

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE
BOTĀNIKAS UN EKOĢIJIJAS KATEDRA

SAISTĪBA STARP VEĢETĀCIJAS IZPLATĪBU UN
AUGSNES APSTĀKĻIEM NEAPSAIMNIEKOTAJĀS
LAUKSAIMNIECĪBĀ IZMANTOJAMĀS ZEMĒS LĪVĀNU
APKĀRTNĒ

Maģistra darbs

Autore: Agnese Bebrīša

Stud. apl. nr. ab07131

Darba vadītājs: *Dr. biol.*, doc. Guntis Tabors

Recenzente: *Dr. biol.* Ligita Liepiņa

Katedras vadītājs: *Dr. biol.*, asoc. prof. Didzis Elferts

RĪGA 2017

ANOTĀCIJA

Šajā pētījumā ir aprakstīti augsnes veidošanās ietekmējošie vides faktori, kā arī analizēta saistība starp veģetācijas izplatību un augsnes apstākļiem neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs Līvānu apkārtnē.

Maģistra darba mērķis ir noskaidrot saistību starp veģetācijas izplatību un augsnes īpašībām neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.

Darbā ir aprakstītas likumsakarības starp augsnes fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām un veģetācijas izplatību. Pētīta lauksaimniecības zemju dabiskā apmežošanās un tās iespējamā ietekme uz augsnes īpašībām.

Pētījumā secināts, ka veģetācijas izplatību un sastāvu neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs ietekmē augsnes fizikālās un ķīmiskās īpašības, gan iepriekšējais izmantošanas veids.

Atslēgas vārdi: neapsaimniekotās lauksaimniecības zemes, augsne, augsnes fizikāli ķīmiskās īpašības, veģetācija, vides faktori, apmežošanās.

ANNOTATION

In this research are described environmental factors that affects formation of soil, also is analysed relation between distribution of vegetation and soil conditions in abandoned agricultural lands near Līvāni.

The aim of the master's thesis is to ascertain relation between distribution of vegetation and soil properties in abandoned agricultural lands.

This research describes the regularity between soil physical and chemical properties and distribution of vegetation. This thesis is focusing on natural afforestation of agricultural lands and the possible influence on soil properties.

The result of reasearch shows that the distribution and structure of vegetation in abandoned agricultural lands affects soil physical and chemical properties and historical management.

Key words: abandoned agricultural lands, soil, soil physical and chemical properties, vegetation, environmental factors, afforestation.

Saturs

IEVADS	5
1. LITERATŪRAS APSKATS.....	7
1.1. Veģetācijas attīstība pamestajās lauksaimniecības zemēs.....	7
1.2. Vides faktoru ietekme uz veģetācijas izplatību pamestajās lauksaimniecības zemēs.....	10
1.3. Augsnes īpašību izmaiņas aizaugot neapsaimniekotajām lauksaimniecībā izmantojamām zemēm	12
2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODES	16
2.1. Pētāmās teritorijas dabas apstākļu raksturojums	16
2.2. Izejas dati	20
2.3. Pētījuma metodes	20
3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA	23
3.1. Rudzātu pagasta Aleksandrovas lauksaimniecības zemju iepriekšējā izmantošana un veģetācijas raksturojums	23
3.2. Pētījuma teritorijas augšņu profilu un veģetācijas raksturojums.....	26
3.3. Zemesdzies veģetācijas raksturojums	36
3.4. Koku un krūmu veģetācijas raksturojums	39
3.5. Augsnes ķīmisko īpašību raksturojums.....	43
3.6. Augsnes faktoru un veģetācijas mijiedarbība.....	52
3.7. Datu salīdzinājums ar pētījumu neapsaimniekotajās lauksaimniecības zemēs Ieriķu apkārtnē .	58
SECINĀJUMI.....	62
PATEICĪBA.....	64
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	65
PIELIKUMS	

IEVADS

Lauksaimniecības zemju pamešana un apmežošanās pēdējā laikā ir aktuāla problēma daudzviet pasaulē. Konstatēts, ka lauksaimniecības zemju aizaugšanu veicina politiskie un sociālekonomiskie procesi (Lowicki, 2008; Sitzia et al., 2010).

Meža zemes Latvijā aizņem 51 % no kopējās valsts teritorijas (VMD, 2016). Ir notikusi gan meža zemju teritoriju dabiska palielināšanās, gan arī meža ieaudzēšana un galvenokārt tas ir noticis uz lauksaimniecībā izmantojamo zemju (turpmāk – LIZ) platībām. Pretēji meža zemju pieaugumam, pēdējos 20 gados novērojama izteikta tendence samazināties LIZ platībai. 2016. gadā lauksaimniecībā izmantojamā zeme aizņēma 36,5 % no Latvijas kopplatības (VZD, 2016). Ir risks, ka minētā tendence turpināsies arī turpmākajos gados, jo Lauku atbalsta dienesta LIZ apsekojuma rezultāti 2015. gadā liecina, ka 13,2 % no lauksaimniecībā izmantojamās zemes bija neapsaimniekotas. Pateicoties labvēlīgajiem klimata un augsnes nosacījumiem koku augšanai Latvijā, desmit un vairāk gadu laikā neapsaimniekotās lauksaimniecības zemēs atjaunojas mežaudzes.

Ņemot vērā, ka pieaug neapsaimniekoto lauksaimniecības zemju īpatsvars gan Latvijā, gan Eiropā, aizvien aktuālāks kļūst jautājums par to turpmāko izmantošanu – tas ir svarīgi gan no ekonomiskā, gan sociālā, kā arī no ekoloģiskā viedokļa (Ruskule, 2013). Līdz ar to, būtiska nozīme piešķirama lauksaimniecības zemju aizaugšanas procesu pētījumiem. Pētījumu rezultāti vērtējami kā nozīmīgs ieguvums, kas izmantojams zemes ilgtspējīgā apsaimniekošanā un plānošanā.

Sakarā ar lauksaimniecības zemju aizaugšanu, vairāki pētījumi ir veikti Vidzemes augstienē. Tajā skaitā arī autores bakalaura darbs „Augsnes faktora ietekme uz ainavu ekoloģisko sukcesiju neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs”, kas tika veikts Amatas novada Drabešu pagasta Ieriķos, kas atrodas Vidzemes augstienes Mežoles paugurainē. Tāpēc par pētījuma teritoriju tika izvēlēta vieta ar atšķirīgiem dabas apstākļiem – Līvānu novada Rudzātu pagasta Aleksandrova, kas atrodas Austrumlatvijas zemienes Jersikas līdzenumā.

Maģistra darba mērķis ir noskaidrot saistību starp veģetācijas izplatību un augsnes apstākļiem neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs Līvānu apkārtnē.

Maģistra darba mērķa sasniegšanai tika izvirzīti šādi **uzdevumi**:

1. Apkopot informāciju par pētījumiem Latvijā un pasaulē, kas attiecas uz saistību starp veģetācijas izplatību un augsnes apstākļiem neapsaimniekotās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs;

2. Neapsaimniekotajās lauksaimniecības zemēs veikt augšņu dziļrakumu profilu morfoloģisko pazīmju un augsnes veidošanās procesu raksturojumu, kā arī fizikāli ķīmisko analīžu datu analīzi un interpretāciju;
3. Veikt koku un krūmu, kā arī zemsedzes veģetācijas aprakstīšanu pētījuma teritorijā;
4. Analizēt aizaugšanas gaitu pamestajās lauksaimniecības zemēs un novērtēt iespējamus faktorus, kas ietekmē veģetācijas izplatību.

Darbā izvirzīta **hipotēze**: augsnes fizikālajām un ķīmiskajām īpašībām, iepriekšējam zemes izmantošanas veidam ir būtiska ietekme uz veģetācijas izplatību neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs.

Pētījums veikts no 2013. gada līdz 2017. gadam. Maģistra darba autore ir veikusi literatūras apkopošanu no starptautiski zinātniski recenzējamiem žurnāliem, kā arī bibliotēkām un interneta resursiem. Autore ir veikusi lauka darbus 2013. gada vasarā. Izdalījusi 24 parauglaukumus, kuros aprakstījusi koku un krūmu sugas, noteikusi augstumu un vecumu. Izdalījusi 36 zemsedzes veģetācijas parauglaukumus, kuros noteikusi lakstaugu un sūnu sugas. Autore ir veikusi ievākto augsnes paraugu fizikāli ķīmiskās analīzes LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Augšņu laboratorijā un LU Bioloģijas fakultātes Botānikas un ekoloģijas katedras Augsnes laboratorijā. Datu apstrāde un analīze veikta no 2013. gada līdz 2017. gada pavasarim.

Maģistra darba apjoms ir 71 lpp. ar pielikumiem 14 lpp. apjomā, darbu ilustrē 26 attēli un 1 tabula, bet pielikumā ir 9 tabulas.

1. LITERATŪRAS APSKATS

1.1. Veģetācijas attīstība pamestajās lauksaimniecības zemēs

Lauksaimniecības zemju pamešana ir cēlonis izmaiņām augu bioloģiskajā daudzveidībā un augsnes sabiedrībā (Maharning et al., 2009). Veģetācijas attīstības gaitu pamestajās lauksaimniecības zemēs nosaka ainavu ekoloģiskā sukcesija (Ruskule, Kasparinska, 2010). Sukcesija ir secīgas veģetācijas pārmaiņas pēc vides apstākļu izmaiņām. Sekundārā sukcesija attīstās pēc dabisku vai antropogēnu faktoru izraisītiem traucējumiem (Clements, 1916; Ellenberg, 1988). Ainavu ekoloģiskā sukcesija aizaugošās lauksaimniecības zemēs nosaka sugu tolerances apstākļus, sēkļu iesēšanās apstākļus, kā arī pioniersugu un pamatsugu konkurenci (Ruskule, Kasparinska, 2010).

Pēc lauksaimniecības zemju pamešanas, būtiska loma ir konkurencei par telpu un resursiem. Sekundārās sukcesijas laikā, aizaugošajās teritorijās pieaug augu sugu konkurences stratēģijas (Schulze, 2002). Konkurence sugu starpā ir aprūtinoša katrai no sugām. Pārsvārā konkurē tās sugas, kuru pastāvēšanai nepieciešami līdzīgi resursi, piemēram, barības vielu un enerģijas resursi (Bušs, 1989). Ilgstoši neapsaimniekojot lauksaimniecības zemes, izmainās tajās esošais mikroklimats. Daļai augu jaunie apstākļi kļūst nepiemēroti, tiek pārsniegtas sugu tolerances intervāla robežas, rezultātā šīs sugas pakāpeniski nomaina citas, kurām esošie apstākļi ir optimāli (Rūsiņa, 2008).

Katrai sekundārās sukcesijas stadijai ir savs specifisks floristiskais sastāvs. Sākotnēji pamestās lauksaimniecības zemes pamatā raksturojamas kā klajas teritorijas bez kokaugu veģetācijas, līdz ar to iztrūkst apēnojuma un aizvēja zonu. Šādos apstākļos pastāvīgā saules un vēja iedarbība izraisa pastiprinātu iztvaikošanu, rezultātā mitruma apstākļi augiem kļūst nepietiekami. Bet no otras puses, augiem ir nodrošināti pietiekami gaismas apstākļi, kā arī barības vielu pieejamība (Cramer et al., 2008).

Pirmajam sukcesijas posmam raksturīga salīdzinoši zema sugu daudzveidība, un lielākā daļa augu ir līdzīgi savā attīstībā - lielākoties viengadīgi, ātraudzīgi un gaismprasīgi. Teritoriju kolonizē pioniersugas, piemēram, invazīvās graudzāles. Pioniersugas, efektīvi izmantojot pieejamos resursus, aug un spēj strauji izplatīties; ir sevišķi konkurētspējīgas (Maharning et al., 2009). Zālajos pamazām uzkrājas liels apjoms biomasas, sāk veidoties biezs kūlas slānis, kas laika gaitā izmaina augtēnes mikroklimatu, apgaismojuma apstākļus. Šādu apstākļu rezultātā substrāts kļūst aizvien mitrāks un auglīgāks. Zemsedzē biežā kūlas slāņa dēļ vairs nav brīvu laukumu, tādējādi tiek traucēta arī augāja pašatjaunošanās (Rūsiņa, 2008).

Daudzgadīgie zālāji pakāpeniski aizstāj viengadīgos zālājus; pioniersugas - viengadīgās nezāles, kuru sēklas, kas iekrīt biežajā kūlas slānī, nespēj izdīgt, jo nevar sasniegt zemi. Ar laiku augtenē sāk dominēt konkurētspējīgākie lakstaugi, piemēram, ilgstoši neapsaimniekojot, pļavas zaudē sākotnējo sugu daudzveidību un kļūst par vienlaidus parastās vīgrīzes *Filipendula ulmaria* (Rūsiņa, 2008) audzēm. Šajā sukcesijas stadijā sugu daudzveidība pieaug, bet joprojām lielākā daļa no augiem ir zālaugi, tāpēc strukturālā daudzveidība nepalielinās. Pāreja no viengadīgajām sugām uz daudzgadīgajām ir pārejoša un fragmentāra, iespējama arī to līdzāspastāvēšana. Vienas teritorijas dažādās vietās var būt vērojamas dažādas sekundārās sukcesijas stadijas (Maharning et al., 2009).

Ieviešoties un arvien plašāk izplatoties krūmu sabiedrībām, pieaug gan sugu daudzveidība, gan strukturālā sarežģītība. Lakstaugu un krūmu stāvs rada dzīvnieku sugām bagātīgāku barības bāzi, kā arī dzīvotņu dažādību. Krūmiem augot, apēnojums kļūst aizvien lielāks, kā rezultātā daudzas no gaismmīļu sugām pakāpeniski izzūd. Vairums koku sugu sējeņi ir ēnas tolerantā, tāpēc tie ir spējīgi sākt augt zem krūmu vainagiem (Egler, 1954).

Pamesto lauksaimniecības zemju apmežošanās ir līdzīga dabiskajai meža atjaunošanai. Atšķirība vien pastāv tajā, ka kokiem jāienāk tiem neraksturīgā vidē – šajā gadījumā - lauksaimniecības zemēs, kur ir mainīgi konkurences apstākļi. Koku sugu pielāgošanās spēja nosaka to, cik ātri un kāda mežaudze veidosies šajās platībās (Forman, 1995). Dažādām koku sugām nav piemēroti vienādi augšanas apstākļi, kā arī tie ļoti dažādi konkurē ar zemeszemes veģetāciju. Piemēram, parastā ozola *Quercus robur* un parastā oša *Fraxinus excelsior* stādījumos veģetācija daļēji saglabājas šo sugu augšanas dimensijas dēļ, turpretim āra bērzs *Betula pendula*, parastā egle *Picea abies* un parastā priede *Pinus sylvestris* izkonkurē esošo zemeszemes veģetāciju (Daugaviete, 2008).

Pētījumi Latvijā apstiprinājuši, ka bērzs (koku suga, kura spējīga augt ļoti atšķirīgos augšanas apstākļos) kopā ar baltalksni *Alnus incana*, parasto apsi *Populus tremula* un kārkliem *Salix spp.* ir sugas, kuras pirmās sāk kolonizēt neapsaimniekotās zemes (Daugaviete, 2008). Šīm pioniersugām piemīt īpašības, kas tām ļauj būt pārākām jauno platību apgūšanā. Pioniersugas ik gadu saražo sīkas sēklas, kas spēj izplatīties lielā attālumā. Kā arī šīs sugas veiksmīgi atjaunojas veģetatīvi, turklāt aug straujāk nekā pamatsugas (Nikodemus, 2016). Izņēmums var būt sausās, mazauglīgās smilts augsnēs, kad priede ātrāk nekā lapu koku sugas spēj aizņemt brīvās platības (Daugaviete, 2008).

Pioniersugas nemeža platībās sagatavo piemērotus apstākļus pamatsugu – skuju koku un cieta lapu koku pakāpeniskai ienākšanai (Daugaviete, 2008). Kokiem un krūmiem attīstoties, teritorija laika gaitā sāk izskatīties pēc meža zemes. Līdzko koku sugas sāk sasniegt savu maksimālo lielumu, notiek pretējs process – tiek noēnotas krūmu sugas apakšējā

augu stāvā. Pamatsugas, piemēram, egle, ozols, priede pakāpeniski izspiež pioniersugas un izveido stabilas audzes – klimaksa fitocenozes (Nikodemus, 2016).

Sukcesijas noslēguma stadijā – nobriedušā mežā, sugu daudzveidība un vertikālo struktūru kompleksitāte sasniedz savu augstāko virsotni. Kādu laiku pēc apmežošanas jaunizveidotā meža zemsedzē vēl būs sastopami pļāvām raksturīgi augi, bet pakāpeniski - gaismas un citu vides apstākļu dēļ, tos nomainīs mežam raksturīgā veģetācija. Līdzīgas izmaiņas notiek arī attiecībā uz putnu, zīdītāju un bezmugurkaulnieku sugām. Jāatzīmē, ka, veidojoties mežam, sagaidāmas dzīvnieku barošanās un uzturēšanās paradumu izmaiņas (Egler, 1954).

Mežam raksturīgs noteiktu klimatisko apstākļu (apgaismojuma, temperatūras, mitruma un vēja kompleksa ietekmes) kopums. Dienas laikā mežā ir vēsāk, bet naktī – siltāk kā atklātā vietā. Pavasarī sniegs kūst ilgāk un pakāpeniskāk nekā uz lauka. Arī vēja ātrums mežā un tā tuvumā ir mazāks nekā pilnīgi atklātā platībā. Augājs samazina augsnē nonākušo nokrišņu daudzumu, bet koku saknes un zemsedze – augsnes erozijas procesu attīstību. Meža struktūra izteikti sadalīta pa stāviem. Augstākie koki veido saslēgtu vainagu, zem tā viens vai vairāki - parasti jauno koku veidotie vainagi, zem tiem krūmu stāvs, visbeidzot apakšējo stāvu veido zālaugi. Augstākajos stāvos esošie krūmu un koku vainagi, kas ir cieši sakļāvušies, rada lielu noēnojumu apakšējiem augu stāviem, kur augošās sugas ir ēntolerantas, jo lielu daļu saules gaismas bloķē augstākesošie slāņi (Nikodemus u.c., 2008).

Pieaugot koku vecumam mežaudzēs, gaismas pieejamība arvien samazinās, kas savukārt noved pie samazināta sugu skaita un seguma lakstaugu stāvā. Apēnojumam ir būtiska ietekme uz kopējās floras attīstību. Bagātāka kopējā flora ir pirms kokaugu vainagu saslēgšanās. Daļa sugu, tai skaitā pļavu graudzāles, palielinoties noēnojumam izzūd (Connell, Slatyer, 1977).

Ēnmīļu sugām piemīt efektīvs izplatīšanās mehānisms, spēja pielāgoties dzīvei marginālajos biotopos. Liels sēklas izmērs uzlabo ēncietības īpašības. Samazinoties temperatūrai, samazinās augstums un sēklas izmērs, tas atspoguļo gaismas konkurences samazināšanos. Taču „ēnmīļu” sugu izplatību var ietekmēt arī tādi faktori kā nepietiekoši mitruma apstākļi vai augsnes paskābināšanās (Harmer et al., 2001).

1.2. Vides faktoru ietekme uz veģetācijas izplatību pamestajās lauksaimniecības zemēs

Sukcesijas attīstību pamestajās lauksaimniecības zemēs ietekmē gan biotiskie, gan abiotiskie, gan arī antropogēnie faktori (Ruskule, 2012).

Veģetācija ir ciešā sasaistē ar augsni, jo augsne satur augiem nepieciešamās barības vielas (Markovs, 1965). Augsnes īpašības – gan ķīmiskais, gan minerālais un granulometriskais sastāvs nosaka sugu potenciālo izplatību, kā arī kokaudžu attīstību (Kasparinskis, 2012). Savukārt augsnes veidošanās ir atkarīga no daudziem faktoriem, piemēram, cilmiežiem, atmosfēras, virsūdeņiem un pazemes ūdeņiem, dzīvajiem organismiem – augiem, mikroorganismiem un dzīvniekiem (Mežals, 1970). Augsnes veidošanās faktori gan katrs atsevišķi, gan savstarpēji iedarbojoties, ietekmē augšņu veidošanos (Kārklīšs, 2009). Līdz ar to šiem faktoriem ir netieša, bet būtiska loma dabiskajā apmežošanās procesā pamestajās lauksaimniecības zemēs.

