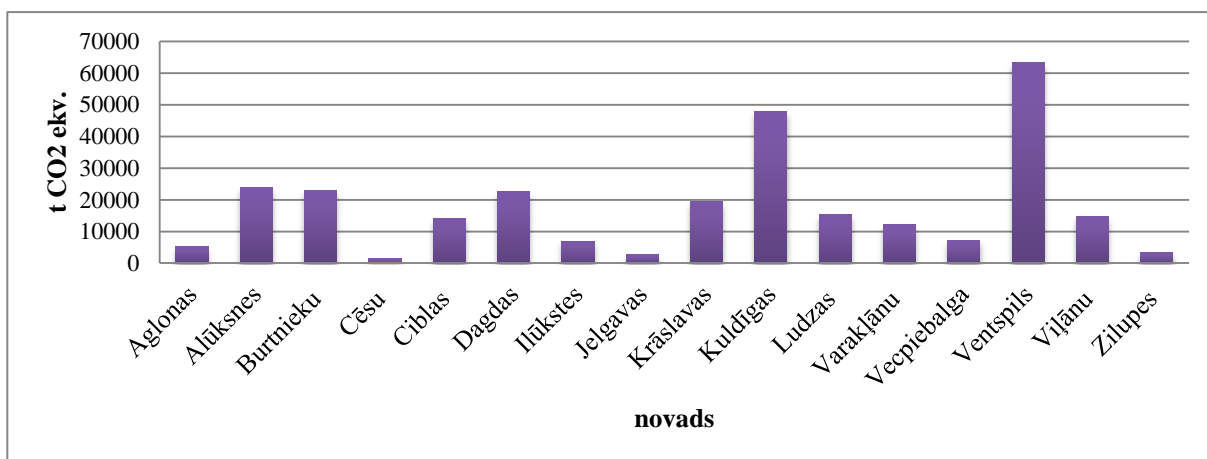
Šāda saistība novērojama arī lauksaimniecībā izmantojamās zemēs uz kūdrainām un trūdainām augsnēm. No zālājiem un aramzemēm lielākās emisijas konstatētas Kuldīgas (13 540 t CO₂ ekv.; 23 547 t CO₂ ekv.) un Ventspils novadā (13 447 t CO₂ ekv.; 40 319 t CO₂ ekv.) (5.12. att.). Šo emisiju starpība starp novadiem varētu samazināties ņemot vērā LAD lauku platības, kurām nav augsnes informācija, bet ņemot vērā, ka šīm platībām nav zināms

zemes izmantošanas veids, konkrēti nav iespējams novērtēt emisiju izmaiņu tendenci atkarībā no zemes izmantošanas veida.



5.12. attēls. CO₂ emisija no kūdrainām un trūdainām augsnēm atkarībā no zemes izmantošanas veida (aramzeme, zālājs).

Atsaucoties uz 5.8. attēlā attainoto LAD 2018. gadā lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju organisko augšņu platībām, 5.13. attēls parāda, ka minētajos novados ar augstāko organisko augšņu platību konstatētas augstākās CO₂ emisijas – Ventspils novadā – 63 361 t CO₂ ekv., Kuldīgas novadā – 47 771 t CO₂ ekv., bet Alūksnes novadā 23 872 t CO₂ ekv.

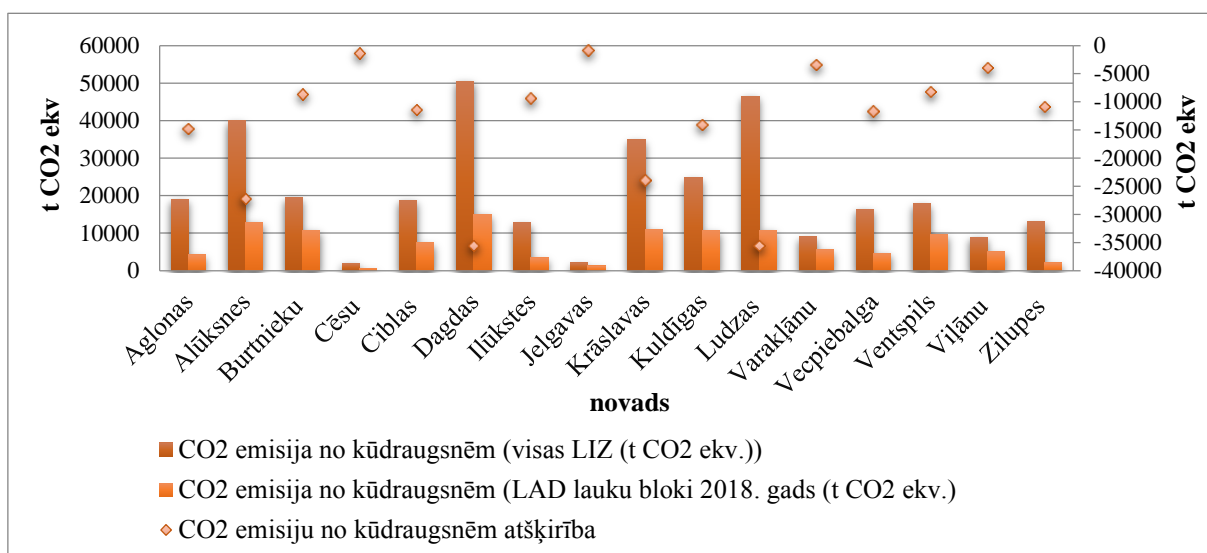


5.13. attēls. CO₂ emisija no LAD 2018. gadā lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm.

Lai aptuveni novērtētu CO₂ emisijas no visām lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, tās zemes, kuras neietilpa LAD lauku bloku robežās tika pieņemtas kā zālāji. Nepārprotami, emisijas no visām lauksaimniecībā izmantotajām zemēm ir krasi lielākas, kā emisijas no LAD lauku blokos iekļautajām LIZ, kas aizņem tikai daļu no novada lauksaimniecības zemēm. To

labi parāda atainotie dati par CO₂ emisijām no kūdraugsnēm (5.14. att.) un trūdainām un kūdrainām augsnēm (5.15. att.) novados, atkarībā no aprēķinos izmantotajiem izejas datiem (visas LIZ vai LAD lauku bloki).

Lielākās oglekļa dioksīda emisijas no visām lauksaimniecībā izmantojamo zemju kūdraugšņu platībām ir Dagdas (50 525 t CO₂ ekv.), Ludzas (46 412 t CO₂ ekv.) un Alūksnes novadā (40 051 t CO₂ ekv.), bet emisijas no LAD lauku blokos ietverto lauksaimniecības zemju kūdraugšņu platībām attiecīgi Dagdas (14 967 t CO₂ ekv.), Alūksnes (12 834 t CO₂ ekv.), un Krāslavas novadā (10 932 t CO₂ ekv.) (5.14. att.). Salīdzinot oglekļa dioksīda emisijas atkarībā no izejas datu avota (visas LIZ vai LAD lauku bloki), lielākās emisijas no kūdraugsnēm abos gadījumos ir Dagdas un Alūksnes novadā, kas sakrīt ar lielāko CO₂ emisiju apjomu starpību, kas attiecīgi konstatēts Dagdas (- 35 558 t CO₂ ekv.), Ludzas (- 35 600 t CO₂ ekv.) un Alūksnes novadā (- 27 217 t CO₂ ekv.).

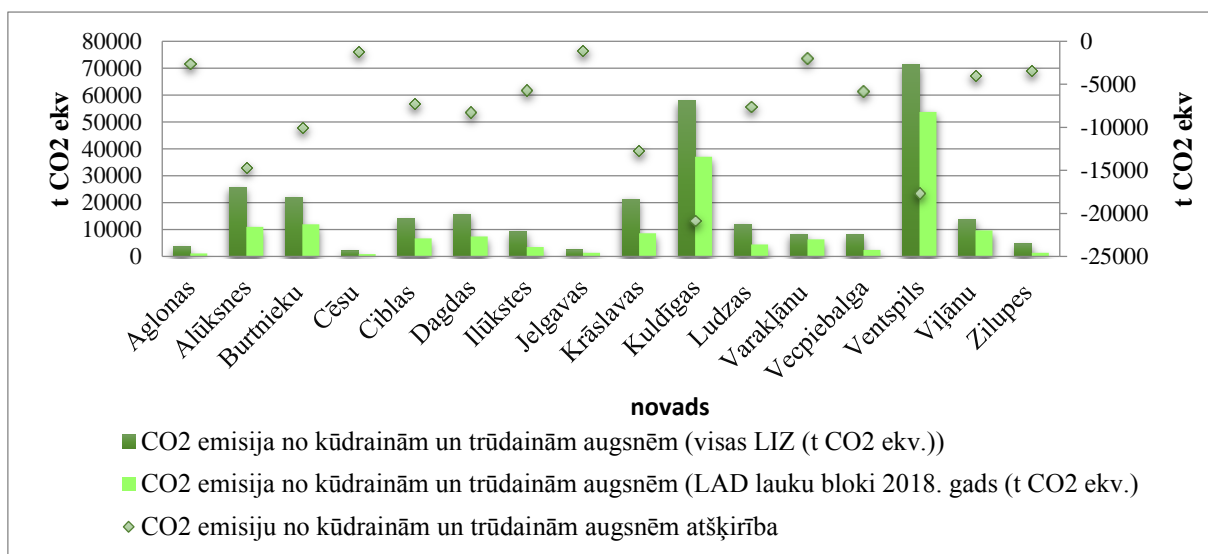


5.14. attēls. CO₂ emisiju no kūdraugsnēm atšķirības novados atkarībā no izejas datu veida.

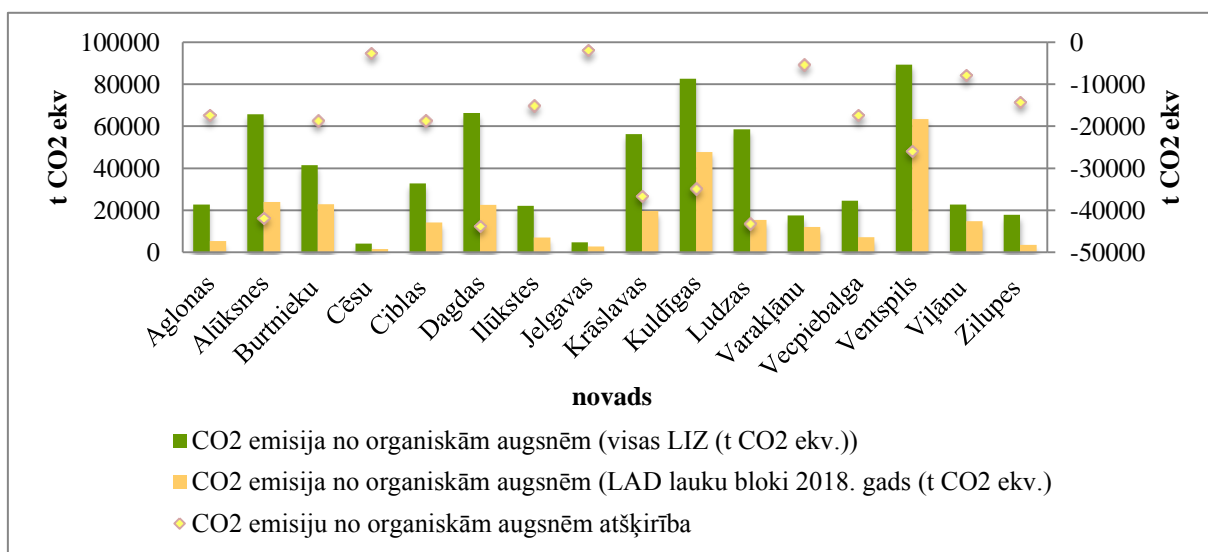
Šāda saistība tika konstatēta arī oglekļa dioksīda emisijās no kūdrainām un trūdainām augsnēm. Lielākās oglekļa dioksīda emisijas no visām lauksaimniecībā izmantojamo zemju kūdraino un trūdaino augšņu platībām konstatētas Ventspils (71 430 t CO₂ ekv.), Kuldīgas (57 919 t CO₂ ekv.) un Alūksnes novadā (25 719 t CO₂ ekv.) (5.15. att.), bet emisijas no LAD lauku blokos ietverto lauksaimniecības zemju platībām Ventspils (53 766 t CO₂ ekv.), Kuldīgas (37 087 t CO₂ ekv.) un Burtnieku novadā (12 019 t CO₂ ekv.). Lielākā CO₂ emisiju apjomu starpība atkarībā no aprēķinos izmantotā izejas datu veida konstatēta Kuldīgas (- 20 832 t CO₂ ekv.), Ventspils (- 17 664 t CO₂ ekv.) un Alūksnes novadā (- 14 681 t CO₂ ekv.).

Aprēķinātās CO₂ emisijas no visām organisko augšņu platībām (5.16. att.) atkarībā no izejas datu veida parādīja, ka lielākās emisijas no visu lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm konstatētas Ventspils (89 285 t CO₂ ekv.), Kuldīgas (82 641 t CO₂

ekv.) un Dagdas novadā (66 246 t CO₂ ekv.) (5.15. att.), bet no LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajām LIZ organiskajām augsnēm arī Ventspils (63 361 t CO₂ ekv.) un Kuldīgas novadā (47 771 t CO₂ ekv.), kā arī Alūksnes novadā (23 872 t CO₂ ekv.).



5.15. attēls. CO₂ emisiju no kūdrainām un trūdainām augsnēm atšķirības novados atkarībā no izejas datu veida.



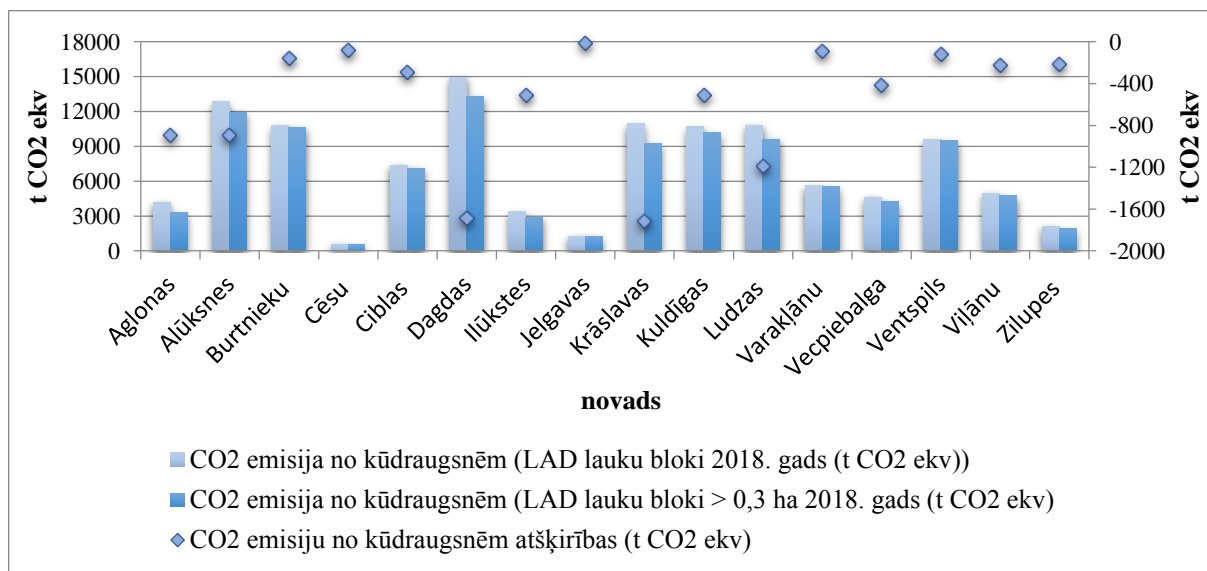
5.16. attēls. CO₂ emisiju no organiskām augsnēm atšķirības novados atkarībā no izejas datu veida.

Rezultāti parāda, ka būtiskākās atšķirības emisiju apjomos gan kūdraugsnēs, gan kūdrainās un trūdainās augsnēs konstatētas novados, kas vienlaicīgi ir arī lielākās oglekļa dioksīda emitētājas no pētījuma teritorijā ietvertajiem novadiem. Arī no organiskām augsnēm radītās emisiju atšķirības atkarībā no izejas datu veida konstatētas novados, kuras rada vienas no lielākajām CO₂ emisijām no pētījuma teritorijas novadiem. Šādā gadījumā nepieciešams izvērtēt, kuri no izejas datiem sniegtu precīzāku informāciju par CO₂ emisiju apjomiem no

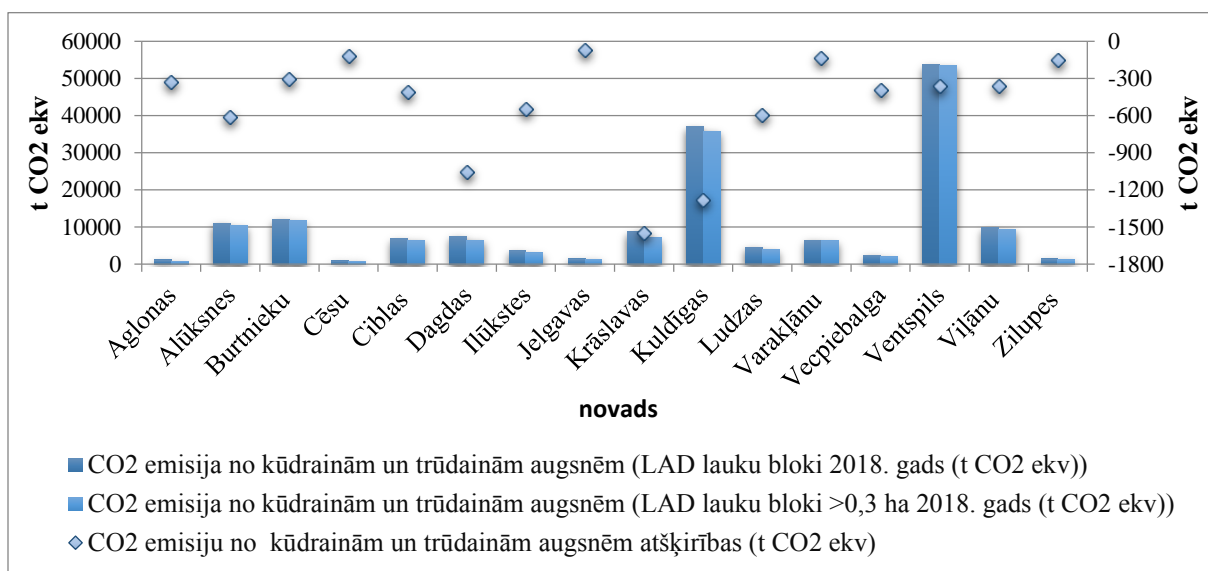
organiskajām augsnēm un cik būtiskas ir šo emisiju atšķirības, kas valstij rada būtiskas ekonomiskas sekas.

5.4. Augsnes kartēšanas mērogs un CO₂ emisijas aprēķini

Būtisks aspekts, vērtējot izejas datu pieejamību un kvalitāti, ir arī augsnes kartēšanas mērogs. Augšņu modelēšanā svarīga ir mēroga izvēle, kas nosaka attēlotās kontūras minimālo lielumu. Padomju laikā, atbilstoši kartēšanas mērogam (1: 10 000), vadlīnijās netika noteikta minimālā augsnes kontūra dabā (Boruks u.c. 1979). Līdz ar to atšķirībā no augšņu kartētāja pieredzes vienā gadījumā tika izdalītas augšņu kartēšanas un zemes vērtēšanas kontūras 0,1 ha lielumā, citā lielākas. Mūsu pētījumā visos novados tika pieņemts, ka minimālā augsnes kontūra kartēšanā mērogā 1: 10 000 ir 0,3 ha. Aprēķinātās CO₂ emisijas un tās izmaiņas iespējams skatīt 3. pielikumā, kas grafiski attēlotas 5.17. un 5.18. attēlā. Pieņemot, ka minimālā augsnes kontūra ir 0,3 ha, piemēram, Dagdas novadā CO₂ emisija no kūdraugsnēm samazinājās par 1 681 t CO₂ ekv. (11 %), bet trūdainajām un kūdrainajām augsnēm par 1 060 t CO₂ ekv. (14 %). Nebūtiskākie emisiju apjomu samazinājumi bija Jelgavas novadā, attiecīgi par 10 t CO₂ ekv. (1 %) un 72 t CO₂ ekv. (5 %), kas varētu būt skaidrojams ar novadā attīstīto intensīvo lauksaimniecību, kā rezultātā lauku bloku ar < 0,3 ha platību ir salīdzinoši maz.



5.17. attēls. CO₂ emisijas no LAD 2018. gada lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju kūdraugsnēm novados atkarībā no kartēšanas mēroga.



5.18. attēls. CO₂ emisijas no LAD 2018. gada lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju trūdainām un kūdrainām augsnēm novados atkarībā no kartēšanas

Rezultāti parādīja, ka būtiska nozīme ir augsnes kartēšanas mēroga izvēlei, kas ietekmē datu precizitātes kvalitāti. Augsnes kartēšanā izvēloties piemērotu mērogu, samazinātos arī organisko augšņu platības, kas neatbilstu kontūras lieluma > 0,3 ha kritērijam, tādējādi ietekmējot (samazinot) arī CO₂ emisiju apjomus no lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm, kas ir pozitīvs aspekts ekonomiskajā sektorā, samazinot izmaksas par radītajām CO₂ emisijām.

6. DISKUSIJA

Būtisks aspekts, novērtējot CO₂ emisijas, ir informācijas kvalitāte par pieejamiem augsnes datiem un pašreizējo zemes izmantošanu. Vēsturiski augšņu kartes Latvijā sastādītas gandrīz par visām padomju laikā izmantojamām lauksaimniecības zemēm un arī kolhozu mežiem. Šāda lielmēroga augšņu kartēšana ir notikusi visās Baltijas valstīs, jo arī Igaunijā (Reintam et al. 2005), tāpat kā Lietuvā (Buivydaite 2005), līdz 1990. gadam tika veikta lauksaimniecībā izmantojamo zemju un mežu kartēšana (Reintam et al. 2003), Igaunijā papildus novērtējot arī apdzīvotu vietu un bijušās padomju militārās teritorijas (Reintam et al. 2005). Savukārt Austrijā detalizēta augšņu kartēšana ir veikta aptuveni 98 % lauksaimniecības zemju un 10 % meža zemju (Bullock et al. 2005). Jāņem vērā, ka Latvijā augšņu kartēšana dažādos administratīvajos reģionos tikusi veikta atšķirīgos laika periodos, un arī kartēto augšņu platība no administratīvā rajona teritorijas dažādos rajonos atšķiras, ko parāda 3.1. attēls. Tas nozīmē, ka katrā augšņu kartēšanas kārtā kartēšanas metodes un mērķis varēja atšķirties, mūsdienās sniedzot nepilnīgi salīdzināmus augšņu datus, kas var radīt neprecizitātes CO₂ emisijas aprēķinos ne tikai novadu robežās, bet arī novērtējot tās Latvijā kopumā. Arī šajā pētījumā CO₂ emisiju aprēķiniem tika izmantoti augšņu dati, kuri izvēlētajos novados atšķīrās vairāk pat par 10 gadiem, piemēram, Kuldīgas novadā pēdējais augsnes kartēšanas gads ir bijis 1977. gads, bet Jelgavas novadā 1991. gads, kas nozīmē, ka augsnes kartēšanas 3. kārtā Kuldīgas novads pat netika ievērtis (Nikodemus u.c. 2018).

