Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte

Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultāte

Augsnes un augu zinātņu institūts

Atskaite par 2025. gadu

Projekts Nr. 25-00-S0INZ03-000036

"Integrētas augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izstrāde un aprobēšana augsnes veselīguma ilgtermiņa izmaiņu, kā arī augsnes degradācijas risku apzināšanai un novērtēšanai (S526)"

Projekta zinātniskais vadītājs:

asoc. tenūrprofesors Dr. ģeogr. Raimonds Kasparinskis

Jelgava, 2025

ANOTĀCIJA

Projekta ietvaros 2025. gadā no 01.04.2025.-05.12.2025. tika uzsākta augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izveides metodikas izstrāde atkarībā no augsnes apstākļiem, to ietekmējošiem faktoriem, procesiem un augsnes veselīguma, lai noskaidrotu un novērtētu augsnes degradācijas riska faktorus, pamatojoties uz pieejamās informācijas apkopošanu.
Metodikas izstrādes sākumposmā tika uzsākta šādu uzdevumu izpilde:

1) informācijas un pieejamo datu novērtēšana par augsnes stāvokli un ierīkotajiem izmēģinājumiem atbilstoši ilggadīgā stacionāra shēmai.
2) noteikt un aprobēt kultūraugu ražas veidošanos, kvalitāti un barības elementu aprite atkarībā no augsnes apstākļiem, apstrādes veida un augu maiņas.

No iepriekšējos izmēģinājumos un dažādu pētījumu ietvaros iegūtajām datu kopām ir veikta to ģeotelpiskā analīze un ir izveidota augsnes īpašību noteikšanas metožu informācijas datubāze, kā arī ģeotelpiskā datubāze, kur iekļauta šāda informācija:

- kultūraugi (kopš 2018./2019. gada);
- augu maiņas raksturojums (apsaimniekošanas intensitāte);
- augsnes apstrāde (kopš 2023./2024. gada);
- kvartārģeoloģiskie nogulumi un augsnes cilmieži;
- granulometriskais sastāvs virskārtā un cilmiezī;
- vēsturiskajās kartēs noteiktā zemes kvalitatīvā vērtība (ballēs);
- vēsturiskajās augšņu kartēs (kartēšana veikta 1990.-1991.g.) noteiktie augsnes apakštipi un tipi atbilstoši Latvijas (1987) augšņu klasifikācijai;
- faktiskais augsnes apakštips atbilstoši vēsturiskajai Latvijas augšņu klasifikācijai;
- augsnes apakštips un tips atbilstoši jaunajai (kartēšana veikta 2021.-2023.g.) Latvijas augšņu klasifikācijai (LAK23);
- augsnes atbilstoši FAO WRB (2022) augšņu klasifikācijai;
- pH vērtība (2019. un 2024. gadā);
- fosfora saturs (2019. un 2024. gadā);
- kālija saturs (2019. un 2024. gadā);
- magnija saturs (2019. un 2024. gadā);
- kalcija saturs (2019. gadā);
- organiskās vielas saturs (2019. gadā).

Augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izveides metodikas izstrādi plānots noslēgt 2026. gadā pēc pilnvērtīgas iegūto datu kopu izvērtēšanas.

Projekta izpildītāji:
Raimonds Kasparinskis, Dr. geogr., asociētais tenūrprofesors, projekta zinātniskais vadītājs, (LBTU Augsnes un augu zinātņu institūts);
Madara Misule, Ph.D., vadošā pētniece (LBTU Augsnes un augu zinātņu institūts);
Kristiāna Skutele, Mg. agr., pētniece, (LBTU Augsnes un augu zinātņu institūts);
Baiba Buša, pētniece, Mg. agr., pētniecei, (LBTU Augsnes un augu zinātņu institūts);
Ginta Helmane, Bc. ed., vecākais laborants, (LBTU Augsnes un augu zinātņu institūts)
Madara Engelsone, Bc. agr., stacionāra vadītāja, Bc. agr., (LBTU Mācību un pētījumu saimniecība "Pēterlauki").

SATURS

lpp.

Anotācija

Ievads

1. Augsnes informācijas veidošanās ieskats un nodrošinājums Latvijā 7

2. LBTU Mācību un pētījumu saimniecības "Pēterlauki" augsnes saistīto telpisko datu informācijas raksturojums 11

3. LBTU Mācību un pētījumu saimniecības "Pēterlauki" raksturojums, cilvēka saimnieciskā darbība un zemes lietošanas veidi 13

4. Augsnes veidošanās apstākļi, augsnes daudzveidība, tās ietekmējošie faktori un veidošanās procesi 17

4.1. Kvartārģeoloģiskie nogulumi, augsnes cilmiezis un granulometriskā sastāva daudzveidība 17

4.2. Augsnes daudzveidības raksturojums (homogenitāte un heterogenitāte), tās ietekmējošie faktori un procesi. 21

5.Augsnes telpiskās informācijas un augsnes īpašību noteikšanas metodiskā nodrošinājuma izvērtējums un iespējamie risinājumi augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izveidei 27

Izmantotā literatūra 33

Pielikums

Ievads

Pētījuma projekta ietvaros ir uzsākta integrētas augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izstrāde un aprobēšana augsnes veselīguma ilgtermiņa izmaiņu, kā arī augsnes degradācijas risku apzināšanai un novērtēšanai intensīvas lauksaimniecības apstākļos, lai piemērotu atbilstošus ilgtspējīgus augsnes apsaimniekošanas pasākumus Zemgales līdzenuma etalonteritorijas piemērā LBTU Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātes mācību un pētījumu saimniecībā (MPS) "Pēterlauki" ilgtermiņa pētījumu nodrošināšanai saistībā ar ES Augsnes uzraudzības (monitoringa) un ilgtspējas (noturīguma) direktīvas ieviešanu nākotnē Latvijā.

Nozīmīgs pavērsiens Eiropas Savienības pastāvēšanas vēsturē notika 2025. gada 23. oktobrī, kad Eiropas Parlamentā tika pieņemta Eiropas Padomes un Parlamenta direktīva par "Augsnes monitoringu un noturību" (https://eeb.org/european-parliament-seals-the-deal-of-first-ever-eu-law-on-soils/). Šīs direktīvas mērķis ir izveidot augsnes monitoringu, lai nodrošinātu augsnes veselību un apzinātu un novērstu augsnes degradāciju. Direktīva paredzēs augsnes veselības monitoringu un augsnes veselības novērtēšanu, kā arī ilgtspējīgus augsnes apsaimniekošanas pasākumus (European Commission, 2023b; European Environment Agency, 2024).

Augsnes direktīvā ir apskatīta galvenā problēma, ka pietrūkst visaptveroši, salīdzināmi, Eiropas līmeņa dati par augsnes stāvokli un direktīvas mērķi ir saistāmi ar augsnes veselības monitoringa izveidi un ieviešanu, augsnes stāvokļa uzlabošanu un augsnes apsaimniekošanas principu ieviešanu, cīnīšanos ar piesārņotajām vietām un veikt to apzināšanu. Lielākā daļa ES dalībvalstu ir izveidojušas vienu vai vairākas augsnes monitoringa sistēmas savās valstīs, lai gan šo sistēmu specifika dažādās valstīs atšķiras. Vairākos pētījumos ir uzsvērtas problēmas, kas saistītas ar datu salīdzināšanu un apmaiņu starp augsnes monitoringa sistēmām, vai nu tehnisku neatbilstību dēļ (piemēram, atšķirību izlases stratēģijās, analītiskajās metodēs un datu formātā), bet arī atšķirīgu izmaksu un juridisko prasību dēļ (Morvan et al., 2008; van Leeuwen et al., 2017; Cornu et al., 2023). Pašlaik augsnes monitoringa sistēmu datubāzes visās ES valstīs nav salīdzināmas, sadarbspējīgas vai neatbilst FAIR principiem (atrodams, pieejams, sadarbspējīgs un atkārtoti izmantojams).

Tādēļ šī ilgtermiņa pētījumu projekta ietvaros ir formulēti šādi nozīmīgākie izaicinājumi ilgtermiņa ar augsnes izpēti saistīto starptautisko stratēģiju (piemēram, ES augsnes stratēģija 2030. gadam, ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2030. gadam un Eiropas Zaļā kursa mērķu sasniegšanas izvērtēšanu, ES stratēģiju "No lauka līdz galdam", kā arī dalību "Augsnes misijā") saskaņošanai un ieviešanai, kā arī attiecīgās aktivitātes izpratnes veicināšanā lai rastu risinājumus augsnes veselības aizsardzībā un nodrošināšanā, saistībā ar:

- augsnes apsaimniekošanu un tās ietekmi uz klimata pārmaiņu mazināšanu un pielāgošanos tām, ilgtspējīgu lauksaimniecisko ražošanu un vidi;
- augsnes oglekļa piesaistes veicināšanu klimata pārmaiņu mazināšanai reģionālā līmenī, t.sk. ņemot vērā oglekļa daudzumu (aprēķināšanu);
- zinātniskās kapacitātes un sadarbības stiprināšanu visā Eiropā, ietverot arī jauno augsnes zinātnieku apmācību;
- saskaņotas (harmonizētas) Eiropas augsnes informācijas atbalstīšanu, ietverot starptautiskos ziņojumus;
- augsnes apsaimniekošanas prakšu sekmēšanu, kas veicinātu pielāgošanos klimata pārmaiņām un to mazināšanā;

Līdzšinējās pētījumu iestrādnes kopš 2009. gada MPS "Pēterlauki" ilgtermiņa pētījumu nodrošināšanai ir iekārtots izmēģinājumu stacionārs ar divām augsnes apstrādes sistēmām un trīs augu maiņām, kā arī ir īstenoti vairāki projekti, t.sk. valsts pētījumu programmas. Turklāt ir uzkrātas datu kopas par ilggadīgajiem novērojumiem saistībā ar ziemas kviešu ražu un kvalitāti,

atsevišķos laikos ievākto augsnes agroķīmiskie un fizikālie rādītāji, augu slimību novērojumu informāciju, nezāļu uzskaites datiem, kā arī barības elementu iznesi augu atliekās.

Projekta mērķis: integrētas augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izstrāde un aprobēšana augsnes veselīguma ilgtermiņa izmaiņu, kā arī augsnes degradācijas risku apzināšanai un novērtēšanai intensīvas lauksaimniecības apstākļos, lai piemērotu atbilstošus ilgtspējīgus augsnes apsaimniekošanas pasākumus Zemgales līdzenuma etalonteritorijas piemērā LBTU Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātes mācību un pētījumu saimniecībā "Pēterlauki" ilgtermiņa pētījumu nodrošināšanai saistībā ar ES Augsnes uzraudzības (monitoringa) un ilgtspējas (noturīguma) direktīvas ieviešanu nākotnē Latvijā.

ES tiek īstenota ES augsnes stratēģija 2030. gadam (European Commission, 2021) ar mērķi panākt veselīgas augsnes ekosistēmas līdz 2050. gadam. Šī stratēģija nosaka:

- sistēmu un konkrētas rīcības, lai aizsargātu un atjaunotu augsni un nodrošinātu to ilgtspējīgu izmantošanu;
- vīziju un mērķus, lai līdz 2050. gadam sasniegtu veselīgas augsnes stāvokli, un līdz 2030. gadam ir noteiktas konkrētas rīcības.

ES Augšņu stratēģija ir viens no ES Bioloģiskās daudzveidības stratēģijas 2030 rezultātiem (European Commission, 2021), lai veicinātu Eiropas Zaļā kursa mērķu sasniegšanu (Fetting, 2020; European Commission, 2023a) – veselīgas augsnes ir nozīmīgas klimata neitralitātes sasniegšanai, tīrai aprites un bioekonomikai, lai ierobežotu pārtuksnēšanos un zemes degradāciju, lai novērstu bioloģiskās daudzveidības samazināšanos, nodrošinātu veselīgu pārtikas ražošanu un inovācijas lauksaimniecībā, kā arī aizsargātu cilvēku veselību.

No tā savukārt izriet "Augsnes misija" (angl. - A Soil Deal for Europe), kas balstīta pētniecībā un inovācijās. Augsnes misija atbalsta ES Augšņu stratēģijas īstenošanu, lai rastu risinājumus augsnes veselības aizsardzībā un nodrošināšanā (European Commission, 2021), t.sk. "dzīvo laboratoriju (angl. – Living Labs)" tīkla izveidi.

Eiropas Komisijā ir pieņemta vienošanās saistībā ar ilgtspējīgu oglekļa apriti saskaņā ar stratēģiju "No lauka līdz galdam" (angl. - Farm to Fork Strategy) (European Commission, 2020), izklāstot darbības, kuru mērķis ir iekļaut oglekļa lauksaimniecību kā "zaļu" uzņēmējdarbības modeli ar šādiem galvenajiem pasākumiem:

- Oglekļa lauksaimniecības prakses veicināšanu saskaņā ar Kopējo lauksaimniecības politiku (KLP) un citām ES programmām.
- Pasākumus, kas veicina uzraudzības, ziņošanas un pārbaudes metodoloģiju standartizāciju.

Ņemot vērā augstāk minēto, tad Latvijā ir ļoti būtiski veicināt un stiprināt kapacitāti – administratīvo, finansējuma, cilvēkresursu un pētniecības infrastruktūras, kā arī identificēt datu trūkumu un prioritāro jauno zināšanu nepieciešamību, kā arī pilnveidot uz zinātnes atziņām balstītus ieteikumus augsnes ilgtspējīgas izmantošanas politikas veidošanai Eiropas un reģionālā līmenī.

Šī ilgtermiņa pētījumu projekta ietvaros ir formulēti šādi nozīmīgākie izaicinājumi ilgtermiņa ar augsnes izpēti saistīto starptautisko stratēģiju saskaņošanai un ieviešanai, kā arī attiecīgās aktivitātes izpratnes veicināšanā saistībā ar:

- augsnes apsaimniekošanu un tās ietekmi uz klimata pārmaiņu mazināšanu un pielāgošanos tām, ilgtspējīgu lauksaimniecisko ražošanu un vidi;
- augsnes oglekļa piesaistes veicināšanu klimata pārmaiņu mazināšanai reģionālā līmenī, t.sk. ņemot vērā oglekļa daudzumu (aprēķināšanu);
- zinātniskās kapacitātes un sadarbības stiprināšanu visā Eiropā, ietverot arī jauno augsnes zinātnieku apmācību;
- saskaņotas (harmonizētas) Eiropas augsnes informācijas atbalstīšanu, ietverot starptautiskos ziņojumus;

- augsnes apsaimniekošanas prakšu sekmēšanu, kas veicinātu pielāgošanos klimata pārmaiņām un to mazināšanā;

Līdzšinējās pētījumu iestrādnes LBTU mācību un pētījumu saimniecībā "Pēterlauki" ilgtermiņa pētījumu nodrošināšanai.

MPS "Pēterlauki" 2009. gadā ir iekārtots izmēģinājumu stacionārs ar divām augsnes apstrādes sistēmām un trīs augu maiņām.