Klimats ir svarīgs faktors augsnes veidošanās procesā, tas ietekmē gan augsnes mitrumu, gan temperatūru, savukārt šie rādītāji ietekmē skābekļa apmaiņu augsnē (Shi et al., 2011). Ir pētījumi, kuros klimats un augsne tiek minēti kā vieni no svarīgākajiem faktoriem, kas nosaka neapsaimniekoto lauksaimniecības zemju apmežošanās ātrumu (Harmer et al., 2001).

Vietas reljefs ir būtisks faktors, kas ietekmē veģetācijas izplatību, jo topogrāfija ietekmē gan ūdens piesātinājumu augsnē, gan augsnes erozijas pakāpi un augsnes ķīmiskās īpašības. Kā arī reljefs ietekmē augsnes mitrumu un granulometrisko sastāvu (Benayas et al., 2004). Pierādīts, ka nogāzes virziens ietekmē solārās radiācijas daudzumu un intensitāti, kas attiecīgajā teritorijā būtiski ietekmē temperatūras režīmu, kas savukārt ietekmē augsnes bioloģiskos un ķīmiskos procesus un vielu apriti. Topogrāfijas iezīmes, piemēram, izliekumi un nogāze ietekmē hidroloģiskos apstākļus (Seibert et al., 2006). Tādējādi kalnu augi, sastāva un attīstības ziņā, atšķiras no līdzenuma augiem (Mežals, 1970). Pauguru virsotnēs pārsvarā izplatītas kserofītiska rakstura augu sugas, savukārt reljefa zemākajās vietās - mitrumu mīlošākas un oligotrofa rakstura augu sabiedrības (Titeux, Delvaux, 2008). Norvēģijā tiek veikti pētījumi par saistību starp reljefa gradientu, katēnas ietekmi un veģetācijas izplatību. Pētījums Norvēģijas dienvidu daļā, kur ģeoloģiskās apvidus īpašības ir pārsvarā vienveidīgas, secināts, ka veģetācijas zonas izteikti ietekmē topogrāfiskā gradienta izmaiņas (Reimann, 2008).

Literatūrā atrodami pētījumi par reljefa ietekmi uz sekundāro sukcesiju Vidusjūras ziemeļos. Secināts, ka kalnu apvidū reljefs regulē gan klimata gradientus, gan augsnes un ūdens sadalījumu (Pan et al., 1999). Neviendabīgās teritorijās, piemēram, kalnos, sekundārās sukcesijas augu sugām ir lielākas izdzīvošanas un kolonizācijas spējas. Tādējādi sukcesijas gaitā rodas augsta variabilitāte (Prach, 1993). Pētījumi Spānijas centrālajos reģionos apliecina, ka zemes neapsaimniekošanas sekas uz bioloģisko daudzveidību rada mazākas izmaiņas sausākos, mazproduktīvākos apgabalos augstāk kalnos nekā produktīvākos apgabalos kalnu pakājēs ar pietiekamiem mitruma apstākļiem (Peco et al., 2006).

Pētījumi par reljefa lomu dabiskajā apmežošanās procesā Latvijā liecina, ka pie relatīvi vienkārša, nesapostota, līdzena reljefa novērojama vienlaidus dabiskā apmežošanās, savukārt vietās, kurās reljefu veido izteiktāki pauguri, tas ir saposmots - vērojama mozaīkveida ainavekoloģiskās sukcesijas attīstība, kurai ne vienmēr ir saistība ar kādu mežmalu, ja tāda atrodas tuvumā vai blakus neapsaimniekotajam laukam (Ruskule et al., 2012).

Reljefs ir viens no faktoriem, kas atspoguļo ģeoloģisko nogulumu telpiskās izplatības likumsakarības, tādējādi arī augšņu mehāniskā sastāva teritoriālās atšķirības (Nikodemus u.c., 2008).

Augsnes īpašības, sēklu dīgšanu, augu sakņu izplatību, augu barošanu, augu apgādi ar ūdeni un veģetācijas tipu izplatību visbūtiskāk ietekmē granulometriskais sastāvs augsnes virsējā slānī (Skujāns, Mežals, 1964).

Latvijā uz smilts augsnēm, kuras veido galvenokārt kvarcs un laukšpats, aug priežu meži, kas nav prasīgi barības vielu ziņā. Savukārt egļu un pat platlapju mežu augšanai piemēroti morēnas smilšmāla vai māla nogulumi, kuros dominē sekundārie māla minerāli ar lielu īpatnējo virsmu, lielu adsorbcijas kapacitāti un atšķirīgu ūdens – gaisa īpašību un fizikāli mehānisko īpašību kompleksu (Nikodemus u.c., 2008).

Minerālu ķīmiskais sastāvs, līdz ar to augsnes cilmiezis ir būtisks faktors, kas ietekmē augsnē esošo barības elementu daudzumu. Minerāli, piemēram, kvarcs un laukšpati, kas veido smilts un putekļu frakciju, ir nabadzīgāki ar makroelementiem nekā, piemēram, māla minerāli (Vanmechelen, 1997).

Augsnes mitruma apstākļi ietekmē veģetācijas attīstību un daudzveidību. Aizaugšana norit lēnāk ļoti sausās vai ļoti slapjās vietās, jo šādi apstākļi kavē koku un krūmu sējeņu attīstību (Rūsiņa, 2008). Citur literatūrā minēts, ka sukcesijas temps ir lēnāks sausākās vietās nekā mitros apstākļos. Augsnes mitruma apstākļi ietekmē barības vielu transportu augsnē. Mitrākās augsnēs barības vielu transports ir efektīvāks nekā sausās augsnēs. Bāzes katjonu klātbūtne, C/N attiecība, trūdvielu slāņa dziļums ietekmē zemsedzes veģetācijas izplatību. Pieaugot augsnes mitrumam, konstatēts arī bāzu pieaugums. Šāda sakarība īpaši attiecināma

uz augsnes apstākļiem zemienēs, kur liels daudzums bāzu, (piemēram, Ca^{2+} vai Mg^{2+}) ar gruntsūdeņiem tiek transportētas līdz augu saknēm. Kā arī mineralizācijas procesiem nepieciešams noteikts augsnes mitrums (Bornkamm, 1981).

Ir pētījumi, kur apgalvots, ka viens no galvenajiem faktoriem, kas nosaka sugu sastāvu pamestajās lauksaimniecības zemēs, ir apsaimniekošanas vēsture, nevis augsnes parametru atšķirības (Hardtle et al., 2005). Zemes apsaimniekošanas vēsture ir cēlonis specifiskām augšņu īpašībām, kas radušās ilgstošas zemes apstrādes rezultātā; izmaiņām augsnē hidromeliorācijas ietekmē, kā arī augsnes piesārņojumam, ko izraisījusi iepriekšējā saimnieciskā darbība (Wall, Hytonen, 2005). Pierādīts, ka agrākais zemes lietojuma veids var būt par cēloni edafiskām izmaiņām, kas saglabājas 100 vai pat 1000 gadus pēc šo zemju apmežošanas (Kristensen, 2001) un atstāj ietekmi uz veģētācijas sastāvu un augsnes īpašībām (Ellenberg, 1988). Somijas zinātnieki (Wall, Heiskanen, 2003) apliecinājuši, ka augsnēm pamestajās lauksaimniecības zemēs raksturīga zema areācija, kas var būt par iemeslu kavētai koku augšanai, kā rezultātā tiek ietekmēta sukcesijas gaita.

1.3. Augsnes īpašību izmaiņas aizaugot neapsaimniekotajām lauksaimniecībā izmantojamām zemēm

Pētījumi liecina, ka pēc lauksaimniecības zemju apmežošanas vēl ilgi vērojamas augsnes īpašību atšķirības salīdzinājumā ar meža augsnēm, jo lauksaimnieciskā darbība būtiski izmaina augšņu ķīmiskās, fizikālās un bioloģiskās īpašības (Nikodemus u.c., 2008).

Pētījumi Zviedrijā pierādījuši, ka, bijušajās lauksaimniecības zemēs pat 40 - 80 gadus pēc zemju apmežošanas, augsnes īpašības ievērojami atšķiras no līdzīgām augsnēm mežā (Falkengren-Grerup et al., 2006). Somijā veiktajos pētījumos konstatēts, ka apmežoto lauksaimniecības augšņu auglība ir augstāka kā meža zemēs. Augsnes īpašību atšķirības 10 gadus pēc zemju apmežošanas joprojām ir ievērojamas (Wall, Hytönen, 2005).

Kokiem augot, ar sakņu, lapu un zaru nobiru palīdzību, kā arī mikroorganismu darbības rezultātā, kādreizējās lauksaimniecības zemes tiek pakāpeniski pārveidotas, jo ievērojami izmainās to fizikālās un ķīmiskās īpašības. Īpaši tas attiecas uz augsnes virsējo slāni, kurš dzīvības procesos iesaistīts visvairāk (Nikodemus u.c., 2008).

Lauksaimniecības zemju neapsaimniekošana būtiski izmaina augsnes īpašības un augu barības elementu apriti. Izmainās augsnes fizikālās īpašības un darbības vide augsnes mikroorganismiem, jo nav lauksaimniecības tehnikas radītās mehāniskās iedarbības uz augsni. Izplatoties koku un krūmu sugām pamestajās lauksaimniecības zemēs, augsnē nonāk

pēc kvantitātes un ķīmiskā sastāva atšķirīga nobiru masa. Tās mineralizācijas ātrums nosaka augu barības elementu nodrošinājumu augsnē (Berendse, 1998).

Tiek veikti pētījumi par koku sugu ietekmi gan uz augšņu fizikālajām, gan ķīmiskajām un bioloģiskajām īpašībām. Izteiktākās atšķirības ir starp lapu kokiem un skujkokiem, bet konstatētas arī ievērojamas atšķirības dažādu lapu koku sugu vidū (Augusto et al., 2002). Pētījumos atklāts, ka atšķirības saistītas ar koku lapu dažādo ķīmisko sastāvu, kas arī starp platlapju koku sugām ir mainīgs. Visizteiktāk koku sugas ietekmē augsnes virsējo slāni (dziļumā līdz 10 cm), bet ir pierādīta ietekme, piemēram, uz pH reakciju, Cu un Fe koncentrācijām arī augsnes zemāk esošajos slāņos (Hagen-Thorn et al., 2004).

Augsnē notiekošos procesus ietekmē augsnes pH reakcija. Skābākās augsnēs ir samazināta mikrobioloģiskā aktivitāte, tādējādi tiek kavēta organisko vielu noārdīšana, bet veicināta to uzkrāšanās (Nikodemus u.c., 2008). Skābes veicina straujāku minerālu dēdēšanu un paātrina podzolēšanās procesu (Augusto et al., 2002). Pētījumi rāda, ka būtiska ietekme uz augsnes skābumu ir nitrifikācijas procesam uz augu saknēm; augstāka N piesaiste nosaka zemāku pH reakciju (Mueller et al., 2012).

Koki ietekmē arī N un C ciklu augsnē. Ir pētījumi, kuros tiek skaidroti veidi, kā koku sugas spēj ietekmēt šo apmaiņu, kā arī diskutēts par evolūcijas ceļā attīstītu spēju, ietekmējot augsnes īpašības, nodrošināt savai sugai piemērotākus apstākļus (Binkley, Giardina, 1998). Konstatēts, ka priedes uz saknēm veido augstāku mikroorganismu aktivitāti. Rezultātā nitrifikācijas procesā tiek piesaistīts lielāks atmosfēras N daudzums (Staelens, 2012).

Barības vielu avots ir arī augsnes minerālu dēdēšana. Skujkoku nobiras, kam raksturīgas zemākas pH vērtības veicina šo procesu vairāk nekā platlapju nobiras (Augusto et al., 2002). Taču skujkoki veicina arī ievērojami straujāku biogēno elementu izskalošanos no augsnes, it īpaši tas attiecināms uz N savienojumiem (Huber et al., 2002).

Pētījumos konstatēts, ka slāpekļa ienese augsnē pārsvarā notiek ar nobirām un nokrišņiem. Pamestajām lauksaimniecības zemēm apmežojoties, galvenais slāpekļa avots sākotnēji ir augsnē uzkrāto organisko vielu rezerves. Tā kā tām ir tendence pakāpeniski samazināties, rezultātā samazinās arī slāpekļa resursi. Izteiktāk slāpekļi zemsedzē sāk uzkrāties tikai 10 - 20 gadus pēc apmežošanās. Ar lapu koku nobirām slāpekļa ienese ir lielāka nekā no skujkokiem, taču jebkura veida audzēs ienese palielinās, pieaugot audzes vecumam, jo tad nobiru masas apjoms palielinās. Slāpekļa bilanci ietekmē arī augsnes veids, granulometriskais sastāvs un auglības līmenis, kas uzkrāts iepriekšējā zemes izmantošanas veida laikā (Līpenīte, Kārklīšs, 2011).

Pētījumos novērots, ka baltalkšņu audzēs intensīvi tiek piesaistīts atmosfēras N, jo augsnes virsējā slānī pie koku saknēm ir tendence veidoties gumiņiem ar slāpekli saistošām

baktērijām. Ar baltalkšņu nobirām un atmirušajām saknēm augsnē nonāk papildus organiskās vielas krājumi nedzīvajā zemsegā un augsnē (Johansson, 1999).

Apmežojoties lauksaimniecības zemēm, ievērojami izmainās arī citu augu augšanai nozīmīgu elementu aprite, piemēram, samazinās bāzisko katjonu, īpaši kalcija saturs, bet palielinās alumīnija katjonu koncentrācija augsnē un augsnes šķīdumā. Ca, Mg un K saturs koku nobirās ietekmē gan augsnes reakciju, gan piesātinājuma pakāpi ar bāzēm, gan katjonu apmaiņas kapacitāti un citas īpašības (Kārklīņš, 2009). Piemēram, pētījumi Polijā (Smal, Olszewska, 2008) pierādījuši, ka salīdzinot ar neapmežotas augsnes aramkārtu, 16 gadus pēc lauksaimniecībā izmantojamo zemju apmežošanas apmaiņas kalcija, magnija un kālija saturs augsnē samazinājies divas reizes. Savukārt piesātinājuma pakāpe ar bāzēm augsnē samazinājusies piecas reizes. Izmaiņas vērojamas ne tikai virsējos slāņos, bet arī gan B, gan C horizontos, kuros visstraujāk samazinājies apmaiņas kalcija koncentrācijas.

Pētījumos par apmežošanas ietekmi uz augu barības elementu satura izmaiņām pamestajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs, secināts, ka pirms 10, kā arī pirms 60 - 70 gadiem apmežotas augsnes O horizonts satur ievērojami vairāk kopējā slāpekļa un ekstrahējamo augu barības makroelementu un mikroelementu nekā meža augsne. Rezultāti tiek skaidroti ar to, ka aramkārtā esošie augu barības elementi intensīvi uzkrājas augu masā, kam atmirstot veidojas O horizonts (Wall, Hytonen, 2005).

Literatūrā minēts, ka meža augsnes virsējā slānī ir augstāks barības vielu saturs nekā dziļākajos horizontos. Taču ilgāku laiku pēc apmežošanas, tām izskalojoties no augsnes virskārtas, barības vielu koncentrācijas augstākas tieši dziļākos slāņos. Visizteiktāk augsnes īpašības mainās skujkoku audzēs. Palielinoties audzes vecumam, visstraujāk augsnē samazinās apmaiņas bāzu saturs. Tas izskaidrojams ar bāzisko elementu mazāku ienesi augsnē ar meža nobiru organisko vielu. To ietekmē arī zudumi, kas rodas, kokiem patērējot šos elementus, kā arī ar augsnes skābumu, kas palielinās, tādējādi izraisot bāzisko katjonu kustīgumu un izskalošanos. Mazāk izteikti izmainās katjonu apmaiņas kapacitāte, jo to būtiski ietekmē augsnes organiskās vielas saturs augsnē. Apmaiņas kapacitāte, pieaugot audzes vecumam, nedaudz palielinās virskārtas slānī, jo organiskā viela vairāk uzkrājas augsnes virskārtā. Taču, palielinoties dziļumam, tai ir tendence samazināties, tā ir pat zemāka nekā neapmežotās augsnes aramkārtā (Binkley, 1991).

Meža ekosistēmai attīstoties, attīstās gan augsnes paskābināšanās, gan arī podzolēšanās process, tādējādi ietekmētas tiek augsnes funkcijas (Mežals, 1970). Arī nobiru masas ķīmiskais sastāvs sāk mainīties. Organisko atlieku transformāciju kavē gan to sastāvā esošās miecvielas un sveķi, gan arī skābā reakcija, rezultātā to mineralizācija un humifikācija noris

lēmāk. Nesadalītas vai tikai daļēji sadalītas organiskās atliekas uzkrājas augsnes virskārtā (Kārklīšs, 2009).

Augsnes auglības izmaiņas, kas notiek apmežojoties pamestajām lauksaimniecības zemēm, nav vērtējamas viennozīmīgi. Podzolēšanās rezultātā trūdvielu akumulācijas horizontā samazinās barības vielu daudzums, bet tajā pašā laikā notiek organiskās vielas un līdz ar to arī barības vielas uzkrāšanās O horizontā (Kasparinskis, 2011).

Gan augsnes ķīmiskās īpašības, gan granulometriskais sastāvs nosaka veģetācijas izplatību (Gerard et al., 2008). Nozīmīga ietekme uz augsnes ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām ir augsnes biotai, dzīvniekiem un veģetācijai. Vairākas augsnes īpašības, ko ietekmē augi (augsnis skābums, barības vielu pieejamība), ir svarīgas arī priekš pašu augu attīstības un izdzīvošanas. Tādējādi starp augsni un veģetāciju pastāv atgriezeniskā saite (Hole, 1985).

2. PĒTĪJUMA MATERIĀLS UN METODES

2.1. Pētāmās teritorijas dabas apstākļu raksturojums

Pētījums veikts Latvijas teritorijas Austrumu daļā, Līvānu novadā, Rudzātu pagasta Aleksandrovē (2.1.1. att.).



2.1.1. attēls. Pētījuma teritorijas atrašanās vieta.

Ar sarkanu taisnstūri atzīmēta pētījuma teritorija (teritoriju sīkāk skatīt 3.1.1. attēlā).

Figure 2.1.1. Location of research area.

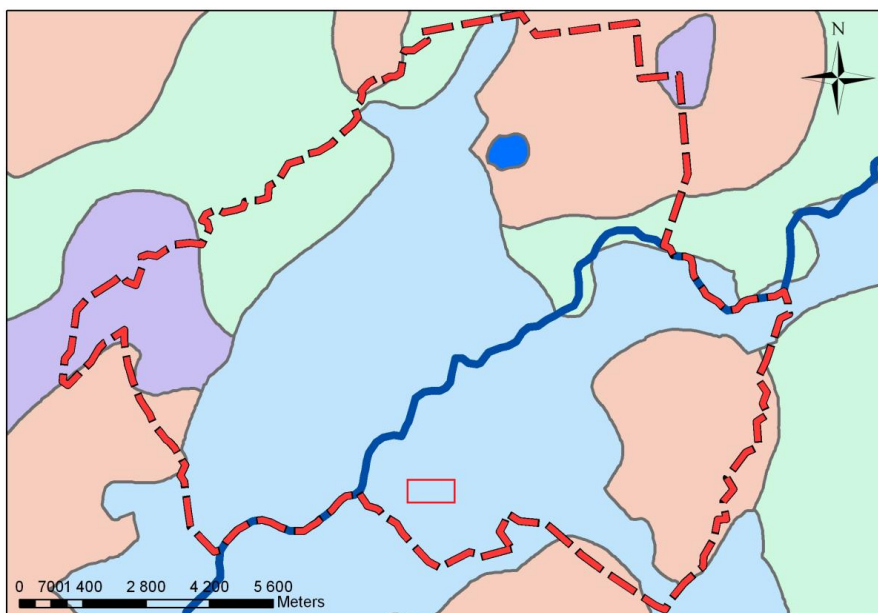
The red square indicates the territory of research area (this area is viewed in more detail in Figure 3.1.1.).

Pētījuma teritorija atrodas Austrumlatvijas zemienes Jersikas līdzenumā. Aleksandrova atrodas Rudzātu pagasta teritorijas DR daļā, aptuveni 100 m vjl, reljefs lēzens, daļēji viļņots līdzenums.