Augšņu datu kvalitāti CO₂ emisiju aprēķiniem no organiskām augsnēm ietekmē arī tas, ka padomju laikā izdalītie augšņu apakštīpi mūsdienās var neatbilst attiecīgiem kritērijiem. Praktiski visas lauksaimniecībā izmantojamās zemēs esošās organiskām vielām bagātās augsnes tika drenētas un liela daļa šo augšņu periodiski tika arī apstrādātas, kaļķotas un mēslojtas, līdz ar to kādreizējās trūdaini kūdrainās augsnes un kūdraugsnes, kurām sākotnēji organisko materiālu slānis bija pietiekami biezs, lai tās uzskatītu par organiskajām augsnēm, pašlaik vairs šiem kritērijiem neatbilst (Kārklīņš 2016). Arī Polijā, saskaņā ar noteikumiem par kadastru, kadastra karšu informācija ir jāatjauno ik pēc 5 gadiem, taču praksē galvenokārt tiek atjauninātas tikai īpašumu robežas, retāk atjaunojot zemes izmantošanas veidu un augsnes datus. Šo datu atjaunošana notiek pēc ievērojamu augsnes īpašību izmaiņām, ko var izraisīt augsnes nosusināšana vai rūpnieciskā darbība. Ņemot vērā, ka augšņu tipu un apakštīpu precizēšana ir tikusi veikta atbilstoši 1956. gada klasifikācijai, šajās kartēs datu ticamības līmenis ir ierobežots (Białousz et al. 2005). Arī šajā pētījumā organiskās augsnes tika identificētas, izmantojot vēsturisko augšņu apakštīpus, kas varēja radīt neprecizitātes emisiju aprēķinos. Pētījuma rezultāti parādīja, ka augstākās CO₂ emisijas no LAD 2018. gadā lauku

blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskām augsnēm konstatētas Ventspils novadā – 63 361 t CO₂ ekv., Kuldīgas novadā – 47 771 t CO₂ ekv. un Alūksnes novadā 23 872 t CO₂ ekv. No šiem novadiem augšņu kartēšanas pēdējā kārtā tika iekļauts tikai Alūksnes novads, līdz ar to uzskatāms, ka emisiju aprēķināšanā izmantotie augšņu dati visticamāk neatbilst mūsdienās esošajai situācijai. Lai objektīvi novērtētu radītās emisijas no organiskajām augsnēm lauksaimniecības zemēs, būtu jāveic jau esošo augšņu datu pārbaude dabā, īpaši tajās zemēs, kur kartēšana ir veikta senāk (piemēram, Kuldīgas novadā, kur arī konstatētas vienas no augstākajām CO₂ emisijām no organiskā augsnēm) un kur intensīvāk notiek lauksaimnieciskā darbība, jo atsaucoties uz Didža Stalīdzāna maģistra darbu (Stalīdzāns 2014), lauksaimniecībā pie intensīvas lauksaimnieciskās prakses piekopšanas un zemes apstrādes augšņu īpašības, tai skaitā, augsnes tips un granulometriskais sastāvs var izmainīties samērā ātri. Veicot augšņu datu pārbaudi dabā, tiktu novērtēts arī esošais zemes izmantošanas veids, jo, kā minēts, kartēti tika arī kolhozu meži, līdz ar to būtu iespējams novērtēt organisko augšņu platības lauksaimniecībā izmantojamās zemēs. Pilveres un kolēģu (Pilvere et al. 2017) veiktajā pētījumā tika konstatēts, ka īpaši liels augšņu platību ārpus LIZ īpatsvars novērojams Vidzemes augstienē un Alūksnes augstienē, kā arī Latgales augstienē un Ziemeļvidzemē, bet Zemgales līdzenumā šādu platību īpatsvars ir minimāls. Mūsu pētītajos novados arī tika konstatēta šāda sakarība, jo lielākās augšņu platības ārpus LIZ (meža zemes) tika konstatētas Alūksnes novadā (42 731 ha), kas atrodas Alūksnes augstienē, kā arī Latgales augstienē ietilpstošos novados – Dagdas (30 556 ha), Ludzas (28 411 ha) un Krāslavas (21 788 ha) novadā, savukārt Jelgavas novadā šādu platību īpatsvars bija viens no mazākajiem starp pētījuma teritorijas novadiem – 2 817 ha.

Pašreizējā situācijā daļa no kādreiz izmantojamām lauksaimniecības zemēm ir aizaugušas ar kokiem un krūmiem vai apmežotas, vai arī atstātas atmatā, taču jāņem vērā, ka kartētās augsnes iekļauj arī kolhozu mežu zemju platības, tādejādi augšņu kartes neatspoguļo pašreizējo situāciju par lauksaimniecībā izmantojamo zemju platībām. To parāda, piemēram, Alūksnes novada kartēto augšņu platība un mūsdienās esošo lauksaimniecības zemju augšņu aizņemto platību atšķirības, kur visas augsnes aizņem 105 145 ha no novada platības, bet tikai 62 414 ha no tām sastāda lauksaimniecībā izmantojamās zemes. To parāda arī kartēto meža zemju augšņu platības novados 5.1. attēlā. Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” pētījumā konstatēts, ka lauksaimniecības zemju platība laika gaitā samazinās, pateicoties meža ieaudzēšanai un dabiskās apmežošanās procesam. Visstraujāk notiek ekstensīvi kultivēto aramzemju platības samazināšanās, kas līdz šim notikusi, galvenokārt, transformācijas par pļavām un dabiskās apmežošanās rezultātā (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013). Lai novērtētu mūsdienās esošo lauksaimniecībā izmantojamo zemju

platības un to radītās emisijas izmantojot augšņu datus, svarīgi ir novērtēt kādi meža dati tiek izmantoti. Pētījumā tika izmantoti Valsts Meža Dienesta Meža Valsts Reģistra dati, kurā ietvertas teritorijas, kas atbilst Meža likumā noteiktajai meža definīcijai (Meža likums 2000). Precīzāki meža dati būtu iegūstami veicot platību novērtēšanu izmantojot tālīzpētes datus, tādejādi aptverot arī teritorijas, kas nav Meža Valsts Reģistrā, kā arī tādejādi samazinātos lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības, no kurām tiek veikti CO₂ emisiju aprēķini. Tomēr izmantojot šo metodi nav iespējams precīzi identificēt meža teritorijas, kas atbilst likumdošanā noteiktajai meža definīcijai, līdz ar to arī pētījumā tika izmantoti Meža Valsts Reģistra dati. Šo izvēli savā ziņā pamato LVMI „Silava” pētījumā minētais, ka nepieciešams ilgāks pārejas periods lauksaimniecības zemju transformācijai un apmežošanās fakta fiksēšanai (15 – 20 gadi), lai sasaistītu zemes lietojuma maiņas ar spēkā esošo likumdošanu un saskaņotu zemes izmantošanas informāciju dažādās datu bāzēs (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013).

Iegūstot datus par lauksaimniecībā izmantojamo zemju platībām, pieejami ir tikai dati par augšņu apakštipiem, bet, lai aprēķinātu CO₂ emisijas no lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm, ir nepieciešams zināt arī zemes izmantošanas veids. Līdz ar to pētījumā emisiju aprēķiniem izmantoti Lauka atbalsta dienesta (LAD) dati par lauksaimniecībā izmantojamām zemēm (lauku blokos iekļautās lauksaimniecības zemes). Arī Pilvere (Pilvere et al. 2017) pētījumā novērtēja tikai aramzemes un zālāju platības, no kopējās organisko augšņu LIZ platības atskaitot aizaugušās platības un tās platības, kurām ir cits lietošanas veids. Saskaņā ar vēsturiskajiem augšņu datiem Latvijas organisko augšņu emisijas bija diapazonā no 717 līdz 1731 kt CO₂ ekvivalentā. Tomēr jāatzīst, ka šie dati neatspoguļo faktisko situāciju zemes izmantošanā mūsdienās, ņemot vērā atšķirības pieteiktajās platībās, kas gadu no gada mainās, ko labi atspoguļo 5.7. attēlā atainotie dati par 2015. un 2018. gadu, tādejādi apgrūtinot sniegt precīzus datus par emisijām ikgadējā SEG inventarizācijas ziņojumā. Kā min Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, tad lauku bloku platība katru gadu tiek administratīvi samazināta, jo tā tiek tuvināta Vienotajam platību maksājumam (VPM) pieteiktajai platībai, kas nozīmē, ka tā faktiski neatspoguļo potenciāli lauksaimniecībā izmantojamās zemes (Nipers 2017). Piemēram, Jelgavas novadā atbalsta maksājumiem pieteiktās platības 2015. gadā bija 71 737 ha, bet 2018. gadā – 69 937 ha, kas nozīmē, ka 3 gadu laikā platības, par kurām ir zināma zemes izmantošana un tiek izmantotas SEG emisiju aprēķināšanā, ir samazinājušās par 1 800 ha, kas minams kā ekonomiski būtisks faktors. Pozitīvs aspekts ir tas, ka tikai LAD dati, salīdzinot ar Valsts zemes dienesta un Centrālās statistikas pārvaldes datiem par LIZ platībām, ir piesaistīti lauku koordinātem, tādejādi sniedzot precīzus datus, tomēr, lai vispusīgi novērtētu organisko augšņu platības

lauksaimniecībā, nepietiek ar valsts platību maksājumiem pieteikto platību koordinātēm, jo lauksaimniecībā tiek izmantota arī zeme ārpus šīm platībām (Pilvere et al. 2017). Līdz ar to rodas jautājums, kādus izejas datus par lauksaimniecībā izmantojamām zemēm izmantot, lai iegūtu precīzu oglekļa dioksīda emisiju novērtējumu.

Atsaucoties uz maģistra darbā izvirzīto jautājumu, būtu jāņem vērā arī organisko augšņu platība LIZ platībās ārpus LAD lauku blokiem, jo arī tajās veidojas SEG emisijas, kas pētījuma ietvaros bija vērtējams kā būtisks aspekts, jo, piemēram, Ludzas, Zilupes un Alūksnes novadā LIZ platības ārpus LAD lauku blokiem bija lielākas nekā LAD lauku blokos iekļautās LIZ platības, no kurām attiecīgi tika rēķinātas CO₂ emisijas. Priekšizpētes novērtējumos lauksaimniecībā izmantojamās zemēs Latvijā ir secināts, ka aptuveni 88 tūkst. ha lauksaimniecības zemju faktiski ir aizaugušas un vairāk nekā 207 tūkst. ha ir neoptās platības (krūmāji). Turklāt ap 260 tūkst. ha tiek uzturēti labā lauksaimnieciskā stāvoklī, tomēr netiek pieteikti atbalsta maksājumi (Pilvere et al. 2017). Ņemot vērā šo būtisko skaitli, arī pētījumā tika aptuveni novērtētas emisijas no visām lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm. Līdz ar to tās platības, kas neietilpa valsts platību maksājumu pieteiktajās platībās, tika pieņemtas kā zālāji, lai piemērotu atbilstošajam zemes izmantošanas veidam noteikto emisijas faktoru. Tā rezultātā tika konstatēts, ka no šiem novadiem emisijas no kūdraugsnēm pieauga no 10 812 t CO₂ ekv uz 46 412 t CO₂ ekv Ludzā, no 12 834 t CO₂ ekv uz 40 051 t CO₂ ekv Alūksnē un no 2107 t CO₂ ekv uz 13 020 t CO₂ ekv Zilupē, savukārt no kūdrainām un trūdainām augsnēm emisijas Ludzā pieauga no 4 536 t CO₂ ekv uz 12 097 t CO₂ ekv, Alūksnē no 11 038 t CO₂ ekv uz 25 719 t CO₂ ekv, bet Zilupē no 1389 t CO₂ ekv uz 4764 t CO₂ ekv.

Rezultāti parāda būtiskas atšķirības emisiju apjomos atkarībā no izmantotajiem datiem. Jāņem vērā, ka visas LIZ ārpus LAD lauku bloku platībām bija pieņemtas kā zālāji, kam ir mazāks emisijas faktors nekā aramzemēm, līdz ar to emisiju pieaugums būtu prognozējams kā vēl lielāks. Lai korekti novērtētu emitēto oglekļa dioksīda daudzumu, būtu jāveic arī lauksaimniecībā izmantojamo zemju, kas neietilpst LAD lauku blokos, izmantošanas veida identificēšana, ko būtu iespējams veikt ar tālizpētes metodēm. Kā norāda Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", neprecizitātes var radīt tas, ka daudzos gadījumos nav iespējams nošķirt atmatas, apmežojušās zemes un ilggadīgus zālājus, jo nereti visi 3 apauguma tipi kļūst par savdabīgas "augsekas" elementiem vienā platībā, kā arī SEG emisiju novērtējumos aramzemēs un ilggadīgos zālājos problēmas un neprecizitātes rada arī tas, ka nepietiek informācijas par ilggadīgo zālāju un aramzemju platību dinamiku un zemes lietojuma maiņu, pārvēršot aramzemes par zālājiem un otrādi (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava" 2013). Jāatzīst, ka emisiju pieaugums, skatoties no ekonomiskā aspekta, nav

izdevīgs Latvijas ekonomikai, taču jāņem vērā, ka, ja tiktu veikta esošo augšņu datu pārbaude dabā, balstoties uz iepriekš literatūras analīzē minēto, tiktu konstatēta organisko augšņu platību samazināšanās, no kā attiecīgi šīs emisijas tiek novērtētas. Papildus jāmin, ka Latvija ikgadējā nacionālajā SEG emisiju inventarizācijā izmanto emisijas faktorus, kas ir divas reizes lielāki nekā reālās SEG emisijas no apsaimniekotām organiskajām augsnēm Latvijā, līdz ar to izstrādātie jaunie nacionālie SEG emisiju faktori ļaus samazināt aprēķinātās valsts SEG emisijas par 1,8 miljoniem tonnu oglekļa dioksīda (CO₂) ekvivalenta gadā, kas ir ap 17 % no kopējām emisijām valstī. No lauksaimniecības zemēm tās samazinātos par 40 – 55 % (Zālmane 2019). Arī LVMI „Silava” savā iepriekš veiktajā pētījumā konstatēja, ka SEG emisiju pārrēķins lauksaimniecības zemēs būtiski samazināja SEG emisijas, kas notika, pateicoties organisko augšņu īpatsvara samazināšanai, atbilstoši jaunāko pētījumu rezultātiem (Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” 2013). Līdz ar to atkārtota augšņu kartēšana papildus samazinātu aprēķinātās emisijas no organiskām augsnēm.

Nepilnīgu un neprecīzu CO₂ emisiju novērtējumu no lauksaimniecības zemēm var ietekmēt arī tas, ka par visām LAD lauku bloku platībām nav augsnes informācijas (5.1. tab.), līdz ar to, no noteiktām platībām nav iespējams aprēķināt emisijas atbilstoši zemes izmantošanas veidam, kas var palielināt kopējo emisiju apjomus. Tomēr, kā uzskata Pilvere un kolēģi (Pilvere et al. 2017), šī daļa ir neliela un būtisku ietekmi neatstāj. Šī daļa veido 3,1 % no LIZ platībām Latvijā, kas ir aptuveni 73 tūkst. ha. Turklāt lielākā daļa no LIZ platībām bez augšņu informācijas atrodas pilsētu teritorijās vai ap tām.

Būtisks aspekts, vērtējot izejas datu pieejamību un kvalitāti, ir arī augsnes kartēšanas mērogs. Pētījuma rezultāti parādīja, ka būtiska nozīme ir augsnes kartēšanas mēroga izvēlei, kas ietekmē datu precizitātes kvalitāti, kas sevišķi aktuāli ir morēnu paugurainēs, kur raksturīgas nelielas augšņu kontūras (Nikodemus u.c. 2018). Tas nozīmē, ka izmaiņas var būt novērojamas nelielā zemes vienībā, kuras pat ļoti lielā kartes mērogā konstatēt būtu ļoti grūti. Tādējādi kartē ievilktais augšņu līnijas precizitāte nosaka tikai dominējošo augšņu veidošanās apstākļu robežas un šī precizitāte ir atkarīga no kartes mēroga (Stalīdzāns 2014). Augsnes kartēšanā izvēloties piemērotu mērogu, samazinātos arī organisko augšņu platības, kas neatbilstu kontūras lieluma > 0,3 ha kritērijam, tādejādi aprēķinos ietekmējot (samazinot) arī CO₂ emisiju apjomus no lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm. Tā, piemēram, Krāslavas novadā, CO₂ emisijas no kūdraugsnēm un kūdrainām, trūdainām augsnēm veido attiecīgi 10 932 t CO₂ ekv un 8 693 t CO₂ ekv, bet izvēloties augšņu kontūras, kas lielākas par 0,3 ha, emisijas samazinās attiecīgi par 1 715 t CO₂ ekv (9 216 t CO₂ ekv) un 1 547 t CO₂ ekv (7 146 t CO₂ ekv). Lielais organisko augšņu platību zudums varētu būt saistīts ar novada atrašanos Austrumlatvijas augstieņu augšņu rajonā, kur novērojama lielāka

augšņu fragmentētība reljefa dēļ, jo, piemēram, Jelgavas novadā, emisijas no kūdraugsnēm bija samazinājušās vien par 10 t CO₂ ekv. Arī Yu savā pētījumā min, ka svarīgs faktors, kas ietekmē oglekļa dinamiku kūdraugsnēs ir telpiskais mērogs (Yu 2012), savukārt kādā pētījumā Nīderlandē tika noteikta N₂O telpiskā mainība un kopējās emisijas trīs dažādos mērogos ar parauglaukumu lielumu 0,3 m², 0,018 m² un 0,0013 m². Telpiskā mainība katrā mērogā bija vērtējama kā augsta un visaugstākā tika konstatēta mazākajā telpiskajā mērogā. Kopumā emisijas lielos mērogos precīzi ir ļoti grūti prognozēt, līdz ar to mēroga izvēle ir būtiska, jo tā izskaidro N₂O emisiju, kā arī CO₂ emisiju šī pētījuma ietvaros, no augsnēm telpisko mainīgumu (Van den Heuvel 2009).

SECINĀJUMI

- Pētījums parādīja, ka pašreiz pieejamie augsnes dati, to interpretācija sniedz ļoti atšķirīgus CO₂ emisijas apjomus.
- Pēc pašreiz pieejamām lauksaimniecības zemju augšņu kartēm nevar noteikt reālo CO₂ emisiju daudzumu, jo augšņu karšu informācija ietver arī apmežojušās lauksaimniecības zemes un kolhozu laiku mežu zemju platības. Lai iegūtu precīzu informāciju, nepieciešams pašreizējo reālo zemes izmantošanu un zemes segumu integrēt esošajā augšņu karšu slānī.
- Pētījuma rezultāti parādīja, ka LAD lauku bloku platības gadu no gada mainās, kā rezultātā būtiski mainās informācijas precizitāte par zemes izmantošanu konkrētā gadā un līdz ar to CO₂ emisijas aprēķināšanas ticamība.
- CO₂ emisiju aprēķinos iekļaujot arī organiskās augsnes no LAD lauku blokos neiekļautajām zemēm, CO₂ emisijas no lauksaimniecībā izmantojamām zemēm nozīmīgi palielinājās.
- Aprēķināto CO₂ emisijas apjomu ietekmē augšņu kartēšanas mērogs, par ko liecina iegūtie rezultāti. Atbilstoši padomju laikā mainīgajiem minimālajiem kontūras lielumiem mērogā 1 : 10 000, kas izmantoti augsnes kartēšanā padomju laikā, aprēķinātās emisijas, izmantojot šādus augšņu datus, tiek pārvērtētas. Izvēloties mērogam atbilstošu minimālo kontūras lielumu (0,3 ha), aprēķinātā CO₂ emisijas no lauksaimniecībā izmantojamo zemju organiskajām augsnēm samazinās.
- Ņemot vērā pašlaik pieejamo augšņu informāciju, kas gadu gaitā ir būtiski mainījusies, ir nepieciešams veikt augsnes kartēšanu, lai identificētu mūsdienās esošās organiskās augsnes lauksaimniecībā izmantojamās zemēs un noteiktu konkrētas platības un ar tām saistītās CO₂ emisijas, par kurām tiek ziņots SEG inventarizācijas ziņojumā, jo no visu pētījuma teritorijas novadu organisko augšņu platībām vairāk kā pusi (58 %) aizņem kūdrainās un trūdainās augsnes, kuras pašlaik vairs šiem kritērijiem var neatbilst. Tādējādi būtu iespējama arī efektīva politikas pasākumu realizēšana attiecībā uz organisko augšņu novērtēšanu lauksaimniecībā izmantojamās zemēs un ar to saistītajām SEG emisijām.

REKOMENDĀCIJAS

- Oglekļa dioksīda emisiju aprēķini būtu jāveic no visām lauksaimniecībā izmantojamām zemēm, jo arī LAD lauku blokos neiekļautās LIZ platības vai arī tās platības, par kurām netiek ziņots, tiek apsaimniekotas, radot SEG emisijas.
- Augšņu karšu precizēšanas procesā būtu jāapzina visas mūsdienās esošās lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības, kuras atrodas uz organiskām augsnēm balstoties uz vēsturiskajiem augšņu datiem, pēc kā sekotu lauka pētījumi, izvērtējot kūdraugšņu un kūdraino un trūdaino augšņu atbilstību organiskajām augsnēm mūsdienās. Ņemot vērā organisko augšņu nozīmīgo lomu kā vides kvalitātes buferim, statistiski samazinātos organisko augšņu platības lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.
- Veicot augsnes kartēšanu, nepieciešams izmantot vienotu mērogu, tādējādi augšņu kartēs neiekļaujot organisko augšņu platības, kuras ir mazākas par noteikto minimālo kontūras lielumu atbilstoši mērogam, kas samazinātu organisko augšņu platības no kurām tiek rēķinātas SEG emisijas.