Līdz šim realizētie projekti ilggadīgajā izmēģinājumu stacionārā:

1. VPP-5.3.1. (Nr.VP26) "Vietējo lauksaimniecības resursu ilgtspējīga izmantošana paaugstinātas uzturvērtības pārtikas produktu izstrādei" (PĀRTIKA) 3.1. apakšprojekts "Augsnes kā galvenā resursa ilgtspējīga izmantošana drošu un kvalitatīvu pārtikas un lopbarības izejvielu ieguvei no plašāk audzētajām laukaugu sugām". Projekta īstenošanas laiks 2010.–2013. gads.
2. VPP AgroBioRes "Lauksaimniecības resursi ilgtspējīgai kvalitatīvas un veselīgas pārtikas ražošanai Latvijā", 1. daļa Augsne "Augsnes ilgtspējīga izmantošana un mēslošanas risku mazināšana".
3. LR Zemkopības ministrijas subsīdijas, projekts "Minimālās augsnes apstrādes ietekme uz augsnes auglības saglabāšanu, kaitīgo organismu attīstību un izplatību, ražu un tās kvalitāti bezmaiņas sējumos".
4. Latvijas Lauksaimniecības universitātes pētniecības programma "Zinātnes kapacitātes stiprināšana LLU". Projekts Nr. Z33 "Augsekas produktivitāte atkarībā no ziemas kviešu īpatsvara tajā un augsnes apstrādes paņēmiena".
5. ESF projekts ES32 – "LLU pāreja uz jauno doktorantūras finansēšanas modeli".

Uz ilggadīgā izmēģinājuma stacionāra bāzes izstrādāti vairāk kā 50 studiju noslēguma darbi šādās tēmās:

- augsnes apstrādes sistēmas un augu maiņas ietekme uz augsnes organiskā oglekļa uzkrāšanos;
- nezāļu populācijas ziemas kviešos;
- ziemas kviešu slimību attīstība;
- barības elementu akumulācija;
- augsnes agrofizikālās īpašības;
- kviešu un citu augu maiņās pētīto laukaugu ražas veidošanās un kvalitāte, u.c.

Izstrādāti divi promocijas darbi:

- Gailis J. (2018). Skrejvaboles (Coleoptera: Carabidae) kā integrētās augu aizsardzības indikatori kviešu sējumos.
- Misule M. (2024). Augu maiņas produktivitāte atkarībā no ziemas kviešu īpatsvara tajā un augsnes apstrādes sistēmas.

Uzkrātas datu kopas par ilggadīgajiem novērojumiem saistībā ar ziemas kviešu ražu un kvalitāti, atsevišķos laikos ievākto augsnes agroķīmiskie un fizikālie rādītāji, augu slimību novērojumu informācija, nezāļu uzskaites dati, barības elementu iznese augu atliekās.

1.Augsnes informācijas veidošanās ieskats un nodrošinājums Latvijā

Augsne, saskaņā ar Latvijā tradicionāli izstrādāto kartēšanas koncepciju, ir uzskatāma kā raksturīgs zemes virsējās kārtas dabas ķermenis, kas uztur augus un kurai piemīt īpašības, kas izriet no klimata un dzīvo būtņu integrētā efekta, kas iedarbojas uz cilmiezi un kuru nosaka reljefs, kā arī augsnes attīstība laika gaitā (Boruks et al., 2002; Karklins, 2005). Sakarā ar to, ka cilvēka faktors un saimnieciskā darbība ievērojami ietekmēja atsevišķo augsnes tipu agroķīmiskās īpašības, tad augsnes iekultivēšanas pakāpes noteikšana izvirzījās kā viens no Latvijas augšņu kartēšanas pamatprincipiem. Augšņu kartēšanas pamatā bija to klasifikācija – augšņu sistematizācija jeb iedalīšana noteiktās vienībās, nosakot to hierarhiju (Boruks et al., 2002).

Vēsturiski izveidojās, ka Latvijā bija spēkā ģenētiskā augsnes klasifikācijas sistēma, par kuras pamatvienību bija pieņemts augšņu tips, kas tālāk tika iedalīts apakštipos. Turklāt augsnes tipu noteica augsnes veidošanās apstākļi un veidošanās procesā radušās īpašības, augsnes profila uzbūves līdzība, organisko vielu veidošanās un sadalīšanās gaita, vienveidība auglības veidošanas un uzturēšanas procesā. Augsnes apakštips veidojās tipa robežās un aptvēra augšņu grupu, kas atšķīrās no citām grupām ar valdošā procesa izpausmes stiprumu. Tipa un apakštipa robežās noteica arī augsnes paveidu – augsnes kontūru ar vienveidīgu mehānisko sastāvu (mālu, smilšmālu, mālsmilti, smilti, granti vai arī piederību pie kūdras augsnēm) (Boruks et al., 2002).

Augsnes mehāniskā sastāva pārbaudei neskaidrību gadījumos veica augsnes analīzes, nosakot augsnes paraugos cietās fāzes daļiņu granulometrisko sastāvu pēc māla un smilts daļiņu procentuālā sastāva (Boruks et al., 2002).

Liela mēroga (M 1:10 000) augsnes kartēšana un zemes kvalitatīvā vērtēšana Jelgavas rajonā ir veikta 3 kārtās šādos laika periodos: 1960.-1967.; 1971.-1978.; 1990. (Karklins, 2005).

Piemēram, pirmās kārtas laikā tika veikta visu lauksaimniecībā izmantojamo zemju augsnes kartēšanu un zemes vērtēšanu, izgatavojot kā kolhozu un padomju saimniecības augsnes kartes, tā arī zemes vērtēšanas kartes mērogā 1:10 000. Sagatavoja arī augsnes izpētes un zemes vērtēšanas darbu aprakstus (Boruks et al., 2002). Jāņem vērā, ka laika gaitā ir attīstījusies un mainījusies arī Latvijas augšņu klasifikācija.

Galvenās līdz šim Latvijā darbojošās augšņu klasifikācijas sistēmas:

- Augsnes tipu un apakštipu saraksts (1952. gada izdevums). Augšņu saraksts tika izmantots Latvijas augšņu kartēšanas pirmās kārtas un zemes vērtēšanas darbos 1959. – 1968. gadā;
- 1981. gadā tika sastādīts jauns Latvijas augšņu sistemātiskais saraksts, kas zināmā mērā tika saskaņots ar Igaunijas, Lietuvas un Baltkrievijas augsnes pētniekiem. To izmantoja Latvijā veicamajiem augšņu kartogrāfijas, uzskaites un zemes vērtēšanas darbiem. Šajā augšņu sarakstā tika ietverti augšņu tipi, kas bija izplatīti lauksaimniecībā izmantojamās platībās. Atbilstoši šim sarakstam līdz pat 1990. gadam tika veikta LIZ augšņu lielmēroga (1:10 000) kartēšana. 1987. gadā šo sarakstu nedaudz precizēja, gan atsevišķi nodalot dažus augšņu apakštipus, gan arī redakcionāli uzlabojot augšņu nosaukumus. Šo sarakstu institūts "Zemesprojekts" apstiprināja, par pielietojamu turpmākajiem augšņu inventarizācijas darbiem (Tehniskie norādījumi…, 1987);
- 1994. gadā Latvijas Augsnes pētnieku biedrības izveidotā Latvijas augšņu klasifikācija (Kārkliņš u.c., 2009), kas pirmo reizi vienotā sistēmā iekļauj visas Latvijas augsnes – LIZ, mežu zemes, dabiskos biotopus, antropogēnās teritorijas. Atbilstoši šai augšņu klasifikācijai kopš tās izstrādes brīža notiek studentu apmācība Latvijas augstskolās (LU, LBTU). Sakarā ar dažiem uzlabojumiem, šo klasifikācijas sistēmu mēdz apzīmēt par Latvijas augšņu klasifikatoru 2008 (Nikodemus u.c., 2023).

Iepriekšminētās trīs sistēmas salīdzinoši labi korelē savā starpā, jo ir veidotas, balstoties uz vienotu koncepciju un taksonu nodalīšanas principiem. Tāpēc ir iespējams izstrādāt

aptuvenas taksonu pielīdzināšanas tabulas, piemēram, 1952. vai 1987. gada saraksta pielīdzināšanai 2008. gada klasifikatoram, vai arī 1952. un 1987. gada klasifikācijas taksonu salīdzinājums, kuru izmantoja Valsts Zemes dienests vēsturisko augšņu karšu aktualizācijai.
Starptautiskā augšņu klasifikācijas sistēma PAK (saīsinājums angļu valodā - WRB) Latvijā pakāpeniski sāka ieviesties pēc 1995. gada, kad tika publicēta attiecīga mācību grāmata (Kārkliņš, 1995), kā arī šo sistēmu lietoja dažādu pētniecisko projektu (sevišķi starptautisko) augšņu aprakstos.

WRB tiek pieskaitīta tai augšņu klasifikāciju grupai, kuras mēdz saukt par morfoloģiskām jeb uz augsnes morfoloģiju balstītām. Tā kā WRB ir domāta kā vienota sistēma visu pasaules augšņu iedalījumam, tad ģenēzes procesus pilnvērtīgi izvērtēt nav iespējams, jo tie ir ļoti specifiski dažādās augšņu–klimatiskajās zonās. Tāpēc augšņu taksonu nodalīšana galvenokārt notiek, balstoties uz morfoloģiski konstatējamām pazīmēm, pieņemot, ka daudzas no tām ir augsnes ģenēzes rezultāts. Morfoloģisko pazīmju definēšana, izplatība un intensitāte ir rūpīgi kategorizēta, un to identifikācija ir kvantitatīvi izsakāma. Papildus morfoloģiskajām pazīmēm tiek izmantoti arī analītiski nosakāmi ķīmiskā sastāva un fizikāli ķīmisko īpašību rādītāji. Pamatojoties uz morfoloģisko un ķīmisko rādītāju spektru, tiek nodalītas tā sauktās augšņu pamatgrupas (*reference soil groups – RSG*). Kopumā visas pasaules augšņu raksturošanai tādas ir 32, taču Latvijā sastopamās – 17 (Nikodemus u.c., 2023)..

Augšņu pamatgrupu tālāk raksturo ar apzīmētājiem, kurus noteiktā secībā pievieno pirms RSG un pēc tām, un kuri arī ir precīzi definēti. Veidojas augsnes nosaukums, kura iespējamo apzīmētāju skaits var sasniegt pat 7 – 10. Ar to palīdzību konkrētās augsnes nosaukumā tiek iekļauta detalizēta informācija par šo augsni. Sistēma neveido hierarhiju. Tāpēc veidojas gari augšņu nosaukumi, kā arī grūti izveidot datorizētu sistēmu augšņu nosaukumu reģistrācijai, kā arī datu apstrādei (Nikodemus u.c., 2023)..

Ja salīdzina Latvijas augšņu klasifikācijas sistēmas ar WRB, tad var teikt, ka Latvijas sistēmas labāk raksturo augšņu specifiku tieši šajā reģionā. Augšņu taksonu var labāk saistīt ar konkrētās augsnes specifiskām saimnieciski svarīgām īpašībām, ražošanas potenciālu. Labāka sapratne, protams, veidojas arī tāpēc, ka šie taksoni jeb augšņu grupējuma vienības ir ilgstoši atradušies "apgrozībā", ir daudzpusīgi pētīti, ir atrodama plašāka informācija par tiem, tie dod labāku priekšstatu par šādas augsnes piemērotību konkrētām darbībām, augsnes noderīgumu lauksaimniecībai, mežsaimniecībai u.tml. Taču šīs augšņu klasifikācijas kopumā, kā arī to taksonu nosaukumi nav pielietojami ārpus Latvijas robežām. Šīm sistēmām trūkst starptautiskās dimensijas (Nikodemus u.c., 2023).

Būtiski pieminēt, ka augsnes datu telpiskās informācijas harmonizācija tika veikta līdz ar vēsturisko augšņu karšu un zemes kvalitatīvās vērtības (novērtējuma) digitalizāciju laika periodā no 2014.-2016. gadam Eiropas Ekonomikas zonas finanšu instrumenta 2009.-2014. gada perioda programmas "Nacionālā klimata politika" projekta "Nacionālās sistēmas pilnveidošana siltumnīcefekta gāzu inventarizācijai un ziņošanai par politikām, pasākumiem un prognozēm" zinātniskais pētījuma projekts "Ilgtspējīga zemes resursu pārvaldības veicināšana, izveidojot digitālu augšņu datubāzi" ietvaros, kā rezultātā digitalizētās datu kopas ir nodotas Latvijas ģeoportālā (https://geolatvija.lv/geo/).

Savukārt no 2021.-2024. gadam Norvēģijas finanšu instrumenta 2014.-2021. gada perioda programmas "Klimata pārmaiņu mazināšana, pielāgošanās tām un vide" iepriekš noteiktā projekta "Ilgtspējīgas augsnes resursu pārvaldības uzlabošana lauksaimniecībā" (E2SOILAGRI) ietvaros ir veikta (Nikodemus u.c., 2023):

- nacionālas augsnes klasifikācijas sistēmas izstrāde, sagatavojot un aprobējot "Augšņu noteicēju" jeb Latvijas augšņu klasifikāciju (LAK2023);
- "Norādījumi (vadlīnijas) augšņu diagnostikai un aprakstīšanai" sagatavošana, kas satur augsnes diagnostisko pazīmju un īpašību raksturojošo kritēriju noteikšanas metodiku un vadlīnijas augsnes aprakstīšanai, noteikšanai, paraugu ievākšanai un analīžu veikšanai.

- “Augsnes kartēšanas metodiku izstrāde lauksaimniecībā izmantojamās zemēs” sagatavojot šādus materiālus:
    - Augsnes aprakstīšanas, klasificēšanas un kartēšanas metodika mērogā 1:10 000;
    - Sagatavoti augšņu profilu dati un datubāze, ar datiem no 225 dziļrakumiem;
    - Pārskats, kurā tiek novērtēti iegūtie rezultāti salīdzinājumā ar vēsturiskajiem augsnes dziļrakumiem un sniegts atzinums par vēsturisko dziļrakumu izmantošanu jaunai Latvijas augšņu kartēšanas kārtai;
    - Pārskats par priekšlikumiem Latvijas augšņu klasifikācijas, kartēšanas metodikas un rakumu aprakstīšanas pilnveidošanai;
    - Divu pilotteritoriju (Jelgavas novadā Platones pagastā un Vecpiebalgas novada Taurenes pagasta) augšņu karšu datu slānis atbilstoši Latvijas un PAK (WRB2022) klasifikācijas sistēmām mērogā 1 : 10 000;
    - Vadlīnijas augsnes datu ievākšanai, kartēšanai un datu pēcapstrādei;
    - Izmaksu novērtējums augšņu kartēšanai Latvijā mērogā 1:10 000, 1:50 000, 1:100 000 (Nikodemus u.c., 2023).

Jaunizstrādātajā Latvijas augšņu klasifikācijā ir mēģināts rast kompromisu starp Latvijas vēsturisko augšņu klasifikāciju, kādu lietoja iepriekšējā augšņu kartēšanas gaitā (1960 – 1992), kas atspoguļojas esošajās augšņu kartēs, kā arī starptautiski lietoto sistēmu – WRB (World Reference Base for Soil Resources) (turpmāk tekstā PAK2022).
Jaunizstrādātā Latvijas augšņu klasifikācijas sistēma satur divu līmeņu informāciju. Pirmo līmeni veido 12 augšņu tipi, bet otro līmeni veido apakštipi, kas katrā līmenī atšķiras.
Kartēšanas nolūkiem ir arī sagatavota vienkāršota un modificēta PAK klasifikācijas 2022.gada versija (IUSS Working Group WRB, 2022). Šajā versijā kritēriju formulējumi ir vienkāršoti, atstājot situācijas, kuras ir būtiskas Latvijas lauksaimniecības zemes kvalitātes raksturošanai.
Augšņu klasificēšana gan LAK2023, gan PAK2022 sistēmu ietvaros notiek balstoties augsnes informācijā, kas iegūta no augsnes un tās dziļāko slāņu izpētes. Augšņu informāciju veido gan diagnostikai nepieciešamo pazīmju un kritēriju noteikšana lauka apstākļos, gan laboratorijā noteiktās augsnes fizikālās un ķīmiskās metodes (Nikodemus u.c., 2023).