Austrumlatvijas zemienes Jersikas līdzenumā kvartāra nogulumi pārklāj augšdevona Pļaviņu un vietām Amatas svītas iežus. Kvartāra nogulumu biezums Austrumlatvijas zemienes Jersikas līdzenuma lielākajā daļā nepārsniedz 10 m. Virzienā uz austrumiem

Latgales augstienes piekājē tas pieaug līdz 15 – 17 m. Austrumlatvijas zemienes Jersikas līdzenumā kvartāra nogulumu augšējo daļu veido limnoglaciāls māls (biezums 3 – 5 un vairāk m). Līdzenuma zemākajās vietās mālu daudzviet pārsedz purvu nogulumu (kūdra), kuru biežums sasniedz 5 m un vairāk.

Lielākajā līdzenuma daļā augsnes cilmieži ir pamatmorēnas un ledāja kušanas ūdeņu baseinu nogulumu – morēnu smilšmāls; mālsmilts ar neliela biezuma smilts – grants materiāla ieslēgumiem; bezakmeņu māls, kas bieži pārklāts ar dažāda biezuma putekļainas smilts kārtu (Kārkliņš et al., 2009). Glacigēno nogulumu biežums parasti nepārsniedz 5 – 8 m, tas ir lielāks vietās, kur šie nogulumu atsedzas zemes virspusē.



Apzīmējumi

- Rudzātu pagasts
- Upes
- Organiska augsne
- Smagi bezakmeņu māli
- Smilts un grants
- Vidēji un viegli smilšmāli ar akmeņiem
- Mālaina smilts ar akmeņiem
- Ūdens
- Pētījuma teritorijas atrašanās vieta

2.1.2. attēls. Augšņu cilmieži Rudzātu pagastā (pēc Brīvkalna, 1953).

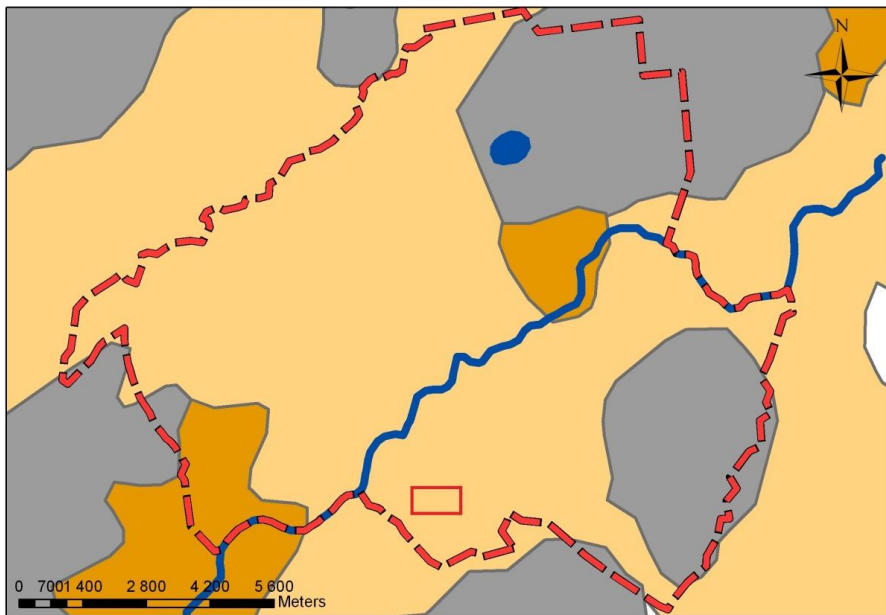
Figure 2.1.2. Soil bedrocks in the Rudzāti district (after Brīvkalns, 1953).

Rudzātu pagastam ir raksturīgs Austrumlatvijas zemienes klimats: klasificējams kā mēreni kontinentāls, vidēji mitrs un silts, ar augstāko kontinentalitātes pakāpi Latvijā. Ziemas aukstākas ar noturīgāku sniega segu, vasaras siltākas. Šeit gada vidējā temperatūra ir 5,5°C – 6°C. Zemas janvāra (6,5°C – 7°C), savukārt salīdzinoši augstas jūlija (+17,7°C – 18°C) temperatūras. Veģetācijas periods ilgst 133 – 140 dienas un aktīvo temperatūru summa – ap

1900°C, kas ir viena no visaugstākajām Latvijā. Sniega segas biezums vidēji 25 – 28 cm un tā saglabājas līdz 112 dienām. Nokrišņu daudzums ir nedaudz mazāks par vidējo un sasniedz 580 – 620 mm gadā (www.meteo.lv). Lai gan nokrišņu daudzums salīdzinājumā ar citiem augšņu rajoniem ir viens no mazākajiem, tomēr sliktās dabiskās meliorācijas dēļ lielas augšņu platības pārpurvojas.

Pētījuma teritorija atrodas Ziemeļaustrumu jeb Austrumlatvijas ģeobotāniskajā rajonā. Raksturīga liela mežu daudzveidība. Raksturīgi gan skujkoku meži, gan platlapju-egļu meži. Priežu meži veidojas galvenokārt pārpurvotās vietās, un tikai iekšzemes kāpās sastopami sausie priežu mežu tipi. Ziemeļaustrumu ģeobotāniskajam rajonam ļoti raksturīgi slapjie dabiskie zālāji palienēs. Klāni – pēc vietējā nosaukuma, nav izplatīti izvēlētajā pētāmajā teritorijā. Lielākās slapjo palieņu zālienu platības sastopamas Lubāna ezera apkaimē, Aiviekstes, Ičas un arī Dvietes palienēs. Lielas platības šajā ģeobotāniskajā rajonā aizņem augstie purvi. Vietām labvēlīgu edafisko faktoru (sekli dolomīti) ietekmē veidojušies zāļu purvi (Rūsiņa, 2009).

Pētījuma teritorijā raksturīgas ir velēnu glejaugsnes un velēnpodzolētās glejaugsnes. Pētāmā teritorija ietilpst Austrumlatvijas līdzenuma augšņu rajona Jersikas līdzenuma apakšrajonā. Atšķirībā no apkārtējiem paugurainajiem augšņu rajoniem, šeit augšņu sega ir vienmērīgāka – atsevišķi augšņu tipi un apakštīpi atrodas vienkopus lielākās platībās. Reljefa augstākajās vietās ir velēnu podzolaugsnes, plašākās un lēzenākās ieplakās - kur atrodas arī pētāmā teritorija – velēnu glejaugsnes, un zemākajās vietās – zemā purva un pārejas purva kūdraugsnes (Mežals et al., 1970).



Apzīmējumi

- Rudzātu pagasts
- Upes
- Ezeri un ūdenskrātuves
- Kūdrainas podzolēta gleja augsnes
- Velēnu vidēji podzolētas augsnes daļēji iekultivētas
- Augsto purvu augsnes
- Pētījuma teritorijas atrašanās vieta

2.1.3. attēls. Augšņu tipi Rudzātu pagastā (pēc Brīvkalna, 1953).

Figure 2.1.3. Soil types in the Rudzāti district (after Brīvkalns, 1953).

Turpinot iepriekšminēto, lielas platības aizņem augstie purvi. No ziemeļiem pagasta teritorijā iestiepjas Lielais Pelēčāres purvs, savukārt Dienvidu daļā – Medņu purvs. Upes, kas tek cauri pagasta teritorijai: Oša, Borovka, Lācupe, Melnupīte, Sauna, Jašores strauts. Rudzātu teritorijā ietilpst arī Deguma ezers (59 ha), kurš atrodas Lielajā Pelēčāres purvā (Latvijas pagasti, enciklopēdija, 2001).

2.2. Izejas dati

Maģistra darbā tika apkopota informācija saistībā ar pētījumiem par veģetācijas ietekmi uz augsni, kā arī par augsnes faktoru nozīmi, apmežojoties lauksaimniecībā neizmantotai zemei:

- 1) izmantojot starptautiskos zinātniski recenzējamus žurnālus, kas iegūti no zinātniskajām datubāzēm „Science Direct”, „Springerlink” un „Elsevier”;
- 2) izmantojot veidlapas, kas tika aizpildītas lauka darbu ietvaros, veicot sešu augsnes dziļrakumu profilu aprakstīšanu atbilstoši Latvijas un starptautiskajai augšņu klasifikācijai (Kārklīšs, 2008);
- 3) izmantojot augsnes fizikāli ķīmiskos parametrus (augšņu granulometriskais sastāvs, organiskais ogleklis, slāpeklis, fosfors, apmaiņas katjoni – Na, K, Mg, Ca, augsnes pH reakcija), kas noteikti analīžu rezultātā LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Augšņu laboratorijas un LU Bioloģijas fakultātes Botānikas un ekoloģijas katedras Augšņu laboratorijas apstākļos;
- 4) izmantojot datus par pētījuma teritorijā ierīkoto 24 parauglaukumu (10 m x 10 m) esošajām koku sugām, skaitu, augstumu, vecumu.
- 5) izmantojot pētījuma teritorijas zemesdzemes veģetācijas datus 36 ierīkotajos parauglaukumos (1 m x 1 m).

2.3. Pētījuma metodes

Zemesdzemes veģetācijas novērtējums

Katra augsnes parauglaukuma tuvākajā teritorijā seši 1m x 1m parauglaukumi (kopējais skaits 36), kuros noteiktas lakstaugu un sūnu sugas – pēc Latvijas vaskulāro augu floras taksonu saraksta (Gavrilova, Šulcs, 1999); Latvijas sūnu saraksta (Āboliņa, 2001). Sugu sastopamība tika novērtēta ar kategorijām – 1 (10 – 30 %); 2 (30 – 60 %); 3 (60 – 100 %).

Apauguma novērtējums

Pētījuma teritorijā tika izdalīti 24 parauglaukumi (10 m x 10 m), kuros tika noteiktas koku un krūmu sugas - pēc Latvijas vaskulāro augu floras taksonu saraksta (Gavrilova, Šulcs, 1999). Tika noteikts arī koku un krūmu skaits, augstums un vecums. Sugu sastopamība tika novērtēta ar kategorijām – dominējošā (>50 %); pavadošā (10 % - 50 %);

pavadoņsuga ($\leq 10\%$) (Prižavoite, 2012) Koku vecuma noteikšanā izmantots Preslera svārpsts.

Augsnes fizikāli ķīmiskās analīzes

Autore aprakstīja sešus augsnes parauglaukumus, atbilstoši Latvijas un starptautiskajai FAO WRB augšņu klasifikācijai (Kārkliņš, 2008). Augsnes parauglaukumos izdalīti augsnes diagnostiskie horizonti, no kuriem ievākti augsnes paraugi analīzēm, kas tika veiktas LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Augšņu laboratorijā un LU Bioloģijas fakultātes Botānikas un ekoloģijas katedras Augsnes laboratorijā (2013. / 2014. gadā). Noteikti fizikālie un ķīmiskie parametri - augsnes granulometriskais sastāvs, augsnes pH reakcija, organiskais ogleklis (C_{org}), kopējais slāpeklis ($N_{kop.}$), kopējais fosfors (P), apmaiņas katjoni : kalcijs (Ca), magnijs (Mg), kālijs (K), nātrijs (Na).



2.3.1. attēls. Darba autore, veicot lauka darbus pētījumā teritorijā 2013. gada vasarā (foto: A.Bebriša).

Figure 2.3.1. The author during her fieldwork in study area in the summer of 2013 (photo: A. Bebriša).

Pirms analīžu veikšanas, augsnes paraugi tika izžāvēti un izsijāti caur 2 mm sietu. Augsnes ķīmiskās analīzes izdarītas trijos atkārtojumos, lai pārliecinātos par rezultātu ticamību.

Augsnes granulometriskā sastāva (%) noteikšanā tika izmantota pipetēšanas metode (Van Reeuwijk, 1995). Paraugu apstrādē izmantots 1M NaOH šķīdums. Pēc nomogrammas (Kārkliņš, 2008), tika izdalītas augsnes granulometriskā sastāva grupas.

Augsnes reakcijas pH vērtība tika noteikta ar pH-metru WTW inoLab ar stikla elektrodu. Kopējā slāpekļa noteikšanā izmantota Kjeldāla standartmetode (FSCC, 2010). Ogleklis noteikts, izmantojot oglekļa analizatoru Shimadzu TOC-Vcsn un Solid Sample Module SSM – 5000A. Apmaiņas katjonu koncentrācijas (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) BaCl_2 šķīdumā noteiktas ar atomabsorbcijas spektrometru Perkin Elmer Analyst 200 (Tan, 2005; FSCC, 2010). P noteikts ar spektrofotometru HACH DR/2000 (Tan, 2005), 0,02N $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{CaO}_6$ un 0,02N HCl šķīduma izvilkumā.

Iegūto datu noformēšana tika veikta MS EXCEL.

3. REZULTĀTI UN DISKUSIJA

3.1. Rudzātu pagasta Aleksandrovas lauksaimniecības zemju iepriekšējā izmantošana un veģetācijas raksturojums

Pētījumā aplūkotās Rudzātu pagasta Aleksandrovas lauksaimniecības zemes ataino dažādu augu sabiedrību, kā arī dažādu aizauguma pakāpju pamestus laukus.

Pētījuma ietvaros noskaidrots: no 1990. gada šajā teritorijā nav notikusi lauksaimnieciskā darbība. Noskaidrota informācija par pēdējo gadu, kad lauks ticis pļauts / pēdējais aršanas gads. Pētījumā iekļautā blakusesošā meža vecums, kas izveidojies uz kādreizējām lauksaimniecības zemēm ir 60 - 70 gadi.



3.1.1. attēls. Analizēto augšņu profilu izvietojums.

Figure 3.1.1. Plot location scheme.

Lauka darbos veicot pētījuma teritorijas lauksaimniecības zemju aprakstīšanu, izveidota tabula, kurā atrodama aktuālā informācija (1. tabula). No kopumā aplūkotajām sešām lauksaimniecības zemēm viena atbilst 1. aizauguma pakāpei, kas nozīmē, ka šajos laukos koku nav vai novērojami daži koki un krūmi; viena – 2. aizauguma pakāpei. 3. aizauguma pakāpe konstatēta trīs parauglaukumos. Noslēgta meža ekosistēma jeb 4. aizauguma pakāpe konstatēta vienā parauglaukumā.

1.tabula.
Pētījuma teritorijā aplūkoto lauksaimniecības zemju aktuālā informācija.

Table 1.
Characterization of the sampling sites in the research area.

Nr.	Aizauguma pakāpe	Koku aptuvenais vecums	Pēdējais aršanas gads	Pēdējais pļaušanas gads	Koku sugas
1.	1	1 - 10 gadi		1990	Pk
2.	3	15 - 20 gadi		1990	A; B; Blt; E; O
3.	4	60 - 70 gadi			A; B; E; O; P; K
4.	3	15 gadi		1990	A; B; I; O
5.	2	5 - 12 gadi		1990	A; B; Blt; E; O; Pk
6.	3	15 gadi	1990		E; B; Blt; Pk; O;

*Koku sugas: A – parastā apse, B – āra bērzs, Blt – baltalksnis, E – parastā egle, I – parastā ieva, K – parastā kļava, O – parastais ozols, P – parastais pīlādzis, Pk- pelēkais kārklis

Aizauguma pakāpes

- 1 - Koku nav vai ir daži koki un krūmi – līdz 10 % no lauka, līdz 1 – 1,5 m augsti
- 2 - Koku un krūmu segums 10 – 25 %, koki augstāki par 1,5 m
- 3 - Koku un krūmu segums 25 – 50 %, bet zemsedzi veido saslēgta zālāju veģetācija
- 4 - Koku un krūmu stāvs ir saslēdzies, izveidojusies meža ekosistēma

Pētāmās teritorijas Dienvidaustrumu daļā ir bijuši veikti augsnes uzlabošanas pasākumi – meliorācijas sistēmu ierīkošana (3.1.2. att.).



3.1.2. attēls. Meliorācijas sistēmu izvietojums.

Figure 3.1.2. Drainage scheme.

3.2. Pētījuma teritorijas augšņu profilu un veģetācijas raksturojums



3.2.1. attēls. 1. parauglaukums.

Figure 3.2.1. Plot No. 1

Viršēji velēnglejtā augsne Stagnosols

Parauglaukums Nr. 1 ierīkots teritorijā, kurā savulaik tikuši veikti meliorācijas darbi (3.1.2. att.), līdz ar to mainīts augsnes hidroloģiskais režīms. Kopumā parauglaukumu Nr. 1 raksturo veģetācija, kas tipiska pamestam tīrumam, kā arī atspoguļo augsnes hidroloģiskos apstākļus, jo liela daļa no izplatītajām sugām ir relatīvi sausu biotopu apdzīvotāji, kam nepatīk mitras un pārmitras vietas, piemēram, tīruma kosa *Equisetum arvense*, parastā smilga *Agrostis tenuis* (www.latvijasdaba.lv). Pļavas zelmeni galvenokārt veido graudzāļu dzimtas sugas. Jāpiemin, ka pavadošā suga ir dziedniecības pienene *Taraxacum officinale*, kas parasti raksturo barības vielām bagātas augsnes (www.latvijasdaba.lv). Dominējošā suga ir tipiska tīrumu nezāle - ložņu vārpata *Elytrigia repens* (2. pielikums). Šai sugai raksturīga īpašība - saglabāties vēl ilgu laiku pēc tīruma pamešanas spēcīgo sakneņu dēļ (www.latvijasdaba.lv). Sastopami atsevišķi kārķļu krūmi (7 gab. - vidējais augstums līdz 1,5 m; vecuma grupa no 1 līdz 10 gadiem) (3-1. pielikums).

Robežas starp horizontiem grūti saskatāmas, nav izteiktas. Salīdzinoši liels māla daļiņu īpatsvars virsējā minerālajā horizontā, un, tieši māla daļiņām aizturot virsūdeņus, notiek virsējā glejošanās (Nikodemus u.c., 2008). Par iemeslu virsējās glejošanās procesiem varētu būt arī smaga granulometriskā sastāva cilmieži, kuri aizkavē ūdens infiltrāciju. Sākot no 60 cm dziļuma, vērojamas izteiktas glejošanās pazīmes. Bgk2 horizontā vērojama pāreja uz vieglāku granulometrisku sastāvu, augsnei lielāks putekļu daļiņu saturs (1-1. pielikums).

Augsnes reakcija iluviālajā horizontā ir vāji skāba, neskatoties uz to, ka brīvie karbonāti šajā parauglukumā atrodas 25 cm dziļumā. Tas liecina par podzolēšanās procesu norisi. Palielinoties dziļumam, augsne kļūst izteikti bāziska (1-1. pielikums).

Apskatot apmaiņas katjonu saturu parauglukumā, var secināt, ka Mg, Ca, Na saturs būtiski paaugstinās Bgk horizontā, tas nozīmē, ka notiek šo elementu izskalošanās no augsnes virskārtas. Savukārt K saturs ievērojami augstāks ir tieši virsējā horizontā (1-1. pielikums).

Sakarā ar to, ka augsnē ir liels māla daļiņu īpatsvars (mālaina augsne), kā arī veikti augsnes uzlabošanas pasākumi – meliorācijas sistēmu ierīkošana, parauglukumam ir blīva zālāja veģetācija, kas savukārt kavē kokaugu iesēšanos (Ruskule, 2013).



3.2.2. attēls. 2. parauglaukums.

Figure 3.2.2. Plot No. 2

Izskatotā velēnu karbonātaugsne
(Luvisols)

Augsnes profils Nr. 2 tika ierīkots blakus 15 - 20 gadus vecai kokaudzei, kur raksturīgs blīvs apaugums ar bērziem (19 gab.), apsēm (15 gab.), baltalkšņiem (10 gab.) – vidējais augstums šīm koku sugām līdz 6 m, maksimālais augstums 10 - 12 m; pelēkajiem kārkliem (16 gab.) – vidējais augstums līdz 3 m, maksimālais augstums 5 m; kā arī paaugā esošajām eglēm (28 gab.)- vidējais augstums līdz 1,5 m, maksimālais augstums 3 - 4 m. Sastopami arī ozoli (4 gab.) ar vidējo augstumu līdz 1 m (3-1. pielikums).

Konstatēta skraja zālāja veģetācija, kas neaizkavē koku sugu attīstību. Parauglaukuma tuvākajā apkārtnē izplatīta parastā mālļēpe *Tussilago farfara* (2-2. pielikums), kas ir tipiska suga vietās ar granšainu un mālainu augsni; skraju augāju sabiedrībās (www.latvijasdaba.lv).