PATEICĪBAS

Autore izsaka lielu pateicību savam darba vadītājam Dr.geogr., profesoram Oļģertam Nikodemus par atbalstu un pretimnākošu attieksmi maģistra darba pētījuma izstrādes procesā.

Liels paldies arī pētniekam, Dr. geogr. Zigmāram Rendeniekam par konsultācijām un padomiem maģistra darba tapšanas laikā.

LITERATŪRA UN AVOTI

- Agus, F., Hairiah, K., Mulyani, A. 2011. Measuring carbon stock in peat soils: practical guidelines. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program, Indonesian Centre for Agricultural Land Resources Research and Development. 60 pp.
- Akumu, C.E., McLaughlin, J.W. 2013. Regional variation in peatland carbon stock assessments, northern Ontario, Canada. *Geoderma*. 209 – 210, 161 – 167.
- Bardule, A., Lupikis, A., Butlers, A., Lazdins, A. 2017. Organic carbon stock in different types of mineral soils in cropland and grassland in Latvia. *Zemdirbyste – Agriculture*. 104 (1), 3 – 8.
- Battle – Bayer, L., Batjes, N.H., Bindraban, P.S. 2010. Changes in organic carbon stocks upon land use conversion in the Brazilian Cerrado: A review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 137(1 – 2), 47 – 58.
- Białousz, S., Marcinek, J., Stuczyński, T., Turski, R. 2005. Soil Survey, Soil Monitoring and Soil Databases in Poland. *Soil Resources of Europe, second edition. European Soil Bureau Research Report No.9*. 263 – 273.
- Boruks, A., Brīvkalns, K., Kašs, V. 1979. Latvijas PSR zemes vērtēšanas darbu metodika. Rīga: Latvijas PSR Lauksaimniecības ministrijas Zinātniski tehniskās informācijas pārvalde. 74 lpp.
- Boruks, A., Eihmane, V., Kalniņš, G., Nikodemus, O., Paršova, V., Zālītis, P. 2001. Zemes izmantošana un kadastrs Latvijā. Rīga, LLU Skrīveru zinātnes centrs, LR Valsts Zemes Dienests. 408 lpp.
- Bradley, R.I., Milne, R., Bell, J., Lilly, A., Jordan, C., Higgins, A. 2005. A soil carbon and land use database for the United Kingdom. *Soil Use and Management*. 21 (4), 363 – 369.
- Buivydaite, V.V. 2005. Soil Survey and Available Soil Data in Lithuania. *Soil Resources of Europe, second edition. European Soil Bureau Research Report No.9*. 211 – 223.
- Bullock, P., Jones, R.J.A., Houšková, B., Montanarella, L. 2005. Soil Resources of Europe: An Overview. *Soil Resources of Europe, second edition. European Soil Bureau Research Report No.9*. 15 – 34.
- Carré, F., Hiederer, R., Blujdea, V., Koebler, R. 2010. Background guide for the calculation of land carbon stocks in the biofuels sustainability scheme Drawing on the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 109 pp.

- Chan, K.Y. 2006. Soil particulate organic carbon under different land use and management. *Soil Use and Management*. 17, 217 – 221.
- Couwenberg, J., 2009. Emission factors for managed peat soils (organic soils, histosols) An analysis of IPCC default values. Greifswald University Wetlands International, Ede Produced for the UN-FCCC meetings in Bonn, June 2009.
- Couwenberg, J. 2011. Greenhouse gas emissions from managed peat soils: is the IPCC reporting guidance realistic? *Mires and Peat*. 8 (02).
- Diovisalvi, N.V., Studdert, G.A., Calvo, N.I.R., Dominguez, G.F., Berardo, A. 2014. Estimating soil particulate organic carbon through total soil organic carbon. *Ciencia del Suelo*. 32 (1), 85 – 94.
- Eglin, T., Ciais, P., Piao, S.L., Barre, P., Bellassen, V., Cadule, P., Chenu, C., Gasser, T., Koven, C., Reichstein, M., Smith, P. 2010. Historical and future perspectives of global soil carbon response to climate and land – use changes. *Tellus B: Chemical and Physical Meteorology*. 62(5), 700 – 718.
- FAO. 1998. World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports 84. 88 pp.
- FAO. 2010. Estimating greenhouse gas emissions in agriculture A manual to address data requirements for developing countries. Rome. 193 pp.
- FAO. 2017. Global soil organic carbon map. Sk. 20. 03. 2020. Pieejams: <http://www.fao.org/3/a-i8195e.pdf>
- FAO. S.a. Management of Highly Organic Soils. Sk. 31. 03. 2020. Pieejams: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-management/management-of-some-problem-soils/highly-organic-soils/en/>
- Forkuor, G., Hounkpatin, O.K.L., Welp, G., Thiel, M. 2017. High resolution mapping of soil properties using remote sensing variables in South-Western Burkina Faso: a comparison of machine learning and multiple linear regression models. *PLOS One*. 12 (1).
- Gerasimova, M.I., Bogdanova, M.D. 2016. Soil maps in national and specialized atlases (analytical review). *Annals of Agrarian Science*. 14(2), 76 – 81.
- Godts, E., van Wesemael, B. 2007. Regional assessment of soil organic carbon changes under agriculture in Southern Belgium (1955–2005). *Geoderma*. 141, 341 – 354.
- Greifswald Mire Centre. S.a. Reporting greenhouse gas emissions from organic soils in the European Union: challenges and opportunities.
- Grīnfeldē, I., Bērziņa, L., Lauva, D., Šņore, Z., Oficiere, S. 2014. Rokasgrāmata lauksaimniekiem SEG aprēķināšanai saimniecības līmenī un tā samazināšanas pasākumi. Vides un ūdenssaimniecības katedra, Meža un ūdens resursu zinātniskā laboratorija, Latvijas Lauksaimniecības Universitāte. 54 lpp.

- Grozījumi Zemes pārvaldības likumā. Pieņemti 07. 03. 2019. Latvijas Republikas Saeima.
- Grunberg, E., Ziche, D., Wellbrock, N. 2014. Organic carbon stocks and sequestration rates of forest soils in Germany. *Global change biology*. 20, 2644 – 2662.
- Grunwald, S., Thompson, J.A., Boettinger, J.L. 2011. Digital Soil Mapping and Modeling at Continental Scales: Finding Solutions for Global Issues. *Soil Science Society of America Journal*. 75 (4), 1201 – 1213.
- Guo, Y., Wang, X., Li, X., Wang, J., Xu, M., Li, D. 2016. Dynamics of soil organic and inorganic carbon in the cropland of upper Yellow River Delta, China. *Scientific Reports*. 6 (36105).
- Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T. 2014. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands.
- Hooijer, A., Page, S., Canadell, J.G., Silvius, M., Kwadijk, J., Wostens, H., Jauhiainen, J. 2010. Current and future CO₂ emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*. 7, 1505 – 1514.
- Houghton, R.A., House, J.I., Pongratz, J., van der Werf, G.R., DeFries, R.S., Hansen, M.C., Le Quéré, C., Ramankutty, N. 2012. Carbon emissions from land use and land-cover change. *Biogeosciences*. 9, 5125 – 5142.
- Jones, R.J.A., Hiederer, R., Rusco, E., Montanarella, L. 2005. Estimating organic carbon in the soils of Europe for policy support. *European Journal of Soil Science*. 56, 655–671.
- Kalka, I. 2016. *Oglekļa krājumu ģeogrāfiskās izplatības raksturojums augsnes virskārtā lauksaimniecībā izmantojamās zemēs Latvijā, LUCAS 2009 projekta piemērā*. Maģistra darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Kasparinskis, R. S.a. Latvijas augšņu sastāvs un saistība ar siltumnīcefekta gāzu emisijām. Sk. 23. 04. 2020. Pieejams: http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/Seminari/klimats/31_03_2017_semin//Augsnu_kartes_R.Kasparinskis.pdf
- Kārklīšs, A. 2005. Soil information in Latvia. *European Soil Bureau Research Report*. 201 – 209. Sk. 21. 04. 2019. Pieejams: https://www.researchgate.net/profile/Aldis_Karklins/publication/242181826_Soil_information_in_Latvia/links/54749cd10cf245eb436de96c/Soil-information-in-Latvia.pdf
- Kārklīšs, A. 2016. Histosols Latvijas augšņu klasifikācijas kontekstā. No: Līdzsvarota lauksaimniecība. Zinātniski praktiskās konferences raksti, 45.- 49. lpp.
- Kārklīšs, A., Gemste, I., Mežals, H., Nikodemus, O., Skujāns, R. 2009. Latvijas augšņu noteicējs. Jelgava: Latvijas lauksaimniecības universitāte, 236 lpp.

- Kechavarzi, C., Dawson, Q., Leeds – Harrison, P.B. 2010. Physical properties of low-lying agricultural peat soils in England. *Geoderma*. 154, 196 – 202.
- Kekkonen, H., Ojanen, H., Haakana, M., Latukka, A., Regina, K. Mapping of cultivated organic soils for targeting greenhouse gas mitigation. *Carbon Management*. 10 (2), 115 – 126.
- Kolka, R., Weishampel, R., Fröberg, M. 2008. Measurement and Importance of Dissolved Organic Carbon. *Field Measurements for Forest Carbon Monitoring*. 171 – 176.
- Kuikman, P., de Groot, W., Hendriks, R., Verhagen, J., de Vries, F. 2003. Stocks of C in soils and emissions of CO₂ from agricultural soils in the Netherlands. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra – rapport 561.
- Kuldīgas novada teritorijas plānojums Vides pārskats. 2013. Kuldīgas novada dome.
- Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”. 2013. Oglekļa dioksīda (CO₂) piesaistes un siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un zemes lietojuma veida ietekmes novērtējums intensīvi un ekstensīvi kultivētās aramzemēs, daudzgadīgos zālajos un bioloģiski vērtīgos zālajos. *Pārskats par zinātniskās izpētes projekta izpildi*. Sk. 30. 03. 2020. Pieejams: https://www.llu.lv/sites/default/files/zps_projekti/76735_Nosleguma_ataskaite_V02.pdf
- Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”. 2016. Aramzemes un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un oglekļa dioksīda (CO₂) piesaistes uzskaites sistēmas pilnveidošana un atbilstošu metodisko risinājumu izstrādāšana. *Pārskats par zinātniskās izpētes projekta izpildi*.
- Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”. 2018. Aramzemes un ilggadīgo zālāju apsaimniekošanas radīto siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju un oglekļa dioksīda (CO₂) piesaistes uzskaites sistēmas pilnveidošana un atbilstošu metodisko risinājumu izstrādāšana. *Pārskats par zinātniskās izpētes projekta izpildi*. Sk. 27.03.2020. Pieejams: <https://www.llu.lv/sites/default/files/files/projects/MAF%202018%20LIZ.pdf>
- Lal, R., Negassa, W., Lorenz, K. 2015. Carbon sequestration in soil. *Current opinion in environmental sustainability*. 15, 79 – 86.
- Lefevre, C., Rekik, F., Alcantara, V., Wiese, L. 2017. Soil organic carbon the hidden potential. Rome: Food And Agriculture Organization of the United Nations. Sk. 20. 03. 2020. Pieejams: <http://www.fao.org/3/a-i6937e.pdf>
- Leifeld, J., Bassin, S., Fuhrer, J. 2005. Carbon stocks in Swiss agricultural soils predicted by land – use, soil characteristics, and altitude. *Agriculture, Ecosystem & Environment*. 105(1 – 2), 255 – 266.
- LVĢMC. 2019. 2019. gada iesniegtās SEG inventarizācijas (1990. – 2017.gads) kopsavilkums. Sk.: 27.03.2020. Pieejams:

https://www.meteo.lv/fs/CKFinderJava/userfiles/files/Vide/Klimats/Majas_lapai_LVGM_C_2019_seginvkopsavilkums.pdf

- Maljanen, M., Hytönen, J., Mäkiranta, P., Alm, J., Minkkinen, K., Laine, J., Martikainen, P.J., 2007. Greenhouse gas emissions from cultivated and abandoned organic croplands in Finland. *Boreal Environment Research*. 12, 133–140.
- Meersmans, J., Martin, M.P., Lacombe, E., de Baets, S., Jolivet, C., Bouillon, L., Lehmann, S., Saby, N.P.A., Bispo, A., Arrouays, D. 2012. A high resolution map of French soil organic carbon. *Agronomy for Sustainable Development*. 32(4), 841 – 851.
- Meža likums. Pieņemts 24.02.2000. Latvijas Republikas Saeima.
- Milne, E., Al Adamat, R., Batjes, N.H., Bernoux, M., Bhattacharyya, T., Cerri, C.C., Cerri, C.E.P., Coleman, K., Easter, M., Falloon, P., Feller, C., Gicheru, P., Kamoni, P., Killian, K., Pal, D.K., Paustian, K., Powlson, D.S., Rawajfeh, Z., Sessay, M., Williams, S., Wokabi, S. 2007. National and sub-national assessments of soil organic carbon stocks and changes: The GEFSOC modelling system. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 122 (1), 3 – 12.
- Nikodemus, O., Kļaviņš, M., Krišjāne, Z., Zelčs, V. (red.). 2018. Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts. LU Akadēmiskais apgāds.
- Nipers, O. 2017. Zemes izmantošanas optimizācijas iespēju novērtējums Latvijas klimata politikas kontekstā. Zinātniskā pētījuma 2. Starpatskaite. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte.
- Oertel, C., Mutschallat, J., Zurba, K., Zimmermann, F., Erasmi, S. 2016. Greenhouse gas emissions from soils—A review. *Geochemistry*. 76 (3), 327 – 352.
- Orgiazzi, A., Ballabio, C., Panagos, P., Jones, A., & Fernández-Ugalde, O. 2017. LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: a review. *European Journal of Soil Science*. 69(1), 140 – 153.
- Ostle, N.J., Levy, P.E., Evans, C.D., Smith, P. 2009. UK land use and soil carbon sequestration. *Land Use Policy*. 26, 274 – 283.
- Pilvere, I., Nipers, A., Ozoliņš, J., Zariņš, J., Upīte, I., Popluga, D., Kasparinskis, R., Valujeva, K. 2017. Pētījums “Organisko augšņu devuma novērtējums Latvijas lauksaimniecībā – daudzfaktoru ietekmes izvērtējums efektīvas zemes izmantošanas risinājumu piedāvājumā” Gala atskaite.
- Powlson, D.S., Bhogal, A., Chambers, B.J., Coleman, K., Macdonald, A.J., Goulding, K.W.T., Whitmore, A.P. 2012. The potential to increase soil carbon stocks through reduced tillage or organic material additions in England and Wales: A case study. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 146(1), 23 – 33.

- Rees, R.M., Bingham, I.J., Baddeley, J.A., Watson, C.A. 2005. The role of plants and land management in sequestering soil carbon in temperate arable and grassland ecosystems. *Geoderma*. 128(1 – 2), 130 – 154.
- Reintam, L., Kull, A., Palang, H., Rooma, I. 2003. Large-scale soil maps and a supplementary database for land use planning in Estonia. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 166(2), 225 – 231.
- Reintam, L., Rooma, I., Kull, A., Kõlli, R. 2005. Soil Information and Its Application in Estonia. *Soil Resources of Europe, second edition. European Soil Bureau Research Report No.9*. 121 – 132.
- Schiefer, J., Lair, G.J., Blum, W.E.H. 2016. Potential and limits of land and soil for sustainable intensification of European agriculture. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 230, 283 – 293.
- Schumacher, B. A. 2002. Methods for the determination of total organic carbon (TOC) in soils and sediments. Ekoloģiskā riska novērtēšanas atbalsta centrs. Pētniecības un attīstības birojs. ASV Vides aizsardzības aģentūra. Sk. 20. 03. 2020. Pieejams: <https://static1.squarespace.com/static/57452a30f850829c62ccff4c/t/5762254c6b8f5b9b1973e08c/1466049869677/toc+comparison.pdf>
- Stalīdzāns, D. 2014. *Augsnes un zemes kvalitātes novērtējuma karšu digitizēšana*. Maģistra darbs. Rīga, Ekonomikas un vadības fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Tan, W.F., Zhang, R., Cao, H., Huang, C.Q., Yang, Q.K., Wang, M.K., Koopal, L.K. 2014. Soil inorganic carbon stock under different soil types and land uses on the Loess Plateau region of China. *Catena*. 121, 22 – 30.
- Tubiello, F.N., Biancalani, R., Salvatore, M., Rossi, S., Conchedda, G. 2016. A Worldwide Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Drained Organic Soils. *Sustainability*. 8 (4), 371.
- United Nations Climate Change. 2019. National Inventory Submissions 2019. Sk. 10. 03. 2020. Pieejams: <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>.
- Van den Heuvel, R.N., Hefting, M.M., Tan, N.C.G., Jetten, M.S.M., Verhoeven, J.T.A. 2009. N₂O emission hotspots at different spatial scales and governing factors for small scale hotspots. *Science of The Total Environment*. 407(7), 2325–2332.
- Varakļānu novada teritorijas plānojums 2014. – 2025. gadam Stratēģiskais ietekmes uz vidi novērtējums, Vides pārskats. 2014. SIA „Geo Consultants”.

- VARAM. 2019a. Informatīvais ziņojums “Latvijas stratēģija klimatneitralitātes sasniegšanai līdz 2050. gadam”. Sk. 31. 03. 2020. Pieejams: http://tap.mk.gov.lv/doc/2020_02/VARAMZin_051219_KlimatStrat.2437.docx
- VARAM. 2019b. Informatīvais ziņojums Par siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas un oglekļa dioksīda piesaistes saistību izpildi. Sk. 27. 03. 2020. Pieejams: http://www.varam.gov.lv/in_site/tools/download.php?file=files/text/Likumd/_projekti/KLIMATS//VARAMINF_070219_SEGizpilde.pdf
- Ventspils novada teritorijas plānojums 2014. – 2026. gadam Ietekmes uz vidi novērtējums, Vides pārskats. 2014. SIA „Reģionālie projekti”.
- Vides pārskats Ilūkstes novada teritorijas plānojums. 2018. SIA „Reģionālie projekti”.
- Yu, Z.C. 2012. Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review. *Biogeosciences*. 9, 4071 – 4085.
- Zālmane, A. 2019. Latvija pirmā no Baltijas valstīm izstrādā nacionālos siltumnīcefekta gāzu emisiju faktorus Latvijas SEG inventarizācijas ziņojumam. Dabas aizsardzības pārvalde. Sk. 16.04.2020. Pieejams: http://www.silava.lv/userfiles/file/ReStore/2019_03_05%20LIFE%20REstore%20izstr%C4%81d%C4%81%20nacion%C4%81los%20SEG%20emisiju%20faktorus.pdf

PIELIKUMI

1.pielikums. LAD 2015. un 2018. gadā lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības	71
2.pielikums. CO ₂ emisijas no LIZ, izmantojot dažādu pieejamo informāciju par augsni un zemes izmantošanu.....	72
3.pielikums. CO ₂ emisijas no LAD lauku blokos iekļautajām LIZ atkarībā no kartēšanas mēroga	74
4.pielikums. CO ₂ emisijas no LAD lauku blokos iekļauto LIZ zālājiem atkarībā no kartēšanas mēroga	76
5.pielikums. CO ₂ emisijas no LAD lauku blokos iekļauto LIZ aramzemēm atkarībā no kartēšanas mēroga.....	78
6.pielikums. Organisko augšņu izplatība atbilstoši LAD lauku blokiem par 2015. un 2018. gadu	80

1. pielikums

LAD 2015. un 2018. gadā lauku blokos iekļauto lauksaimniecībā izmantojamo zemju platības

Novads	Kartētās augsnes lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (ha)	LAD lauku blokos iekļautās LIZ 2015. gadā (ha)	LAD lauku blokos iekļautās LIZ 2018. gadā (ha)	LAD lauku blokos iekļauto LIZ izmaiņas starp 2018. un 2015. gadu (ha, %)
Aglonas	23395	10049	9127	- 922, -10
Alūksnes	62414	30337	28463	-1874, -7
Burtnieku	34607	23116	21864	-1252, -6
Cēsu	6152	3355	3060	-295, -10
Ciblas	26576	13485	12761	-724, -6
Dagdas	53879	25744	24539	-1205, -5
Ilūkstes	36734	22768	21586	-1182, -5
Jelgavas	85387	71737	69937	-1800, -3
Krāslavas	66316	34091	32949	-1142, -3
Kuldīgas	71130	44443	43085	-1358, -3
Ludzas	51758	19747	18050	-1697, -9
Varakļānu	15206	12044	11725	-319, -3
Vecpiebalga	22353	10420	9646	-774, -8
Ventspils	57297	35928	34736	-1192, -3
Viļānu	18191	13161	12494	-667, -5
Zilupes	17308	5552	4929	-623, -13

2. pielikums

CO₂ emisijas no LIZ, izmantojot dažādu pieejamo informāciju par augsni un zemes izmantošanu

Novads	CO ₂ emisija no kūdraugsnēm (visas LIZ (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no kūdrainām un trūdainām augsnēm (visas LIZ (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no organiskām augsnēm (visas LIZ (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no kūdraugsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no organiskām augsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))
Aglonas	18994	3756	22750	4180	1164	5344
Alūksnes	40051	25719	65770	12834	11038	23872
Burtnieku	19475	22045	41520	10785	12019	22804
Cēsu	1962	2170	4132	584	941	1525
Cīblas	18790	14038	32828	7385	6815	14200
Dagdas	50525	15721	66246	14967	7519	22486
Ilūkstes	12775	9257	22032	3382	3624	7006
Jelgavas	2125	2515	4640	1261	1406	2667
Krāslavas	34908	21376	56284	10932	8693	19625
Kuldīgas	24722	57919	82641	10684	37087	47771
Ludzas	46412	12097	58509	10812	4536	15348
Varakļānu	9035	8423	17458	5621	6472	12093

Vecpiebalga	16336	8205	24541	4632	2453	7085
Ventspils	17855	71430	89285	9595	53766	63361
Viļānu	8880	13767	22647	4964	9777	14741
Zilupes	13020	4764	17784	2107	1389	3496