Loģiski, pilnīga harmonizācija un sistēmu savietojamība nav panākama. Turklāt jāņem vērā, ka Latvijā pašlaik esošā augsnes informatīvā bāze (vēsturiskās augšņu kartes, dziļrakumu apraksti, publikācijas) arī nav viendabīga, jo laika gaitā augšņu klasifikatori ir mainīti, papildināti, rediģēti. Latvijā līdz šim nav bijis vienota normatīvā regulējuma, kādā formātā ir jāuzkrāj augšņu informācija, un jāklasificē augsnes. Arī LIZ lielmēroga augšņu kartēšanā iepriekš pieminētais 1987. gada institūta “Zemesprojekts” augšņu saraksts laika gaitā ir vairākkārtīgi modificēts, balstoties uz nepublicētiem, institūta (un tā pēcteča – Valsts Zemes dienesta) iekšēji izdotajiem rīkojumiem. Tāpēc arī Vēsturiskajā augšņu informācijas datu bāzē parādās dažādas augšņu nosaukumu modifikācijas. Atsevišķi augšņu apakštipi laika gaitā ir apvienoti lielākās grupās, taču tie parādās arī neapvienotā veidā, un savukārt cits apakštips ir sadalīts vēl detalizētāk, tādējādi radot dažādas augšņu nosaukumu variācijas (Nikodemus u.c., 2023).

Arī starptautiskā sistēma WRB savā pastāvēšanas laikā ir izgājusi vairākas transformācijas. 1994. gadā tiek veidots darba eksemplārs, kuru publicē apspriešanai. 1998. gadā publicē pirmo oficiālo versiju, kuru Starptautiskā Augsnes zinātnes biedrība savā 16. kongresā Monpeljē (Francija) akceptēja kā starptautiski izmantojamu. Savukārt 2001., 2006. un 2014. gadā tiek publicēti labojumi un papildinājumi. Visbeidzot 2022. gadā klajā nāk atjaunots izdevums. Tāpēc augšņu taksonu nodalīšanas kritēriji un nosaukumi zināmā mērā var mainīties starp šiem publicējumiem. Kas nodrošina datu stabilitāti un homogenitāti? Tā ir augšņu diagnostikas, apraksta, lietoto analītisko metožu un rezultātu interpretācijas vienveidība. Tas nozīmē, ka augsnes datu ieguves procesā jāizmanto tādas metodes un procedūras, kādas tiem tiek lietotas starptautiski (Nikodemus u.c., 2023).

Šis ir viens no sarežģītākajiem jautājumiem augšņu datu ieguves un interpretācijas jomā. Līdzšinējās tā sauktās vēsturiskās augšņu kartes, kā arī visa augšņu informācija līdz pagājušā gadsimta 90-tajiem gadiem un daļēji arī pēc tam, ir balstīti uz diagnostikas un analītiskajām metodēm, kādas kādreiz oficiāli bija atzītas bijušajā PSRS. Tāda svarīga augšņu īpašība kā granulometriskais sastāvs tika noteikta pēc būtiski atšķirīgas metodes, tāpēc to pielīdzināt starptautiskai shēmai praktiski nav iespējams. Mazāk tas attiecas arī uz citām augsnes īpašībām, piemēram, organiskā oglekļa un uz tā bāzes – augsnes organisko vielu satura noteikšanu u.c.
Loģisks risinājums šīs problēmas novēršanai ir turpmākajā darbībā konsekventi pieturēties pie starptautisko metožu pielietošanas, kuras ir aprakstītas šī projekta vadlīnijās. Izmantojot vēsturiskos datus, skaidri jānorāda, ka šo informāciju nevar mehāniski attiecināt uz mūsdienās esošo, vai arī nedrīkst pieļaut veco un jauno datu apkopošanu vienotā masīvā (Nikodemus u.c., 2023).

Vēsturiskie augšņu datu apkopojumi nesatur arī virkni citu augšņu īpašību raksturlielumu, bez kuriem nav pielietojamas starptautiskās datu apstrādes sistēmas. Tāpēc turpmākajā augšņu izpētes, tajā skaitā kartēšanas darbā, šīs īpašības ir jādiagnosticē un jāreģistrē, veidojot attiecīga satura datu kopas. Parametri, kurus nepieciešams reģistrēt, kā arī norādījumi kā to veikt, ir doti augsnes diagnostikas un apraksta vadlīnijās. Šāda veida informācija par Latvijas LIZ augsnēm dod iespēju veikt virkni darbību, kas vispusīgi raksturo konkrētās vietas ražošanas apstākļus un potenciālu, vides riskus, monitorē augsnes resursu ilgtspējīgu izmantošanu u.tml. Taču arī vēsturiskie augšņu dati, augšņu kartes, dziļrakumu apraksti ir vērtīgs informācijas avots, lai uz to bāzes konstruētu jaunveidojamo augšņu karšu poligonus, izpētes vietu lokalizāciju. Tikai "veco" un "jauno" datu apstrādei un interpretācijai ir jānotiek nodalīti, ņemot vērā konkrētās sistēmas kritērijus. (Nikodemus u.c., 2023).

Jāpiemin, ka bez augšņu informācijas, vēsturisko dziļrakumu datos atrodama arī informācija par granulometrisko sastāvu un karbonātu dziļumu. Augsnes granulometriskais sastāvs vēsturiskajās kartēs ir noteikts pēc N. Kačinska metodes (Kačinskis, 1943), bet projekta ietvaros lietota FAO atzītā metode (FAO, 1990). Abas šīs metodes izmanto atšķirīgus kritērijus gan daļiņu izmēru noteikšanai, gan arī pieeju granulometriskā sastāva grupas/ klases nodalīšanai. Atbilstoši N. Kačinska metodei, augsnes granulometriskā sastāva grupu definēja balstoties uz tā sauktā fizikālā māla (augsnes daļiņas, kuru izmēri ir mazāki par 0,01 mm) īpatsvaru augsnes smalkzemē (augsnes frakcija, ar individuālo daļiņu izmēru < 1.00 mm) . Kopumā tika izdalītas 14 augšņu granulometriskā sastāva grupas.
Projekta laikā lietotā granulometriskā sastāva grupu izdalīšana balstās uz māla (0,002 mm), putekļu (0,002 – 0,063 mm) un smilts (0,063 – 2,0 mm) daļiņu relatīvo masu attiecību. Izdala 13 augsnes granulometriskā sastāva grupas, papildus smaga mālsmilts, mālsmilts un smilts grupām var izdalīt apakšgrupas balstoties uz smilts izmēra daļiņu apakšiedalījumu (Kārkliņš, 2008).
Atsevišķi tiek izdalīts dolomīts (D) – augsnes, kuru granulometrisko sastāvu galvenokārt veido 3 mm rupja un rupjāka frakcija, kā arī ļoti rupja smilts (1.00 - 2.00 mm) un grants – > 2.00 mm frakcija. Kūdra, kā augsnes daļiņu fizikālā stāvokļa raksturotājs, tiek izdalīta balstoties uz citiem principiem, nevis no šeit aprakstītā iedalījuma atbilstoši daļiņu izmēriem.
Atšķirība starp akmeņainu un putekļu smilšmālu un mālsmilti:

- akmeņains – nesašķiroti morēnas nogulumi, vērojami augsnes skeleta fragmenti vai augsnē var sataustīt sīkus akmentiņus;
- putekļu – ledāja kušanas ūdeņu sašķiroti nogulumi (baseinu nogulumi), augsnē skeleta fragmentu nav, akmentiņus sataustīt nevar. Augsnes smalkzemes (< 1.00 mm) sastāvā ir liels putekļu daļiņu (0.001 – 0.05 mm) īpatsvars.

Brīvos karbonātus gan vēsturisko karšu izstrādes posmā, gan projekta ietvaros nosaka līdzīgi – uz lauka vizuāli novērojot reakciju ar 10% HCl šķīdumu. Fiksēts tiek karbonātus saturoša materiāla dziļums (Nikodemus u.c., 2023).

2.LBTU Mācību un pētījumu saimniecības "Pēterlauki" augsnes saistīto telpisko datu informācijas raksturojums

Izmantojot programmatūru ArcGIS Pro, tika veikta pieejamo datu (1. tabula) ģeotelpiskā analīze un izvērtējums (1. attēls).

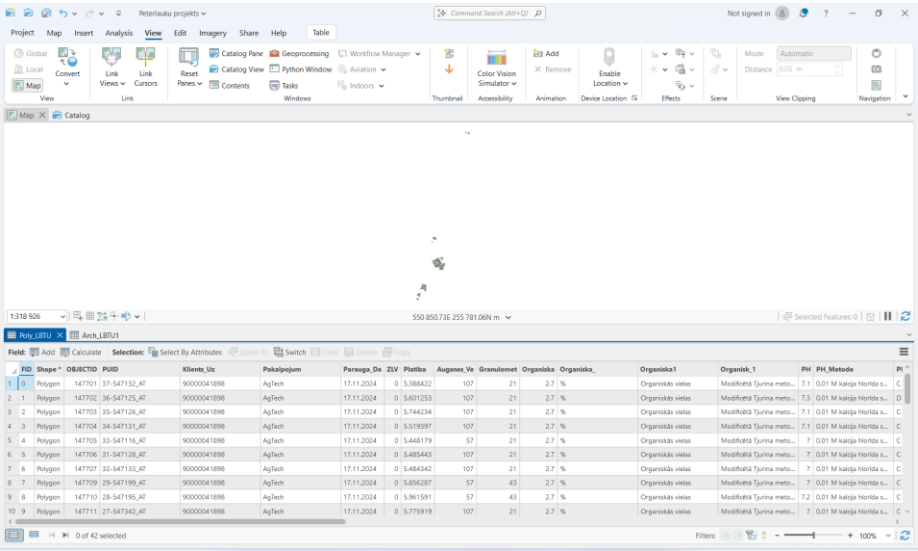
1.tabula

LBTU MPS "Pēterlauki" telpisko datu pieejamības raksturojums

Telpisko datu raksturojums	Datu pieejamība/avots
LBTU MPS "Pēterlauki" kontūras	Geoface platforma. https://www.geoface.com/lv/
Augsnes apstrādes veids	Geoface platforma. https://www.geoface.com/lv/
Lauku bloki; Lauki	Lauku atbalsta dienesta WMS serveri: https://karte.lad.gov.lv/arcgis/services/lauki/MapServer/WMSServer https://karte.lad.gov.lv/arcgis/services/lauku_bloki/MapServer/WMSServer
Augsnes īpašību dati	Valsts augu aizsardzības dienesta rīcībā esošā datu kopa
Vēsturiskie augšņu telpiskie dati (augšņu tipi, apakštipi, granulometriskā sastāva grupas, zemes kvalitatīvā vērtība ballēs)	Vēsturiskās augšņu kartes: https://geolatvija.lv/main?geoproduct=open&geoProductId=289
Augšņu punktu dati atbilstoši Latvijas jaunajai un FAO WRB augšņu klasifikācijai	LAK 23 un WRB klasifikācija Platones pagasta teritorijā (17 dziļrakumi atrodas LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijā): https://data.gov.lv/dati/dataset/platones-un-taurenes-pagastu-augsnes-dzilrakumi
Augšņu telpiskie dati atbilstoši Latvijas jaunajai un FAO WRB augšņu klasifikācijai	https://data.gov.lv/dati/lv/dataset/augsnes-karte1
Kvartārģeoloģiskie nogulumi; Topo 1:10 000 ar reljefa ēnojumu un horizontālēm; Horizontāles; Reljefa modelis ar horizontālēm; Digitālais reljefa modelis; Digitālais virsmas modelis; Gruntsūdeņu modelis mālainiem nogulumiem; Gruntsūdeņu modelis smilšainiem nogulumiem; Ortofoto 7.cikls	LVM GEO WMS serveris: https://lvmgeoserver.lvm.lv/geoserver/public/wms? https://lvmgeoserver.lvm.lv/geoserver/ows?service=wms&version=1.3.0&request=GetCapabilities&layer=public:OrtoNGR_7cikls

No iepriekšējos izmēģinājumos un dažādu pētījumu ietvaros iegūtajām datu kopām ir veikta to ģeotelpiskā analīze un ir izveidota augsnes īpašību noteikšanas metožu informācijas datubāze, kā arī ģeotelpiskā datubāze, kur iekļauta šāda informācija:

- kultūraugi (kopš 2018./2019. gada);
- augu maiņas raksturojums (apsaimniekošanas intensitāte);
- augsnes apstrāde (kopš 2023./2024. gada);
- kvartārģeoloģiskie nogulumi un augsnes cilmieži;
- granulometriskais sastāvs virskārtā un cilmiezī;
- vēsturiskajās kartēs noteiktā zemes kvalitatīvā vērtība (ballēs);
- vēsturiskajās augšņu kartēs (kartēšana veikta 1990.-1991.g.) noteiktie augsnes apakštipi un tipi atbilstoši Latvijas (1987) augšņu klasifikācijai;
- faktiskais augsnes apakštips atbilstoši vēsturiskajai Latvijas augšņu klasifikācijai;
- augsnes apakštips un tips atbilstoši jaunajai (kartēšana veikta 2021.-2023.g.) Latvijas augšņu klasifikācijai (LAK23);
- augsnes atbilstoši FAO WRB (2022) augšņu klasifikācijai;
- pH vērtība (2019. un 2024. gadā);
- fosfora saturs (2019. un 2024. gadā);
- kālija saturs (2019. un 2024. gadā);
- magnija saturs (2019. un 2024. gadā);
- kalcija saturs (2019. gadā);
- organiskās vielas saturs (2019. gadā).



1.attēls. **Ģeotelpisko datu analīze un datubāzes izveide ArC GIS Pro programmā**

Augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izveides metodikas izstrādi plānots noslēgt 2026. gadā pēc pilnvērtīgas iegūto datu kopu izvērtēšanas.

3.LBTU Mācību un pētījumu saimniecības "Pēterlauki" raksturojums, cilvēka saimnieciskā darbība un zemes lietošanas veidi

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes (LBTU) Mācību un pētījumu saimniecība (MPS) "Pēterlauki" atrodas Jelgavas novadā, Platones pagastā, Pēterlaukos (56.543677, 23.722352). Mācību un pētījumu saimniecība ir dibināta 1993. gadā, kā Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātes (iepriekš Lauksaimniecības fakultātes) struktūrvienība. Saimniecības sastāvā ietilpst arī Jelgavas novadā, Cenu pagastā esošais Zirgkpības mācību centrs (ZMC) "Mušķi". Kopā saimniecība apsaimnieko ap 318 ha. Lielākā daļa no platībām atrodas tuvu saimniecībai, bet daļa lauku ir izvietoti pie ZMC "Mušķi" un daži lauki ir Jaunsvirlauku pagasta teritorijā pie Lielupes. Zemes lietošanas veidus galvenokārt nosaka augsnes īpašības un augsnes auglība, jo pēc lietošanas veida (skat. 2. tab.), lielāko daļu (83%) no platībām aizņem tīrumi, kuros audzē dažādus graudaugus un pākšaugus, iekaitot eļļas augu audzēšanu. Šo teritoriju telpiskā izplatība galvenokārt ir saistīta ar relatīvi smagāka granulometriskā sastāva augsnēm. Neatņemams zemes lietošanas veids saistībā ar relatīvi nabadzīgākām augsnēm, kas veidojušās uz viegla granulometriskā sastāva cilmieža ir dabiskās pļavas un ganības, kas atrodas pie ZMC "Mušķi", kuras izmanto siena ieguvei un zirgu ganīšanai.

2.tabula

LBTU MPS "Pēterlauki" apsaimniekoto platību iedalījums pēc lietošanas veida

Zemes lietošanas veids	Platība	
	ha	**%**
tīrumi	263.35	83
dabiskās pļavas un ganība	39.63	13
ilggadīgie zālāji	4.58	1
kultivētie zālāji	9.53	3
Saimniecības kopplatība	**317.04**	**100**

Izvērtējot sējumu struktūru, tad vidēji saimniecībā 65% no tīrumiem aizņem graudaugu audzēšana, 15% eļļas augu audzēšana, 8% pākšaugu audzēšana un atlikušajās platībās ir kultivētie zālāji un papuves.