Izteikta brīvo karbonātu sastopamība sākot no 40 cm dziļuma. Šo parādību nosaka ģeoloģiskie nogulumu. Pētījuma teritorijai raksturīgi glaciolimniskie nogulumu (pēc Latvijas ģeoloģiskās kartes, 1981). Dziļākajos horizontos, sākot no 40 cm, novērojamas virsējās glejošanās pazīmes. Zem trūdvielu akumulācijas horizonta izplatītas sekundāro karbonātu konkrēcijas. Augsnes virsējā horizontā reakcija ir skāba, ko ietekmē koku stāvā esošo egļu

nobiras, kas izraisa augsnes paskābināšanos (Götmark et al., 2005). Zemāk esošajos horizontos reakcija kļūst no vidēji skābas līdz vāji skābai, taču Bkt1 slānī tā ir jau bāziska, ko ietekmējuši brīvie karbonāti, kas atrodas 40 cm dziļumā (1-1. pielikums).

Salīdzinot ar citiem parauglaukumiem, Ca un Mg saturs visos augsnes horizontos, palielinoties dziļumam, būtiski nemainās, ir vienmērīgā daudzumā. Tas ir viszemākais salīdzinot ar pārējiem parauglaukumiem, ko varētu izskaidrot ar lielāku smilts saturu augsnē (1-1. pielikums). Literatūrā minēts, ka magnija trūkums augiem biežāk novērots smilts un mālsmilts augsnēs (Mežals, 1970).



3.2.3. attēls. 3. parauglaukums.

Figure 3.2.3. Plot No. 3

Velēnu podzolētā glejotā augsne

Podzols

Augsnes profils Nr. 3 ierīkots mežaudzē, kuras vecums ir ap 60 - 70 gadu. Egles (8 gab.), ozoli (5 gab.), bērzi (2 gab.) - vecuma grupā līdz 70 gadiem. Pīlādži, apses un kļavas – augstums 0 - 2 m (3-1. pielikums). Nobirās uzkrājušies zari un lapas. Zemsedzi veido galvenokārt meža zaķskābene *Oxalis acetosella*. Sūnu stāvā parastā smailzarīte *Calliergonella cuspidata* un smailā skrajlape *Plagiomnium cuspidatum* (2-3. pielikums).

Meža zemsegas horizonts (O) nav izteikts - vidēji tikai 3 cm biezs. Zem tā atrodas trūdvielu akumulācijas horizonts – 7 cm biezs, tumši pelekā krāsā. Zem trūdvielu akumulācijas horizonta atrodas podzola horizonts (E) izteikti gaišā krāsā. Podzolētajā horizontā BtE gaišbrūnā krāsa mijas ar tumšbrūno; kā arī vērojamas sīkas, melnas konkrēcijas. Kā jau tas raksturīgs smilšmāla un māla augsnēs, robeža starp E un zem tā esošo BtE horizontu – neregulāra. Dziļāk atrodas glejotais iluviālais (Bgt) horizonts, kura pamatkrāsa brūna. Sākot no 30 cm dziļuma raksturīgs ļoti blīvs augsnes slānis, kas, palielinoties dziļumam, kļūst vēl izteiktāks. Augsnes reakcija līdz 30 cm dziļumam ļoti skāba (pH 4,44). Bgt horizontā (sākot no 30 cm) augsnes reakcija kļūst vāji skāba (5,78), palielinoties dziļumam - horizontos Bkgt1 un Bkgt2 augsnes reakcija strauji kļūst bāziska, pH līmenim sasniedzot pat 7,66 atzīmi (1-2. pielikums).



3.2.4. attēls. 4. parauglaukums.

Figure 3.2.4. Plot No. 4

Velēnu podzolētā glejotā augsne Podzols

Augsnes profils Nr. 4 tika ierīkots mežmalā, kur raksturīgs salīdzinoši skrajš apaugums ar bērziem (9 gab., ar augstumu līdz 4 m), ozoli (8 gab., vidējais augstums līdz 1 m, maksimālais augstums 2 m), kā arī baltalksnis (vidējais augstums līdz 1 m, maksimālais

augstums 6 m – 1 gab.) (3-2. pielikums). Tā kā parauglaukums ierīkots mežmalā, šeit sastopami gan atklātās vietās, gan mežā, gan arī tieši mežmalās (meža zemene *Fragaria vesca*) dzīvojošu sugu pārstāvji. Saduroties krasi atšķirīgām dabas sistēmām, šeit vienkopus var vērot sugas ar dažādām vides apstākļu prasībām, piemēram, tīruma usne *Cirsium arvense* – nezālienēm raksturīga suga, kā arī meža zemene – tipiska mežu, krūmāju apdzīvotāja (www.latvijasdaba.lv). Vērojams skrajāks un zemāks zelmenis (2. pielikums). Teritorijā dominē bērzi ar ozolu un baltalkšņu mistrojumu (3-2. pielikums).

Trūdvielu akumulācijas horizonts Ap 10 cm biezs, tumši pelēkā krāsā; augsnes reakcija vidēji skāba. Zem trūdvielu akumulācijas horizonta atrodas podzola horizonts ApE izteikti gaišā krāsā. Horizonta reakcija – vidēji skāba. Dziļāk atrodas glejotais iluviālais (Bg) horizonts, kura pamatkrāsa iesarkani brūna. Raksturīgs ļoti blīvs augsnes slānis, sākot no 95 cm dziļuma augsnes struktūra sāk izmainīties – kļūst plastilīnveida. Karbonāti 60 cm dziļumā; augsnes reakcija Btg horizontā (25 - 50 cm) vāji skāba līdz neitrāla, taču dziļākos slāņos izteikti bāziska. Lai gan parauglaukumā konstatēta velēnu podzolaugsne, reakcija virsējos horizontos ir salīdzinoši bāziskāka (1-2. pielikums), ko ietekmējušas lapu koku nobiras (Armolaitis et al., 2007).



3.2.5. attēls. 5. parauglaukums.

Figure 3.2.5. Plot No. 5

Velēnpodzolētā glejaugsne
Gleysols

Parauglaukumā Nr. 5 izteikti izplatīti augstie nitrofilie lakstaugi – lielā nātre *Urtica dioica*, parastā vībotne *Artemisia vulgaris*, meža suņuburkšķis *Anthriscus sylvestris* u.c. Dominējošā suga - pļavas skarene *Poa pratensis* - raksturīga suga augu sabiedrībās dažādās mēreni mitrās pļavās (www.latvijasdaba.lv) (2. pielikums).

Parauglaukums Nr. 5 atrodas reljefa pazeminājumā, kur augsne ir pakļauta periodiskam liekam mitrumam; to var raksturot kā vāji drenētu. Raksturīga spēcīga zālaugu veģetācija. Augu atliekas mitruma ietekmē veido izteiktu trūdvielu akumulācijas horizontu – tumši pelēkbrūnā krāsā (30 cm), kas satur salīdzinoši daudz organisko vielu. Taču organisko vielu mineralizācijas procesu, iespējams, daļēji bremsē anaerobi apstākļi. Virsējā daļā Ap horizonts ir stipri caurausts ar augu saknēm. Augsnes reakcija visā profila dziļumā ir no skābas līdz vidēji skābai (augsnes reakcija virskārtā vāji skāba, augsnes profila dziļākās kārtās – tuva neitrālai). Brīvie karbonāti atrodas 120 cm dziļumā, kur reakcija kļūst vāji skāba. Skābo / vidēji skābo reakciju virsējos horizontos veicina hidroloģiskie apstākļi, kuru ietekmē

pastiprināti uzkrājas trūdvielas un samazinās pH. Sākot ar BE horizontu, vērojami rūsas krāsas plankumi, kā arī sīkas, melnas konkrēcijas. Līdz max 50 cm dziļumam - struktūra cieta, graudaina, raksturīga dzelzs savienojumu sablīvēšanās, cementēšanās. Sākot no 60 cm dziļuma - glejotais iluviālais (Bgt) horizonts. Augsnē daudz zilganpelēku un rūsas krāsas plankumu un svītru. Zem Bgt horizonta ir vienlaidus gleja horizonti (Br1 un Br2) - spēcīgi izteikti, plastilīnveida, blīvi, bez struktūras, melnā un pelēcīgā krāsā. Reakcija salīdzinājumā ar EBS horizontu – mazāk skāba. Glejošanās process attīstās virs blīvā slāņa. Šis horizonts ir vāji caurlaidīgs, kurš neļauj ūdenim iesūkties dziļākos slāņos. Šādos apstākļos veidojas skaidri izteikti, bet plāni augsnes horizonti. Arī Cr horizonts ir glejots (1-3. pielikums).



3.2.6. attēls. 6. parauglaukums.

Figure 3.2.6. Plot No. 6

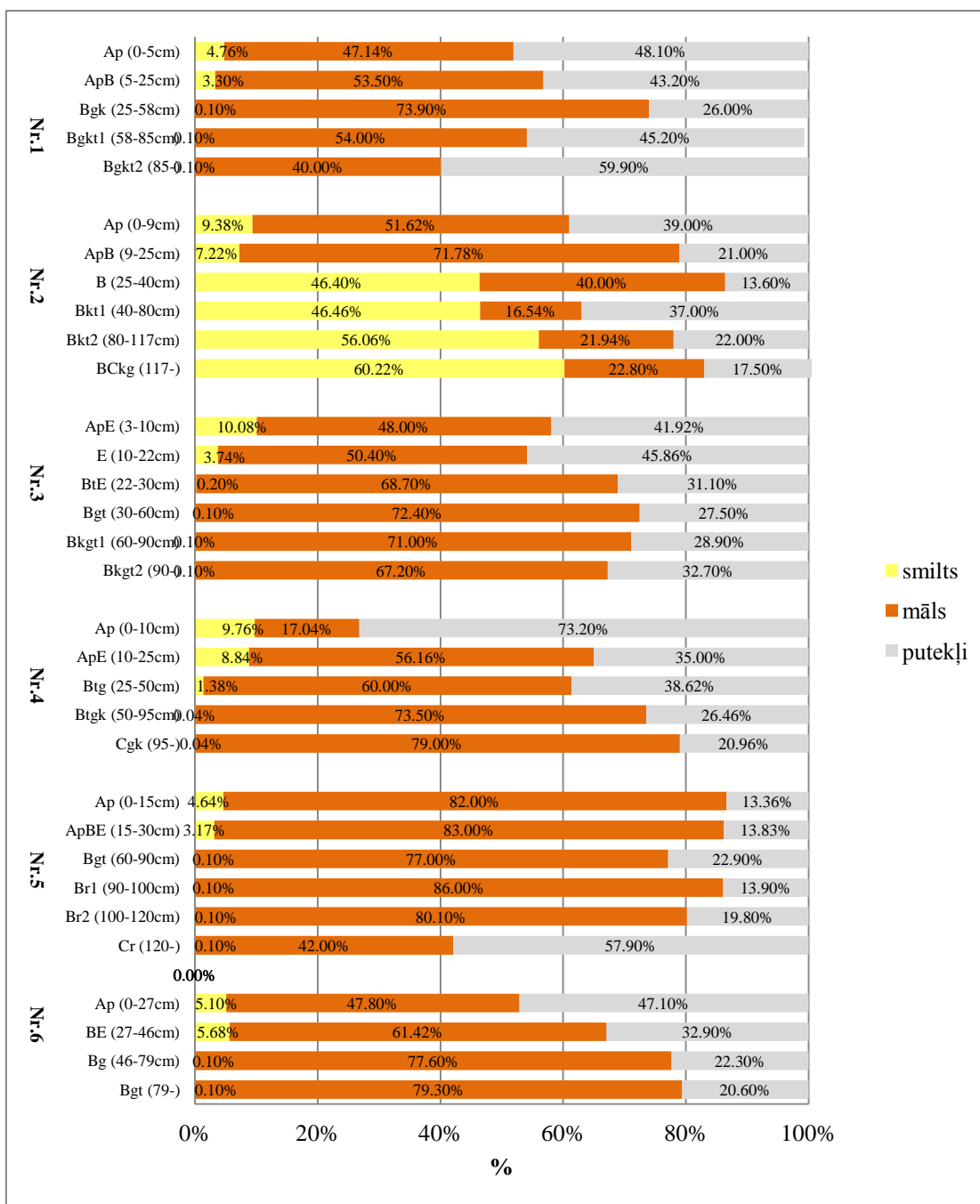
Velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne Stagnosols

Augsnes profils Nr. 6 ierīkots pamestā lauksaimniecības zemē, kas kādreiz tikusi izmantota kā aramzeme. Aizaugšana noritējusi ar invazīvām un agresīvām lakstaugu sugām, piemēram, tūruma usni, ložņu vārpatu (2. pielikums). Visizplatītākās koku sugas ir pelēkie kārkli (12 gab., vidējais augstums līdz 2,5 m), bērzi (12 gab., vidējais augstums līdz 3 m), baltalkšņi (3 gab., augstums 1,5 m). Augstumā līdz 1 m sastopami ozoli un egles (3-2. pielikums).

Viršējie horizonti saarti – aramkārtā gaiši pelēkā krāsā. Trūdvielu akumulācijas horizonts ir sajaucies ar iluviālo horizontu, kā rezultātā vērojami iedzelteni plankumi. Viršējo glejošanos var izraisīt arī augsnes sablīvēšanās zem aramkārtas. Tīrumos šīm augsnēm var būt izveidojusies blīva zemaramkārtā (aruma zole). Tāpēc lieka mitruma apstākļos tiek traucēta ūdens infiltrācija, kas veicina viršējo glejošanos (Kārklīņš, 2009).

Kopsavilkums Augšņu dziļrakumu aprakstam

Pēc lauku darbu aprakstu veidlapām un foto uzņēmumiem pētījuma teritorijā Rudzātu pagasta Aleksandrovā, tika konstatētas augsnes, kas pārsvarā atbilst pushidromorfo augšņu klasei (Nr. 1, 3, 4, 5, 6), ko nosaka galvenokārt augsnes glejošanās pazīmes. Vienā no parauglaukumiem augsne pieskaitāma automorfo augšņu klasei (Nr. 2). Augsnes Aleksandrovas apkārtnē ir veidojušās uz glaciolimniskajiem nogulumiem (pēc Latvijas ģeoloģiskās kartes, 1981). Pētījuma teritorijā tika konstatēti pieci augšņu apakštipi: viršēji velēnglejotā augsne, izskalotā velēnu karbonātaugsne, velēnpodzolētā glejotā augsne, velēnpodzolētā glejaugsne un velēnpodzolētā viršēji glejotā augsne (1. pielikums). Tika konstatēts, ka pētījuma augsnes profilu horizontus galvenokārt veido māls un putekļains māls (3.2.7. attēls).



3.2.7. attēls. Augsnes granulometriskais sastāvs (%) parauglaukumos.

Figure 3.2.7. Soil texture (%) of soil profiles.

Augsnes sastāvā dominē māla daļiņas, to daudzums mainās no 42 - 75 % bet vidēji 60 %. Putekļu daudzums vidēji ir 32 %, bet smilts daļiņu daudzums ir niecīgs - vidēji 3 % (3.2.7. att.). Tādēļ granulometriskā sastāva īpašības nosaka māls, rezultātā augsnē ir palielināta mitruma ietilpība, augsta adsorbcijas spēja, laba koagulācija, palēnināta ūdens infiltrācija. Māla minerālo daļiņu lielais īpatnējais virsmas laukums nodrošina to, ka tās efektīvi spēj piesaistīt un aizturēt jonus (Kārklīņš, 2009). Granulometriskais sastāvs starp parauglaukumiem būtiski neatšķiras, izņemot parauglaukumu Nr. 2, kur ir ievērojami lielāks

smilts daļiņu saturs. Virsējo horizontu veido puteklaina mālsmilts, dziļākajos horizontos smilšains māls un smilšains smilšmāls (3.2.7. att.).

Teritorijai raksturīgais smaga granulometriskā sastāva māls nosaka lēnu ūdens pārvietošanos, kas, savukārt, nosaka ilgu ūdens aizturi augsnē un glejošanās apstākļus, ar ko saistās pushidromorfo augšņu veidošanās, kas saistās arī ar reljefa pazeminājumiem un augstāku gruntsūdens līmeni (Kārklīšs, 2009).

3.3. Zemesdzemes veģētācijas raksturojums

Visbiežāk sastopamās sugas pētījuma teritorijā, kas raksturīgas lielākajai daļai no parauglaukumiem ir pļavas timotiņš *Phleum pratense*, parastā ciņusmilga *Deschampsia caespitosa*, pļavas dzelzene *Centaurea jacea*, parastais pelašķis *Achillea millefolium*, birztales veronika *Veronica chamaedrys*, vanagu vīķis *Vicia cracca*, parastais rasaskrēsliņš *Alchemilla vulgaris* (2. pielikums). Tās ir sugas, kas sastopamas ļoti bieži visā Latvijas teritorijā, dažādās augu sabiedrībās mēreni mitrās vai sausās pļavās, tīrumos, ceļmalās, dažādās nezālienēs, atmatās, mežos un krūmājos, mežmalās. Kā arī jāpiemin parastā kamolzāle *Dactylis glomerata*, kas bieži tiek kultivēta sētos zālajos un ganībās, un saglabājas lauksaimniecības zemēs arī pēc to pamešanas (www.latvijasdaba.lv).

Kopumā parauglaukumos konstatētas 52 lakstaugu sugas un 3 sūnu sugas. Vislielākais taksonu skaits sastopams parauglaukumos 4.1. (18 taksoni); 4.2. (16 taksoni); 5.2. (16 taksoni); 2.1. (16 taksoni); 2.4. (15 taksoni) (2. pielikums). Visi šie parauglaukumi ierīkoti vietās ar vēl nesaslēgtu koku vainagu; mežmalā. Šajos parauglaukumos sastopamas gan gaismas prasīgas sugas (piemēram, parastais pelašķis, bastarda āboliņš *Trifolium hybridum*), gan mežā (piemēram, parastā ērgļpaparde *Pteridium aquilinum*), gan arī mežmalās un krūmājos (piemēram, meža zemene, meža vīķis *Vicia sylvatica*) dzīvojošu sugu pārstāvji. Vienkopus šeit konstatētas sugas ar dažādām vides apstākļu prasībām, piemēram, tīruma usne – nezālienēm raksturīga suga, kā arī jau iepriekšminētā meža zemene – tipiska mežu, krūmāju apdzīvotāja (2. pielikums). Konstatēts, ka izveidojusies pārejas veģētācija uz meža augāju.

Apmežošanās rada izmaiņas ekosistēmās, skatoties gan no biotiskajiem, gan arī no abiotiskajiem aspektiem. Būtiskākās biotopu izmaiņas florā un faunā rodas, koku vainagiem noēnojot lielāko daļu teritorijas (Humphrey et al., 1999).

Vismazākā sugu daudzveidība (<10 taksoniem) ir parauglaukumos 3.5. (3 taksoni); 3.1. (4 taksoni); 3.2. (5 taksoni); 6.2. (5 taksoni); 6.3. (4 taksoni) (2. pielikums). Daļa no šiem

parauglaukumiem ar zemo augu daudzveidību ir parauglaukumi, kas tika ierīkoti mežā. Pastāvīgā noēnojuma dēļ, augu sugām tiek apgrūtināta attīstība. Parauglaukumu 3.1.; 3.2. zemsedzi veido meža zaķskābene, parastā kamolzāle, meža zemene, meža avene *Rubus idaeus*, sūnas - parastā smailzarīte, smailā skrajlape un koku sējeņi. Savukārt virzienā uz mežmalu (3.3., 3.4.), sugu daudzveidība sāk palielināties – mežam raksturīgos augus papildina tādas sugas kā parastā vīgrieze, tīruma usne, pļavas bitene *Geum rivale* u.c., kas pārsvarā dominē zālajos (2. pielikums).

Zemo sugu daudzveidību parauglaukumos, kas tika ierīkoti uz bijušās aramzemes, rada slotiņu ciskas *Calamagrostis epigeios* veidotas monodominantas audzes (6.2.; 6.5) (2. pielikums, 3.3.1. attēls). Sugu daudzveidību negatīvi ietekmē arī tīruma usnes un parastās mällēpes dominance parauglaukumos 6.3. un 6.4. (2. pielikums). Parauglaukumā Nr. 6 (bijusī aramzeme) N; C; Ca koncentrācijas ir zemas, pat līdz divām reizēm zemākas nekā citos parauglaukumos (1-3. pielikums). Tāpēc šādos, barības vielām nabadzīgos apstākļos, ekoloģiski plastiskākās, konkurētspējīgākās sugas spēj nomākt mazāka auguma sugas un veidot monodominantas audzes, kas ir raksturīga iezīme, aizaugot pamestajām lauksaimniecības zemēm (Rūsiņa, 2008).