3. pielikums

CO₂ emisijas no LAD lauku blokos iekļautajām LIZ atkarībā no kartēšanas mēroga

Novads	CO ₂ emisija no kūdraugsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no kūdraugsnēm (LAD lauku bloki > 0.3 ha 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki >0.3 ha 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisiju no kūdraugsnēm atšķirības (ha, %)	CO ₂ emisiju no kūdrainām un trūdainām augsnēm atšķirības (ha, %)
Aglonas	4180	1164	3292	830	-888, -21	-333, -29
Alūksnes	12834	11038	11946	10425	-888, -7	-613, -6
Burtnieku	10785	12019	10632	11714	-153,-1	-305,-3
Cēsu	584	941	510	824	-74, -13	-117, -12
Cīblas	7385	6815	7095	6403	-290, -4	-412, -6
Dagdas	14967	7519	13286	6459	-1681, -11	-1060, -14
Ilūkstes	3382	3624	2877	3073	-505, -15	-550, -15
Jelgavas	1261	1406	1251	1334	-10, -1	-72, -5
Krāslavas	10932	8693	9216	7146	-1715, -16	-1547, -18
Kuldīgas	10684	37087	10171	35807	-513, -5	-1280, -3
Ludzas	10812	4536	9626	3943	-1186, -11	-594, -13
Varakļānu	5621	6472	5534	6339	-88, -2	-134, -2

Vecpiebalga	4632	2453	4215	2058	-417, -9	-395, -16
Ventspils	9595	53766	9481	53407	-114, -1	-360, -1
Viļānu	4964	9777	4747	9416	-217, -4	-361, -4
Zilupes	2107	1389	1892	1237	-215, -10	-152, -11

4. pielikums

CO₂ emisijas no LAD lauku blokos iekļauto LIZ zālājiem atkarībā no kartēšanas mēroga

Novads	CO ₂ emisija no zālājiem uz kūdraugsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no zālājiem uz kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no zālājiem uz kūdraugsnēm (LAD lauku bloki > 0.3 ha 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no zālājiem uz kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki >0.3 ha 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisiju no zālājiem uz kūdraugsnēm atšķirības (ha, %)	CO ₂ emisiju no zālājiem uz kūdrainām un trūdainām augsnēm atšķirības (ha, %)
Aglonas	2968	768	2342	526	-626, -21	-242, -32
Alūksnes	8183	5146	7557	4727	-626, -8	-419, -8
Burtnieku	5599	3886	5549	3794	-50, -1	-92, -2
Cēsu	438	680	388	599	-50, -11	-81, -12
Ciblas	2838	2231	2699	2051	-138, -5	-180, -8
Dagdas	6785	2838	5902	2289	-883, -13	-549, -19
Ilūkstes	2292	2254	1970	1905	323, -14	-349, -16
Jelgavas	92	511	88	488	-4,-4	-23, -5
Krāslavas	4381	2964	3537	2269	- 845, -19	-695, -23
Kuldīgas	5460	13540	5234	13063	-227, -4	-476, -4
Ludzas	3744	1444	3222	1179	-522, -14	-265, -18

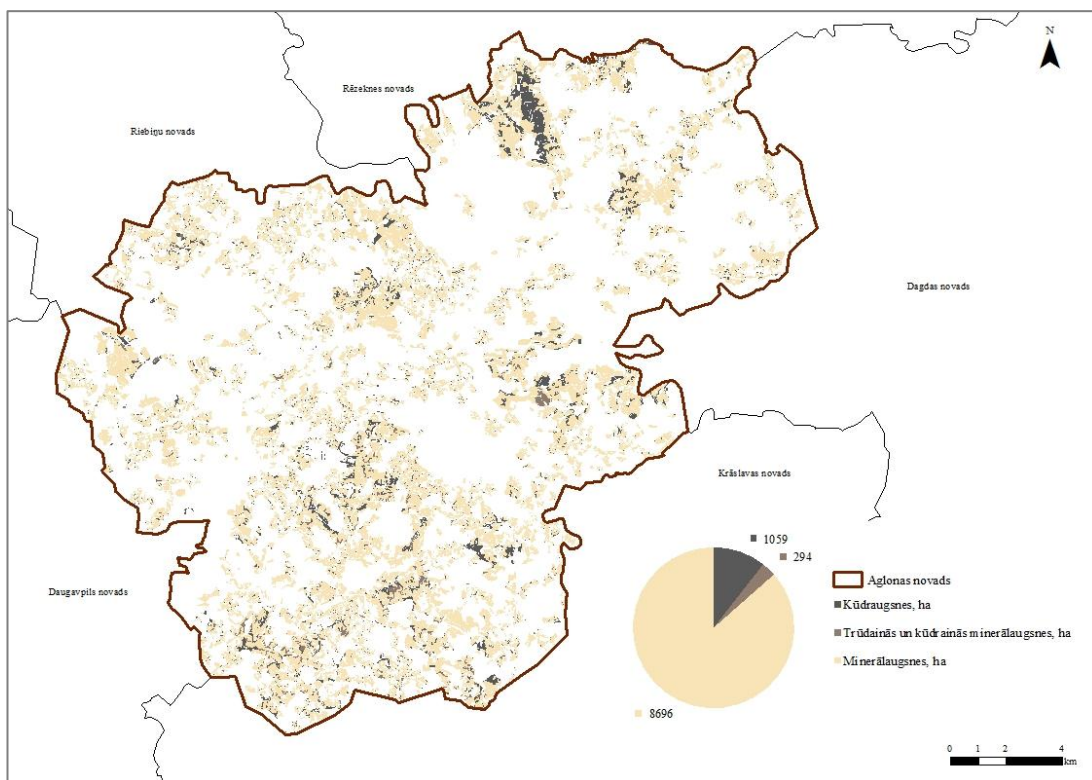
Varakļānu	2024	1590	1997	1547	-27, -1	-42, -3
Vecpiebalga	4474	2362	4093	1997	-380, -8	-365, -15
Ventspils	5553	13447	5487	13313	-65, -1	-134, -1
Viļānu	1640	2703	1563	2592	- 77, -5	-111, -4
Zilupes	841	415	730	342	-111, -8	-245, -8

CO₂ emisijas no LAD lauku blokos iekļauto LIZ aramzemēm atkarībā no kartēšanas mēroga

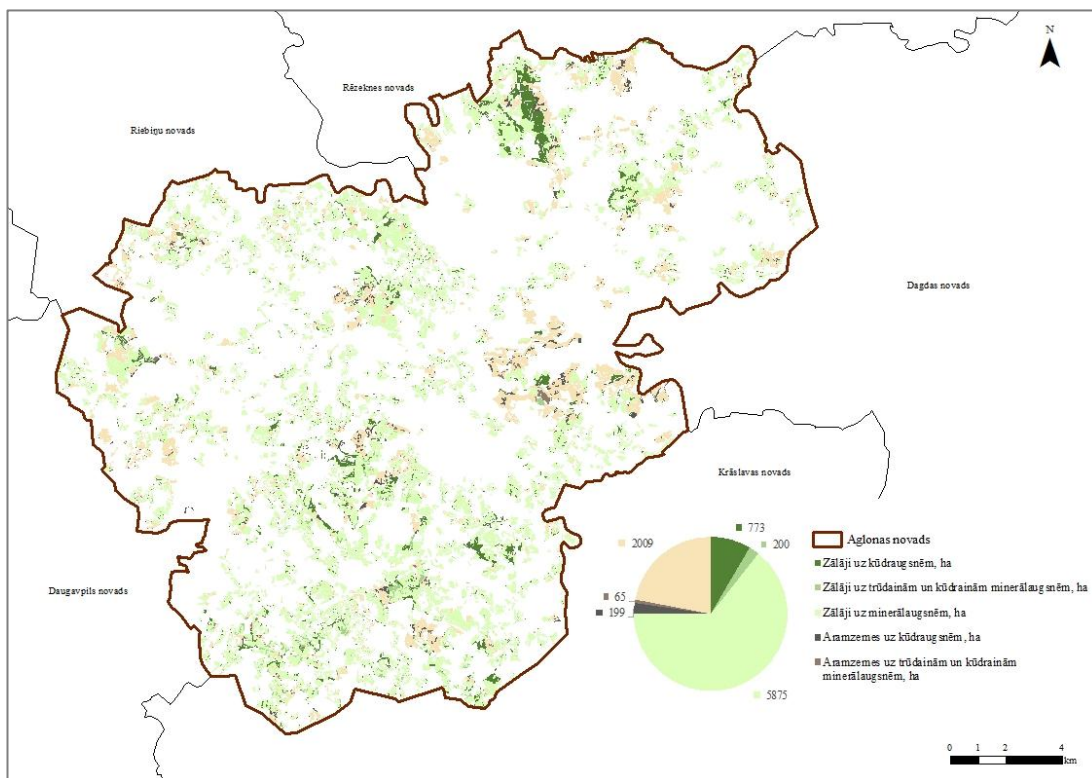
Novads	CO ₂ emisija no aramzemēm uz kūdraugsņēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no aramzemēm uz kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no aramzemēm uz kūdraugsņēm (LAD lauku bloki > 0.3 ha 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisija no aramzemēm uz kūdrainām un trūdainām augsnēm (LAD lauku bloki >0.3 ha 2018. gads (t CO ₂ ekv))	CO ₂ emisiju no aramzemēm uz kūdraugsņēm izmaiņas (ha, %)	CO ₂ emisiju no aramzemēm uz kūdrainām un trūdainām augsnēm izmaiņas (ha, %)
Aglonas	1211	396	950	304	-262, -22	-91, -23
Alūksnes	4651	5893	4389	5698	-262, -6	-195, -3
Burtnieku	5187	8133	5083	7920	-103, -2	-213, -3
Cēsu	146	262	122	225	-24, -17	-14, -37
Cīblas	4548	4584	4395	4353	-152, -3	-231, -5
Dagdas	8182	4681	7384	4170	-797, -10	-511, -11
Ilūkstes	1090	1370	907	1169	-183, -17	-201, -15
Jelgavas	1169	895	1163	846	-6, -1	-49, -5
Krāslavas	6550	5729	5679	4876	-871, -13	-852, -15
Kuldīgas	5223	23547	4937	22744	-286, -5	-804, -3
Ludzas	7068	3093	6404	2764	-664, -9	-328, -11

Varakļānu	3598	4882	3537	4791	-61, -2	-91, -2
Vecpiebalga	158	91	122	61	-37, -23	-30, -33
Ventspils	4042	40319	3994	40094	-49, -1	-225, -1
Viļānu	3324	7074	3184	6824	-140, -4	-250, -4
Zilupes	1266	974	1163	895	-103, -6	-79, -3

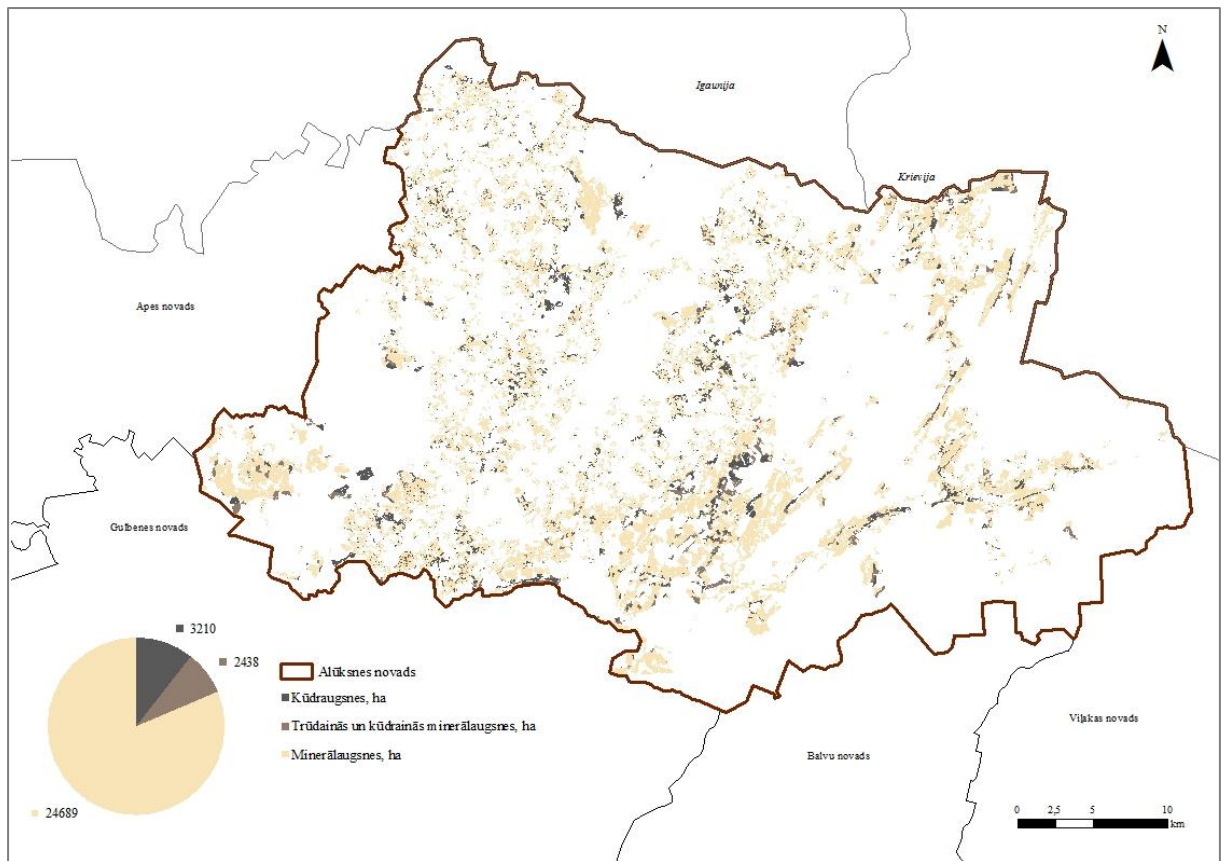
Organisko augšņu izplatība atbilstoši LAD lauku blokiem par 2015. un 2018. gadu



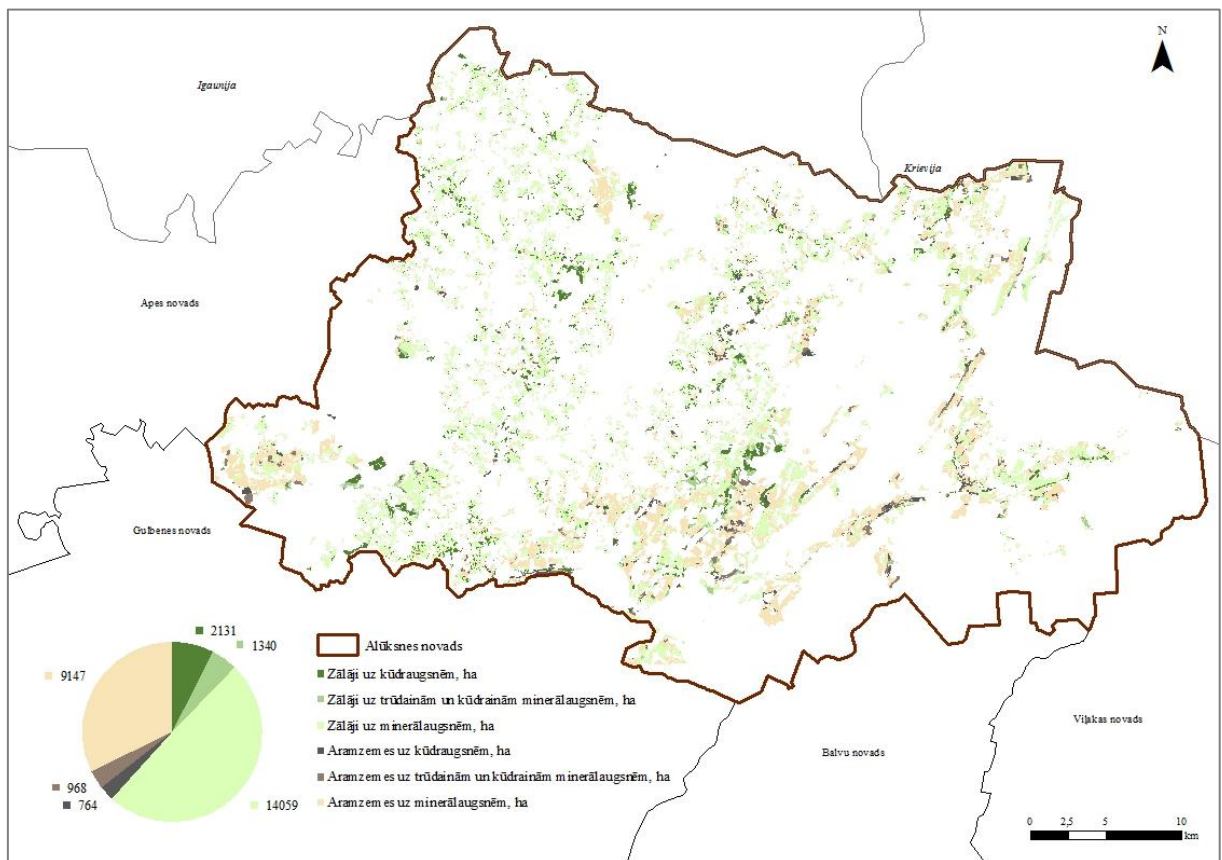
1. attēls. Organisko augšņu izplatība Aglonas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojusi autore).



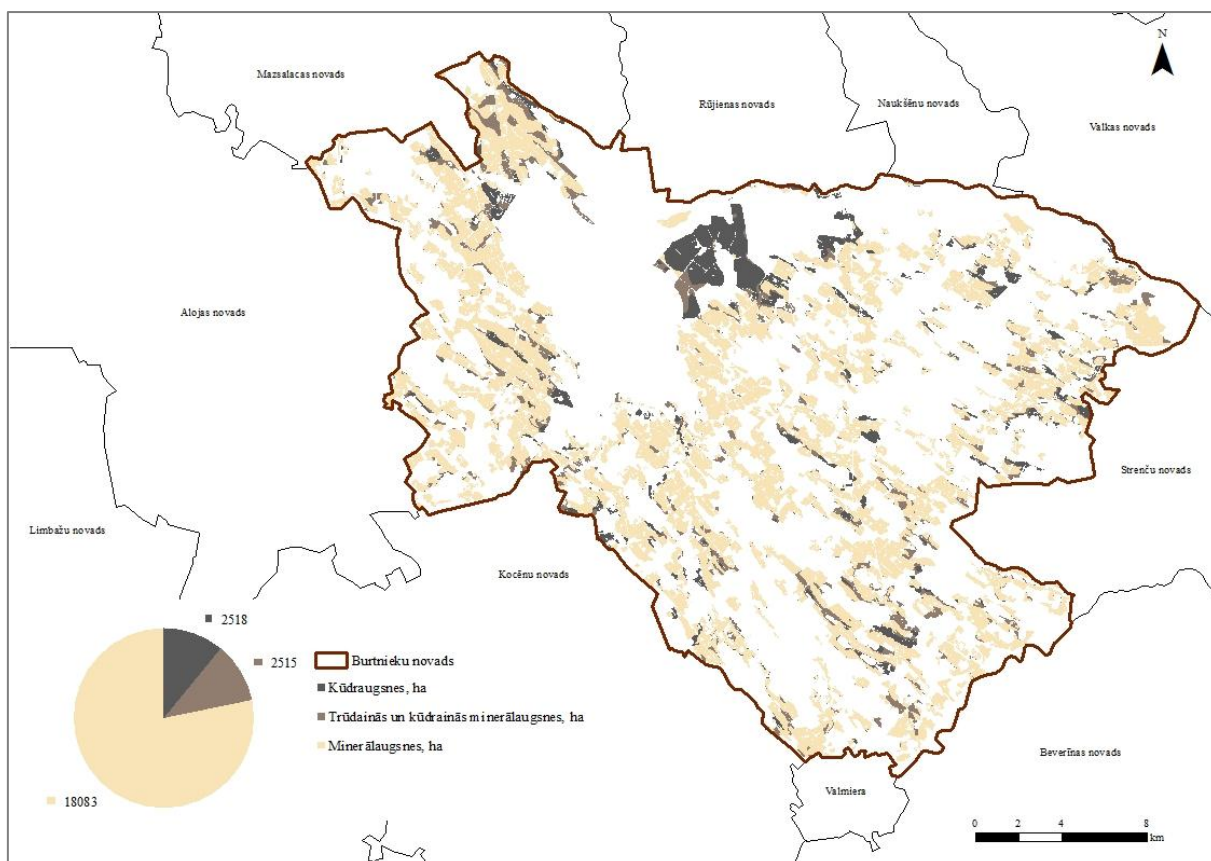
2. attēls. Organisko augšņu izplatība Aglonas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojusi autore).