Pamatā tiek izmantota tradicionālā augsnes apstrāde, tas ir, augsnes apvēršana 23 līdz 25 cm dziļumam, bet aptuveni 30% no platībām katru gadu tiek pielietota reducētā augsnes apstrāde, kur augsnes apstrāde ir līdz 10 cm dziļumam bez augsnes virskārtas apvēršanas. Reducētā augsnes apstrāde sevī ietver augsnes lobīšanu ar disku lobītāju. Daļā platības tiek veikta arī dziļirdināšana.

MPS "Pēterlauki" nodarbojās ar dažādu kultūraugu lauka izmēģinājumu ierīkošanu, tai skaitā arī ar šķirņu saimniecisko īpašību novērtēšanu (SIN testu). Savus pētījumus, šajā saimniecībā, ierīko dažādas ar lauksaimniecību un augu aizsardzības līdzekļiem saistītas firmas, lai pētītu: augu aizsardzības līdzekļus un to ietekmi uz kultūraugiem un iedarbību uz pētāmo organismu; dažādas kultūraugu šķirnes un mēslošanas līdzekļus (pārsvarā tie ir ārpussakņu mēslojumi). Lielākā daļa no izmēģinājumiem ir šķirņu salīdzināšanas izmēģinājumi tieši graudaugiem. Savus izmēģinājumus saimniecībā ierīko arī Latvijas augu aizsardzības un pētniecības cents (LAAPC), Lauksaimniecības un pārtikas tehnoloģijas fakultātes pētnieki, kā arī, doktoranti, maģistra un bakalaura studiju studenti var veikt savu pētījumu darbu izstrādi

šeit. Aptuveni, katru gadu vidēji izmēģinājumi aizņem 10 ha platību. Izmēģinājumi galvenokārt tiek izvietoti A, C, L un P stacionāros, bet, lai ievērotu to, ka izmēģinājumus vienā un tajā pašā laukā vai vietā neierīkotu vismaz 2–3 gadus (tādā veidā izslēdzot izmēģinājumu pēcietekmi uz jaunā izmēģinājuma), tad izmēģinājumi tiek izvietoti arī ražošanas laukos. No kultūraugiem izmēģinājumos tiek audzēti ziemas un vasaras kvieši mīkstie (*Triticum aestivum*), ziemas un vasaras cietie kvieši (*Triticum durum*), ziemas rapsis (*Brasica napus* ssp. *oleifera*), ziemas un vasaras mieži (*Hordeum vulgare*), zirņi (*Pisum sativum*), lauka pupas (*Vicia faba*), ziemas un vasaras auzas (*Avena sativa*), rudzi (*Secale cereale*) un tritikale (x *Triticosecale*). Atsevišķi lauki ikgadu tiek atstāti papuvē, daļai lauku tiek veikta starpkultūras sēja. Kultūraugu dažādība ļauj veidot dažādas augu maiņas, lai labību sugas netiktu audzētas vienā un tajā pašā laukā ilgāk kā divus gadus, kā arī izmēģinājumu skaits, platība un audzētās kultūraugu sugas katru gadu atšķiras, tas nozīmē, ka ne katru gadu izmēģinājumos ir sastopami visi minētie kultūraugi.

Lai salīdzinātu augu maiņas ar dažādu kviešu īpatsvaru tajās un salīdzinātu četru laukaugu sugu divās augsnes apstrādes sistēmās (tradicionālā ar aršanu un minimālā - ar augsnes lobīšanu) 2008. gadā MPS tika uzsākta izmēģinājumu stacionāra ierīkošana, kurā augu maiņu un augsnes apstrāžu sistēma uzturēta jau 17 gadu garumā, ar dažiem pārrāvumiem datu ieguvē, atkarībā no projektiem, kas pa gadiem īstenoti šajā stacionārā. Pētījumu vieta "Poķi" atrodas Jelgavas novada Platones pagastā (56° 30.658¢ Z un 23° 41.580¢ A). Stacionāra kopējā platība ir 6 ha. Izmēģinājums ierīkots virsēji velēnglejotā augsnē (GLu; atbilstoši Latvijas augšņu klasifikācijai; Latvijas augšņu noteicējs, 2009), granulometriskais sastāvs – putekļu māls. Atbilstoši starptautiskajai augšņu klasifikācijai augsne ir Cambic Calcisol (World reference base…., 2015; Kārkliņš u.c., 2018). Pēc 2017. gadā veiktajām augsnes analīzēm, izmēģinājuma vietā augsne 0–20 cm slānī bija ar reakciju (pH 6.7), augstu organisko vielu saturu (vidēji 35 g kg^{-1}), vidēju augiem izmantojamā fosfora saturu (125.9 mg kg^{-1}), augstu kālija, kalcija un magnija sastāvu Analīžu rezultāti parāda, ka izmēģinājuma vietā svārstīgs bija organisko vielu saturs (28–42 g kg-¯1) un augsne reakcija (pH 6.1–7.0).

Pētāmie faktori:

A – augsnes apstrādes sistēma (divas augsnes apstrādes sistēmas);
A1: tradicionālā augsnes apstrāde, ietvēra augsnes pamatapstrādi – aršanu ar velēnas apvēršanu 22–24 cm dziļumā un aruma šļūkšanu, kā arī augsnes pirmssējas apstrādi ar kompaktoru 4–5 cm dziļumā (turpmāk – TA);|
A2: reducētā augsnes apstrāde, augsnes pamatapstrāde bija lobīšana ar disku lobītāju 8–10 cm dziļumā divas reizes un pirmssējas apstrāde ar kompaktoru 4–5 cm dziļumā (turpmāk – RA). Augsnes pamatapstrāde visiem kultūraugiem veikta rudenī.

B – augu maiņa, varianti savstarpēji atšķīrās ar iekļautajiem kultūraugiem, augu maiņas garumu un ziemas kviešu īpatsvaru tajās. Katra augu maiņa tika īstenota abos pētītajos augsnes apstrādes variantos.
B1: ziemas kviešu bezmaiņas sējumi ar 100% kviešu īpatsvaru no 2009. gada (izņēmums 2014. gads, kad ziemājiem bija zema ziemcietība un tos pavasarī pārsēja ar tās pašas sugas vasarāju formu – vasaras kviešiem) (turpmāk – 100% kvieši jeb KKK).
B2: augu maiņas garums bija trīs gadi, ar 67% kviešu īpatsvaru tajā, vienu reizi trīs gados augu maiņā iekļaujot ziemas rapsi. Kultūraugu secība: rapsis – kvieši – kvieši. Izmēģinājuma stacionārā katru gadu pētīti divi no trīs rotācijā iekļautajiem kultūraugiem, audzējot tos augu maiņā paredzētajā augu rotācijas kārtībā (turpmāk – 67% kvieši jeb RKK). Šajā augu maiņā vienu gadu kviešu priekšaugs bija rapsis, bet nākamajā kvieši sēti atkārtoti pēc kviešiem, un tad atkal sekoja rapsis.

B3: augu maiņa, kurā pilns augu rotācijas cikls ilga četrus gadus. Augu maiņā iekļauti četri dažādi kultūraugi noteiktā secībā: lauka pupas – ziemas kvieši – ziemas rapsis – vasaras mieži. Ziemas kviešu īpatsvars šajā augu maiņā bija 25% (turpmāk – 25% kvieši jeb PKRM). Izmēģinājuma stacionārā augu maiņā "25% kvieši" katru gadu pētīti trīs no četriem rotācijā iekļautajiem kultūraugiem, audzējot tos augu maiņā paredzētajā augu rotācijas secībā. Augu maiņa ar četriem dažādiem kultūraugiem uzturēta no 2014. gada, kad tajā pirmo reizi iekļautas arī lauka pupas. Izmēģinājuma gados, kad novērota vāja ziemas rapša ziemcietība, atsevišķos lauka nogabalos tas pārsēts ar vasaras rapsi, lai saglabātu iespēju novērtēt rapša kā priekšauga ietekmi uz ziemas kviešu augšanu un attīstību. Pētījumā veiktie novērojumi ziemas rapsim attiecināmi uz nogabaliem, kur tas saglabāts līdz novākšanas gatavībai (89. AE) un ražas novākšanas laikam.

Izmēģinājumu stacionārā, kurā iekārtoti 12 varianti četros atkārtojumos. Izmēģinājums iekārtots divos lauka blokos, katrā 12 lauki (kopā 24), katrs izmēģinājuma lauks sadalīts uz pusēm (I un II), lai iegūtu četrus atkārtojumus. Viena lauka izmērs blokā ir 0.25 ha (100 m × 25 m), viens atkārtojums ir 0.125 ha.

Ražas uzskaite izmēģinājumu stacionārā notiek ar tiešo ražas uzskaites metodi, nokuļot lauciņā ražu izmērāmā platībā, kas pārrēķināta pie 100% tīrības un standartmitruma (14%). Papildus tiek ievākti paraugkūļi un ražas uzskaite veikta arī ar netiešo ražas uzskaites metodi, tiem iegūstot vidējo sēklu masu pārrēķinot t ha-1 pie 100% tīrības un standartmitruma. Paraugkūļi tiek ievākti no vismaz 0.1m2 platības, vismaz trīs vietās vienā atkārtojumā. Paraugkūļi ievākti novācot augus līdz augsnes virskārtai un pēc ievākšanas atstāti žāvēties līdz to apstrādei. Salmu raža aprēķināta, izmantojot graudu/sēklu ražu un no paraugkūļu analīzē iegūtās graudu / sēklu un salmu attiecību, pārrēķinot pie graudu / sēklu standartmitruma (2. formula).

$$\text{Salmu raža, t ha-1} = \frac{\text{salmu masa paraugkūlī, g}}{\text{graudu masa paraugkūlī, g}} \times \text{graudu raža, t ha-1} \quad (2)$$

Paraugkūļa graudu un salmu masu izmanto augu barības elementu (N, P2O5 un K2O) bioloģiskās izneses aprēķināšanai. Tas ir barības elementu daudzums, kas tiek iznests ar visu auga masu (graudi (sēklas), salmi). Iznese tiek matemātiski aprēķināta, ņemot vērā noteikto augu daļu ražu un barības elementu saturu tajā.

$$I = \frac{m \times s \times c}{100 \times 100} \times 1000$$

kur
I – augu barības elementu (N, P2O5 un K2O) iznese, kg ha-1 ;
m – kultūraugu daļas raža, t ha-1 ;
s – sausnes saturs augu daļā, %;
c – barības elementa (N, P2O5 un K2O) saturs sausnē, %.

Izmantojot noteikto barības elementu saturu katrā augu daļā un katras augu daļas masu, tiek aprēķināta iznese ar katru augu daļu atsevišķi. Augu barības elementu saturs noteikts analītiski laboratorijā: kopslāpeklis (N) - LVS EN ISO 5983-2:2009, fosfors (P) - ISO 6491:2009, kālijs (K) - LVS EN ISO 6869-2:2002, augu daļu sausnes saturs noteikts, izmantojot

testēšanas metodi LVS EN ISO 6498:2012. Latvijā fosfora un kālija saturu tradicionāli izsaka oksīdu veidā. Noteikto barības elementu (P un K) daudzumu pārrēķina uz oksīdu izteiksmes veidu, izmantojot pārrēķina koeficientus: P × 2.29 = P2O5; K × 1.2 = K2O.
Barības elementu ienese noteikta pēc lietotā mēslošanas līdzekļu daudzuma.

Poķu stacionārā līdz šim izmantotā metodika būtu attiecināma arī uz ražojošajiem laukiem, kuri sagrupēti pēc augu maiņām (atkarībā no kviešu (labību) īpatsvara tajās), augsnes apstrādes intensitātes (aršana, minimālā (iekļaujot augsnes lobīšanu ar diskiem vai kultivatoru, tiešsēja ar sleju apstrādi vai nulles apstrāde), barības elementu ieneses un izneses starpības. Ražojošajos laukos ražas uzskaiti iespējams veikt ar paraugkūļu uzskaites metodi

Lauksaimniecības prakses, tādas kā augu maiņa un augsnes apstrāde savā starpā mijiedarbojas. Pēc līdzšinējiem iegūtajiem rezultātiem Poķu stacionārā, secināts, ka pēc tādiem kultūraugiem kā rapsis un lauka pupas, augstākas kviešu ražas (atsevišķos gados arī matemātiski būtiski augstākas) iegūtas veicot minimālo augsnes apstrādi nekā veicot aršanu (Misule M. (2024). Augu maiņas produktivitāte atkarībā no ziemas kviešu īpatsvara tajā un augsnes apstrādes sistēmas. *Promocijas darbs zinātnes doktora grāda Ph. D. iegūšanai*. Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte. Jelgava: LBTU, 125 lpp.). Tāpēc svarīgi vērtēt arī ražojošajos laukos monitoringa punktos dažādās lauksaimniecības prakšu kombinācijas un to mijiedarbošanos, kuras pie dažādām kultūraugu kombinācijām un augsnes tipiem, granulometriskā sastāva, var tikt attiecināmas uz dažādām līdzvērtīgām vietām un apstākļiem Latvijas teritorijā.

Ir apkopota MPS Lauka vēsturu bāze no 2019. gada, kura kalpos par pamatu, analizējot iegūtos rezultātus turpmāk pētītajos kontrolpunktos, lai klasificētu augu maiņas atkarībā no aramzemes izmantošanas intensitātes, kuru novērtēs pēc iegūto ražu apjoma un tās izneses, pie lietotās agrotehnikas intensitātes (augsnes apstrādes, augu aizsardzības līdzekļu pielietojuma, mēslošanas līdzekļu lietojuma). Datu bāze aptver audzētos kultūraugus, izmantotos augsnes apstrādes veidus, tiks papildināta ar lietoto barības elementu daudzumu 2026. gada sezonā, lai varētu izdarīt secinājumus par augsnes izmantošanas intensitāti.