Dažos parauglaukumos novērojama vienas vai vairāku augu sugu dominēšana. Piemēram, attiecīgi 1.1. parauglaukumā ložņu vārpata, parastās smilgas, pļavas timotiņa; 1.2. parauglaukumā vanagu vīķa, parastās kamolzāles; 1.4. parauglaukumā pļavas timotiņa, birztaļas veronikas dominance. Parauglaukumos 6.2. un 6.5. slotiņu ciskas dominance; 3.1. parauglaukumā meža zaķskābenes; 3.3. parauglaukumā parastās vīgriezes dominance. Parauglaukumos, kuri ierīkoti mežmalā vai krūmājos (piemēram, 4.2.; 4.1.; 2.6.; 2.5.; 2.4.; 2.3.; 3.4.) nav novērota izteikta kādas sugas dominēšana (2. pielikums).

3.3.1. attēls. Slotiņu ciskas *Calamagrostis epigeios* veidotas monodominantas audzes (foto: A.Bebriša).

Figure 3.3.1. Mono-dominant stands of the wood small-reed *Calamagrostis epigeios* (photo: A.Bebriša).

Parauglaukumā Nr. 1 konstatēts tikai lakstaugu stāvs. Piemēram, parauglaukumos 6.2.; 6.3.; 5.1.; 5.2.; 5.3.; 4.4.; 4.5. novērojams arī sūnu stāvs, taču tā klātbūtne nav izteikta.

Parauglaukumos 2.1.; 2.3.; 2.4.; 2.5.; 2.6. gan zemsedze salīdzinoši skrajāka, gan lakstaugu stāvs mazāk izteikts, koku stāvā raksturīga egle (2. pielikums). Pļavai tipiskus augus pakāpeniski nomaina mežam raksturīga veģetācija – ar lielāku sūnu īpatsvaru, skrajāku lakstaugu segumu. Šeit konstatēts mazāks barības vielu daudzums - Ca, K, N koncentrācijas salīdzinoši zemākas (1-1. pielikums). Savukārt parauglaukumos (4.1.; 4.2.; 4.3.; 4.4.; 4.5.; 4.6.), kur koku stāvā raksturīgs bērzs (3. pielikums), vērojama tendence saglabāties tipiskām atmatu augu sugām, piemēram, parastajai smilgai, bastarda āboliņam, pļavas timotiņam, meža zemenei, parastajam rasaskrēsliņam (2. pielikums).

Novērots, ka parauglaukumos, kuri atradās tālāk no meža, izteiktāk saglabājušās gaismas prasīgas sugas, piemēram, tūruma kosa, rudens vēlpiene *Leontodon autumnalis* u.c. Mežu un mežmalu sugu sastopamība salīdzinoši mazāk izteikta (2. pielikums).

Sūnaugiem tīk apdzīvot mitras, ēnainas vietas (Balodis, 2006). Tas varētu izskaidrot zemsedzes sūnu sugu, piemēram, parastās smailzarītes, smailās skrajlapes sastopamību parauglaukumos 2.1.; 2.3.; 2.5.; 3.1.; 3.2.; 3.4.; 4.1.; 5.2. u.c., kur tika konstatēts vislielākais apēnojums (2. pielikums). Kopumā pētījuma teritorijā ir maz sūnu, savukārt ķērpji vispār nav sastopami. Maza ķērpju un sūnu sastopamība zālajos liecina par eitrofikācijas procesiem, jo to attīstībai ir nepieciešama gaisma, kā arī zem cieša lakstaugu stāva tie neveidojas (Prižavoite, 2012). Pamatojoties uz iepriekšminēto, var secināt, ka veģetācijas izplatību pētījuma teritorijā ietekmē arī eitrofikācijas procesi.

Parauglaukumos, kuri tika ierīkoti mitrākās vietās (3.3.; 3.4.; 5.1.; 5.2.; 5.3.; 5.6.), veģetācijai raksturīgi augstie nitrofilie lakstaugi, piemēram, meža suņuburkšķis, parastā vīgrieze, lielā nātre, pļavas timotiņš, meža avene, parastā vībotne, ciņu grīslis *Carex cespitosa*, žogu dižtītenis *Calystegia sepium* u.c. sugas (2. pielikums). Par eitrofām augsto lakstaugu audzēm uzskata nitrofilas lakstaugu audzes slapjās augsnēs upju un ezeru piekrastēs, kā arī mēreni mitrās augsnēs mežmalās. Šādam augāja tipam var tikt pieskaitītas arī monodominantas augsto lakstaugu audzes, kas veidojas gan aizaugot zālājiem, gan svešzemju sugu audzēm. Lakstaugu stāvs šādās audzēs var sasniegt augstumu līdz pat diviem metriem. Biotopā galvenokārt dominē slaidais grīslis *Carex acuta*,



parastais miežubrālis *Phalaroides arundinacea*. Vietās, kur ir mazākas ūdens svārstības, bieži sastopama parastā vīgrieze un pūkainā kazroze

Epilobium hirsutum. Sastopami arī liānveidīgi augi, piemēram, žogu dižtītenis *Calystegia sepium* (Rūsiņa, 2010). Visizteiktāk eitrofās augsto lakstaugu sabiedrības vērojamas parauglaukumā Nr. 5 (3.3.2. attēls.), kur N saturs (2.055 %) augsnē arī attiecīgi ir visaugstākais (1-3. pielikums). Mitru vietu prasīgu sugu izplatība norāda uz to, ka parauglaukums pēc hidroloģiskā režīma atšķiras no pārējiem.

Var secināt, ka 24 gadu laikā pēc lauksaimniecības zemes pamešanas, zemsedzes veģetācija izmainījies diezgan izteikti. Zemsedzes veģetācijas struktūra un augu daudzveidība starp parauglaukumiem atšķiras. To varētu skaidrot ar to, ka parauglaukumi pētījuma teritorijā atrodas atšķirīgos sekundārās sukcesijas posmos.

3.4. Koku un krūmu veģetācijas raksturojums

Pētījuma teritorijā apaugumu veido šādas lapu un skuju koku sugas: āra bērzs *Betula pendula*, pelēkais kārkls *Salix cinerea*, baltalksnis *Alnus incana*, parastā apse *Populus tremula*, parastā egļu *Picea abies*, parastais ozols *Quercus robur*, parastais pīlādzis *Sorbus*

3.3.2. attēls. Eitrofās augsto lakstaugu sabiedrības (foto: A.Bebriša).

Figure 3.3.2. Hydrophilous tall herb fringe communities (photo: A.Bebriša).

aucuparia, parastā kļava *Acer platanoides*. Visbiežāk konstatētās koku sugas pētītajā teritorijā ir pelēkais kārklis, bērzs un baltalksnis. Pelēkais kārklis sastopams 18 no 24 parauglaukumiem. Kā vienīgā dominējošā suga, bez pavadošām koku sugām, pelēkais kārklis konstatēts četros parauglaukumos. Vairumā parauglaukumu pelēkais kārklis ir vadošā suga kopā ar bērzu un baltalksni; divos parauglaukumos apses pavadoņsuga; vienā – bērza pavadoņsuga. Bērzs sastopams 17 no 24 parauglaukumiem. Kā dominējošā suga ar pavadošo sugu - pelēko kārklu, bērzs sastopams vienā parauglaukumā. Divos parauglaukumos tā ir apses pavadoņsuga. Lielākajā daļā parauglaukumu tā ir vadošā suga kopā ar pelēko kārklu, baltalksni un apsi. Baltalksnis sastopams 15 no 24 parauglaukumiem. Vienā parauglaukumā tā ir bērza pavadoņsuga, divos parauglaukumos – apses. Vairumā parauglaukumu tā ir vadošā suga kopā ar bērzu, pelēko kārklu un apsi. Parastā apse sastopama 11 parauglaukumos. Divos no tiem kā dominējošā suga ar pavadošajām sugām – bērzu, pelēko kārklu, baltalksni un ozolu. Lielākajā daļā parauglaukumu parastā apse ir vadošā suga kopā ar pelēko kārklu, bērzu un baltalksni. Parastā egles sastopama 11 parauglaukumos. Sešos no tiem sastopami tikai atsevišķi indivīdi. Pārējos parauglaukumos tā ir vadošā suga kopā ar bērzu, pelēko kārklu, baltalksni un apsi. Lielākā daļa no šiem parauglaukumiem atrodas mežā. Līdzīgi arī ar ozola sastopamību pētītajā teritorijā. Parauglaukumos, kas tika ierīkoti mežā, ozols ir viena no vadošajām sugām kopā ar bērzu, egli un apsi. Mežmalas parauglaukumos tas vēl sastopams vairākkārt, taču nepārsniedzot 1 m augstumu. Pārējos parauglaukumos sastopami tikai atsevišķi indivīdi. Vismazāk sastopamās sugas ir pīlādzis un kļava, kas sastopami attiecīgi četros un divos parauglaukumos, kuri atradās mežā (3. pielikums).

Apskatot parauglaukumos konstatētās kokaudžu struktūras, redzams, ka tās ir manāmi atšķirīgas. Parauglaukumos 1.1.; 1.2.; 1.4. koku sugu izplatība bija ievērojami mazāka. Tas skaidrojams ar tādu lakstaugu kā ložņu vārpatas, parastās kamolzāles, pļavas timotiņa augsto sastopamību, kas traucē koku iesēšanos (Ruskule et al., 2012). Šādā veidā koku sugu iesēšanos aizkavē blīvais veģetācijas zelmenis, kas veidojies pļaušanas un ganīšanas gadījumā. Apmežošanās process šādā veidā var tikt aizkavēts pat līdz 20 un vairāk gadiem (Ruskule, 2013). Šajos parauglaukumos konstatēta tikai viena suga - pelēkais kārklis (3. pielikums). Otrā parauglaukuma tuvākajā apkārtnē sastopamas gan blīvas kokaudzes ar krūmveidīgu struktūru, gan blīvas kokaudzes, kur koki izvietojušies vienmērīgi un neveido krūmveidīgas struktūras (3. pielikums). Šādu kokaudžu struktūra raksturīga jaunām kokaudzēm sekundārās sukcesijas sākuma stadijās. Parasti šādas jaunas, blīvas kokaudzes veidojas pēc kāda spēcīga traucējuma vai arī, kā šajā gadījumā, aizaugot neapsaimniekotiem zālājiem (Ellenberg, 1988). Bērzi, baltalkšņi, kārkli un apses (vidējais vecums 15 - 20 gadi) šajās kokaudzēs veido gan pirmo, gan otro stāvu, kamēr egles attīstās paaugā (vidējais vecums

5 - 12 gadi) (3. pielikums). Egle ir ēncietis, tā ir jutīga pret salnām; attīstās labi drenētās augsnēs. Turpretī bērzi, baltalkšņi un apses ir saulmīļi, kas ir konkurētspējīgi ar zālāju veidojošām sugām. Mežaudzes veidošanās sākumposms ir krūmāju izplatība. Zālājā ieviešoties krūmiem, tie rada apēnojumu zālaugiem, kā arī saglabā sniegu zem vainaga. Sniegam kūstot, augsne tiek pārskalota, uzlabojas tās drenētība un nedaudz samazinās organisko vielu daudzums virsējā augsnes slānī. Krūmi rada maigāku mikroklimatu nekā atklātās vietās, tādējādi radot piemērotus apstākļus egļu attīstībai, jo aizsargā tās no salnām un vēja. Pamatojoties uz iepriekšminēto, var secināt, ka egles ieviešas pēc tam, kad jau ir izveidojies apaugums ar kokaugu pioniersugām - bērzu, baltalksni, apsi un pēc aptuveni 40 – 50 gadiem sāk izkonkurēt lapukokus (Bušs, 1989). Piemēram, parauglaukumā Nr. 3 (meža vecums ~ 60 - 70 gadi), kur egles sasniegušas pirmo stāvu, tādu sugu skaits kā bērzi, apses – samazinās vai pazūd vispār, piemēram, baltalksnis. Parastā egle vairāk sastopama otrā augsnes dziļrakuma tuvumā (2.1.; 2.3.; 2.4.) (3. pielikums), kur granulometriskajā sastāvā salīdzinoši vairāk konstatēta smilts (1-1. pielikums). Tas nozīmē, ka augsnes ir relatīvi nabadzīgākas un veidojas plānāka kūla, kas ir labvēlīgi apstākļi, lai šajā teritorijā iesētos egle. Arī sausāki vides apstākļi un skrajāks augu zelmenis tam ir labvēlīgs faktors. Apskatot piektā parauglaukuma tuvāko teritoriju, kur bija salīdzinoši vismitrākā vieta, sastopami 5 - 12 gadus jauni, nevienmērīgi izvietoti koki un krūmi (3. pielikums); jo biežāka lakstaugu sega, jo mazāk sēklu nonāk līdz augsnes virskārtai un rod labvēlīgu vidi uzdīgšanai un augšanai (Rūsiņa, 2008). Ceturtā parauglaukuma apkārtnē izplatītākā koku suga ir bērzs. Mežmalā tie izvietojušies izklaidus, veidojot skraju apaugumu un vidēji ir 5 - 10 gadus veci, gan sastopami kā koku sējeņi. Kā dominējošā suga (vidēji 15 gadu veci), tie sastopami blīvās audzēs grāvīšu tuvumā ar vienmērīgu koku augstumu un sastāvu. Gan mežmalā, gan izklaidus sastopami ozoli (augstumā līdz 1 m), gan kā koku sējeņi kopā ar apsi; mežmalā parastā ieva *Padus avium*, kā arī baltalksnis (3. pielikums). Sestā parauglaukuma tuvākajā apkārtnē krūmāju apaugumu galvenokārt veido kārkli; bērzi un baltalkšņi pieskaitāmi pie pavadītājsugām. Augstumā līdz 1 m sastopami pāris ozoli. Koku un krūmāju audzes ar lielu blīvumu un krūmveida struktūru izvietojušās grāvja tuvumā. Pārējā teritorijā koki vai krūmi vidēji sasniedz augstumu līdz 1 m (3. pielikums).

Pētījuma teritorijā Aleksandrovā vērojamas gan lineāras telpiskās struktūras apauguma kontūras, gan mozaīkveida apauguma plankumi, gan vienlaidus blīvi apaugumi.

Lineāras telpiskās struktūras apaugumu izplatību var skaidrot galvenokārt ar reljefu un meliorācijas ietekmi. Visizplatītākie šādās audzēs ir kārkli (vidējais augstums līdz 4 m), baltalksnis (vidējais augstums ir līdz 5 m, bet maksimālais augstums sasniedz 11 m) un bērzi

(vidējais augstums 5 m, maksimālais – 14 m), paaugā vietām sastopamas arī egles (vidējais augstums 1 m). Šāda tipa audzēm raksturīgs ļoti blīvs apaugums (3. pielikums).

Mozaīkveida apauguma plankumi izplatīti visā pētītajā teritorijā ar atšķirīgu koku un krūmu augstumu un sugu sastāvu. Visizplatītākais šādās audzēs ir kārklis (vidējais augstums 2,5 m) ar bērza piemistrojumu; kā arī bērzs (vidējais augstums 3 m; maksimālais augstums 6 m) ar ozolu piemistrojumu. Šādas bērzu un kārklu audzes veido pārsvarā skraju apaugumu (3. pielikums).

Vienlaidus blīvu apaugumu veido viendabīgs koku vai krūmu sastāvs, pētījuma teritorijā šāda apauguma tipu veido bērzi un apses (vidējais augstums no 7 - 10 m). Izteikti vienmērīgi koki izvietojušies apšu audzēs, tie neveido krūmveidīgas struktūras (3. pielikums).

Meža parauglaukumos koku vecums ir vidēji 55 gadi, taču vecākie indivīdi sasniedz līdz 70 gadu vecumu. Arī parauglaukumos, kas ierīkoti aptuveni pirms 23 gadiem pamestās lauksaimniecības zemēs, koku vecums atšķiras. Vairākums vecāko koku konstatēts mitrākās vietās, grāvīšu tuvumā (2.1.; 2.2.; 2.3.; 4.2.; 6.3.; 6.4.). Atsevišķi lapu koku īpatņi šajos parauglaukumos ir vecāki par 15 gadiem. Tātad tie iesējušies drīz pēc lauksaimniecības zemes pamešanas. Konstatēts, ka bērzi 14 metru augstumu ir sasnieguši 18 gados. 12 gadu vecumā bērzs vidēji sasniedzis 5 - 6 m augstumu. Bērzi mežmalā ir jaunāki (5 - 10 gadi) un arī mazāki (1,5 m – 2,5 m). Baltalkšņi 11 m augstumu ir sasnieguši 16 gados. Apses 10 - 12 gadu vecumā sasniegušas vidēji 6 m. Parastās egles vidējais vecums ir 10 gadi un tās ir 1,5 - 2 m augstas, dažviet arī jaunāki īpatņi. Ozolu augstums parauglaukumos ārpus meža vidēji 1 m, mežmalas parauglaukumos sasniedz 1 - 2 m augstumu (3. pielikums).

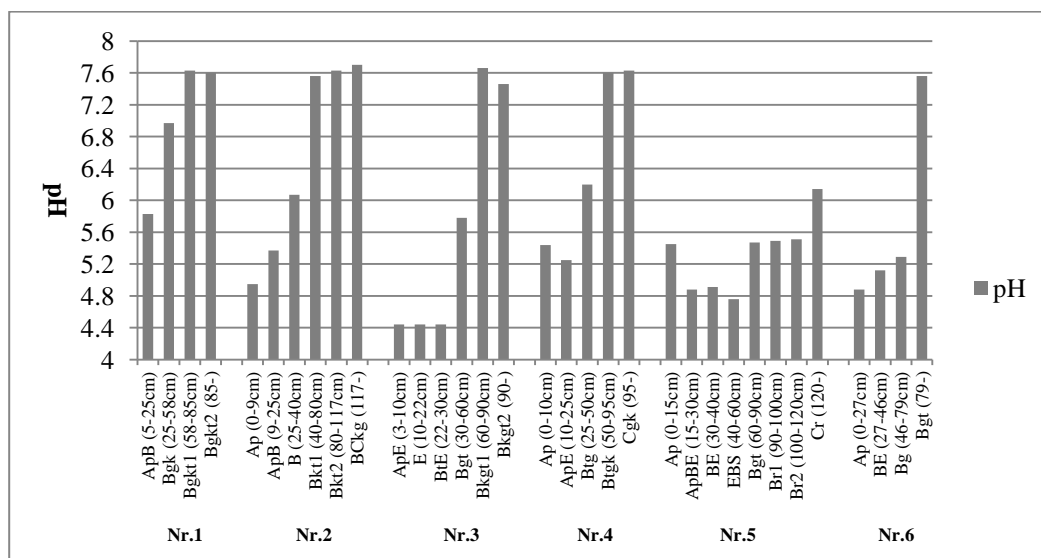
Pētījumā par bērza stādījumiem dabiski sausās minerālaugsnēs – velēnu podzolētās, velēnu karbonātu, aluviālās, brūnaugsnēs – bijušajās lauksaimniecības zemēs (Daugaviete, 2008), bērzs 10 - 12 gadu vecumā vidēji sasniedz 6,8 – 8,9 m augstumu. Egles stādījumi dabiski sausās minerālaugsnēs – velēnu podzolētās, velēnu karbonātu, aluviālās, brūnaugsnēs - bijušajās lauksaimniecības zemēs 10 – 12 gadus vecumā vidēji sasniedz 5,1 – 6,2 m augstumu. Ozola stādījumi dabiski sausās minerālaugsnēs – velēnu podzolētās, velēnu karbonātu, aluviālās, brūnaugsnēs – bijušajās lauksaimniecības zemēs 10 - 12 gadus vecumā vidēji sasniedz 1,9 – 4,3 m augstumu (Daugaviete, 2008).

Vēl viens no faktoriem, kas varētu ietekmēt koku sugu izplatību pētījuma teritorijā, ir meža tuvums. Sugas, kas apmežojušas pamesto lauksaimniecības zemi, atspoguļo mežā valdošo sugu sastāvu.

3.5. Augšnes ķīmisko īpašību raksturojums

Rudzātu pagasta Aleksandrovas lauksaimniecības zemju augsnes ķīmisko analīžu rezultāti apskatāmi 1. pielikumā.

Augsnes pH reakcija



3.5.1. attēls. Augšnes pH reakcija augšņu parauglaukumos.
Figure 3.5.1. Values of pH_{KCl} in the soil profiles.