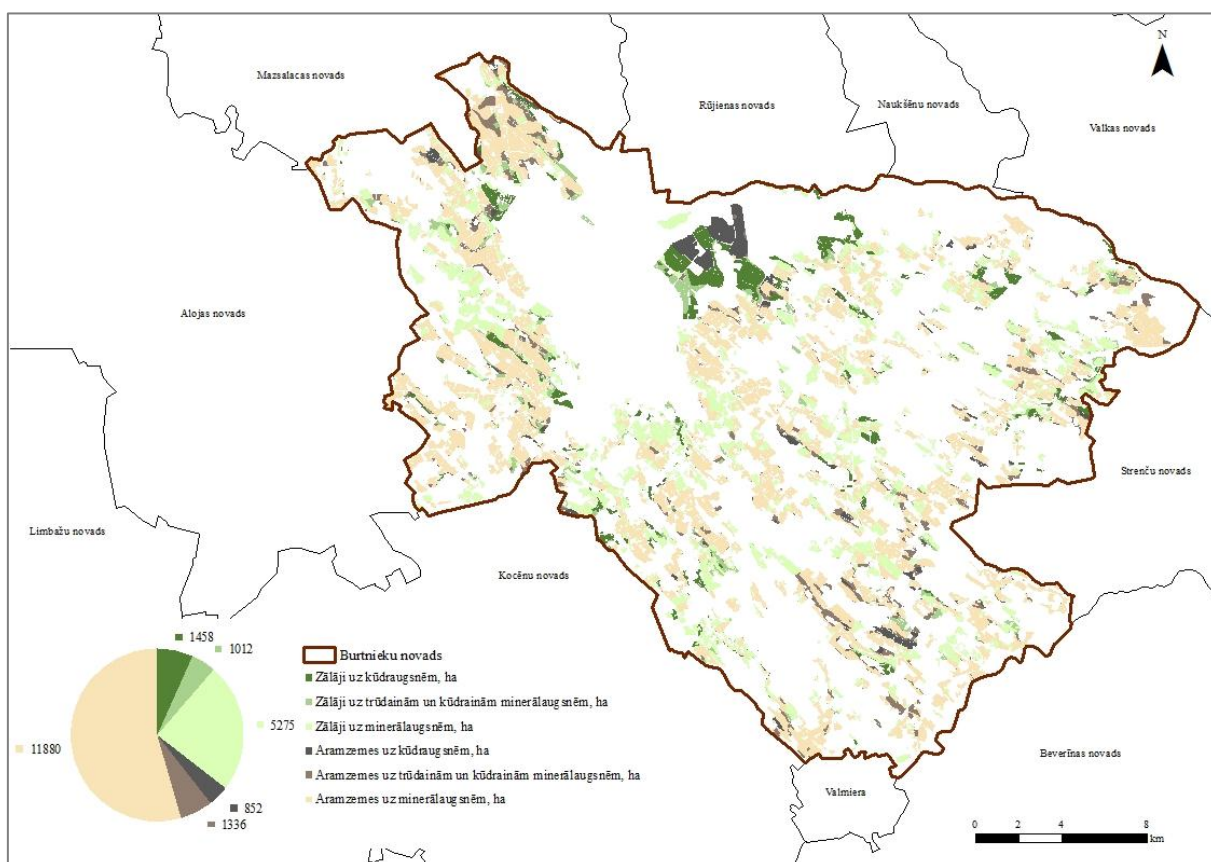
3. attēls. Organisko augšņu izplatība Alūksnes novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



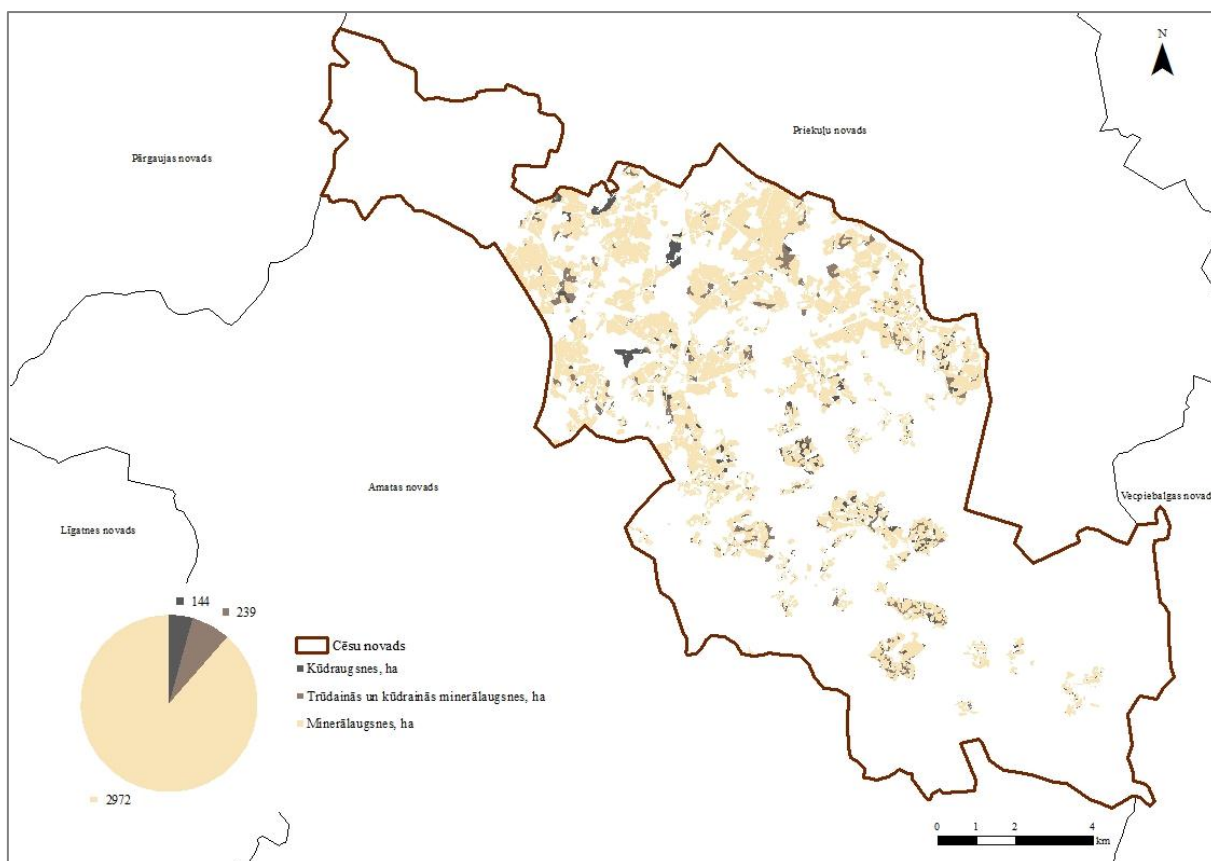
4. attēls. Organisko augšņu izplatība Alūksnes novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



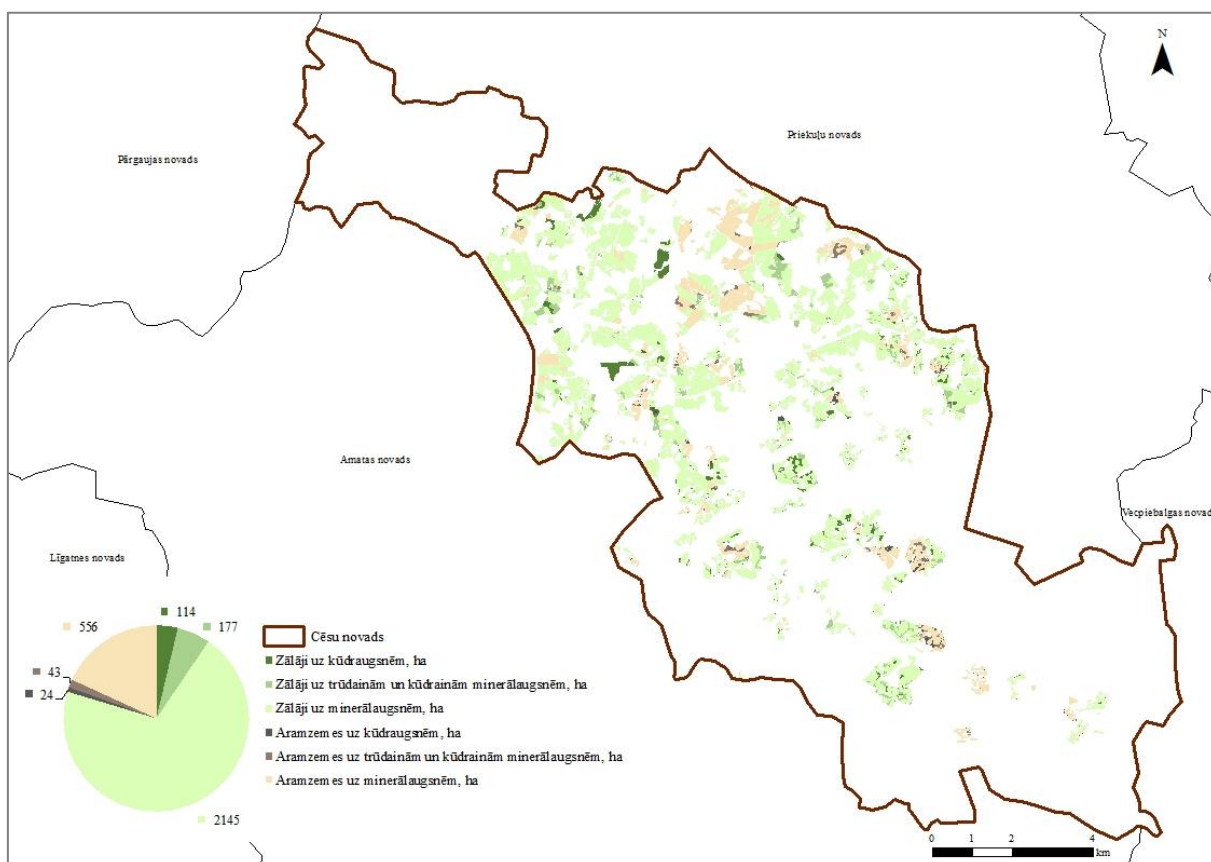
5. attēls. Organisko augšņu izplatība Burtņieku novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavoja autore).



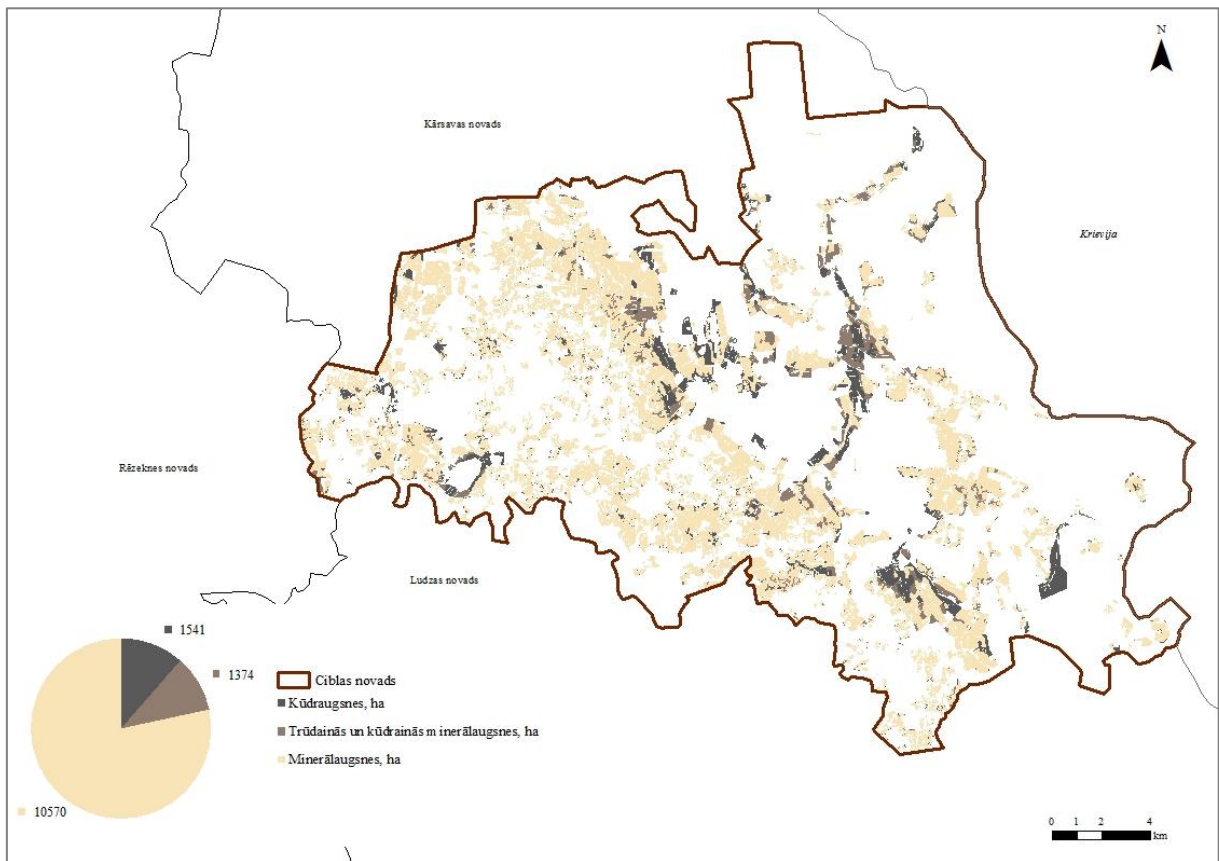
6. attēls. Organisko augšņu izplatība Burtņieku novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavoja autore).



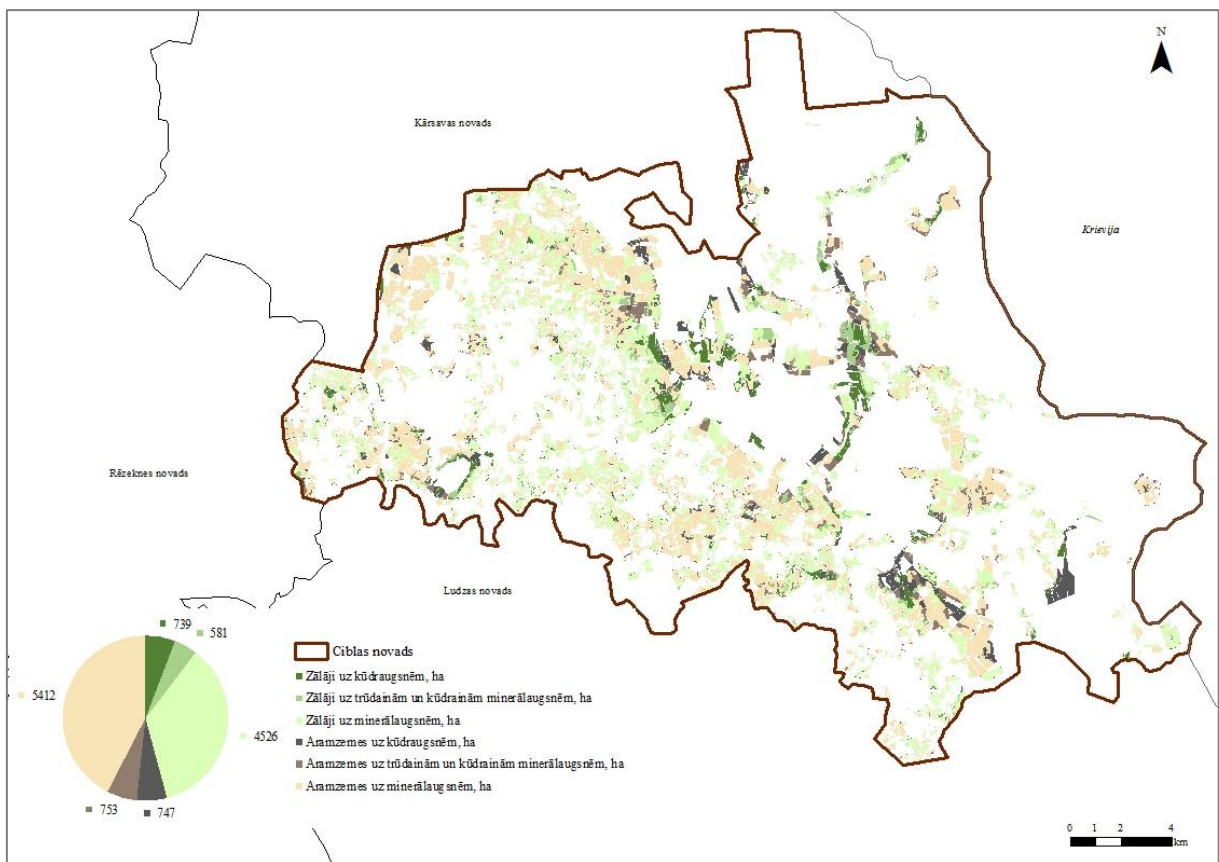
7. attēls. Organisko augšņu izplatība Cēsu novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



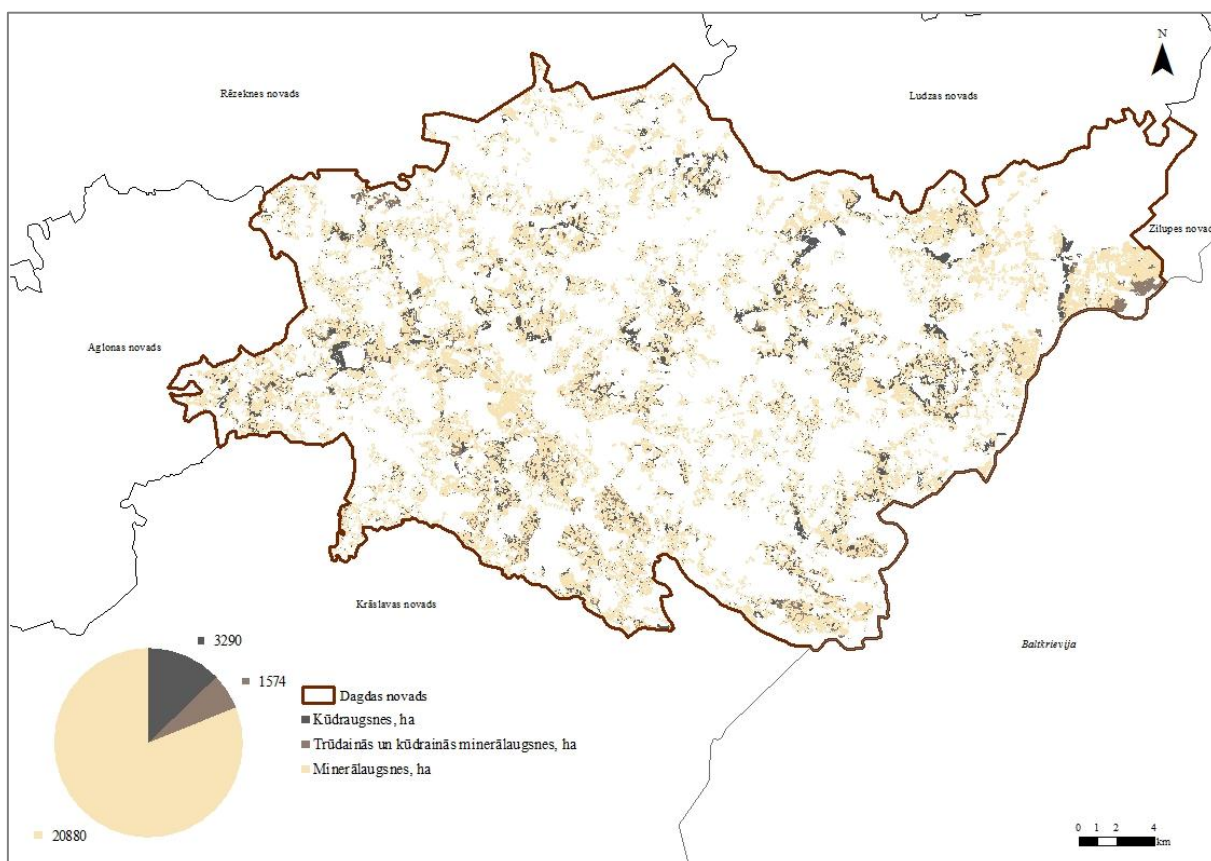
8. attēls. Organisko augšņu izplatība Cēsu novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



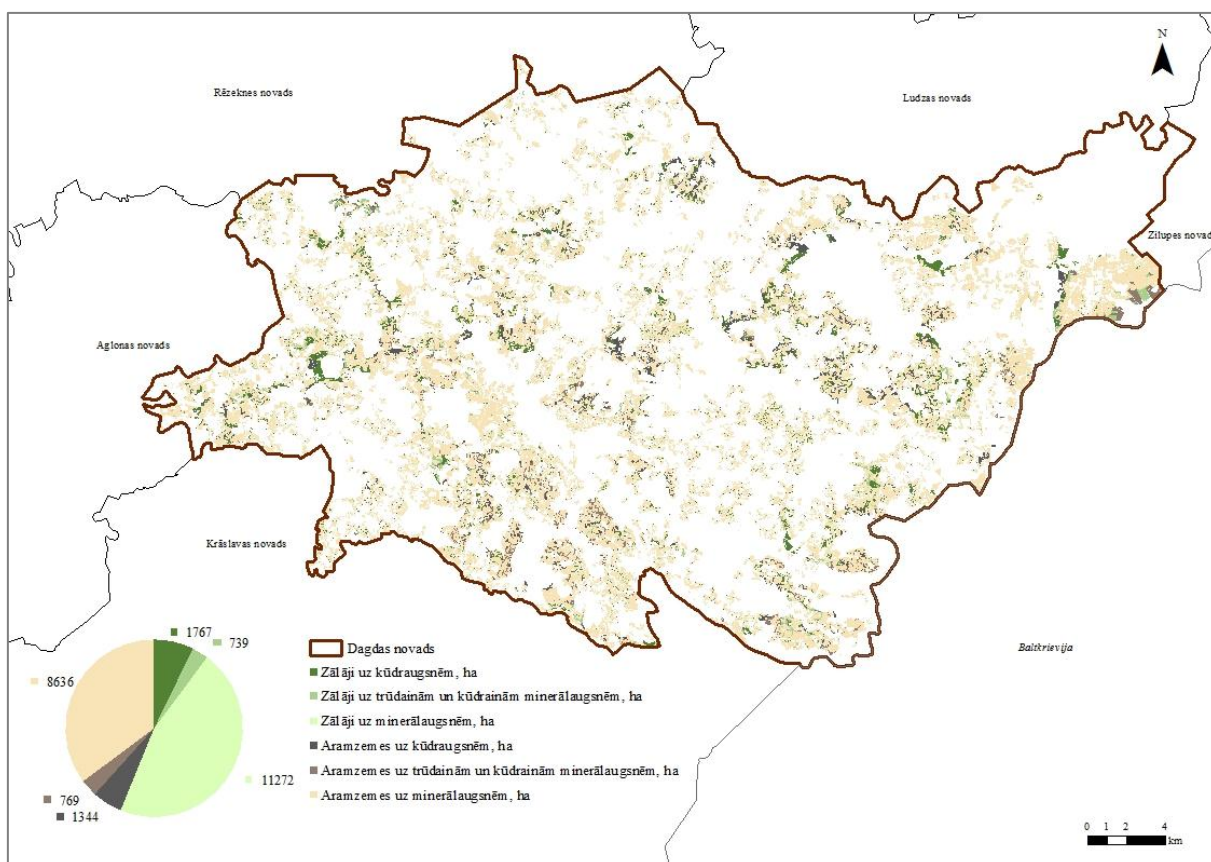
9. attēls. Organisko augšņu izplatība Ciblas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavoja autore).