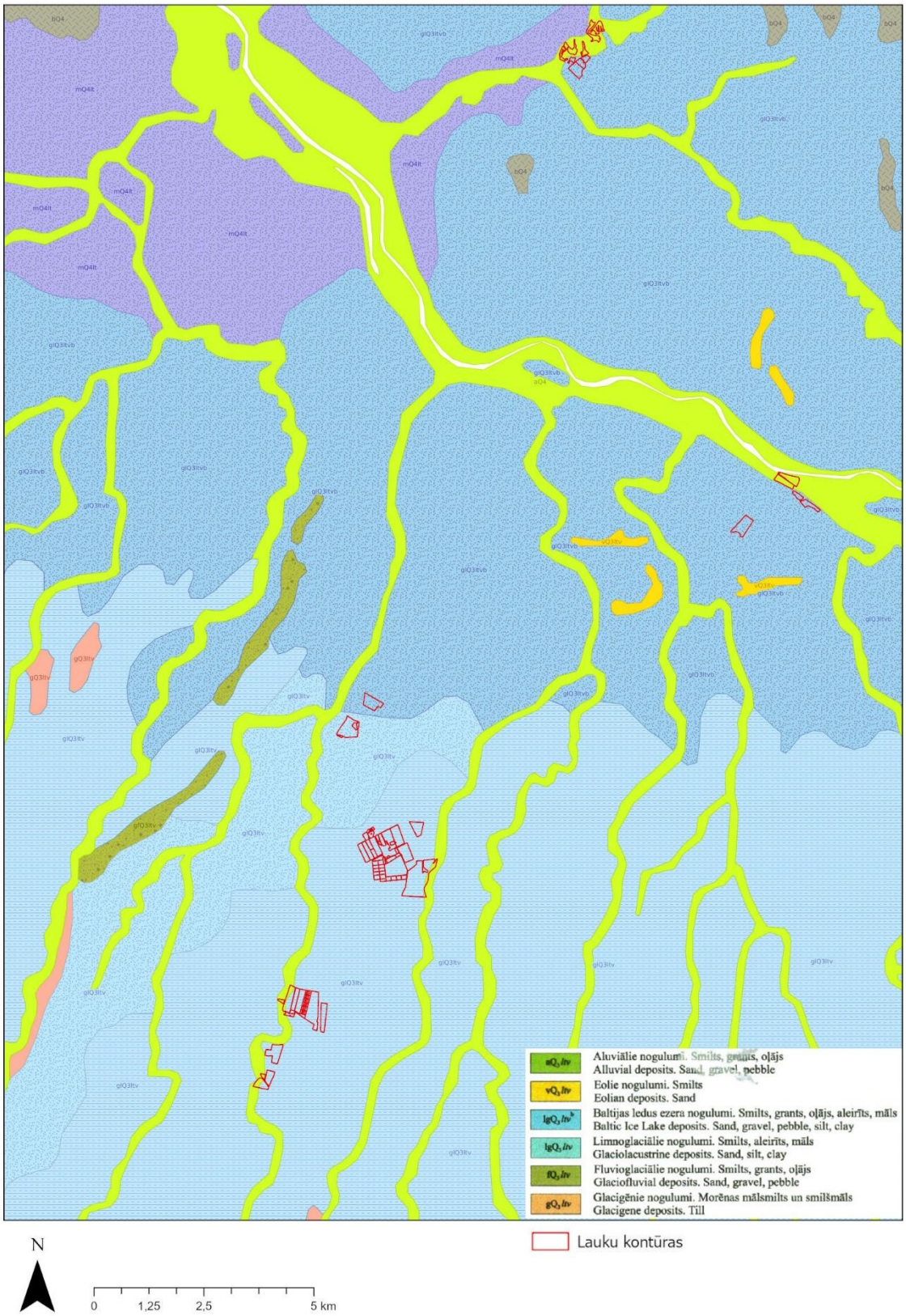
4.Augsnes veidošanās apstākļi, augsnes daudzveidība, tās ietekmējošie faktori un veidošanās procesi

4.1.Kvartārģeoloģiskie nogulumi, augsnes cilmiezis un granulometriskā sastāva daudzveidība

Augsnes taksonu ģeotelpiskajai analīzei tika izmantoti publiski pieejamie augsnes kartēšanas dati par Platones pagastu mērogā 1:10 000 no projekta "E2SOILAGRI", pamatojoties uz WRB sistēmu (IUSS darba grupa WRB, 2022). Šie dati ir pieejami valsts ģeotelpiskās informācijas portālā (www.geolatvija.lv) saskaņā ar CC 4.0 licenci un Latvijas atvērto datu portālā (www.data.gov.lv) saskaņā ar CC 1.0 licenci (Valsts augu aizsardzības dienests, 2024).

Platones pagasts un LBTU MPS "Pēterlauki" Viduslatvijas zemienes Zemgales līdzenumā pārejas zonā starp Baltijas ledus ezera smiltīm (ziemeļu daļā) un ledāja zemienes kušanas ūdens baseinu māla nogulumiem (dienvidu daļā) (2. attēls), turklāt atsevišķos apgabalos ir izplatīti aluviālie smilšainie nogulumi (Latvijas ģeoloģiskā karte, 1981; Zelčs & Markots, 2004; Zelčs et al., 2011) un tai ir zema topogrāfiskā mainība, augstums svārstās no 0,7 līdz 24 metriem virs jūras līmeņa. Šis līdzenais reljefs veicina relatīvi homogēnus augsnes veidošanās procesus.

Platones pagasta līmenī augsnes taksonomiskā daudzveidības analīze ir veikta Marka Arnolda Župerkas maģistra darba ietvaros (Župerka, 2025; https://zenodo.org/records/15525985), aprēķinot atsevišķu Šenona daudzveidības indeksu katrai pētījuma zonai pirmā līmeņa klasifikācijai unikālām atsauces augsnes grupām, bez modifikatoriem un atsevišķi otrā līmeņa klasifikācijai ar modifikatoriem, kā arī augsnes virskārtas granulometriskajam sastāvam (3. attēls) un apakškārtas granulometriskajam sastāvam (4. attēls). Telpisko datu vizualizācijai tika izmantota ArcGIS Pro darbvirsmas programmatūra (ESRI 2020).



2.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši kvartārģeoloģiskajiem nogulumiem un augsnes cilmiežiem** (kartes pamatne: LVM GEO)

3.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši virskārtas granulometriskā sastāva grupu daudzveidībai** (https://zenodo.org/records/15525985)

4.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši apakškārtas granulometriskā sastāva grupu daudzveidībai** (https://zenodo.org/records/15525985)

4.2. Augsnes daudzveidības raksturojums (homogenitāte un heterogenitāte), tās ietekmējošie faktori un procesi

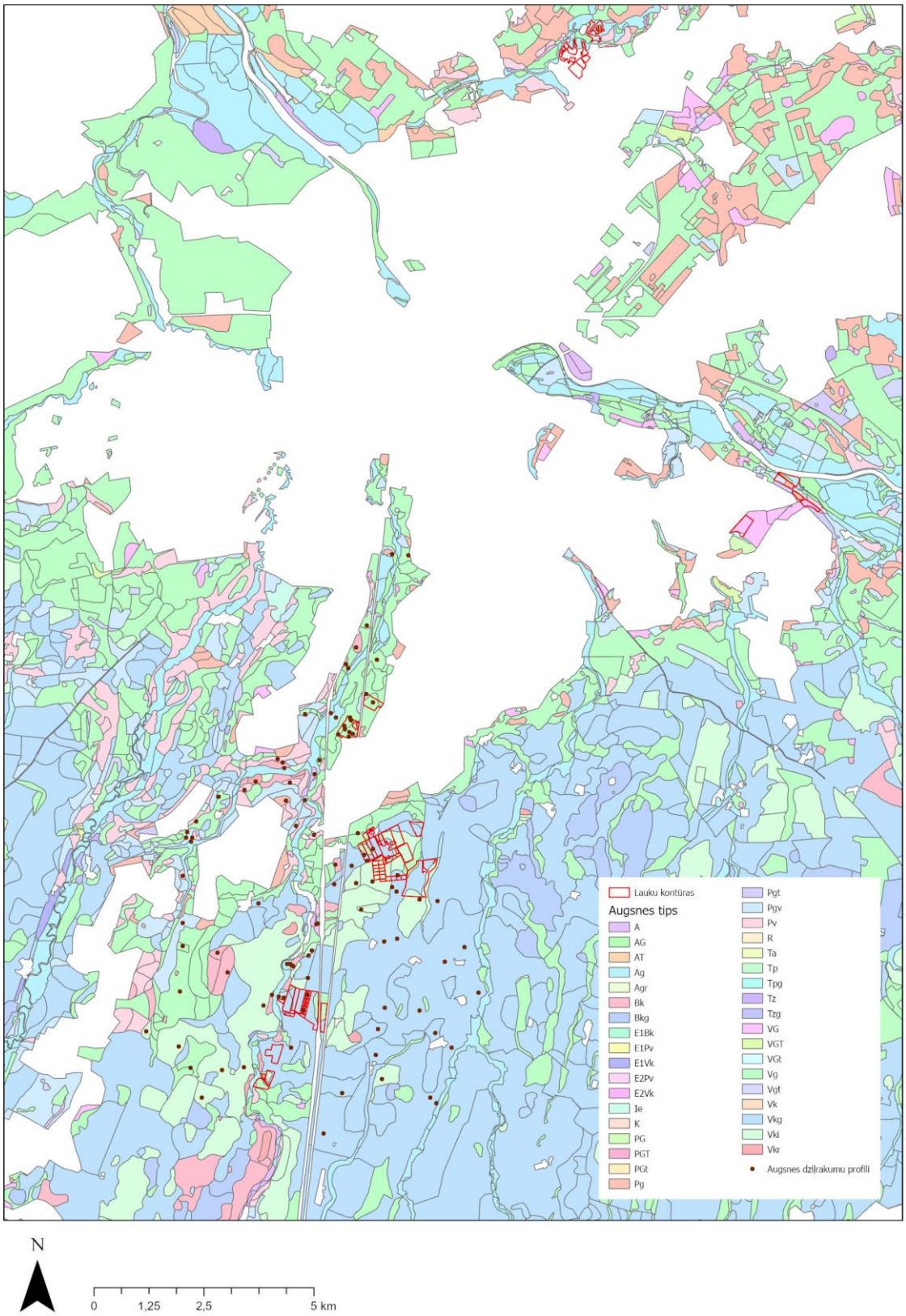
Neraugoties uz relatīvi līdzeno reljefu, tomēr jāsecina, ka līdz ar kvartārģeoloģisko nogulumu un augsnes cilmieža mainību (2. attēls), konstatējamas arī granulometriskā sastāva izmaiņas (3., 4., 6. attēls), kas ietekmē ne tikai augsnes fizikālās un ķīmiskās īpašības, bet arī augsnes morfoloģiskās īpašības un atbilstoši arī diagnostiskās pazīmes, jo tiek ietekmēti augsnes veidošanās procesi un to intensitāte, diagnostiskās pazīmes atbilstoši dažādām klasifikācijas sistēmām un telpisko kontūru homogenitāte un heterogenitāte (5., 8., 9. attēls), piemēram, organisko vielu akumulācija, izskalošanās, ieskalošanās, lesivēšanās, podzolēšanās, paskābināšanās, savukārt līdz ar mitruma apstākļu izmaiņām – arī glejošanās apstākļi (skat. 3. tabulu). Attiecīgi augsnes dziļrakumu profilos konstatētas paaugstinātos mitruma apstākļos – Gleysols un Stagnosols augšņu pamatgrupas, bet Planosols sastopamas divdaļīga cilmieža teritorijās, kur virskārtā ir vieglāks granulometriskais sastāvs, bet apakškārtā relatīvi smagāks granulometriskais sastāvs), savukārt relatīvi auglīgākas (7. attēls) Luvisols, Phaeozems un Calcisols augšņu pamatgrupas atbilstoši FAO WRB (2023) augšņu klasifikācijai.

3.tabula

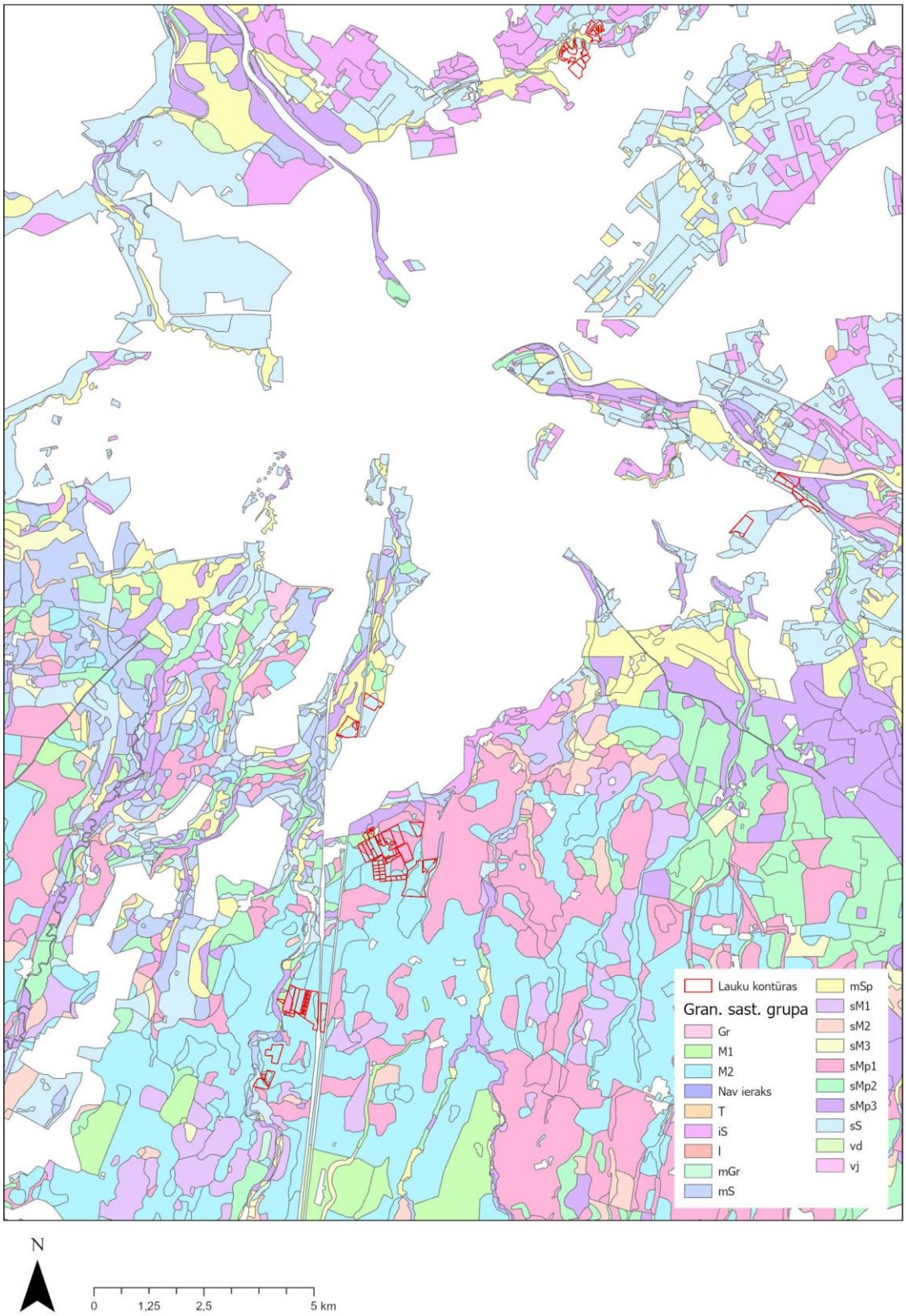
Dziļrakumu profilu datu informācija (apraksti veikti no 2021.-2023. Gadam
(pieejams: https://data.gov.lv/dati/dataset/platones-un-taurenes-pagastu-augsnes-dzilrakumi**)**