- ļoti skābs < 4,6
- skābs 4,6 - 5
- vidēji skābs 5,1 – 5,5
- vāji skābs 5,6 - 6
- vāji skābs līdz neitrāls 6,1 - 6,5
- bāzisks > 6,5

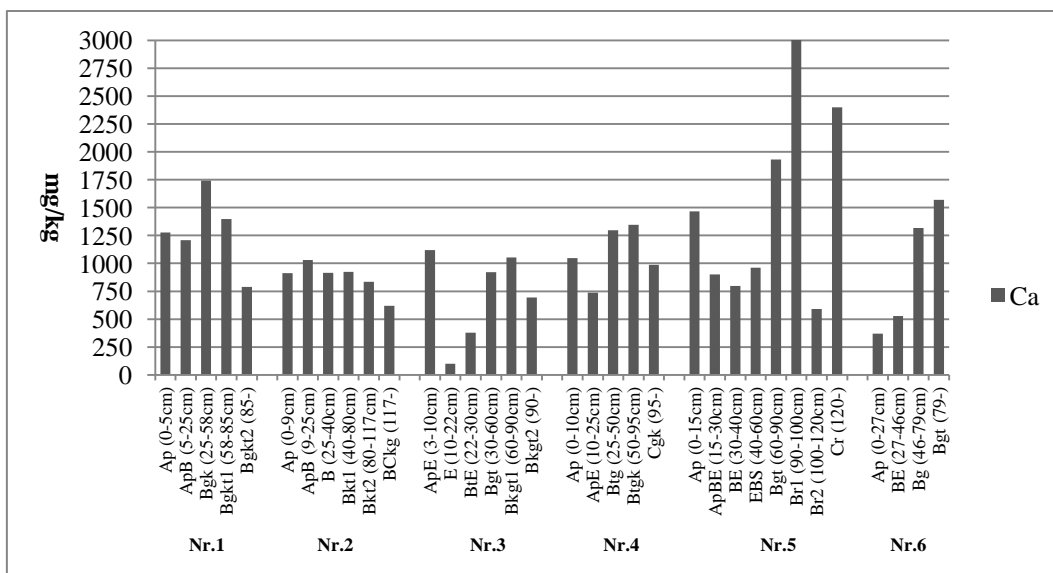
Salīdzinot parauglaukumu pH vērtības, var noteikt likumsakarības, ka izmantošanas veidam (jaunāka mežaudze, vecāka mežaudze, bijusī aramzeme) ir būtiska ietekme uz augsnes horizontu pH. Augstākā pH vērtība virsējā slānī ir parauglaukumā, kur veikta meliorācija (Nr. 1 - pH 6,06). Viszemākā pH vērtība ir konstatēta parauglaukumam Nr. 3, kurš pamests vissenāk, teritorija ir apmežojusies (meža vecums 60 - 70 gadi) (3.5.1. att.). Svarīga loma arī teritorijai raksturīgajai veģetācijai. Piemēram, apskatot pH vērtību parauglaukumā Nr. 4, var secināt, ka augsnes reakcijas paskābināšanos, iespējams, aizkavējusi teritorijai raksturīgā bērzu veģetācija. Nobirām sadaloties, veidojas organiskās skābes; bērzi veicina neitrālu reakciju, kas savukārt var aizkavēt augsnes podzolēšanās procesu un barības vielu izskalošanos (Augusto, 2002). Parauglaukumam Nr. 2 augsnes virsējā horizontā reakcija ir skāba (4,95) (3.5.1. att.), ko ietekmējušas koku stāvā esošo egļu nobiras, kas izraisa augsnes paskābināšanos (Augusto, 2002). Parauglaukumā Nr. 6 (bijusī

aramzeme) pH vērtība virsējā slānī ir skāba (4,88). Salīdzinot starp pārējiem parauglaukumiem, tas ir otrais zemākais rādītājs (3.5.1. att.).

Podzolēšanās procesu ietekmē augsnes pH reakcija virsējos horizontos kļuvusi skāba. Podzolēšanās procesā veidojas organiskās skābes, kas noārda minerālus, tādējādi augsnes padarot vēl mazāk auglīgas (Mežals, 1970).

Analizējot pH mainību augšņu parauglaukumos, novērots, ka visplašāk rādītāji variē augsnes virsējos slāņos, kur tie mainās robežās no 4,43 līdz 6,06, bet no 60 cm dziļuma pH mainība strauji samazinās un piecos no sešiem parauglaukumiem šajā zonā iekļaujas pH 7,56 – 7,63 robežās. Izņēmums ir parauglaukums Nr. 5, kurā pH vērtība līdz 120 cm dziļumam nepārsniedz 5,46 (vidēji skāba reakcija), tikai sākot no 120 cm dziļuma pH vērtība sasniedz 6,14 (vāji skāba līdz neitrāla) atzīmi (3.5.1.att.), tas novērojams līdz ar brīvo karbonātu sastopamību. Turpretī pārējiem parauglaukumiem brīvie karbonāti sastopami jau sākot no vidēji 30 cm dziļuma (1. pielikums). Pēc rezultātiem spriežot, brīvo karbonātu atrašanās dziļums ir viens no faktoriem, kas nosaka augsnes pH reakcijas mainību; būtiski ietekmē dziļāko horizontu pH reakciju.

Kalcijs un magnijs



3.5.2. attēls. Ca koncentrācija (mg/kg) augšņu parauglaukumos.

Figure 3.5.2. Ca concentration of soil profiles.

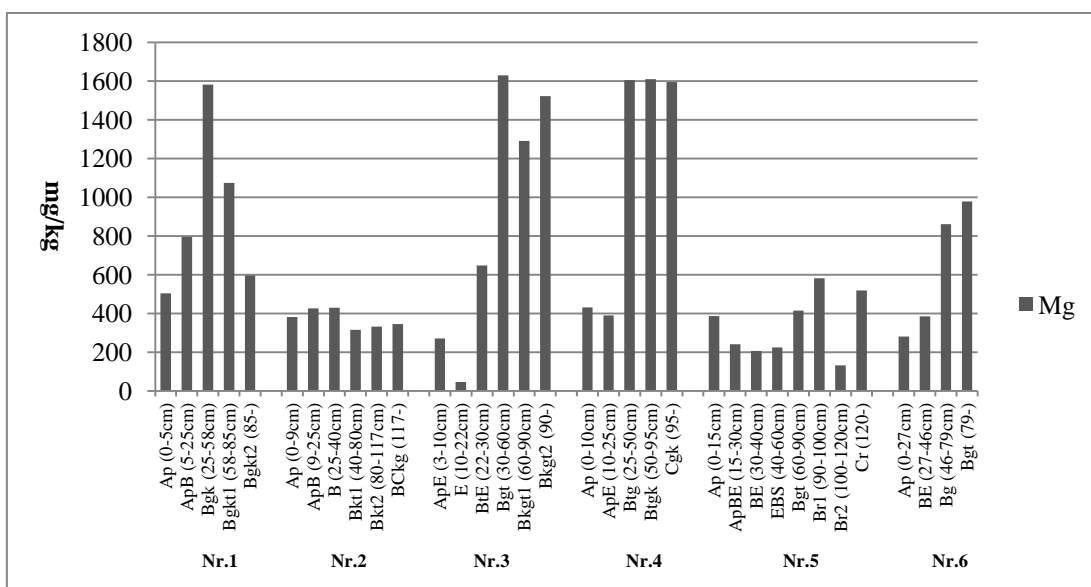
Augstāks Ca saturs ir parauglaukuma Nr. 5 dziļākajos augsnes slāņos (3294 mg/kg). Arī virsējā slānī šī elementa saturs ir augstāks nekā pārējos parauglaukumos (1467 mg/kg) (3.5.2. att.). Ca saturu augsnes virsējā minerālajā horizontā būtiski ietekmē Ca saturs dziļākajos

augšnes horizontos (Vanmechelen et al., 1997). Parauglaukumā, kurš atradās mežā, (Nr. 3) augšnes virsējā organiskās vielas slānī ir ievērojami augstākas Ca koncentrācijas nekā zem tā esošajos horizontos (3.5.2. att.).

Laika gaitā kalcijs tiek no augšnes iznests. Viens no faktoriem, kas ietekmē kalcijs izskalošanos ir arī zemes izmantošanas veids. Piemēram, aramzemē raksturīga intensīvāka kalcijs izskalošanās nekā daudzgadīgos zālajos, jo tiek veicināta to saturošo iežu un minerālu noārde (Mežals, 1970). Tas izskaidro salīdzinoši zemo virsējā horizonta Ca koncentrāciju parauglaukumā Nr. 6 (bijusī aramzeme) (526mg/kg). Līdz ar dziļumu vērtība pieaug, līdzīga sakarība novērojama arī pārējos parauglaukumos.

Pārējo parauglaukumu trūdvielu akumulācijas horizontos Ca daudzums ir robežās no 912 - 1278 mg/kg. Vidējais Ca daudzums augšņu parauglaukumu eluviālajos horizontos (E, EBs, ApE, BE,) no 100 – 1209 mg/kg, bet iluviālajos (B, Bgk, Bkt, Bgt, Btg, Bg) no 914 – 3294 mg/kg (3.5.2. att.).

Literatūrā minēts, ka velēnu karbonātu augsnēs, kuras ir visauglīgākās un vislabāk izmantojamas Latvijas lauksaimniecībā, apmaiņas kalcijs daudzums vidēji ir 1432 mg kg⁻¹, bet pārsvarā sastopamajās velēnu podzolaugsnēs — 867 mg kg⁻¹. Apmaiņas kalcijam ir būtiska loma gan augšņu auglības, gan ūdensizturīgas struktūras, gan fizikālo, ķīmisko un bioloģisko īpašību veidošanā (Nikodemus u.c., 2008).



3.5.3. attēls. Mg koncentrācija (mg/kg) augšņu parauglaukumos.

Figure 3.5.3. Mg concentration of soil profiles.

Apmaiņas magnija daudzums Latvijas augsnēs ir no 50 – 670 mg/kg. Magnija daudzumu augsnēs ietekmē gan granulometriskais sastāvs, gan trūdvielu daudzums. Vairāk apmaiņas magnija ir augsnēs, kas bagātas ar organiskām vielām (Nikodemus u.c., 2008). Parauglaukumu Nr. 3 un Nr. 4 cilmieža horizontā Mg daudzums ir lielāks par 1500 mg/kg. Kā arī 1., 3. un 4. parauglaukuma iluviālajos horizontos (Bgk; Bgt; Btg) Mg saturs pārsniedz 1580 mg/kg atzīmi. Vismazākais Mg daudzums ir parauglaukuma Nr. 3 ApE horizontā (46 mg/kg) (3.5.3. att.).

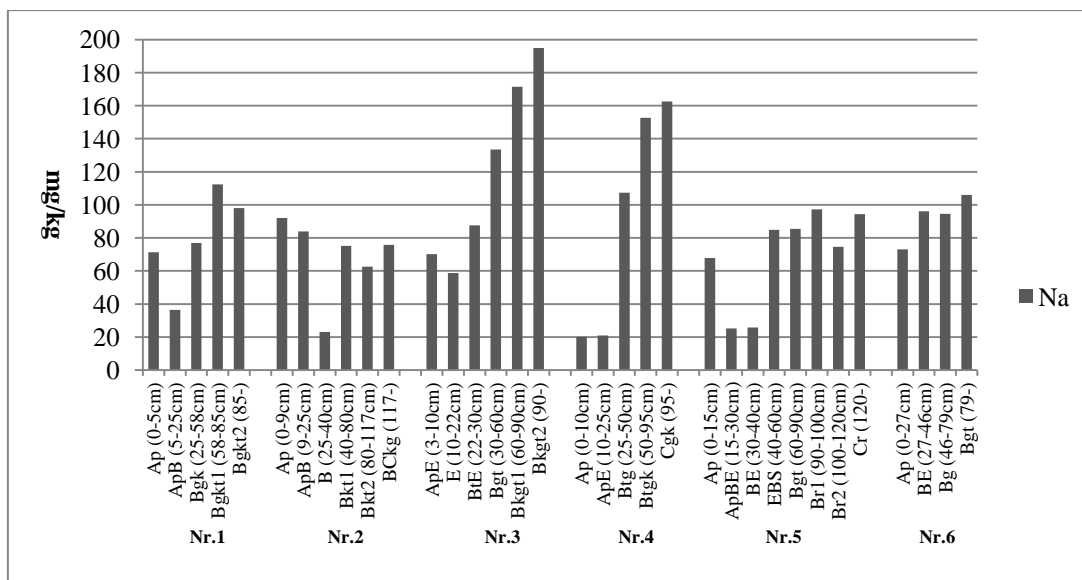
Augšņu profilos Mg daudzums trūdvielu akumulācijas horizontos ir no 271 - 503 mg/kg, eluviālajos horizontos (E, EBs, ApE, BE) no 46 – 795 mg/kg, bet iluviālajos (B, Bgk, Bkt, Bgt, Btg, Bg) no 206 – 1581 mg/kg (3.5.3. att.).

Literatūrā minēts, ka magnija trūkums augiem biežāk novērojams smilts un mālsmilts augsnēs (Mežals, 1970). Šāda sakarība novērojama arī šajā pētījumā. Parauglaukumā Nr. 2, kur smilts saturs salīdzinoši bija augstāks, tika konstatētas arī zemākas Mg koncentrācijas (3.5.3. att.).

Rezultāti liecina, ka augsnes ieskalošanās (iluviālajos) horizontos vērojama visaugstākā Mg un Ca koncentrācija, kas norāda par šo elementu ienesi no augsnes virskārtas tās dziļākajos slāņos, ko varētu izraisīt gan dekalcefikācijas, gan podzolēšanās procesi (3.5.3. att.).

Magnijs, salīdzinot ar kalciju, Latvijas klimata apstākļos nav tik kustīgs, līdz ar to ir novērojama salīdzinoši mazāka tā iznese no augsnes (Nikodemus u.c., 2008).

Nātrijs



3.5.4. attēls. Na koncentrācija (mg/kg) augšņu parauglāukumos.

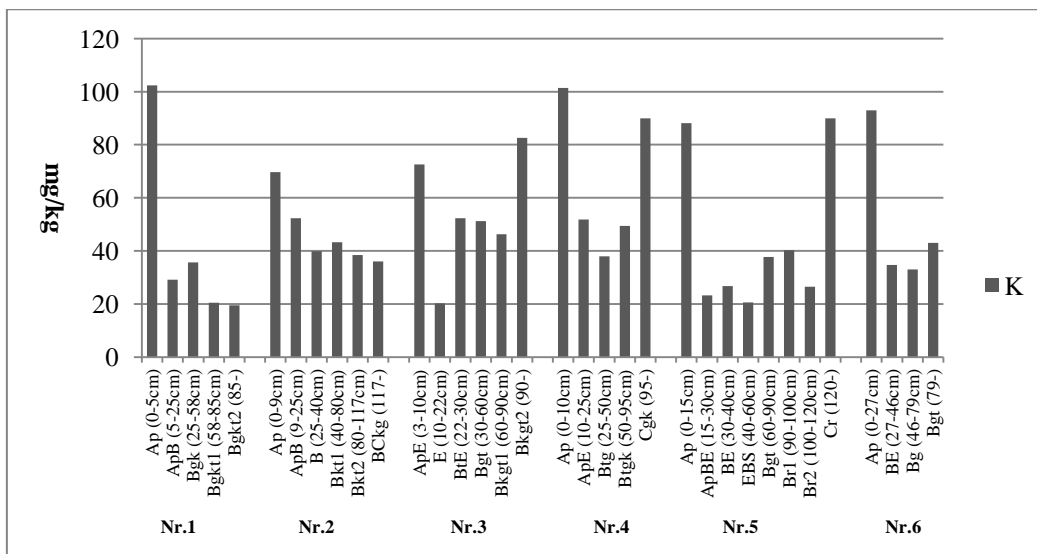
Figure 3.5.4. Na concentration of soil profiles.

Vismazākā Na koncentrācija noteikta parauglāukuma Nr. 4 virsējos horizontos (Ap; ApE). Savukārt augstākā Na koncentrācija ir noteikta šī paša - parauglāukuma Nr. 4 un parauglāukuma Nr. 3 cilmiezī, pārsniedzot 160 mg/kg. Augšņu parauglāukumos vidējais Na daudzums trūdvielu akumulācijas horizontos ir no 20 - 92 mg/kg, eluviālajos horizontos (E, EBs, ApE, BE) no 21 - 96 mg/kg, bet iluviālajos (B, Bgk, Bkt, Bgt, Btg, Bg) no 23 - 172 mg/kg (3.5.4. att.).

Na satura vertikālā mainība starp parauglāukumiem atšķiras. Piemēram, sestajā parauglāukumā Na saturs starp horizontiem būtiski nemainās; parauglāukumos Nr. 1; Nr. 2 augstāka Na koncentrācija ir tieši virsējos horizontos, bet parauglāukumā Nr. 4 ir vērojama izteikta Na izskalošanās no virsējiem horizontiem, kā arī, salīdzinot ar pārējiem parauglāukumiem, Na koncentrācija šī parauglāukuma virsējos horizontos ir pat līdz četrām reizēm zemāka. Palielinoties dziļumam strauji pieaug un ir viena no augstākajām cilmiezī parauglāukumu vidū (3.5.4. att.).

Mūsu klimata apstākļos nātrijs viegli un ātri tiek iznests no augsnes, jo tas veido viegli šķīstošus sāļus (Nikodemus u.c., 2008).

Kālijs



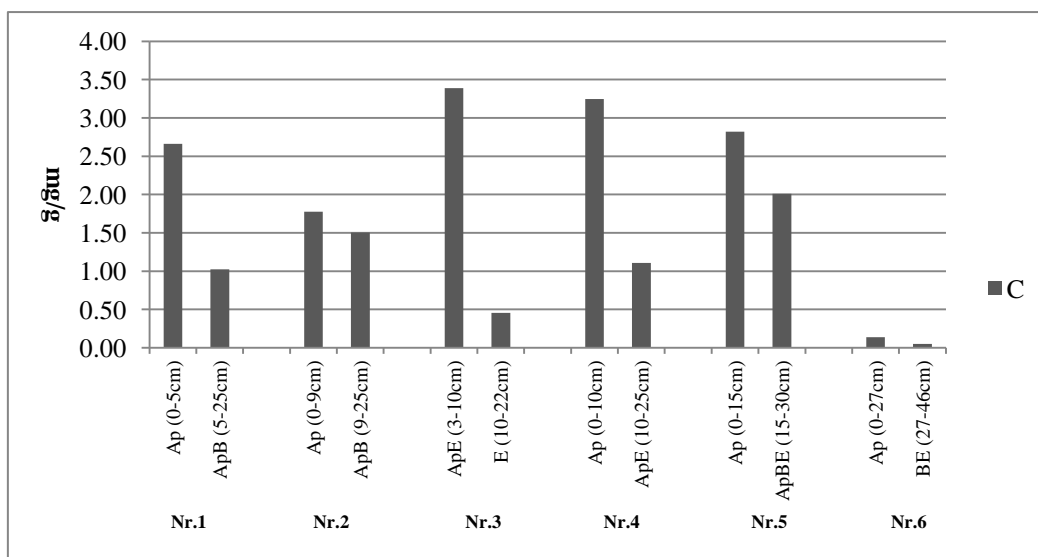
3.5.5. attēls. K koncentrācija (mg/kg) augšņu parauglaukumos.

Figure 3.5.5. K concentration of soil profiles.

Apskatot K satura mainību parauglaukumos, var secināt, ka gandrīz visiem parauglaukumiem augstākā K koncentrācija raksturīga trūdvielu akumulācijas horizontos no 70 - 102 mg/kg (3.5.5. att.). Parauglaukumiem Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5 cilmieža horizontos K koncentrācija ir tikpat augsta vai pat vēl augstāka nekā virsējos horizontos (83 - 90 mg/kg). Augšņu profilos vidējais K daudzums eluviālajos horizontos (E, EBs, ApE, BE) no 20 – 52 mg/kg, bet iluviālajos (B, Bgk, Bkt, Bgt, Btg, Bg) no 20 – 51 mg/kg. Zemāka K koncentrācija parauglaukumos Nr. 2; Nr. 3 (veģetācijā sastopamas egles) (3.5.5. att., 1-1. pielikums).

Literatūrā minēts, ka vairāk K satur mālainas augsnes, to izskaidro vizlas un laukšpata sastopamība mālainos nogulumos. Savukārt maz K ir purvainās un smilts augsnēs, jo tas viegli izskalojas (Skujāns, Mežals 1964). Spriežot pēc pētījuma rezultātiem Aleksandrovā, K nav tendences izskaloties no virsējiem horizontiem smagā granulometriskā sastāva dēļ.

Organiskais ogleklis



3.5.6. attēls. C_{org}. koncentrācija (mg/g) augšņu parauglaukumos.