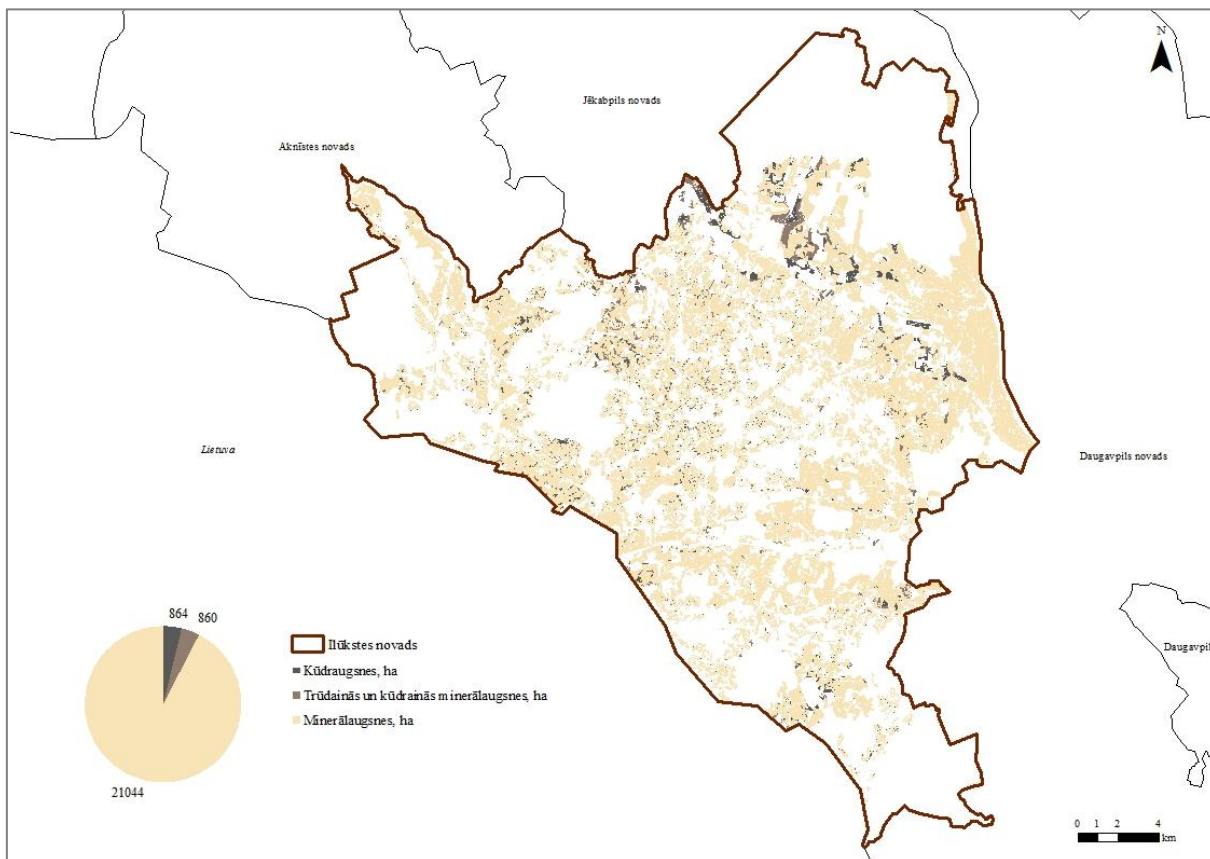
10. attēls. Organisko augšņu izplatība Ciblas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavoja autore).



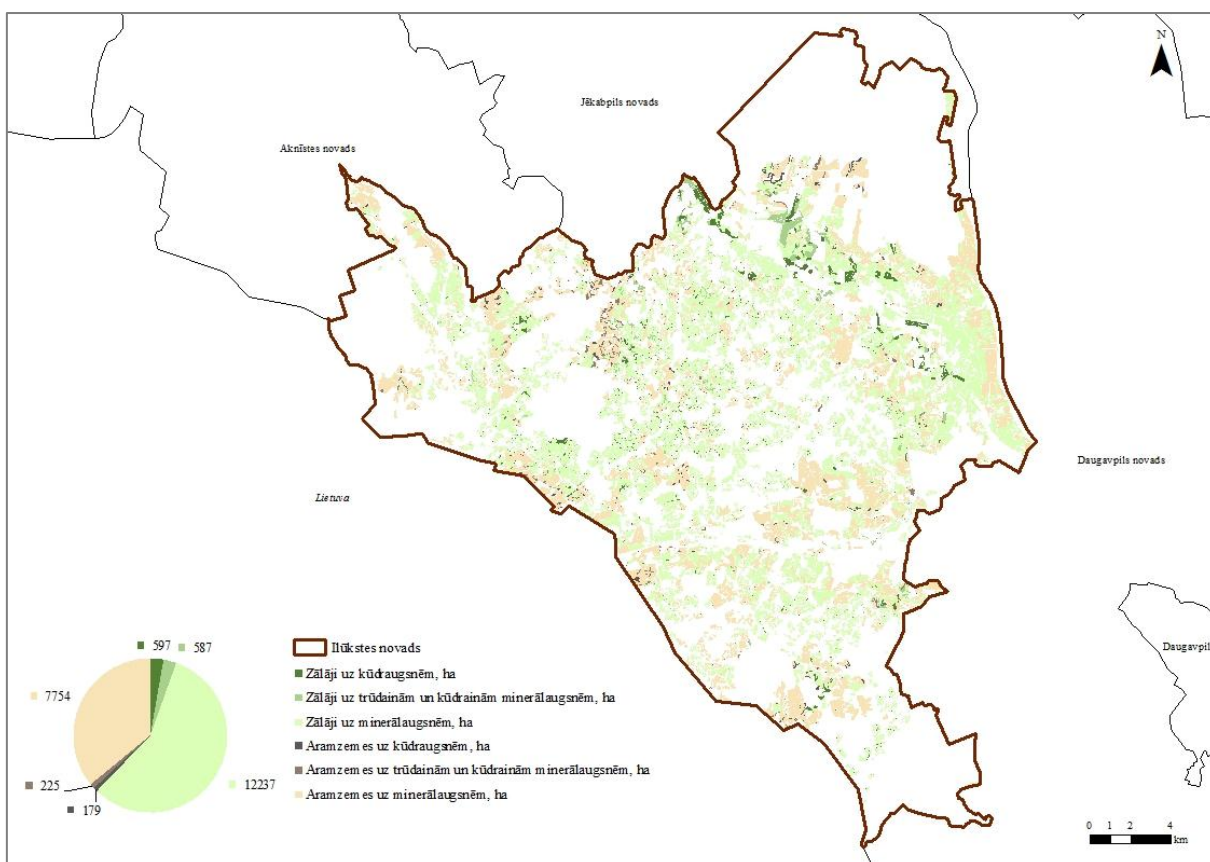
11. attēls. Organisko augšņu izplatība Dagdas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



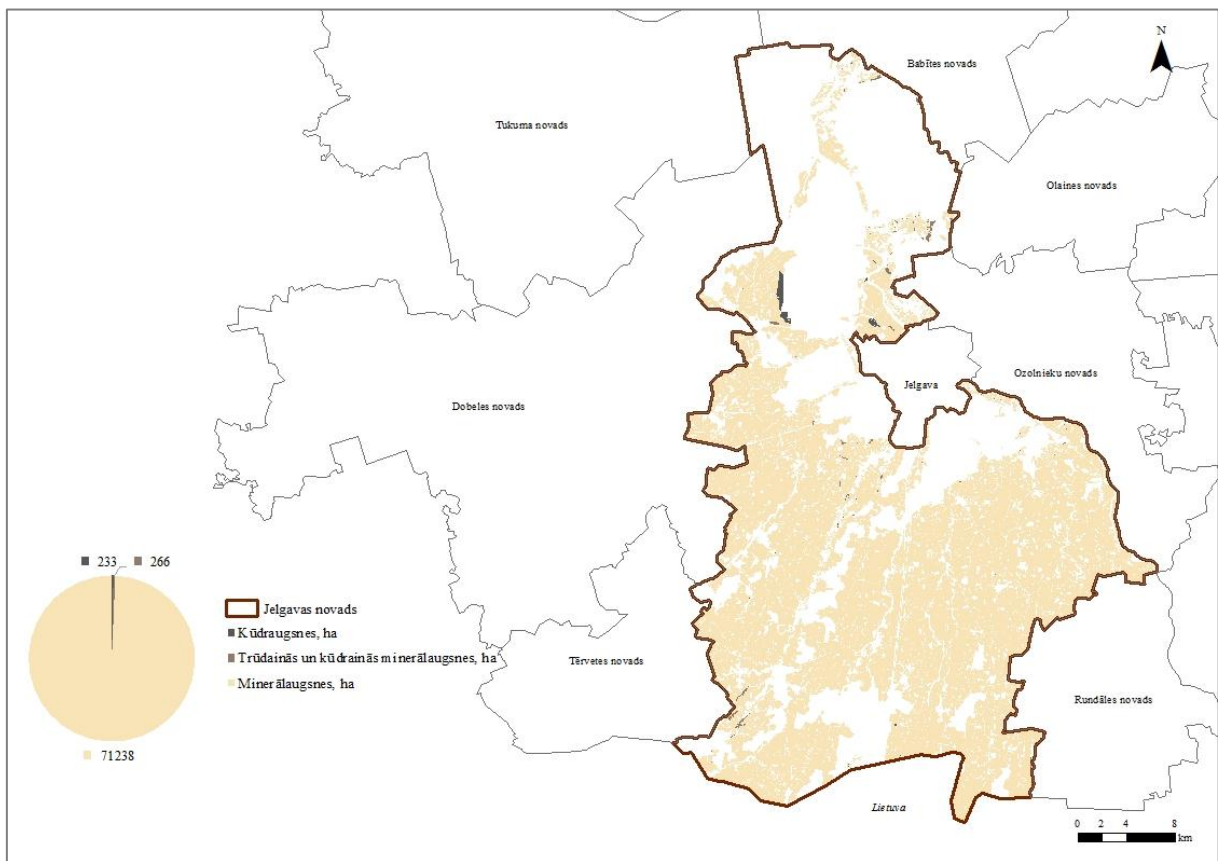
12. attēls. Organisko augšņu izplatība Dagdas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



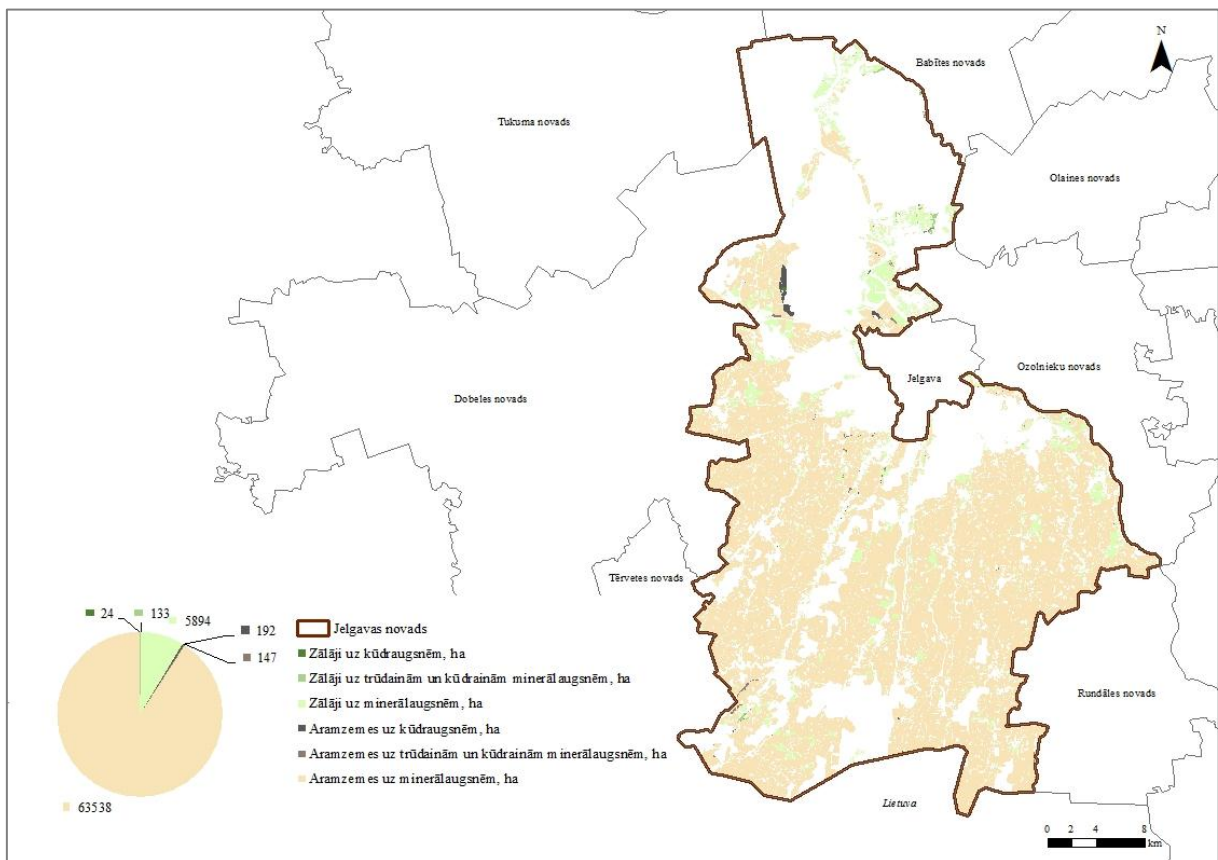
13. attēls. Organisko augšņu izplatība Ilūkstes novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



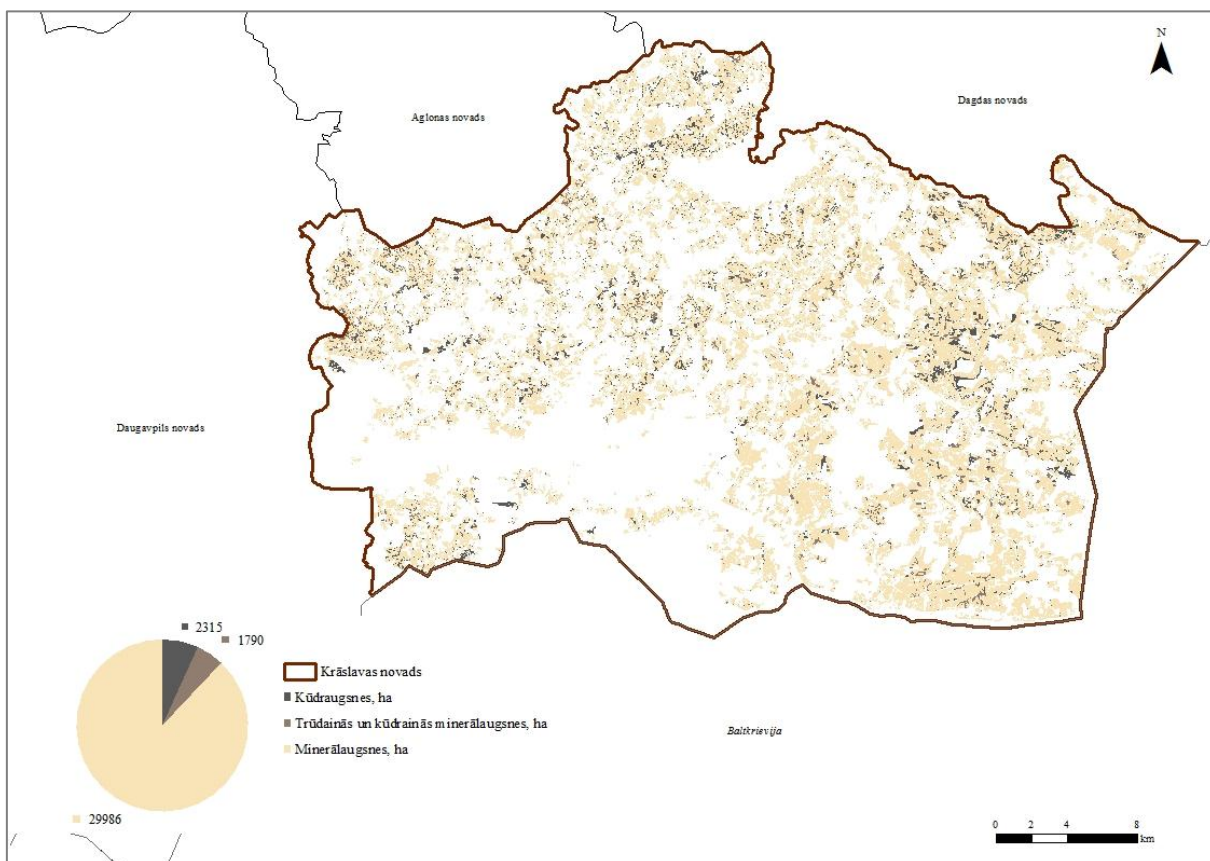
14. attēls. Organisko augšņu izplatība Ilūkstes novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



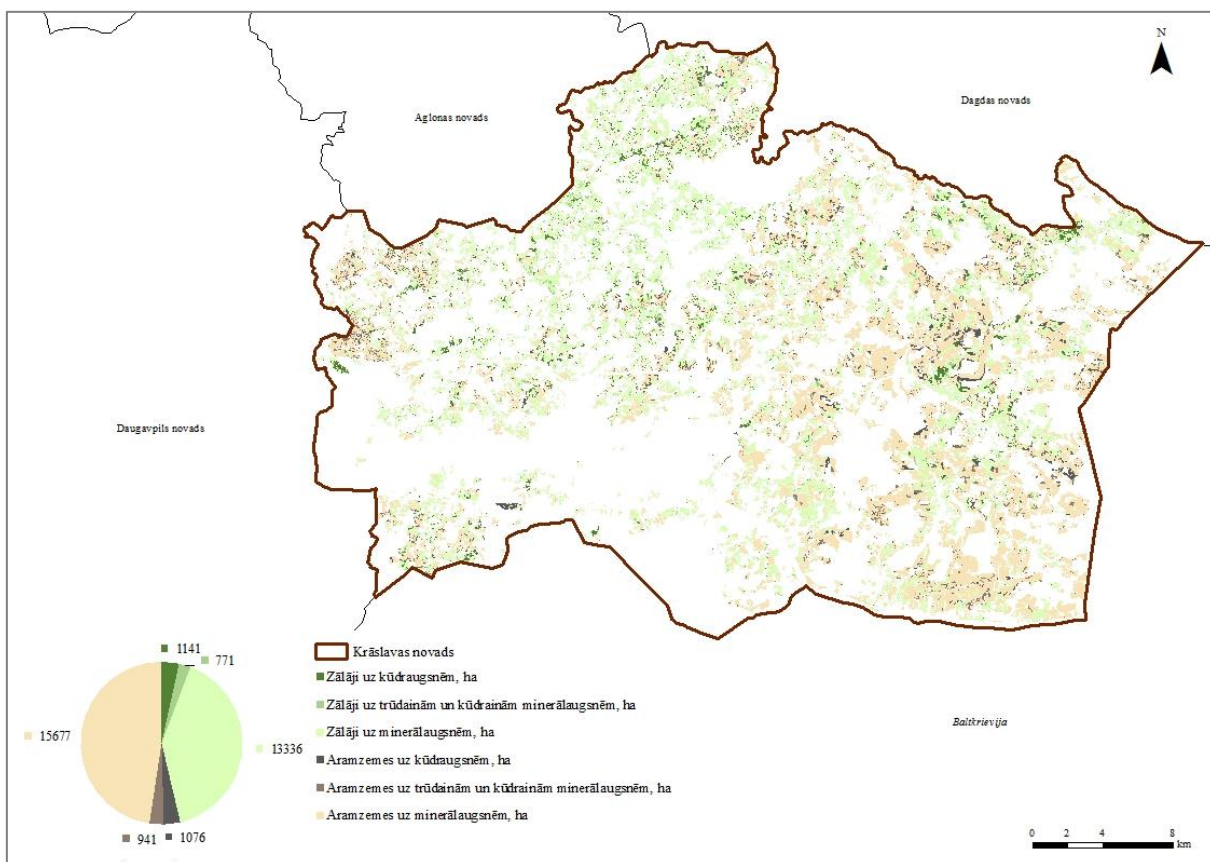
15. attēls. Organisko augšņu izplatība Jelgavas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojusi autore).



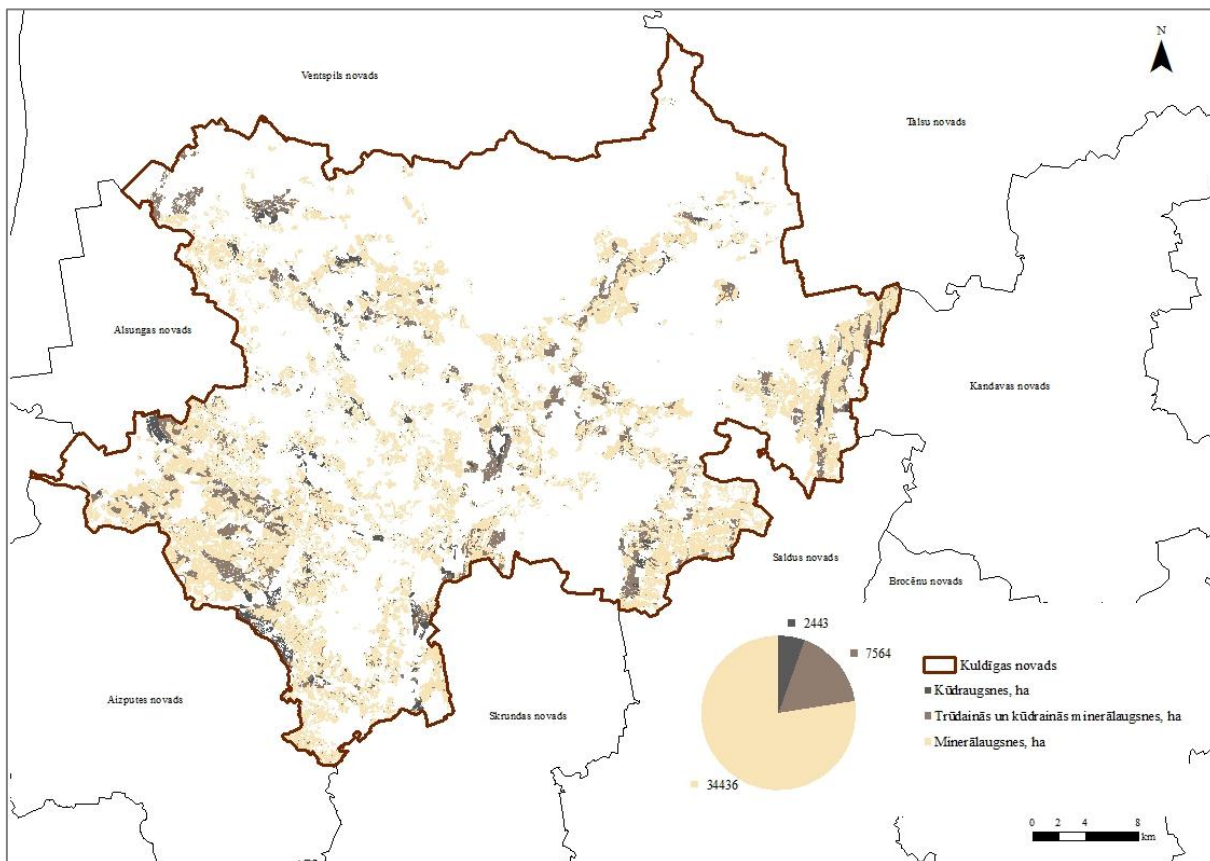
16. attēls. Organisko augšņu izplatība Jelgavas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojusi autore).