Profila Nr.	Augsnes tips (Latvijas jaunā augšņu klasifikācija)	Augsnes apakštips (Latvijas jaunā augšņu klasifikācija)	Latvijas iepriekšējā augšņu klasifikācija	Augsnes pamatgrupa atbilstoši FAO WRB augšņu klasifikācijai	Augsnes pilnais nosaukums atbilstoši FAO WRB augšņu klasifikācijai	Noteicošie modifikatori	Papildus modifikatori
13921	PG	PGv	PG	Gleysols	Eutric Mollic Gleysol (Pantoarenic, Aric, Drainic, Humic, Bathyraptic)	Eutric Mollic	Pantoarenic, Aric, Drainic, Humic, Bathyraptic
13944	GV	GVx	Vgk	Stagnosols	Eutric Endocalcaric Luvic Mollic Stagnosol (Epiloamic, Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Epiraptic, Solimovic)	Eutric Endocalcaric Luvic Mollic	Epiloamic, Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Epiraptic, Solimovic
13945	GV	GVc	Vgk	Planosols	Eutric Endocalcaric Endoluvic Mollic Planosol (Anoarenic, Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Endoraptic)	Eutric Endocalcaric Endoluvic Mollic	Anoarenic, Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Endoraptic
13066	GV	GVc	Pgv	Planosols	Eutric Endoluvic Mollic Planosol (Epiloamic, Endoclayic, Aric, Endoprotocalcic, Drainic, Humic, Endoraptic)	Eutric Endoluvic Mollic	Epiloamic, Endoclayic, Aric, Endoprotocalcic, Drainic, Humic, Endoraptic
13914	GV	GVc	Pgv	Planosols	Eutric Endocalcaric Endoluvic Mollic Planosol (Anoarenic, Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Nechic, Endoraptic)	Eutric Endocalcaric Endoluvic Mollic	Anoarenic, Endoclayic, Aric, Drainic, Humic, Nechic, Endoraptic
13910	GV	GVc	Pgv	Planosols	Eutric Endocalcaric Endoluvic Albic Mollic Planosol (Epiarenic, Endoclayic, Aric, Drainic, Endoraptic)	Eutric Endocalcaric Endoluvic Albic Mollic	Epiarenic, Endoclayic, Aric, Drainic, Endoraptic
13913	GV	GVg	Pgv	Phaeozems	Endocalcaric Endoluvic Endostagnic Phaeozem (Anoarenic, Aric, Nechic, Pachic, Bathyraptic)	Endocalcaric Endoluvic Endostagnic	Anoarenic, Aric, Nechic, Pachic, Bathyraptic
13912	GV	GVg	Vgk	Phaeozems	Endocalcaric Endoluvic Amphistagnic Phaeozem (Anoarenic, Aric, Epiabruptic, Humic, Endoraptic)	Endocalcaric Endoluvic Amphistagnic	Anoarenic, Aric, Epiabruptic, Humic, Endoraptic
13911	GV	GVg	Vgk	Phaeozems	Katocalcaric Endoluvic Katostagnic Phaeozem (Epiloamic, Endoclayic, Epiabruptic, Aric, Humic)	Katocalcaric Endoluvic Katostagnic	Epiloamic, Endoclayic, Epiabruptic, Aric, Humic

13915	PP	PPv	PV1	Phaeozems	Brunic Endorelictistagnic Phaeozem (Pantoarenic, Aric, Humic, Bathycalcaric, Bathyraptic)	Brunic Endorelictistagnic	Pantoarenic, Aric, Humic, Bathycalcaric, Bathyraptic
13902	PV	PVv	PV1	Phaeozems	Endocalcaric Greyzemic Amphistagnic Phaeozem (Anoarenic, Aric, Nechic, Endoraptic)	Endocalcaric Greyzemic Amphistagnic	Anoarenic, Aric, Nechic, Endoraptic
13916	GV	GVg	Vgk	Luvisols	Endocalcic Luvisol (Anosiltic, Endoloamic, Aric, Cutanic, Hypereutric, Endic, Humic, Endoraptic, Endoprotovertic, Bathyabruptic, Aphiprotostagnic)	Endocalcic	Anosiltic, Endoloamic, Aric, Cutanic, Hypereutric, Endic, Humic, Endoraptic, Endoprotovertic, Bathyabruptic, Aphiprotostagnic
13908	GV	GVg	Vgk	Luvisols	Endoabruptic Endocalcaric Epistagnic Luvisol (Anosiltic, Endoclayic, Aric, Cutanic, Hypereutric, Endic, Humic, Endoraptic, Endoprotovertic)	Endoabruptic Endocalcaric Epistagnic	Anosiltic, Endoclayic, Aric, Cutanic, Hypereutric, Endic, Humic, Endoraptic, Endoprotovertic
13909	GV	GVg	Vgk	Luvisols	Endocalcaric Katostagnic Luvisol (Polyloamic, Amphisiltic, Aric, Cutanic, Hypereutric, Endic, Ochric, Endoraptic, Endoprotovertic)	Endocalcaric Katostagnic	Polyloamic, Amphisiltic, Aric, Cutanic, Hypereutric, Endic, Ochric, Endoraptic, Endoprotovertic
13072	GV	GVg	Vgk	Luvisols	Endoabruptic Endocalcaric Luvisol (Epiloamic, Endoclayic, Aric, Cutanic, Endic, Humic, Solimovic, Endoprotostagnic)	Endoabruptic Endocalcaric	Epiloamic, Endoclayic, Aric, Cutanic, Endic, Humic, Solimovic, Endoprotostagnic
13905	GV	GVg	Vgk	Calcisols	Cambic Calcisol (Epiloamic, Polyclayic, Endoabruptic, Aric, Ochric, Bathyraptic, Protostagnic)	Cambic	Epiloamic, Polyclayic, Endoabruptic, Aric, Ochric, Bathyraptic, Protostagnic
13904	GV	GVg	Vgk	Calcisols	Katostagnic Calcisol (Anosiltic, Aric, Ochric, Bathyraptic)	Katostagnic	Anosiltic, Aric, Ochric, Bathyraptic



5.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums un dziļrakumi profili atbilstoši vēsturiskajām augšņu karšu apakštipu kontūrām**
(kartes pamatne: https://geolatvija.lv/main?geoproduct=open&geoProductId=289)



6.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši vēsturiskajām augšņu karšu granulometriskā sastāva grupu kontūrām**
(kartes pamatne: https://geolatvija.lv/main?geoproduct=open&geoProductId=289)

7.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši vēsturiskajām zemes kvalitatīvās vērtības (balles) kontūrām**
(kartes pamatne: https://geolatvija.lv/main?geoproduct=open&geoProductId=289)

5.Augsnes telpiskās informācijas un augsnes īpašību noteikšanas metodiskā nodrošinājuma izvērtējums un iespējamie risinājumi augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izveidei

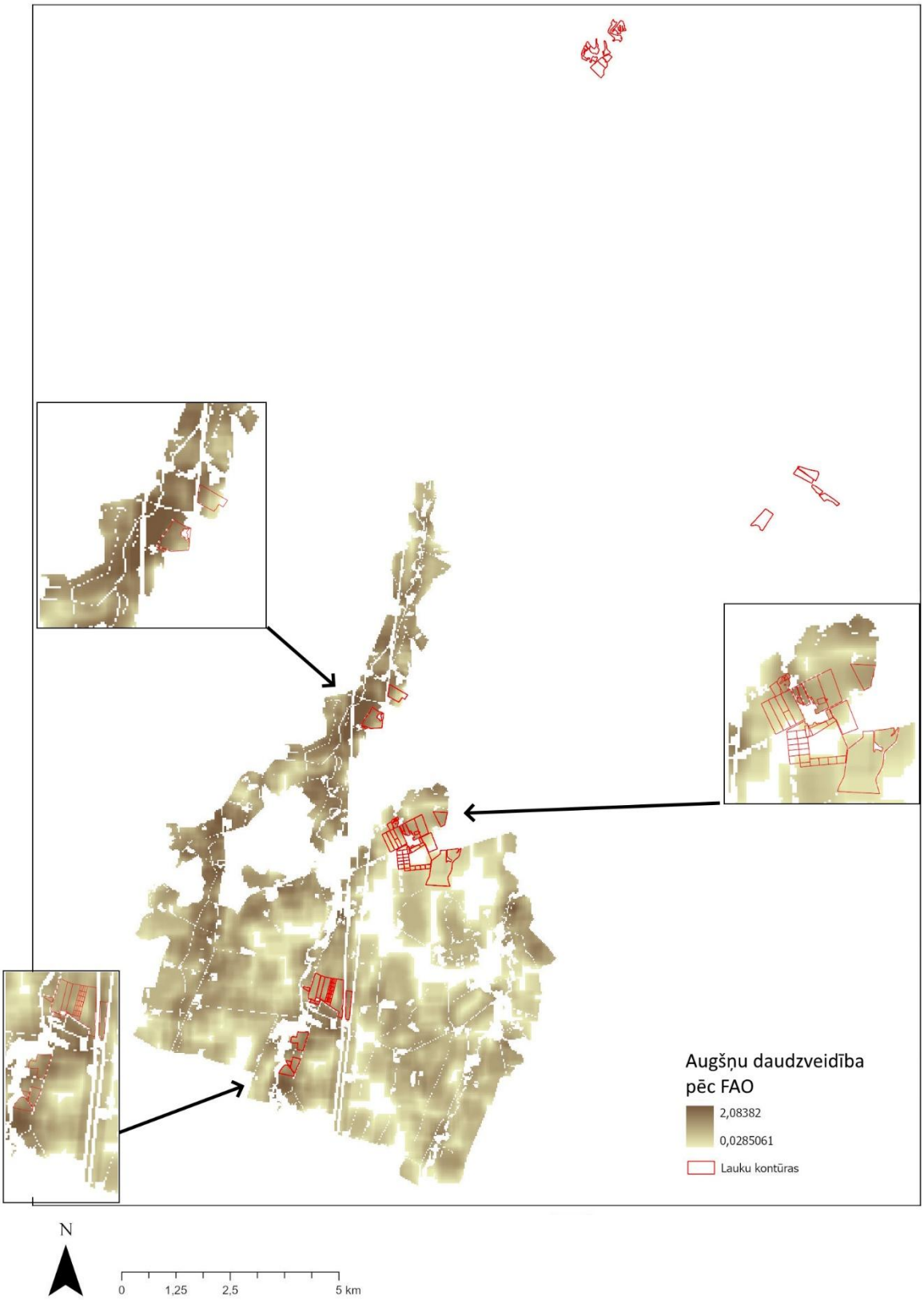
Integrētas augsnes monitoringa indikatoru sistēmas izstrāde un aprobēšana augsnes veselīguma ilgtermiņa izmaiņu, kā arī augsnes degradācijas risku apzināšanai un novērtēšanai visnotaļ ir atkarīga no parauglaukumu reprezentativitātes atbilstoši telpisko kontūru aspektiem, to daudzveidības (8., 9. attēls) (t.sk. heterogenitātes un homogenitātes), kas ir atkarīga no augsnes veidošanās apstākļiem.

Tādēļ ieteicams izvēlēties parauglaukumu vietas dažādos piemēros ņemot vērā jaunās Latvijas augšņu klasifikācijas (2023), FAO WRB (2023) augšņu pamatgrupu kontūras un vēsturiskās augšņu kontūras 3 dažādos ģeotelpiskos piemēros atkarībā no kontūru heterogenitātes aspektiem:

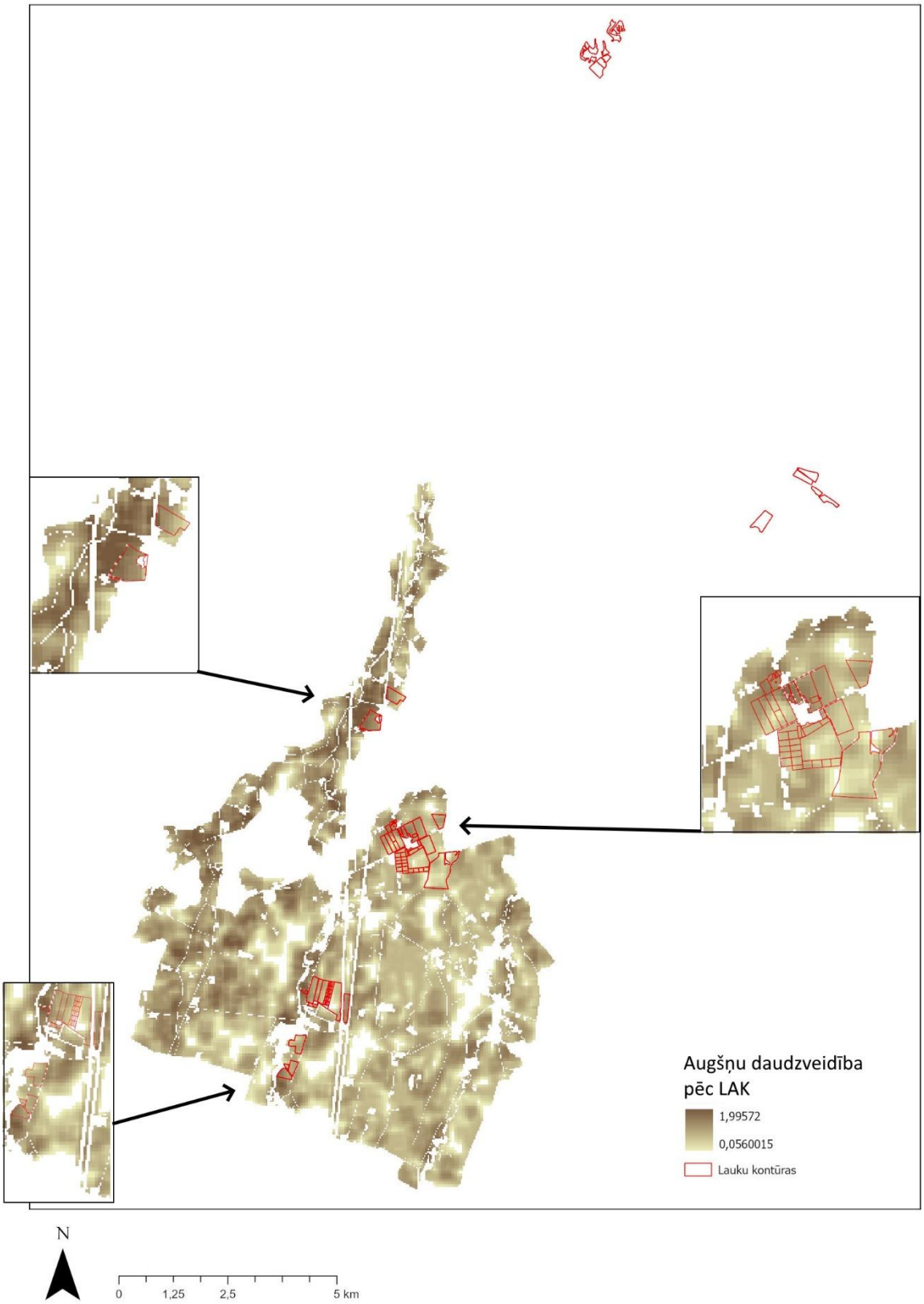
- pirmais pilotteritoriju piemērs (10., 11. attēls);
- otrais pilotteritoriju piemērs (12., 13. attēls);
- trešais pilotteritoriju piemērs (14., 15. attēls).

Pielikumā ir atspoguļoti pieejamie dati par augsnes nozīmīgākajām īpašībām un to noteikšanas tradicionālajām un starptautiski akceptētajām metodēm. Tādēļ rodas jautājums – vai izejas dati, kas ir iegūti ar dažādām metodēm ir savstarpēji salīdzināmi un kā to risināt?