Figure 3.5.6. C_{org}. concentration of soil profiles.

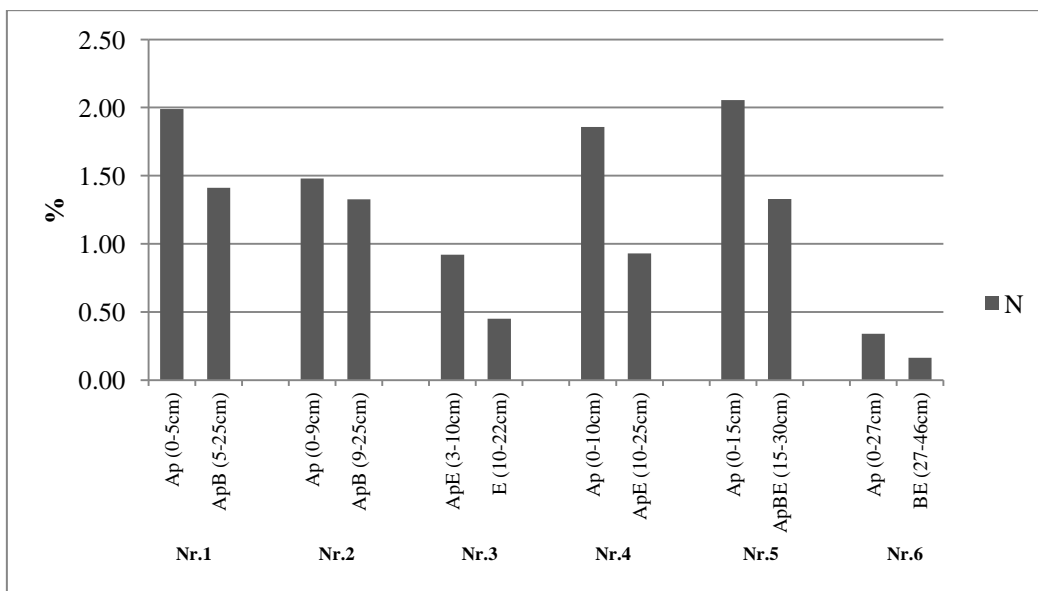
Kopējā C_{org}. koncentrācija parauglaukumos ir ļoti zema, tā variē no 0,14 - 3,39 mg/g (3.5.6. att.). Aplūkojot atsevišķi, novērojams, ka zemākais C_{org}. daudzums sastopams parauglaukumā Nr. 6 - bijusī aramzeme (0,137), bet augstākais – parauglaukumos Nr. 3 un Nr. 4 – attiecīgi mežā (3,39) un mežmalā (3,25). Zemāka koncentrācija ir parauglaukumā Nr. 2 (3.5.6. att.), kur konstatēts salīdzinoši augstāks smilts daļiņu saturs augsnē (1-1. pielikums) un skujkoku veģetācijas lielāks īpatsvars (3. pielikums). Novērojama C_{org}. saturs mainības tendence starp horizontiem. Visos parauglaukumos C_{org}. saturs līdz ar dziļumu samazinās (augšnes virsējā slānī C_{org}. saturs ir augstāks nekā zemāk esošajā slānī). Īpaši izteikta šī tendence vērojama parauglaukumā Nr. 3 (mežs) un parauglaukumā Nr. 4 (mežmala) - krasa C_{org}. saturs pazemināšanās (3.5.6. att.). Arī literatūrā minēts, ka ogleklis, pēc pamesto lauksaimniecības zemju apmežošanās, virsējos horizontos kļūst daudz kustīgāks un sāk pārvietoties uz dziļākiem augsnes slāņiem (Kasparinskis, 2011).

Pirmajos 30 gados pēc lauksaimniecības zemju pamešanas, oglekļa krājumiem minerālajā augsnes daļā ir tendence samazināties, it īpaši aizaugot dabiskajām pļāvām un ganībām nevis aramzemei (Līpenīte, Kārklīņš, 2011). Arī Īrijā veiktajos pētījumos konstatēts, ka sākotnēji organiskā oglekļa daudzums samazinās. To skaidro ar organisko vielu sadalīšanās tempu, kas ir lielāks nekā ienese no kokiem (Wellock et al., 2011).

C_{org}. un N_{kop}. saturs augsnē ir saistīts ar mežaudzes sastāvu un vecumu, kā arī ar tās veidojošām nobirām (Vesterdal et al., 2002). No pētījuma rezultātiem Aleksandrovā var

secināt, ka C_{org} saturs augsnē ir saistīts ar nobiru sastāvu nevis daudzumu. Pateicoties parauglaukuma Nr. 5 biežajam kūlas slānim, C_{org} rādītāji līdzinās 70 gadus vecas mežaudzes rādītājiem. Savukārt, parauglaukuma Nr. 4 (raksturīga bērzu veģetācija) C_{org} saturs aptuveni vienāds ar 70 gadus vecajā mežaudzē konstatēto C_{org} saturu (3.5.6. att., 3. pielikums).

Kopējais slāpeklis



3.5.7. attēls. N_{kop} koncentrācija (%) augšņu parauglaukumos.

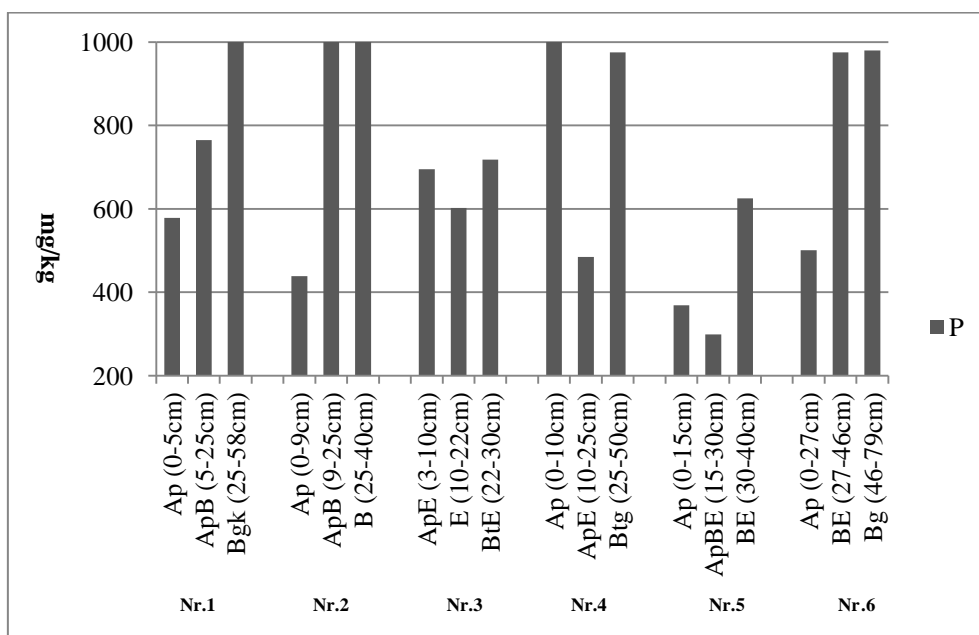
Figure 3.5.7. N_{tot} concentration of soil profiles.

N_{kop} saturs tāpat kā C_{org} saturs pētītajos augsnes profilos līdz ar dziļumu samazinās (3.5.7. att.). Tas norāda par organisko vielu ietekmi uz augstāku šo pētīto rādītāju saturu augsnes virsējā slānī. Augsnes virsējos horizontos N_{kop} daudzums variē no 0,16 % līdz 2,06 %. Augstākais N_{kop} saturs visos prauglaukumos ir raksturīgs augsnes virsējā minerālajā slānī, meža parauglaukumā attiecīgi – nedzīvās zemsegas horizontā, bet zemāk esošajos slāņos strauji samazinās. Analizējot visu augšņu profilu N_{kop} vertikālo mainību, novērots, ka N_{kop} koncentrācija parauglaukumos Nr. 3, Nr. 4 un Nr. 5 virsējā slānī ir pat uz pusi augstāka kā zemāk esošajā slānī. Vismazākā N_{kop} koncentrācija noteikta parauglaukumā Nr. 6 (bijusī aramzeme), bet vislielākā parauglaukumos Nr. 1 un Nr. 5 (3.5.7. att.), kas skaidrojams ar iepriekš konstatēto bāzisko pH vērtību (3.5.1. att.) un līdz ar to arī lielo bakteriālo aktivitāti, kas pārveido slāpekli dažādās formās (Giri et al., 2005).

Slāpeklis augsnē rodas bioloģiskās akumulācijas procesos, mikroorganismiem saistot brīvo atmosfēras slāpekli. Tā ciklu augsnē galvenokārt nosaka bioķīmiskās reakcijas, kas notiek mikroorganismu ietekmē. Slāpeklis ir svarīgs biogēns elements, parasti tā kopējais

daudzums augsnēs variē no 1 – 6 %. Slāpekļis augsnē dažkārt ir viens no augiem trūkstošajiem elementiem, kā arī augsnes elementu apmaiņas ciklā viegli var tikt pazaudēts (Mežals, 1970). Meža augsnēs slāpekļa daudzumu galvenokārt nosaka augsnes substrāts, mežaudzes sastāvs, kā arī atmosfēras slāpekļa piesārņojums (Vanmechelen et al., 1997).

Fosfors



3.5.8. attēls. P koncentrācija (mg/kg) augšņu parauglukumos.

Figure 3.5.8. P concentration of soil profiles.

Vismazākā mainība P koncentrācijai novērojama parauglukumā Nr. 3 (3.5.8. att.). Parauglukumos Nr. 1, Nr. 2, Nr. 6 līdz ar dziļākiem augsnes horizontiem P koncentrācija palielinās. P izteikti uzkrāties augsnes virsējā horizontā parauglukumā Nr. 4. Zemāk esošajā horizontā strauji pazeminās, taču palielinoties dziļumam, saturs atkal paaugstinās. Līdzīga tendence ir arī parauglukumos Nr. 3 un Nr. 5, lai gan nav tik izteikta. Vislielākā mainība P koncentrācijā novērojama parauglukumos Nr. 2 un Nr. 4. Otrajā parauglukumā P daudzums variē no 392 mg/kg Ap horizontā līdz 7669 mg/kg Bkt1 horizontā. Pretēji parauglukumam Nr. 4, kur P daudzums variē no 439 mg/kg ApE horizontā līdz 1325 mg/kg Ap horizontā. Parauglukumā Nr. 5 novērojama kopumā mazākā P koncentrācija. Līdz 30 cm dziļumam P koncentrācija ir līdz 252 mg/kg, turpretim pārējos parauglukumos virs 400 mg/kg (3.5.8. att.).

Jau iepriekš tika minēts, ka P un Ca koncentrāciju augsnē ietekmē tās pH (Swift, 2008). P rādītāji parauglukumos ir salīdzinoši augsti, tie skaidrojami ar salīdzinoši augsto

augšnes reakciju pētījuma teritorijā (3.5.8., 3.5.1. att.). Visaugstāko fosfora oksīda saturu augsnē var sasniegt tad, kad augšnes pH reakcija ir 6 - 7. Kad augšne ir izteikti skāba, ir vairāk dzelzs un alumīnija savienojumu, kas veido nešķīstošos fosfātu savienojumus. Tādēļ ir pieejami mazāk fosfātu, fosfora rādītāji ir zemi, līdz ar to augi izjūt fosfora trūkumu (Gilbert et al., 2009). Ņemot vērā P koncentrāciju augsnē un augšnes virsējā slāņa pH reakciju parauglaukumā Nr. 2, var secināt, ka skābais trūds veicinājis P izskalošanos no virsējā augšnes slāņa, jo parauglaukumā Nr. 2 raksturīga egļu veģetācija (3-1. pielikums).

Pētījumos par augšnes barības vielu pieejamību augiem konstatēts, ka lielāka augu daudzveidība novērojama vietās, kur augsnē ir zemāks P saturs (Gilbert et al., 2009).

3.6. Augšnes faktoru un veģetācijas mijiedarbība

Attīstoties apmežošanās procesiem, kādreizējās lauksaimniecības zemes tiek pārveidotas, jo izmainās gan augšnes fizikālās, gan ķīmiskās īpašības. Visbūtiskākās izmaiņas skar augšnes virsējo daļu, kura dzīvības procesos iesaistīta visintensīvāk. Atkarībā no tā, kādas ir mežaudzes sugas, iespējama nedzīvās zemsedzes uzkrāšanās vai strauja vielu aprīte, kā arī trūdvielu slāņa veidošanās (Nikodemus u.c., 2008).

Trūdvielu akumulācijas horizonti parauglaukumos ir vidēji 0 - 25 cm biezi. Biezāks un izteiktāks trūdvielu akumulācijas horizonts ir parauglaukumā Nr. 5 (Ap horizonta biezums 30 cm) (1. pielikums). Šajā parauglaukumā raksturīga mitrāka augšne, līdz ar to ir pieejams mazāk skābekļa organisko vielu noārdīšanai, rezultātā notiek organisko vielu uzkrāšanās. Pārējos parauglaukumos trūdvielu akumulācijas process ir mazāk izteikts. Parauglaukumā, kurš ierīkots 60 - 70 gadus vecā mežaudzē, Ap horizonta biezums ir tikai vidēji 10 cm (1. pielikums).

Zemes izmantošanas maiņa būtiski ietekmē humusu formas. Pārtraucot zemes apstrādi, tiek veicināta trūdvielu uzkrāšanās. Augšnes pH ir tendence samazināties, savukārt gan humusa, gan augšnes C / N attiecībai un organisko vielu saturam palielināties - virzienā no pļavu ekosistēmām uz aizaugušajām lauksaimniecības zemēm (Seeber, 2005).

Attīstoties pamesto lauksaimniecības zemju apmežošanās procesiem, tiek veicināta oglekļa akumulēšanās augsnē. Augšnes organiskā oglekļa krājumu apjomu ietekmē vairāki faktori, piemēram, klimats, augšne, dominējošās koku sugas (Lal, 2005).

Meža augsnēs organiskā oglekļa uzkrāšanās intensīvāk notiek O horizontā. C_{org} satura rādītāji parauglaukumā Nr. 3 (60 - 70 gadus veca mežaudze) augstākie starp parauglaukumiem (1-2. pielikums). Pieaugot meža produktivitātei, organisko vielu daudzums

palielinās, līdz ar to augsnē aizvien vairāk uzkrājas ogleklis (Wellock et al., 2011). Bet pretēja tendence ir C_{org} satura koncentrācijai dziļākajos augsnes horizontos. C_{org} saturs zem O horizonta parauglaukumā Nr. 3 (60 - 70 gadus veca mežaudze) ir ievērojami zemāks nekā vairumā parauglaukumu (1-2. pielikums). Citos pētījumos arī konstatēta līdzīga likumsakarība, ka smagāka granulometriskā sastāva augsnēs ar salīdzinoši augstu augu barības elementu nodrošinājumu, pat aptuveni 30 gadus pēc apmežošanas, organiskā oglekļa saturs augsnes minerālajā daļā samazinās (Līpenīte, Kārklīšs, 2011). Tendence, ka C_{org} koncentrācija virsējā augsnes slānī ir augstāka nekā zemāk esošajā horizontā, ir attiecināma uz visiem parauglaukumiem. Atšķiras tikai starpība, cik strauji sarūk C_{org} saturs augsnē.

Mazākā C_{org} koncentrācija ir parauglaukumos Nr. 2 (1,78) un Nr. 6 (0,137), arī N_{kop} koncentrācija vismazākā ir tieši šajos parauglaukumos, attiecīgi 1,480 un 0,340, kā arī parauglaukumā Nr. 3 (0,920) (1. pielikums). Šajos parauglaukumos raksturīga salīdzinoši skrajāka veģetācija, mazāks kūlas slānis, līdz ar to arī mazāk organisko vielu (2. pielikums). Savukārt augstāka šo elementu koncentrācija ir parauglaukumos Nr. 1 (N_{kop} saturs - 1,99; C_{org} saturs - 2,66) un parauglaukumā Nr. 5 (N_{kop} saturs - 2,06; C_{org} saturs - 2,82), kur tika konstatēts visbiežākais kūlas slānis (1. pielikums). Organiskās vielas galvenokārt uzkrājas augsnes nedzīvās zemsegas horizontos, līdz ar to nosaka šajos horizontos salīdzinoši augstu C_{org} un N_{kop} koncentrāciju (Kasparinskis, 2012).

Pētījumos par oglekļa piesaisti saistībā ar zemju apmežošanu (Paul et al., 2002) secināts, ka pamesto lauksaimniecības zemju apmežošanās ietekmē - oglekļa piesaiste pieaug.

N_{kop} saturs parauglaukumā Nr. 3 (60 - 70 gadus veca mežaudze) augsnes virskārtā salīdzinoši zems (1-2. pielikums). Pētījumi pierādījuši, ka slāpeklis ir vairāk pieejams pļavu nevis meža augsnēs, tāpēc, ka lakstaugu nobirās tā saturs ir augstāks, turklāt vielu ātrāka noārdīšanās norit zālājos nekā mežos (Vanmechelen et al., 1997). Parauglaukumos Nr. 1 un Nr. 5 N_{kop} saturs ievērojami augstāks nekā parauglaukumos, kur raksturīga kokaugu veģetācija. Šī likumsakarība novērota ne tikai Ap horizontā, bet arī dziļākos minerālajos horizontos (1. pielikums).

Izpētes teritorijas augsnēs attīstās podzolēšanās process. Podzolēšanās procesa attīstību un ātrumu ietekmē gan daudzi dabiskie faktori, piemēram, ģeoloģiskie nogulumi, novietojums reljefā, augsnes granulometriskais sastāvs, veģetācija; gan antropogēnie faktori – zemes lietojuma veids, meliorācija. Iepriekš minēto faktoru ietekme ir atkarīga no laika (Kasparinskis, 2012).

Podzolēšanās procesa rezultātā no augsnes virsējiem horizontiem uz apakšējiem tiek ieskaloti augiem nepieciešamie elementi. Parauglaukumiem Nr. 1 un Nr. 2 podzola horizonts vēl nav izveidojies, bet novērojamas pazīmes, kas liecina par tā pakāpenisku veidošanos –

piemēram, pH samazināšanās, apmaiņas katjonu izskalošanās. Apmaiņas Ca; Mg; Na no eluviālajiem horizontiem ir tendence izskaloties uz zemāk esošajiem iluviālajiem horizontiem. Eluviālo horizontu biezums salīdzinot parauglaukumus ir atšķirīgs. Parauglaukumā Nr. 4 – 15 cm, parauglaukumā Nr. 5 – 20 cm, parauglaukumā Nr. 6 – 19 cm, parauglaukumā Nr. 3-37 cm, meža vecums aptuveni 60 - 70 gadi (1. pielikums).

Vairumam no analizētajiem ķīmiskajiem elementiem ir konstatētas izteiktas vertikālās mainības tendences, kas kopīgas visiem parauglaukumiem, taču dažiem elementiem vertikālā mainība starp parauglaukumiem atšķiras. Apmaiņas katjoniem Ca un Mg ir tendence izskaloties no augsnes virsējiem horizontiem. Līdzīga tendence novērojama arī Na, vairumā parauglaukumu šī elementa koncentrācija paaugstinās pieaugot dziļumam (1. pielikums). Tas liecina par šo elementu ienesi no augsnes virskārtas uz dziļākiem horizontiem, to varētu izraisīt gan dekalifikācijas, gan podzolēšanās procesu norise, taču, no otras puses, straujā koncentrācijas pieaugums atklāj augsnes cilmieža sastāvu (Kasparinskis, 2012). Pretēja tendence novērota K satura mainībai. Parauglaukumā Nr. 1 raksturīgi, ka podzolēšanās procesa rezultātā B_{gk} un B_{gk1} horizontā ir uzkrājušies apmaiņas katjoni, bet zemāk esošajā horizontā šo rādītāju vērtības ir mazākas. Pārējos parauglaukumos šī tendence attiecināma tikai uz Ca; dziļākajos horizontos Na, Mg, K saturs ir salīdzinoši augsts. Parauglaukumam Nr. 6 (bijusī aramzeme) no virsējiem horizontiem izteikti izskalojas Mg, Ca un P. Arī N_{kop.} un C_{org.} koncentrācija būtiski zemāka nekā citos parauglaukumos (1. pielikums).