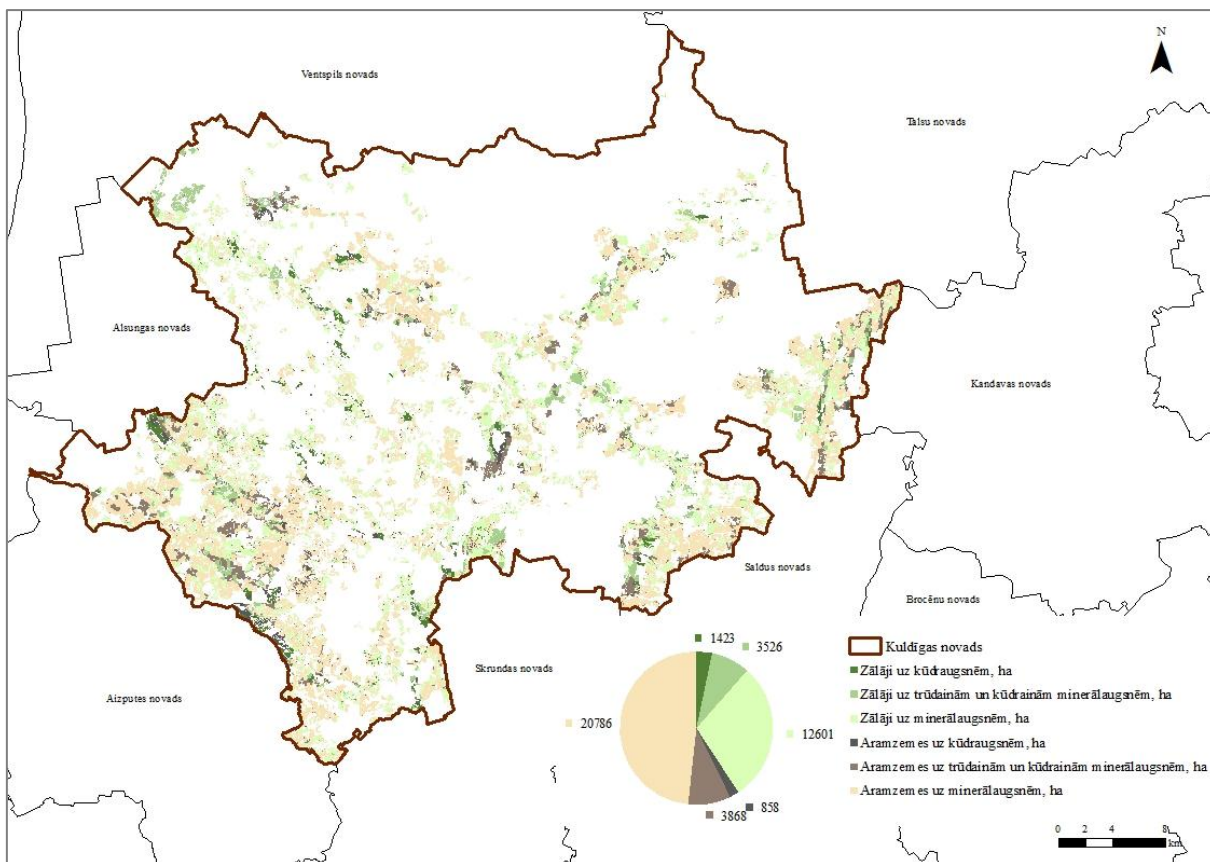
17. attēls. Organisko augšņu izplatība Krāslavas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



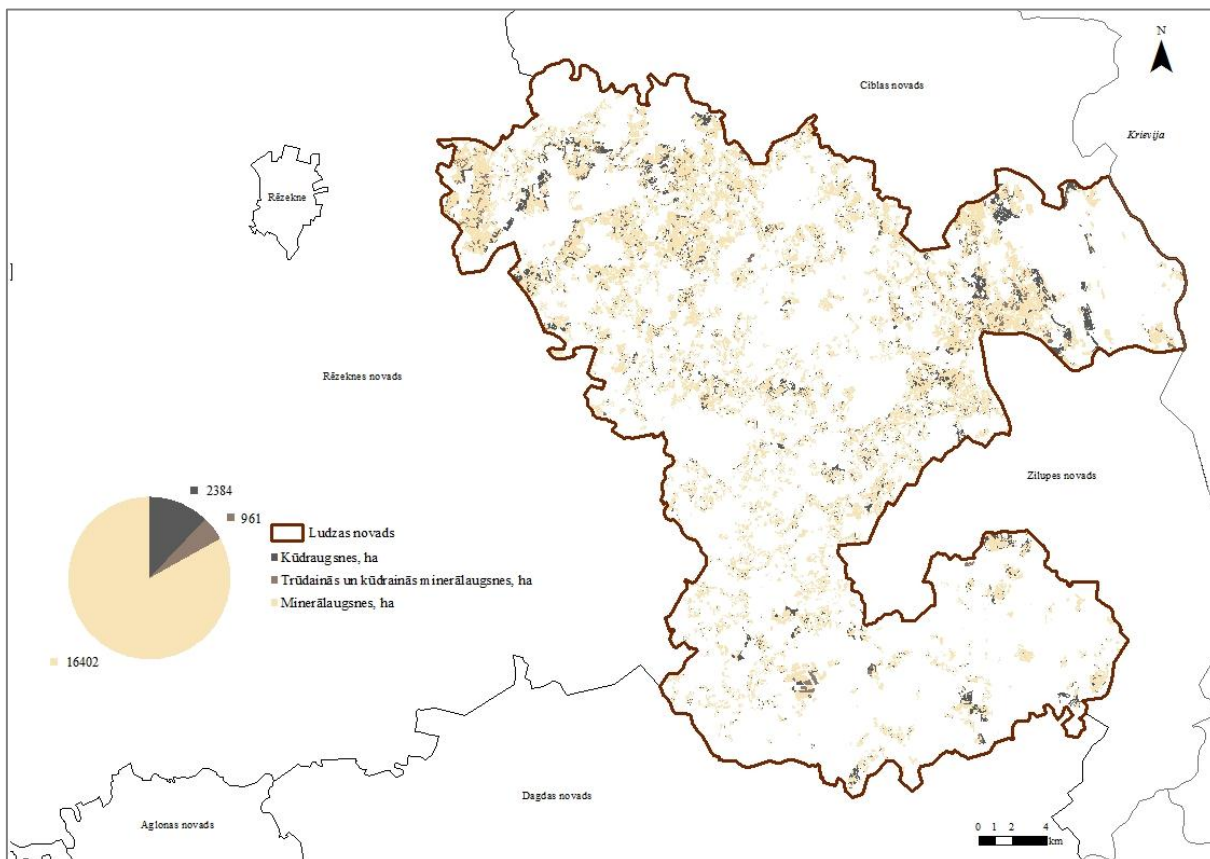
18. attēls. Organisko augšņu izplatība Krāslavas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



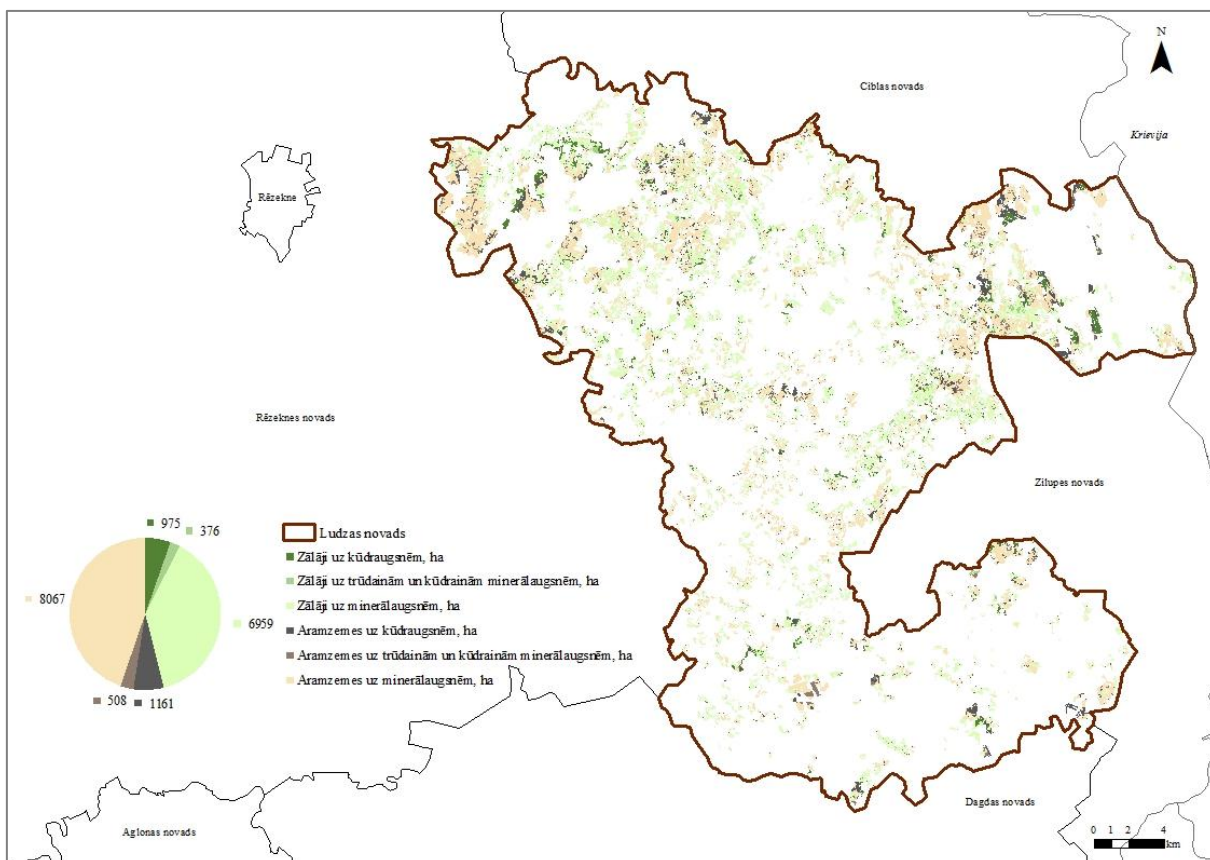
19. attēls. Organisko augšņu izplatība Kuldīgas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



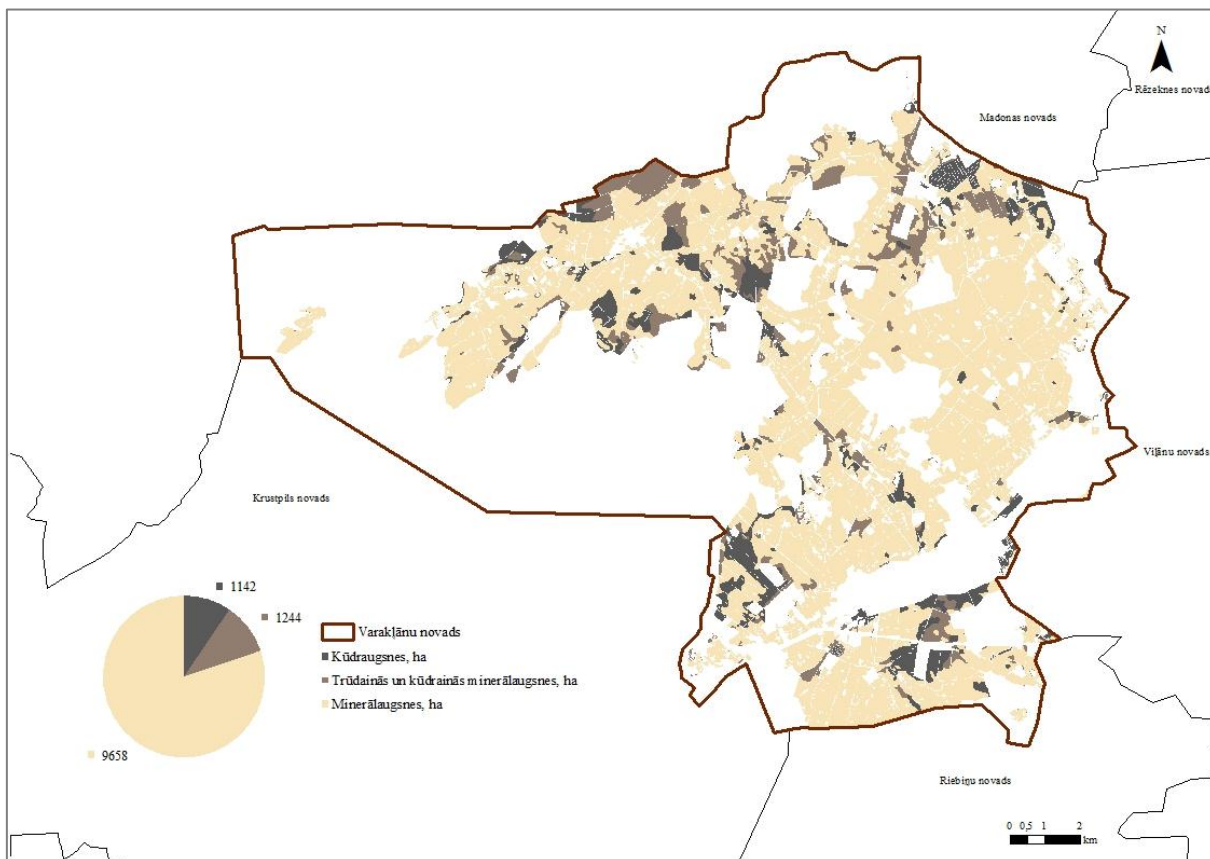
20. attēls. Organisko augšņu izplatība Kuldīgas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



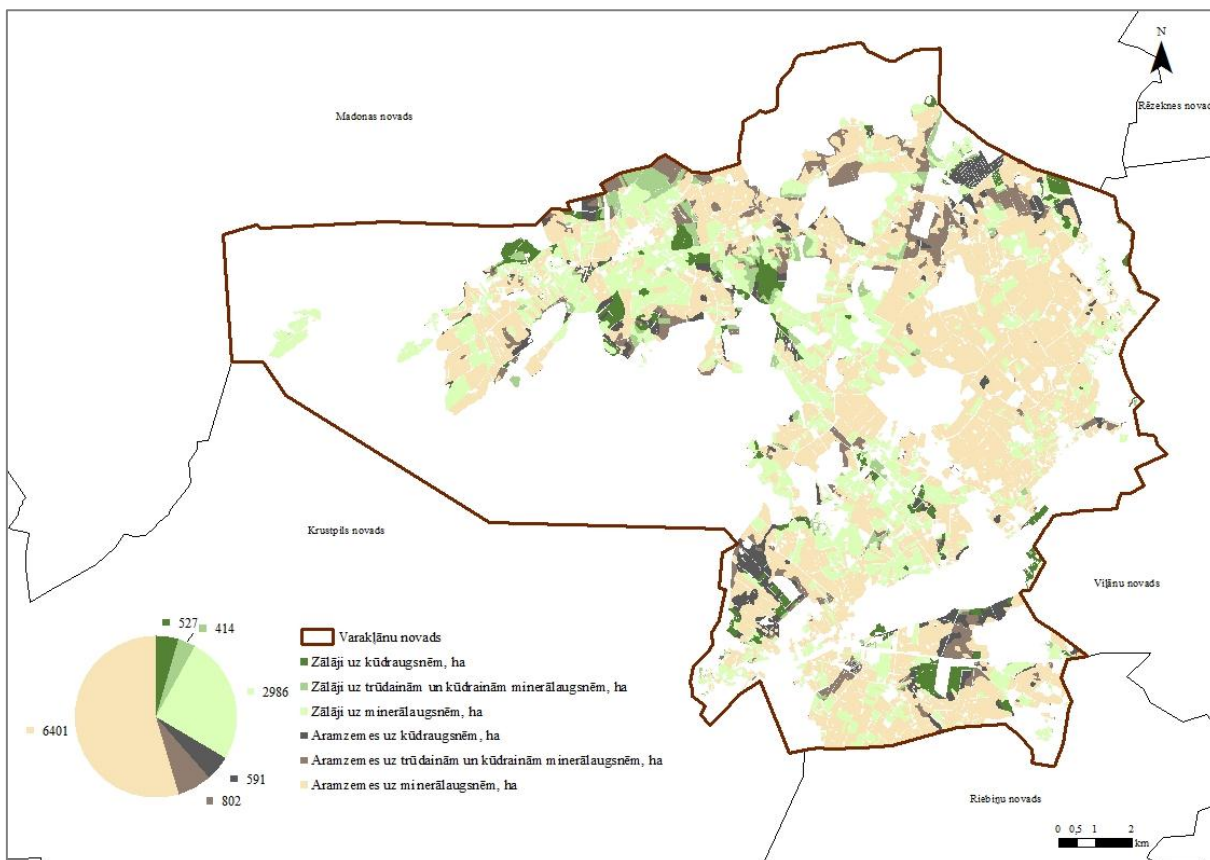
21. attēls. Organisko augšņu izplatība Ludzas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



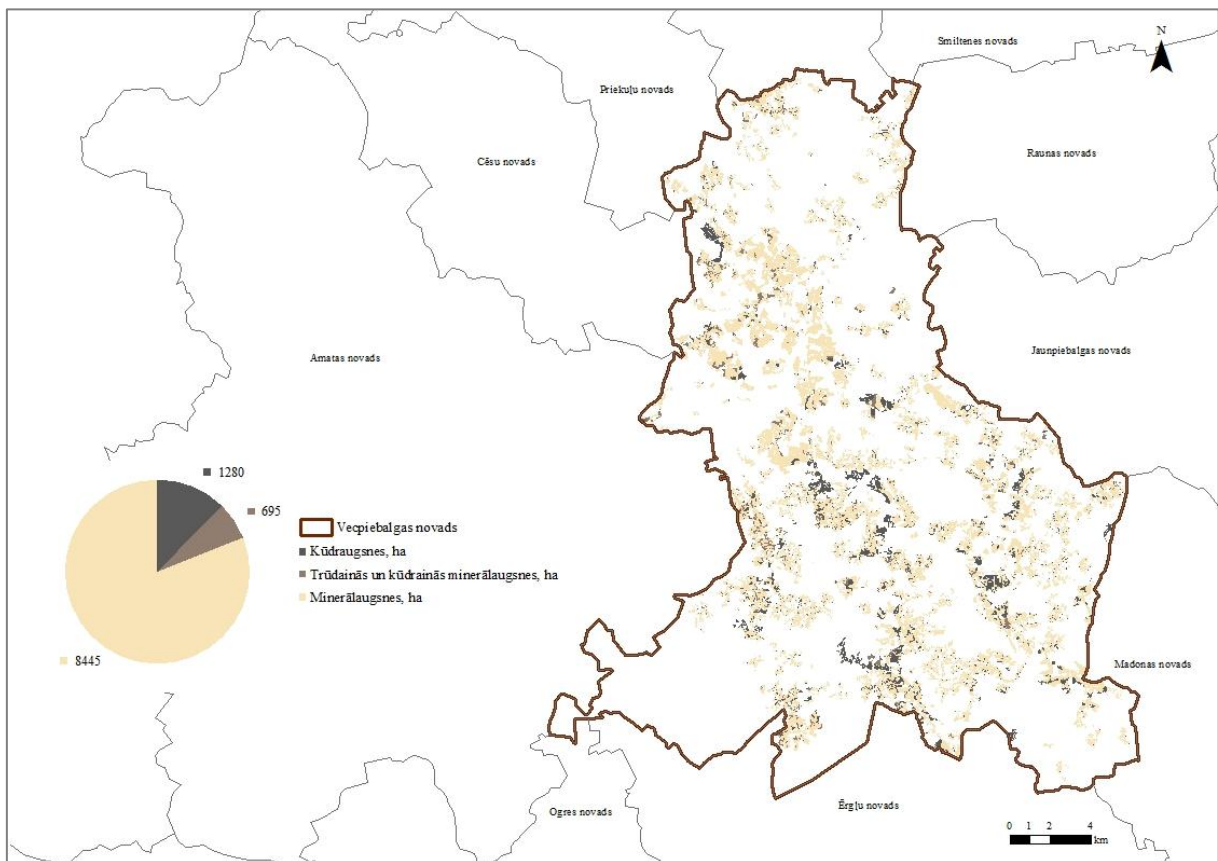
22. attēls. Organisko augšņu izplatība Ludzas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