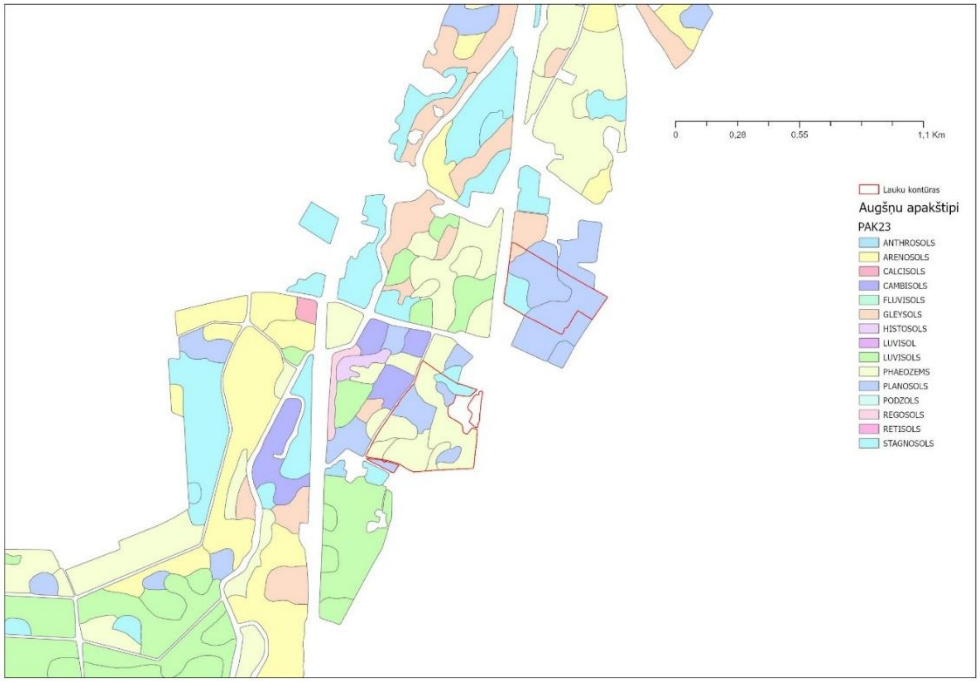
Situācijās, ja ir ar dažādām metodēm iegūti dati, tad reprezentatīvajos parauglaukumos (3 iepriekš minētajos piemēros) noteiktā atkārtojumu skaitā no katra lauka (5 atkārtojumus atbilstoši LUCAS metodikai) būtu jānosaka augsnes parametrus atbilstoši visām metodēm. Un iegūstot rezultātus būtu jāizstrādā transferfunciju un pedotransferfunciju risinājumi augsnes datu harmonizācijai starp primārajiem un sekundārajiem datiem.



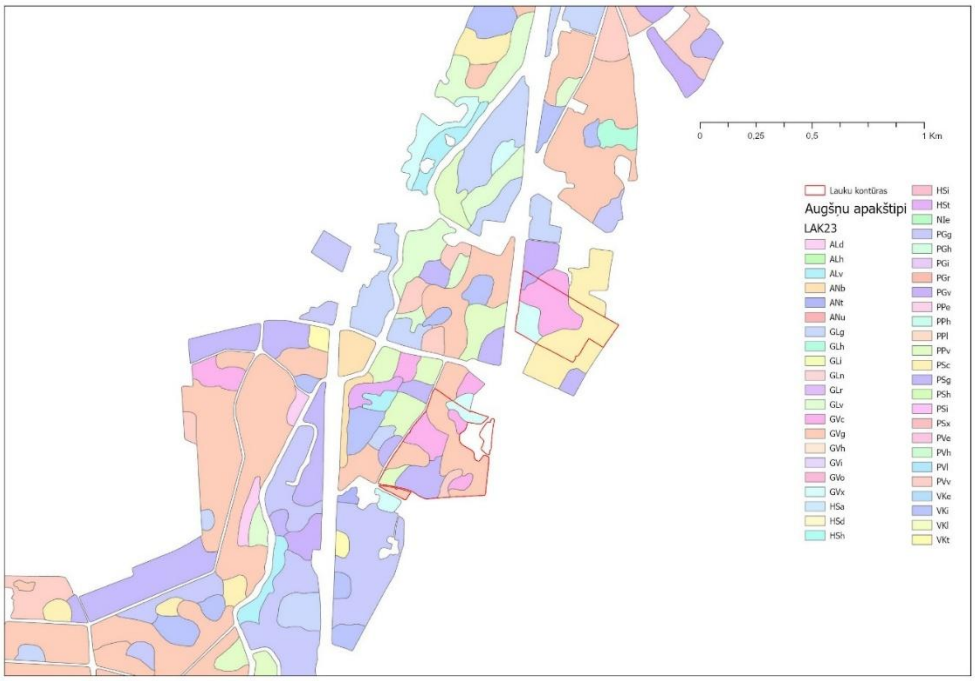
8.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši augšņu (FAO WRB, 2023) daudzveidībai** (https://zenodo.org/records/15525985)



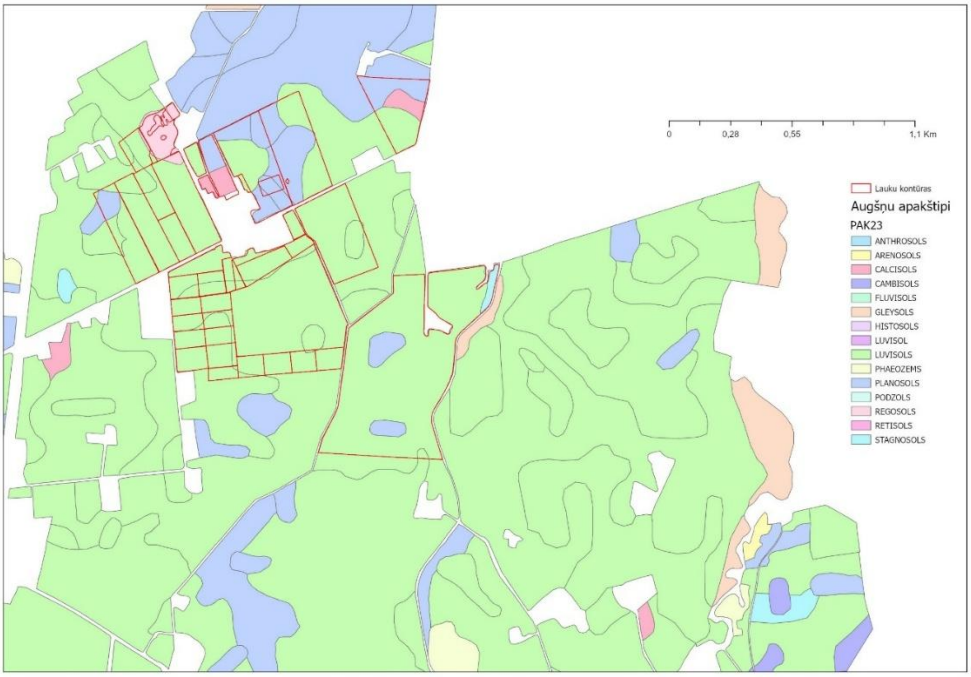
9.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši jaunajai Latvijas augšņu klasifikācijas augšņu daudzveidībai** (https://zenodo.org/records/15525985)



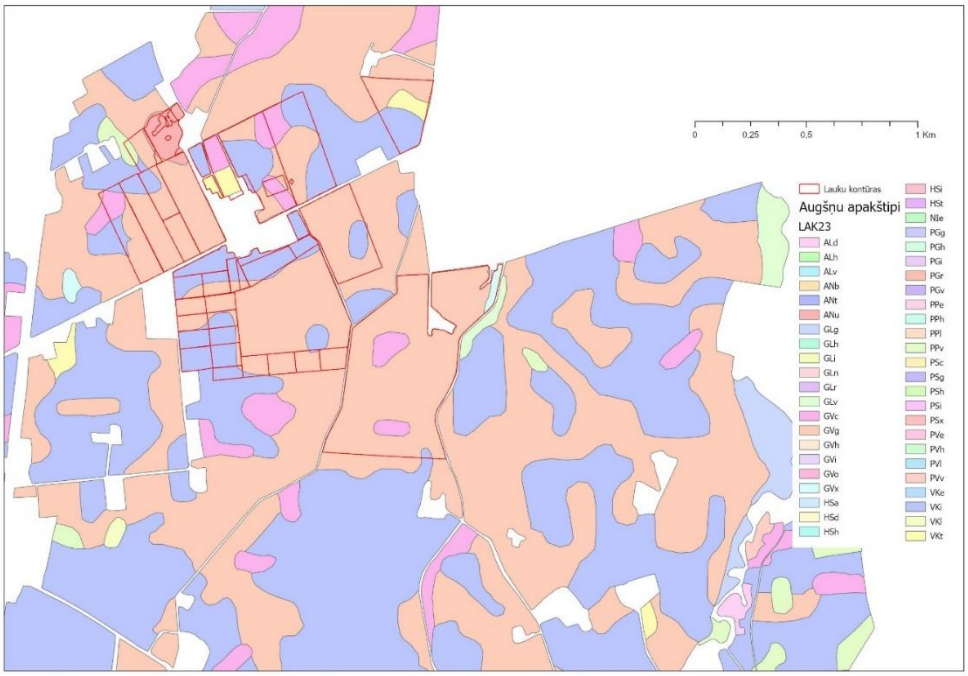
10.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši augšņu (FAO WRB, 2023) pamatgrupām** (kartes pamatne: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma)



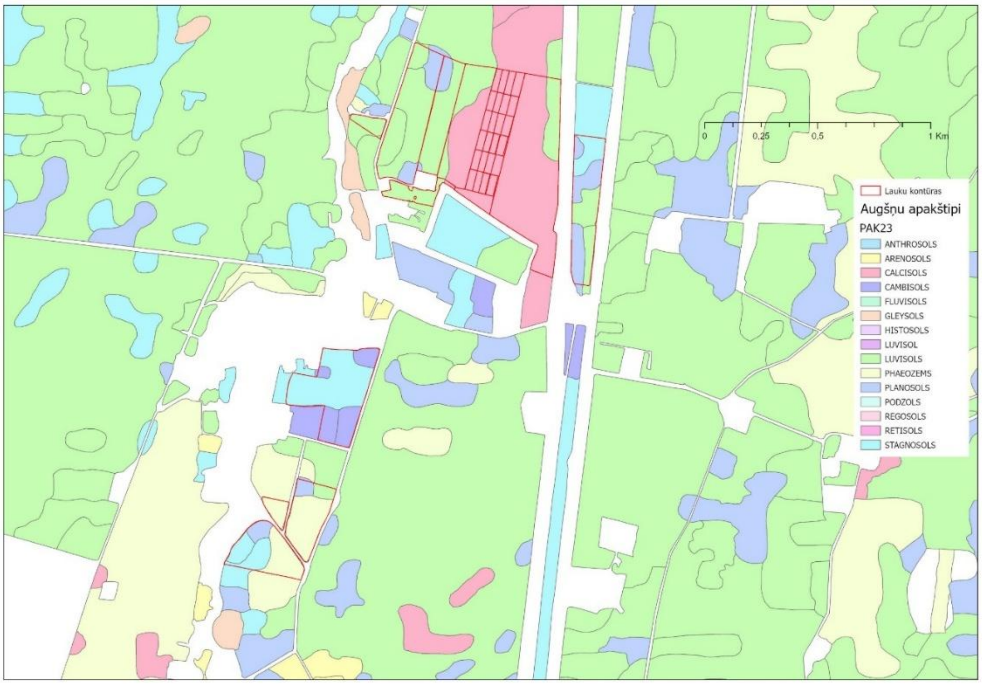
11.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši jaunās Latvijas augšņu klasifikācijas (2023) apakštipu kontūrām** (kartes pamatne: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma)



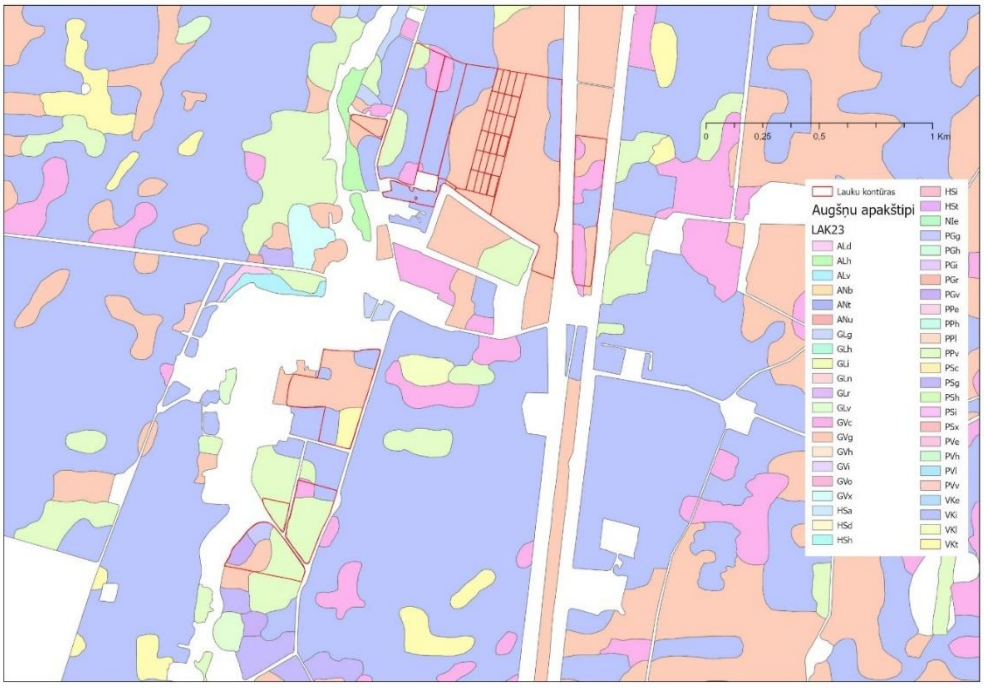
12.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši augšņu (FAO WRB, 2023) pamatgrupām** (kartes pamatne: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma)



13.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši jaunās Latvijas augšņu klasifikācijas (2023) apakštipu kontūrām** (kartes pamatne: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma)



14.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši augšņu (FAO WRB, 2023) pamatgrupām** (kartes pamatne: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma)



15.attēls. **LBTU MPS "Pēterlauki" teritorijas lauku izvietojums atbilstoši jaunās Latvijas augšņu klasifikācijas (2023) apakštipu kontūrām** (kartes pamatne: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma)

Izmantotā literatūra

1. Beuselinck L., Govers G., Poesen J., Degraer G., Froyen L. (1998). Grain-size analysis by laser diffractometry: comparison with the sieve-pipette method. Catena, 32(3-4), 193-208.
2. Blakemore L. C., Searle P. L., Daly B. K. (1987). Methods for chemical analysis of soils.
3. Boruks A., Kārkliņš A., Nikodemus O., 2002. Augsnes izpētes un zemes novērtējuma metodikas pilnveidošanas problēmas // Izstrādātas uz Skrīveru zinātnes centra bāzes. Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Skrīveru zinātnes centrs, Latvijas Republikas Valsts zemes dienests. Skrīveri, 148 lpp.
4. Cornu, Sophie, et al. "National soil data in EU countries, where do we stand?." European Journal of Soil Science 74.4 (2023): e13398.
5. Eshel G., Levy G. J., Mingelgrin U., Singer M. J. (2004). Critical evaluation of the use of laser diffraction for particle-size distribution analysis. Soil Science Society of America Journal, 68(3), 736-743.
6. European Commission (2020). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system COM/2020/381 final. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52020DC0381
7. European Commission (2023b). COM(2023) 416 final 2023/0232(COD). Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law) COM/2023/416 final. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52023PC0416
8. European Commission. (2021). Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions. EU Soil Strategy for 2030 Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. (SWD(2021) 323 final). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0699
9. European Commission. (2023a). EU missions – Soil deal for Europe – What is the EU mission – A soil deal for Europe, Publications Office of the European Union, 2023. https://ec.europa.eu/info/files/communication-commission-european-missions_en
10. European Commission: Directorate-General for Research and Innovation, Veerman, C., Pinto Correia, T., Bastioli, C., Biro, B. et al., Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate – Report of the Mission board for Soil health and food, Publications Office, 2020, https://data.europa.eu/doi/10.2777/821504
11. European Environment Agency, Arias-Navarro, C., Baritz, R. and Jones, A., The state of soils in Europe – Fully evidenced, spatially organised assessment of the pressures driving soil degradation, Arias-Navarro, C.(editor), Baritz, R.(editor) and Jones, A.(editor), Publications Office of the European Union, 2024, https://data.europa.eu/doi/10.2760/7007291
12. FAO 2021; Standard Operating Procedure for Soil pH Determination. FAO: Rome, Italy, 2021; 23p.
13. FAO. (2021). Standard Operating Procedure for Soil Organic Carbon: Tyurin Spectrophotometric Method.
14. Fetting, C. (2020). The European green deal. ESDN report, December, 2(9), 53. Pieejams: https://www.esdn.eu/fileadmin/ESDN_Reports/ESDN_Report_2_2020.pdf
15. Groenenberg J. E., Römkens P. F., Zomeren A. V., Rodrigues S. M., Comans R. N. (2017). Evaluation of the single dilute (0.43 M) nitric acid extraction to determine geochemically reactive elements in soil. Environmental Science & Technology, 51(4), 2246-2253.