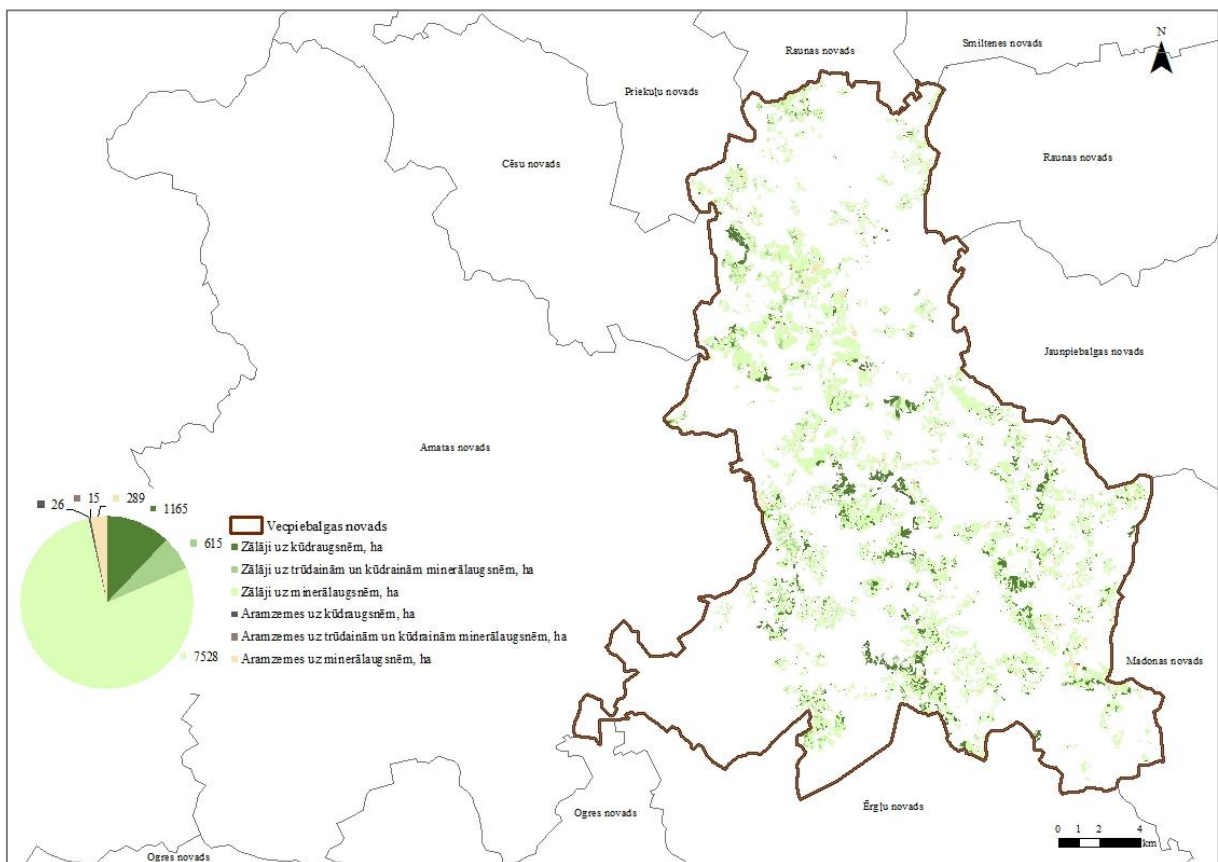
23. attēls. Organisko augšņu izplatība Varakļānu novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



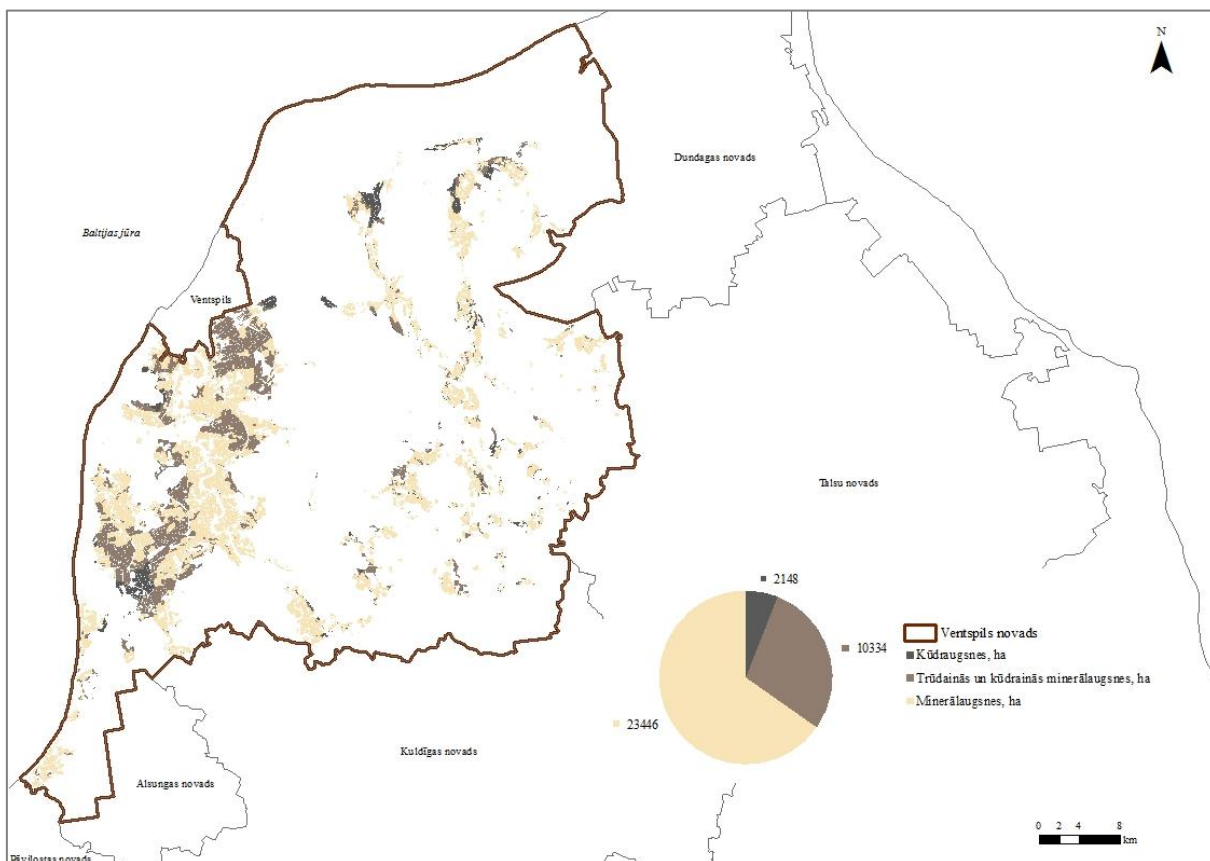
24. attēls. Organisko augšņu izplatība Varakļānu novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



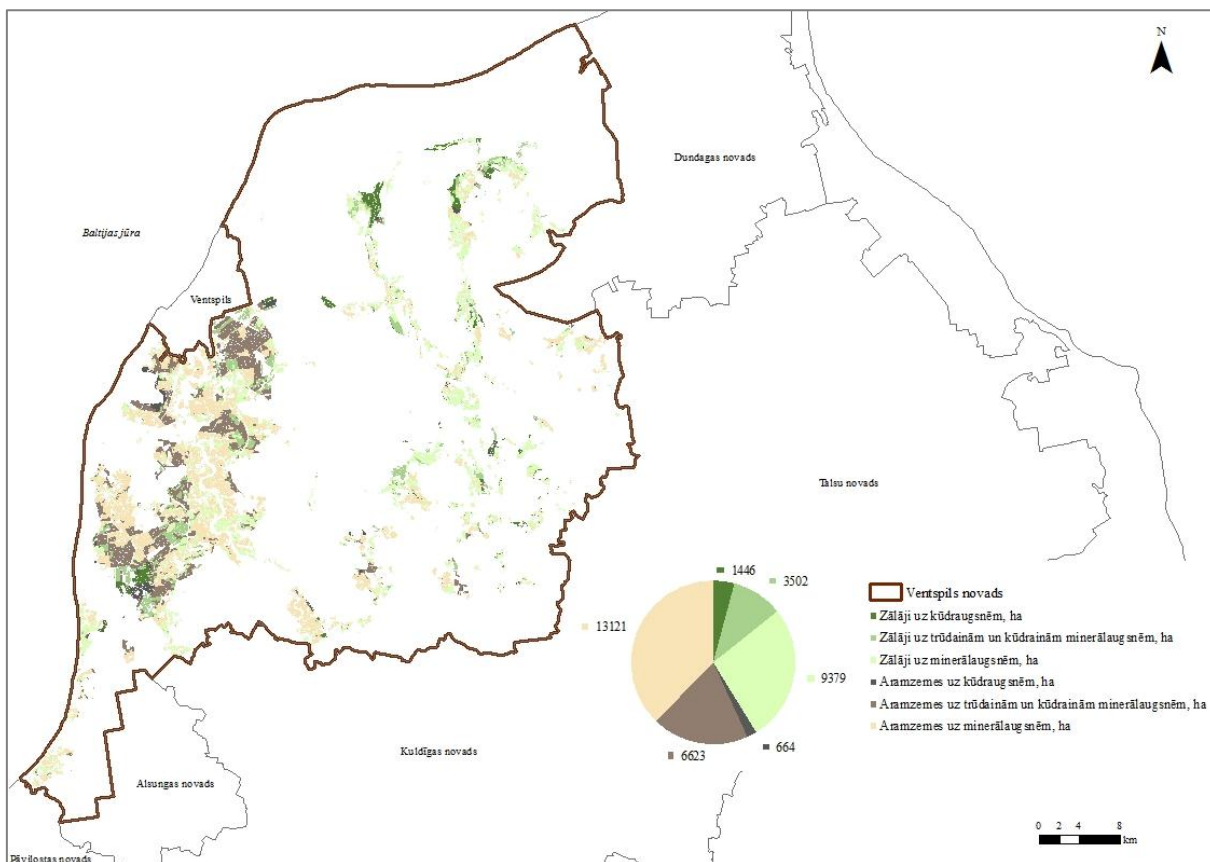
25. attēls. Organisko augšņu izplatība Vecpiebalgas novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



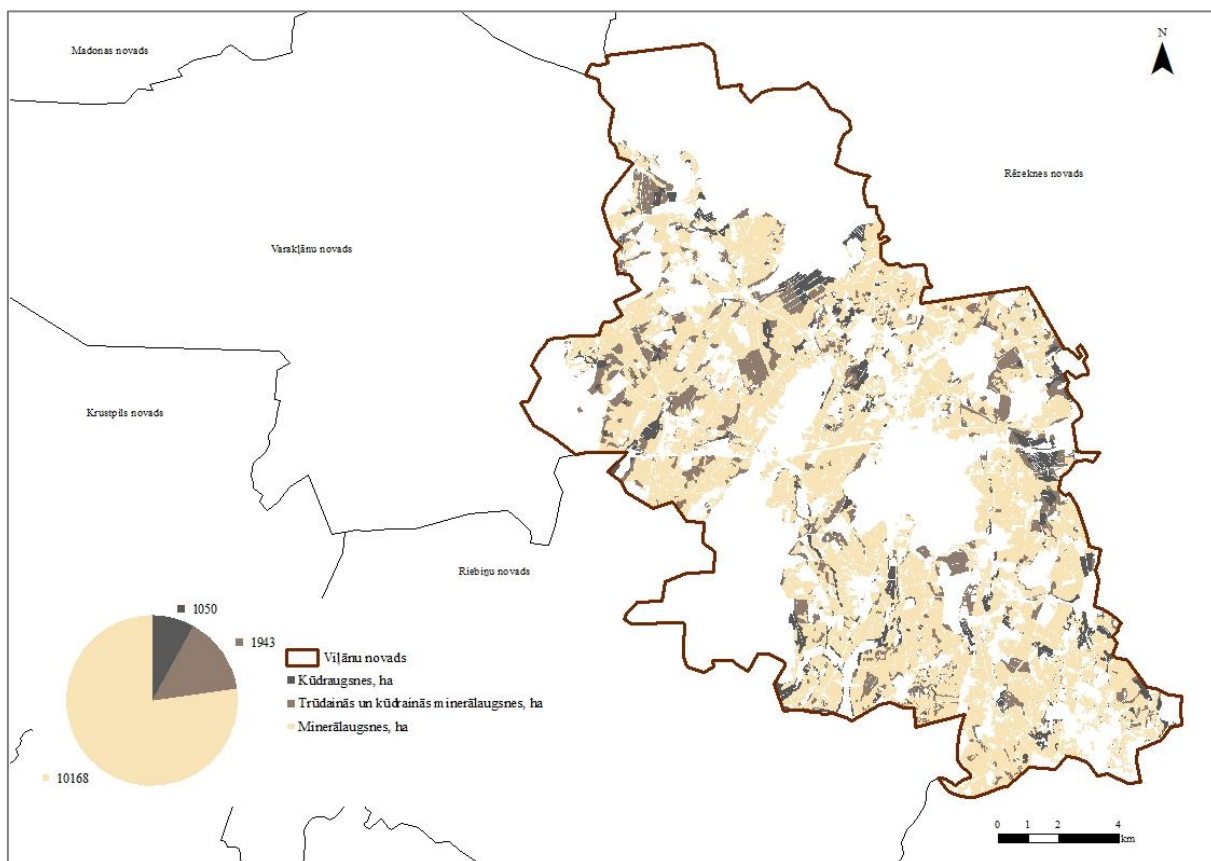
26. attēls. Organisko augšņu izplatība Vecpiebalgas novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



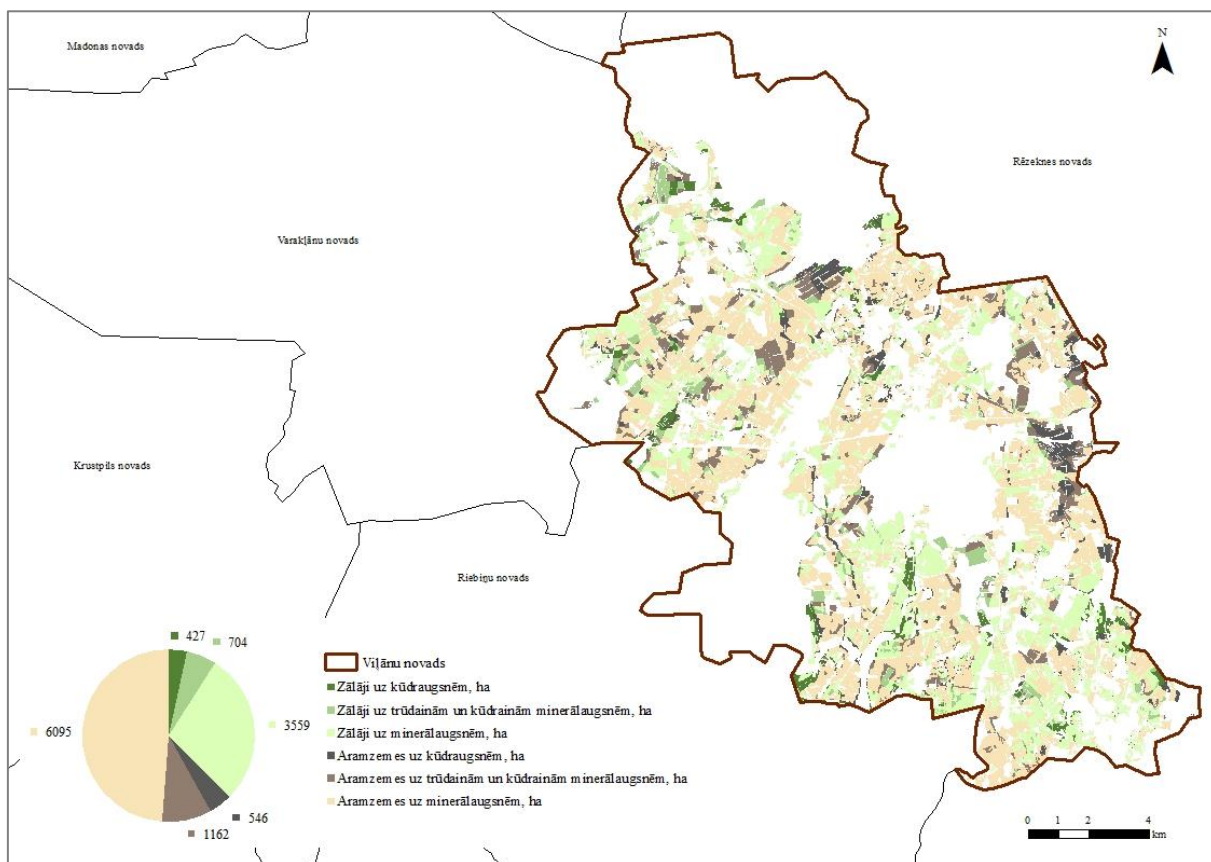
27. attēls. Organisko augšņu izplatība Ventspils novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



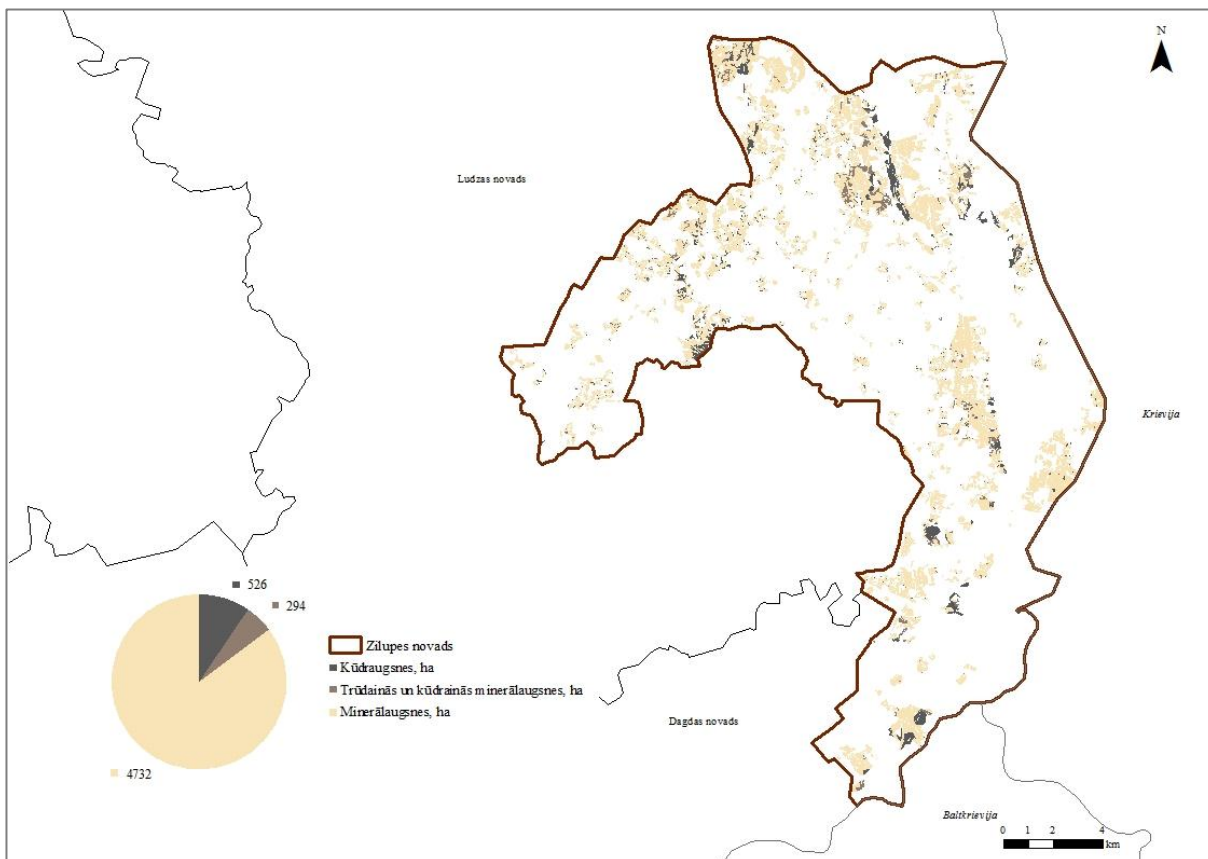
28. attēls. Organisko augšņu izplatība Ventspils novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



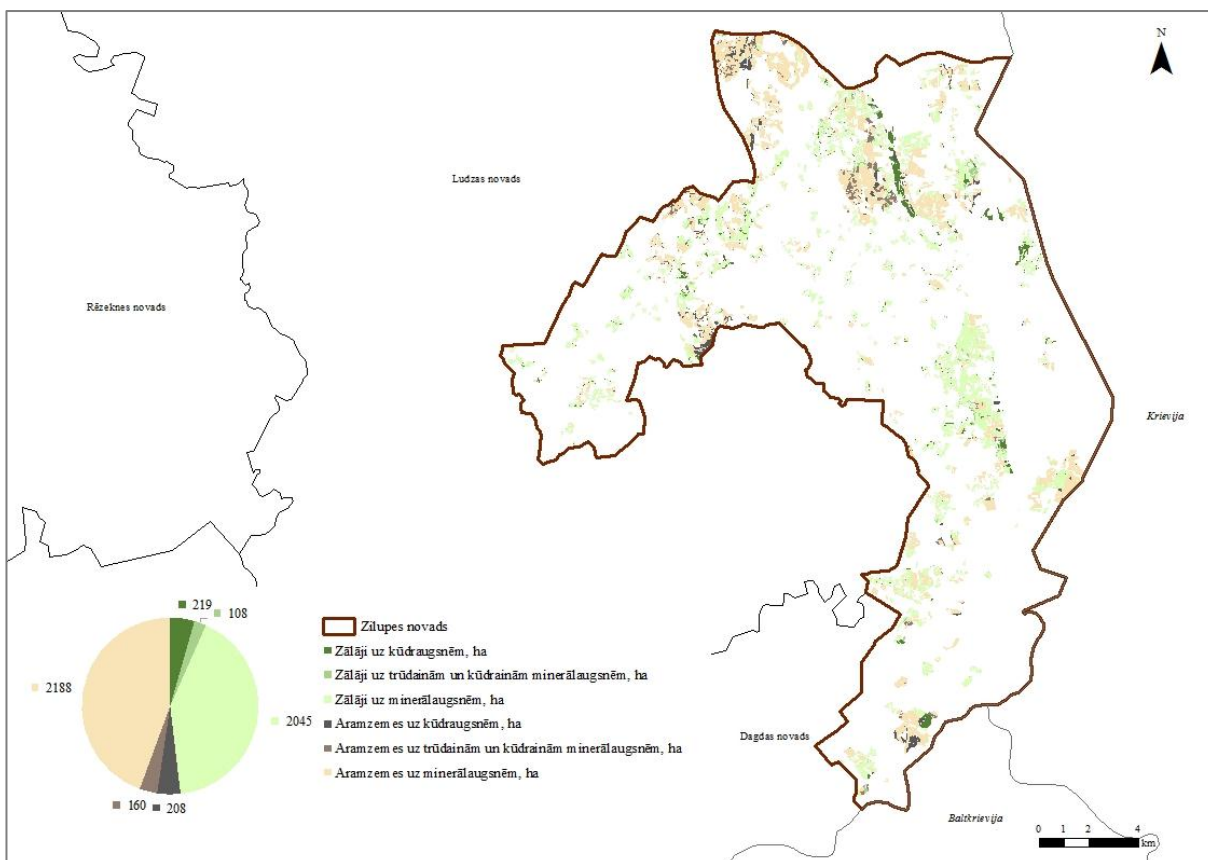
29. attēls. Organisko augšņu izplatība Viļānu novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavojsi autore).



30. attēls. Organisko augšņu izplatība Viļānu novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavojsi autore).



31. attēls. Organisko augšņu izplatība Zilupes novada LAD 2015. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs (sagatavoja autore).



32. attēls. Organisko augšņu izplatība Zilupes novada LAD 2018. gadā lauku blokos iekļautajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs pa zemes izmantošanas veidiem (sagatavoja autore).