16. https://eeb.org/european-parliament-seals-the-deal-of-first-ever-eu-law-on-soils/
17. ISO. (1995). Soil quality – Determination of organic and total carbon after dry combustion (elementary analysis) (ISO 10694:1995). International Organization for Standardization.
18. ISO. (2016). Soil quality — Extraction of trace elements using dilute nitric acid (ISO 17586:2016). International Organization for Standardization.
19. ISO. (2020). Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation (ISO 11277:2020). International Organization for Standardization.
20. ISO. (2021). Soil quality — Determination of pH (ISO 10390:2021). International Organization for Standardization.
21. ISO. (2024). Environmental solid matrices — Determination of elements using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) (ISO 22036:2024). International Organization for Standardization.
22. Karklins A., 2005. Soil information in Latvia. In: Soil Resources of Europe, second edition. R.J.A. Jones, B. Houškova, P. Bullock and L. Montanarella (eds). European Soil Bureau Research Report No. 9, EUR 20559 EN, 420 pp. Office for Official publications of the European Communities, Luxembourg, p. 201. – 209.
23. Kārkliņš A. Starptautiskās augsnes klasifikācijas sistēmas. – Jelgava: LLU, 1995. – 243 lpp.
24. Korzeniowska J., Stanislawska-Glubiak E. (2024). Evaluation of the Egner–Riehm DL and Mehlich 3 Tests for the Determination of Phosphorus: The Influence of Soil Properties on Extraction Efficiency and Test
25. Latvijas augšņu noteicējs / A. Kārkliņš, I. Gemste, H. Mežals, O. Nikodemus, R. Skujāns. – Jelgava: LLU, 2009. – 240 lpp.
26. Mehlich A. (1984). Mehlich 3 soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. Comm. Soil Sci. Plant Anal. 15 (12): 1409–1416.
27. Metson A. J. (1956). Methods of chemical analysis for soil survey samples.
28. Misule M. (2024). Augu maiņas produktivitāte atkarībā no ziemas kviešu īpatsvara tajā un augsnes apstrādes sistēmas. Promocijas darbs zinātnes doktora grāda Ph. D. iegūšanai. Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte. Jelgava: LBTU, 125 lpp.
29. Morvan, Xavier, et al. "Soil monitoring in Europe: a review of existing systems and requirements for harmonisation." Science of the total environment 391.1 (2008): 1-12.
30. Nikodemus, O., Kārkliņš, A., Kasparinskis, R., Kukuļs, I., Vinogradovs, I., Dirnēna, B., Afanasjeva, K., Anufrijevs, A. (2023). Projekta "Ilgtspējīgas augsnes resursu pārvaldības uzlabošana lauksaimniecībā (E2SOILAGRI)" īstenošana. Pārskats par 1.aktivitātes – Uzticamas, valstij specifiskas augšņu informācijas datu pilnveidošana lauksaimniecības zemē – izpildi. Latvijas Universitāte. Pieejams: https://www.zm.gov.lv/lv/media/16814/download?attachment
31. Olsen, S.R., Cole, F.S., Watanabe, F.S., Dean, L.A. (1954) Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate, USDA, Circ.939.
32. Sikora F. J., Moore K. P. (2014). Soil test methods from the southeastern United States. Southern cooperative series bulletin, 419.
33. Storer D. A. (1984). A simple high sample volume ashing procedure for determination of soil organic matter. Communications in Soil Science and plant analysis, 15(7), 759-772.
34. Tehniskie norādījumi augsnes kartēšanas un saimniecību iekšējās zemes vērtēšanas lauku darbiem Latvijas PSR (1987). Apstiprināti ar direktora pavēli Nr. 17-V, 1987. gada 20. aprīlī. Rīga: LPSR Valsts Zemes ierīcības projektēšanas institūts Zemesprojekts.
35. Thien S.J. 1979. A flow diagram for teaching texture by feel analysis, Journal of Agronomic Education, 8: 54-55, downloaded from NRCS.

36. Tyurin I.V. 1931. A new modification of the volumetric method for determining humus using chromic acid. Eurasian Soil Science, 6: 36-47.
37. Valsts augu aizsardzības dienests. (2024). Augsnes karte – Platones un Taurenes pagastu augsnes kartes. Geolatvija.lv. Pieejams: https://geolatvija.lv/api/v1/atom/84ae8ab3-c4df-4c92-ac71-89336ae4636f/datasetatoma
38. van Laak M., Klingenberg U., Peiter E., Reitz T., Zimmer D., Buczko U. (2018). The equivalence of the Calcium-Acetate-Lactate and Double-Lactate extraction methods to assess soil phosphorus fertility. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 181(5), 795-801.
39. van Leeuwen, Jeroen P., et al. "Gap assessment in current soil monitoring networks across Europe for measuring soil functions." Environmental Research Letters 12.12 (2017): 124007.
40. Van Reeuwijk, L.P. 2002. Procedures for soil analysis. 6th Edition. Technical Papers 9. Wageningen, S17Netherlands, ISRIC – World Soil Information.
41. Walkley A. (1947). A critical examination of a rapid method for determining organic carbon in soils—effect of variations in digestion conditions and of inorganic soil constituents. Soil science, 63(4), 251-264.
42. Walkley A., Black I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil science, 37(1), 29-38.
43. Župerka M.A. (2025). Platones pagasta augšņu daudzveidības rādītāji un lauksaimniecības intensitātes dati. Maģistra darba "Augšņu taksonomiskā un granulometriskā sastāva grupu daudzveidība lauksaimniecības intensitātes gradientā" ietvaros izveidotās datu kopas ar potenciālās augšņu daudzveidības indeksu datiem Platones un Taurenes pagastos un tās klāsterizēšanas rezultātiem un lauksaimniecības intensitātes klasēm. Maģistra darba zinātniskais vadītājs: Raimonds Kasparinskis, Latvijas Universitāte. Pieejams: https://zenodo.org/records/15525985

Pielikums

LBTU MPS "Pēterlauki" noteiktās augsnes ķīmiskās īpašības un atbilstība dažādām starptautiski pielietotajām metodēm

Augsnes ķīmiskās īpašības	Metode	Atsauce uz metodi	Komentāri	Mērvienība, kurā izteikts rezultāts	Ķīmiskās īpašības rādītāja raksturojums	Laboratorija, kurā noteikts rādītājs		Augšņu direktīvas prasības	Datu pieejamības nodrošinā-jums
						VAAD, 2019 g	AgTech, 2024 g		
pH (Blakemore, Searle, Daly)	H_20	ISO 10390:2021 — *Soil, treated biowaste and sludge – Determination of pH.*	pH diapazonā no pH 2 līdz pH 12, izmantojot stikla elektrodu augsnes suspensijā 1:5	pH=−log10(aH+)	Nosaka augsnes aktīvo skābumu	-	-		
	KCl				Nosaka apmaiņas skābumu	X	-		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	$CaCl_2$				Alternatīva, pasaulē pielietota metode augsnes aktīvā skābuma noteikšanai	-	X		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	NaF	-	-		Pielieto vulkāniskajām augsnēm (Andosols)	-	-		
Organiskā viela	***Walkley–Black* metode**	GLOSOLAN-SOP-02	Mitrā pārpelnošana	%	Iegūst oksidējamo oglekli, no kura aprēķina organiskās vielas daudzumu (Walkley, Black, 1934) (Blakemore, Searle, Daly)	-	-		Ir pieejami no 2019.gada

	Sausā sadedzināšana (TOC-TIC)	ISO 10694:1995	Sausā sadedzināšana	%	Iegūst kopējo oglekli un neorganisko oglekli, no kuriem apreķina organiskā oglekļa daudzumu, tālāk aprēķinot organiskās vielas daudzumu (Blakemore, Searle, Daly)	-	-		
	Tjurina metode	GLOSOLAN-SOP16	FAO standarts raksturo spektofotometrijas variantu metodei, taču oriģinālā PSRS laikā lietotā metode ir viecama titrējot (Tyurin, 1931)	g kg^{-1} (pielietjot FAO metodi)· ko var pārrēķināt %.	Iegūst oksidējamo oglekli, no kura aprēķina organiskās vielas daudzumu (Standard Operating Procedure for Soil Organic Carbon: Tyurin Spectrophotometric Method, 2021) (Tyurin, 1931)	-	-		
	Modificēta Tjurina metode	AGL-003-2023/1	Spektofotometrija	%	Nosaka oksidēto oglekli, ko pārrēķina uz organiskās vielas daudzumu (Sikora, Moore, 2014)(Metson, 1956) (Walkley, 1947) (Walkley, Black, 1934)	X	-		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā

	Organisko vielu satura oksidēšana ar kālija dihromāta sērskābes šķīdumu un noteikšana ar spektrofotometru	AGL-004-2023/1	Spektofotometrija	%	Modificēta AGL-003-2023/1 metode, kura nosaka oksidēto oglekli	-	-		
	Organisko vielu satura noteikšana sadedzinot	AGL-005-2023/1	Iesakāms, ja OV > 15%	%	Iegūst procentuālu organisko vielu daudzumu, aprēķinot masas zudumus (Storer, 1984) (Sikora, Moore, 2014)	-	-		
Fosfors	**Egnera-Rīma metode**	AGL-008-2023/1	Gaismas spektofotometrs	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais fosfors (Korzeniowska, Stanislawska-Glubiak, 2024) (van Laak, Klingenberg, Peiter et al. 2018)	X	-		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	Soil quality — Extraction of trace elements using dilute nitric acid, Environmental solid matrices — Determination of elements using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)	ISO 17586:2016 ISO 22036:2024	Induktīvi saistītās plazmas masas spektrometrija vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstosais fosfors (Groenenberg, Römkens, Zomeren, et al. 2017)	-	-		

	Fosfora satura noteikšana 0,43 M HNO3 ekstraktā ar spektrofotometru	AGL-009-2023/1	Spectofotometrs	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstošais fosfors (Groenenberg, Römkens, Zomeren, et al. 2017), ko izsaka P_2O_5 formā pēc pārrēķina uz Egnera-Rīma metodi	-	-		
	Olsena metode	GLOSOLAN-SOP-10	Spectofotometrs	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais fosfors (Olsen, 1954).	-	-		
	Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-LactatAuszug	VDLUFA MB1-A 6.2.1.1	Spektofotometrs, induktīvi saistītās plazmas masas spektrometrija vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais fosfors (van Laak, Klingenberg, Peiter et al. 2018)	-	X		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	Mehlich 3	-	Spectofotometrs vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais fosfors (Mehlich, 1984) (Sikora, Moore, 2014)	-	-		
Kālijs	**Egnera-Rīma metode**	AGL-006-2023/1	Liesmas spektofotometrs	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais kālijs (Korzeniowska, Stanislawska-Glubiak, 2024) (van Laak, Klingenberg, Peiter et al. 2018)	X	-		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā

	Soil quality — Extraction of trace elements using dilute nitric acid, Environmental solid matrices — Determination of elements using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)	ISO 17586:2016 ISO 22036:2024	Induktīvi saistītās plazmas masas spektrometrija vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstosais kālijs (Groenenberg, Römkens, Zomeren, et al. 2017)	-	-		
	Kālija satura noteikšana 0,43 M HNO3 ekstraktā ar liesmas fotometru	AGL-007-2023/1	Liesmas spektofotometrs	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstošais kālijs (Groenenberg, Römkens, Zomeren, et al. 2017), ko Latvijā izsaka K_2O formā pēc pārrēķina uz Egnera-Rīma metodi	-	-		
	Bestimmung von Phosphor und Kalium im Calcium-Acetat-LactatAuszug	VDLUFA MB1-A 6.2.1.1	Spektofotometrs, induktīvi saistītās plazmas masas spektrometrija vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais kālijs (van Laak, Klingenberg, Peiter et al. 2018)	-	X		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	Mehlich 3	-	Spectofotometrs vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais kālijs (Mehlich, 1984) (Sikora, Moore, 2014)	-	-		

Magnijs	**Magnija satura noteikšana pēc Ēgnera-Rīma metodes ar liesmas AAS**	AGL-010-2023/1	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrs.	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais magnijs (Korzeniowska, Stanislawska-Glubiak, 2024) (van Laak, Klingenberg, Peiter et al. 2018)	X	-		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	Magnija satura noteikšana 0,43 M HNO3 ekstraktā ar liesmas AAS	AGL-011-2023/1	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrs.	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstosais magnijs (Groenenberg, Römkens, Zomeren, et al. 2017)	-	-		
	Soil quality — Extraction of trace elements using dilute nitric acid, Environmental solid matrices — Determination of elements using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)	ISO 17586:2016 ISO 22036:2024	Induktīvi saistītās plazmas masas spektrometrija vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstosais magnijs (Groenenberg, Römkens, Zomeren, et al. 2017)	-	-		
	Mehlich 3	-	Spectofotometrs vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais magnijs (Mehlich, 1984) (Sikora, Moore, 2014)				

	Determination of nitrate, ammonia and magnesium in the CaCl2 extract	VDLUFA I, A 6.2.4.1 : 1991	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrs (Vācijas standarts)	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais magnijs (van Laak, Klingenberg, Peiter et al. 2018)	-	X		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
Kalcijs	**Kalcija satura noteikšana 1 M KCl ekstraktā metodes ar liesmas AAS**	AGL-012-2023/1	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrs.	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais kalcijs (van Reeuwijk, 2002).	X	-		Pieejami dati no analīzēm 2019. un 2024. gadā
	Kalcija satura noteikšana 0,43 M HNO3 ekstraktā ar liesmas AAS	AGL-013-2023/1	Liesmas atomabsorbcijas spektrometrs.	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstosais kalcijs (Groenenberg, Römkens, Zomeren, 2017)	-	-		
	Mehlich 3	-	Spectofotometrs vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts augiem pieejamais kalcijs (Mehlich, 1984) (Sikora, Moore, 2014)				
	Soil quality — Extraction of trace elements using dilute nitric acid, Environmental solid matrices — Determination of elements using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)	ISO 17586:2016 ISO 22036:2024	Induktīvi saistītās plazmas masas spektrometrija vai Induktīvi savienotā plazmas atomu emisijas spektroskopija	mg kg^{-1}	Tiek noteikts skābē šķīstosais kalcijs (Groenenberg, Römkens, Zomeren, 2017)	-	-		

Granulometriskais sastāvs	Sijāšanas un sedimentācijas metode: *Soil quality — Determination of particle size distribution in mineral soil material — Method by sieving and sedimentation*	ISO 11277	Hidrometrs vai pipetēšana, lai noteiktu daļinu daudzumu	%, granulometriskā sastāva grupas	Nosaka daļiņu sadalījumu	-	-		
	Lāzerdifrakcijas spektroskopija: *Particle size analysis — Laser diffraction methods.*	ISO 13320:2020	Lāzera difraktometrs	%, granulometriskā sastāva grupas	Nosaka daļiņu sadalījumu, taču nav salīdzināma ar citām metodēm (Eshel, Levy, Mingelgrin et al. 2004)(Beuselinck, Govers, Poesen et al. 1998)	-	-		
	Lauka metode	-	Novērtēums pēc taustes	granulometriskā sastāva grupas	Tiek noteikta granulometriskā sastāva grupa (Thien, 1979)	-	-		Ir pieejami dati no vēsturiskajām augšņu kartēm