Teritorijai raksturīgais smaga granulometriskā sastāva māls nosaka lēnu ūdens pārvietošanos, līdz ar to tiek aizkavēta barības vielu izskalošanās salīdzinājumā ar vieglāka granulometriskā sastāva augsnēm. Pētījumos neapsaimniekotās lauksaimniecības zemēs Beļģijā - smilšmāla augsnēs, kuras ir bagātas ar apmaiņas katjoniem, konstatēts, ka sukcesija šādās platībās attīstās strauji, neskatoties pat uz zālēdāju ietekmi (Uytvanck et al., 2010).

Parauglaukumā Nr. 2, kurā vienīgajā no pārējiem parauglaukumiem, sākot no 25 cm dziļuma, smilts sastādīja >46 %, augšņu ķīmiskās analīzes atšķīrās pārējo aplūkoto parauglaukumu vidū ar to, ka nav novērojama tendence sekojošiem elementiem kā K; Na; Ca; Mg, izskalojoties no virsējiem slāņiem, uzkrāties iluviālajos horizontos (1-1. pielikums). Var secināt, ka parauglaukumā Nr. 2 dominē izskalošanās procesi, kā rezultātā vājāka granulometriskā sastāva augsne kļūst skābāka, kā arī apmaiņas katjoni tiek ieskaloti dziļāk augsnes profilā. Parauglaukums ar salīdzinoši lielāku smilts daļiņu īpatsvaru, līdz ar to augsne mazāk auglīga, kas varētu izskaidrot skujkoku klātbūtni (3. pielikums).

Pagājušā gadsimta otrajā pusē pētījuma teritorijas Dienvidaustrumu daļā tika veikta lauksaimniecības zemju nosusināšana (3.1.2. att.), kā rezultātā ir ietekmēti augsnes veidošanās procesi. Taču kopš nosusināšanas sistēmu ierīkošanas, tās nav koptas. Meža ekosistēmām



3.6.1. attēls. Glejošanās pazīmes augsnē (foto: A.Bebriša).

Figure 3.6.1. Gley features in soil (photo:A.Bebriša).



3.6.2. attēls. Blīvs, viendabīgs gleja horizonts (parauglaukums Nr.5) (foto: A.Bebriša).

Figure 3.6.2. The presence of a dense and homogenous gley layer (plot No.5) (photo: A.Bebriša).

attīstoties, drenāžas sistēmas tiek degradētas, rezultātā iespējama mitruma apstākļu pastiprināšanās, kas tālāk noved līdz glejošanās procesu attīstības (Buscardo, 2008). Pētāmās teritorijas lauksaimniecības zemēm raksturīgs glejošanās process. Ūdens kustība leļup tiek ierobežota, augsnei ir zema caurlaidība. Rezultātā augsnē radušies zilganpelēki un zaļi lāsumi (3.6.1. att.). Parauglaukumā Nr. 5, kurš atrodas tuvumā pie meliorācijas grāvja, konstatēts viendabīgs zilganpelēks horizonts, kurš ir blīvs, ūdens mazcaurlaidīgs (3.6.2. att.). Blīvajā gleja horizontā uzkrājušās barības vielas. Šajā horizontā konstatētās augstās barības vielu koncentrācijas liecina par šo vielu izskalošanos no augstāk esošajiem horizontiem (1. pielikums).

Gleja horizonta esamība augsnē, kā arī augsts ūdens līmenis norāda uz zemu augu uzturvielu saturu. Lielas ūdeņainības periodos ūdens ar barības vielām izplūst pa zemes virsmu, savukārt mazas ūdeņainības periodā, pazeminoties ūdens līmenim, tiek ieskalots no augu saknēm dziļākos slāņos. Glejošanās process arī veicina augsnes podzolāciju, jo padara minerālus vieglāk šķīstošus. Glejošanās process vismaz astoņas reizes ātrāk spēj veidot augsnes horizontus nekā tas ir podzolācijas procesa gadījumā (Kārklīņš, 2008).

Līdz ar meliorācijas grāvja tuvumu konstatēta intensīva apmežošanās ar koku un krūmu sugām. Kā jau iepriekš tika minēts, šeit tika konstatētas audzes ar blīvāko apaugumu, kā arī vecākie koki.

Pētījumi saistībā ar apmežošanās ietekmi Īrijā, apliecināja, ka izteiktāka apmežošanās ietekme gan uz augsnes īpašībām, gan uz veģētāciju ir uzlabotajās lauksaimniecības zemēs nekā mitrajās, kur dominē glejošanās procesi. Novērots, ka meliorācijas grāvjos veidojas jauni biotopi, bet kopējā drenāžas ietekme veicina sugu daudzveidības samazināšanos (Wellock et al., 2011).

Barības vielu transportu augsnē ietekmē augsnes mitruma apstākļi. Mitrākās augsnēs barības vielu transports ir efektīvāks nekā sausās augsnēs. Augsnes īpašības, piemēram, trūdvielu slāņa dziļums, C/N attiecība, bāzes katjonu klātbūtne ietekmē meža zemsedzes veģētāciju. Pieaugot augsnes mitrumam, vērojams arī bāzu pieaugums. Šī sakarība ir īpaši attiecas uz augsnes apstākļiem zemienēs, kur vairums no bāzēm (piemēram, Ca^{2+} vai Mg^{2+}) ar gruntsūdeņiem tiek transportētas līdz augu saknēm. Turklāt mineralizācijas procesi pieprasa noteiktu augsnes mitrumu, kā arī saistāmi ar augstu pH reakciju (Pausas, Austin, 2001). Šī likumsakarība izskaidro parauglaukuma Nr. 5 ķīmisko īpašību satura tendences. Piemēram, salīdzinoši augsto pH un Ca koncentrāciju, kas bija augstākā parauglaukumu vidū (1-3. pielikums).

Augsnes pH reakcija samazinās izskalošanās, erozijas, augu atlieku trūdēšanas rezultātā, kā arī to ietekmē augu uzņemtais bāzisko katjonu (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) daudzums (Brix, 2008). Arī citur literatūrā (Swift, 2008) norādīts – jo augstāka Ca koncentrācija, jo augstāks pH. Šī sakarība vērojama arī pētījumā Aleksandrovā. Neitrālas augsnes ir salīdzinoši bagātākas ar apmaiņas Ca un Mg katjoniem, bet skābās augsnēs to saturs ir samazināts, tas izskaidro augsnes pH samazināšanos (1. pielikums). Galvenie skābuma neitralizētāji augsnē ir kalcijs un magnijs. Laika gaitā kalcijs no augsnes tiek iznests. Ar ūdeņiem izskalojotā kalcija daudzumu ietekmē gan nokrišņu summa, gan nokrišņu sadalījums pa mēnešiem, gan arī augsnes īpašības - augsnes granulometriskais sastāvs un caurlaidība, kalcija daudzums un tā savienojumu šķīdība, augsnes bioloģiskā aktivitāte (Brīvkalns, 1959).

Kalcija karbonāti (Ca CO_3) pētītajos augšņu profilos sastopami sākot no 25 cm dziļuma. Vistuvāk augsnes virskārtai - 25 cm dziļumā – Ca CO_3 ir parauglaukumā Nr. 1 (1. pielikums).

Koku sugas un to lapu un skuju nobiras, gan koku sugu vecums ietekmē ķīmisko elementu koncentrāciju augsnē. Mežaudzes neiespaido augsnes granulometrisko sastāvu, taču tām ir būtiska nozīme ķīmisko elementu apritē, jo mežaudzes ietekmē gan augsnes veidošanās procesus, gan augsnes virskārtas ķīmisko sastāvu, piemēram, ekstrahējamo elementu (Ca, K,

Mg, Mn, Fe); reagējošā Al un Fe; $C_{org.}$ un $N_{kop.}$; kā arī apmaiņas katjonu (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+) daudzumu, pH vērtību, katjonu apmaiņas kapacitāti (Kasparinskis, 2012).

Pētījuma teritorijā novērots, ka parauglaukumos, kuros dominē lapu koku veģetācija un augstie nitrofilie lakstaugi, Ca saturs virsējos horizontos ir salīdzinoši augsts, savukārt zemāk esošajos horizontos strauji sarūk. Sakarību var skaidrot ar to, ka bērzi augšanas procesā uzņem daudz bāzisko elementu (Clarholm, Skjellberg, 2013), tādējādi samazinot to daudzumu augsnē. Līdz ar to bāziskie katjoni tiek aizstāti ar H^+ joniem un pH kļūst skābāks. Augsto nitrofilo lakstaugu radītais biežais nobiru horizonts parauglaukumā Nr. 5, paaugstina augsnes auglību un piesātinājumu ar bāzēm.

Pētījumi par podzolēšanās procesa norisi kopumā liecina, ka procesu vairāk veicina skuju koki nekā lapu koki (Mokma et al., 2004). Tas saistīts ar to, ka skuju koku nobiras sadalās lēnāk un to veidojošās organiskās skābes ir spēcīgākas salīdzinot ar lapu koku nobirām, turklāt lapu koku nobirās ir vairāk barības vielas, kas neitralizē augsnes pH (Binkley, 1994). Skuju trūdēšanas process izraisa pH līmeņa pazemināšanos (Andel, 2006).

Salīdzinot augsnes ķīmiskās īpašības starp parauglaukumu Nr. 3 (60 - 70 gadus vecs mežs) un pārējiem parauglaukumiem, novērots, ka K; Na saturs meža augsnes virsējos horizontos būtiski neatšķiras. Mg saturs virsējos slāņos zemāks, īpaši zems Mg saturs ir E horizontā. Iezīme, ka E horizontā koncentrācija samazinās, attiecas arī uz Ca, bet virsējā slānī saturs līdzīgs kā pārējos parauglaukumos. $N_{kop.}$ saturs ievērojami zemāks nekā citos parauglaukumos, savukārt $C_{org.}$ saturs augstākais virsējā slānī, bet, sākot no 10 cm dziļuma, $C_{org.}$ koncentrācija ļoti strauji sarūk. P saturs viens no augstākajiem parauglaukumu vidū. Līdz 30 cm dziļumam augsnes reakcija zemāka nekā parauglaukumos ar līdzīgu mitruma režīmu. Sākot no 60 cm dziļuma augsnes reakcija nav izmainīta. Pieaugot meža zemes vecumam, pH_{KCl} samazinās ne tikai Ap horizontā, bet arī dziļākajos horizontos. Gandrīz tikpat zema augsnes reakcija ir parauglaukumā Nr. 6, kas agrāk tika izmantota kā aramzeme, bet šobrīd tur nav izteikta kokaugu veģetācija. $N_{kop.}$ un $C_{org.}$ saturs šajā parauglaukumā arī ievērojami zemāks. Ca un Mg izteikti izskalojies no virsējiem horizontiem (1. pielikums). Kalcija izskalošanos ietekmē arī zemes izmantošanas veids. Aramzemē noris intensīvāka kalcija izskalošanās nekā daudzgadīgos zālajos, jo tiek veicināta to saturošo iežu un minerālu noārde (Mežals, 1970). Izskalojies arī P, taču tā koncentrācija zemāk esošajos horizontos salīdzinoši augsta. K; Na koncentrācija viena no augstākajām parauglaukumu vidū (1. pielikums). Kā jau iepriekš tika minēts, salīdzinoši nelielo sugu daudzveidību rada vietām izplatītas slotiņu ciskas (6.1.), tīruma usnes (6.3.), parastās mālļepes (6.2.) veidotas monodominantas audzes (2. pielikums). Barības vielām nabadzīgākos apstākļos, konkurētspējīgākās sugas spēj nomākt mazāka auguma sugas un veidot monodominantas audzes (Rūsiņa, 2008).

Atšķirīgiem augiem ir atšķirīgas prasības pēc augsnes pH reakcijas. Ir augu sugas, kas labi spēj augt gan skābā, gan neitrālā, gan arī bāziskā augsnē. Savukārt ir tādas augu sugas, kas pret vides reakciju ir jutīgas un reakcijas intervāls, kādā tie spēj augt nav liels (Mežals, 1970). Citur literatūrā (Arnesen et al., 2007) kā galvenais vaskulāro augu un sūnu sugu sastāvu ietekmējošais faktors minēts augsnes pH un P koncentrācija. Arī pētījumā Aleksandrovā tika konstatēts, ka būtiska ietekme uz veģētāciju ir augsnes virskārtas pH, kas saistās ar sugu sastopamības izmaiņām. Parauglaukumos ar zemāku virsējo horizontu pH reakciju biežāk sastopamas meža zaķskābenes un sūnu sugu pārstāvji - parastā smailzarīte, smailā skrajlape, nemanāmā knābīte *Oxyrrhynchium hians*.

3.7. Datu salīdzinājums ar pētījumu neapsaimniekotajās lauksaimniecības zemēs Ieriķu apkārtnē

Veiktie pētījumi pamestajās lauksaimniecības zemēs liecina, ka dažādās vietās aizaugšana norit atšķirīgi (Ruskule et al., 2012). Lai plašāk izziņātu lauksaimniecībā izmantojamo zemju aizaugšanas gaitu un novērtētu iespējamus faktorus, kas nosaka veģētācijas izplatību, Aleksandrovas pētījuma rezultāti tiek salīdzināti ar autores bakalaura darba pētījumu „Augsnes faktora ietekme uz ainavu ekoloģisko sukcesiju neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs”, kas tika veikts Amatas novada Drabešu pagasta Ieriķos, kas atrodas Vidzemes augstienes Mežoles paugurainē. Abu pētījuma teritorijas atrodas vietās ar atšķirīgiem dabas apstākļiem. Salīdzinot augsnes veidošanās procesus, fizikāli ķīmiskās īpašības, kā arī aizaugšanas gaitu, var novērtēt iespējamus faktorus, kas kopumā nosaka veģētācijas izplatību, aizaugot pamestajām lauksaimniecības zemēm.

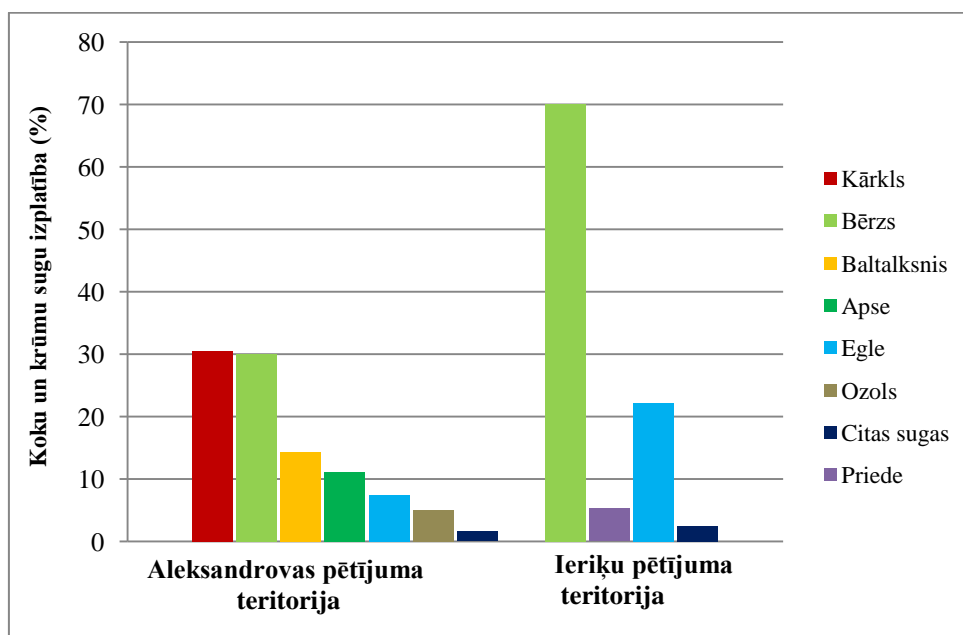
Amatas novada Drabešu pagasta Ieriķi atrodas Vidzemes augstienes Mežoles paugurainē. Reljefs paugurains, augstums sasniedz līdz 110 - 120 m vjl (Latvijas pagasti, enciklopēdija). Šajā teritorijā dominē velēnu podzolaugsnis, ieplakās un pazeminājumos uz mālainiem cilmiežiem ir velēnu glejaugsnis (Latvijas daba, 1998). Pētījuma teritorijā konstatēta velēnu podzolētā pseidoglejotā augsne, koluviālā augsne, velēnu podzolētā virsēji glejotā augsne, velēnpodzolētā glejotā augsne, velēnglejotā augsne, ortšteina podzols (Bebriša, 2010).

Salīdzinot abu pētījumu rezultātus, redzams, ka augsnes profilus Aleksandrovā raksturo kopumā augstākas pH vērtības augšējos horizontos, izteikti augstākas tās kļūst profilu lejasdaļā. Arī Ca vērtības augstākas Aleksandrovā (1. pielikums). Savukārt Mg saturs zemāks nekā Ieriķos. Visos analizētajos parauglaukumos Ieriķos augsnes reakcija ir skāba, tā ir

zemāka par 7 (Bebriša, 2010). Kalcija karbonāti (CaCO_3) pētītajos augšņu profilos Aleksandrovā sastopami sākot no 25 cm, un līdz ar to tiek sasniegta ļoti augsta pHKCl vērtība (> 7) (1. pielikums), kas nav raksturīgi Ieriķu pētījumā, kaut gan morēnu mālsmilts sastāvā tie parasti ir raksturīgi. Taču tas izskaidrojams ar to, ka no morēnu mālsmilts karbonāti izskalojas vieglāk nekā, piemēram, no smilšmāla (Mežals, 1970).

Būtiskas atšķirības novērojamas K un P koncentrācijām. Ievērojami augstāks K saturs ir Ieriķos (Bebriša, 2010), savukārt augstāks P saturs Aleksandrovā (1. pielikums). Visu analizēto parauglaukumu augsnes Ieriķos pēc mehāniskā sastāva klasificējamas kā mālsmilts augsnes. Aplūkojot smilts, putekļu un māla saturu augšņu profilbedru horizontos, var secināt, ka kopumā visu parauglaukumu horizonti satur vismaz 40 % smilts frakciju (Bebriša, 2010). Savukārt Aleksandrovā smilts daļiņu daudzums ir niecīgs - vidēji 3 % (1. pielikums). Teritorijai raksturīgais smaga granulometriskā sastāva māls nosaka lēnu ūdens pārvietošanos, kas savukārt nosaka ilgu ūdens aizturi augsnē un glejošanās apstākļus.

Ieriķu pētījuma teritorijā koku un krūmāju apaugums ir attīstījies laika posmā no 1997. gada. Pēc aptaujas (Ruskule, 2010) rezultātiem tika noskaidrots, ka līdz 1991. gadam šī teritorija tika izmantota kā aramzeme.



3.7.1. attēls. Koku un krūmu sugu izplatība (%) pētījumu teritorijās.

Figure 3.7.1. Distribution of the tree and shrub species in research areas (%).

Analizējot valdošo koku un krūmu sugu sastāvu, rezultāti starp pētījumiem atšķiras. Pētījumā Ieriķos konstatēts, ka izplatītākās sugas, aizaugot lauksaimniecības zemēm, ir bērzs un egle (3.7.1. att.). Konstatētas pārsvarā skraja apauguma audzes ar bērziem un eglēm.

Vietām sastopamas bērza audzes ar lielu blīvumu. Arī citos Latvijā un pasaulē veiktos pētījumos ir noskaidrots, ka liela nozīme lauksaimniecības zemju aizaugšanā ir bērziem, eglēm, baltalkšņiem, melnalkšņiem, apsēm, mazāk kārklū krūmiem, ozoliem, priedēm (Uri, 2007; Prižavoite, 2012; Ruskule, 2013). Pētījumā iegūtie rezultāti Aleksandrovā liecina, ka visbiežāk novērotās kokaugu sugas (dilstošā secībā) ir kārkli, bērzi, baltalkšņi, apses. Pētījumā Ieriķos kārkli nebija sastopami vispār, turpretī pētījumā Aleksandrovā noskaidrots, ka kārkli ir viena no pirmajām un dominējošām kokaugu sugām, kas ieviešas pēc lauksaimniecības zemju pamešanas (3.7.1. att.). Kārkli labi un labprāt aug uz auglīgām augsnēm, kur ir palielināts mitrums (Mežsaimniecības pamati, 2013). Tas izskaidro sakarību, ka kārkli kā dominējošā suga ir tieši vietās ar izteiktu mitruma režīmu, reljefa pazeminājumos, grāvīšos. Dažādos mitros biotopos tie spēj izkonkurēt pārējās pioniersugas. Viena no dominējošām sugām abās pētījuma teritorijās ir bērzs (3.7.1. att.). Tā uzskatāma par dominējošo pioniersugu Latvijā, kura ieviešas gandrīz jebkurā augtenē un veido dažādus apmežošanās tipus (Bušs, 1989). Baltalksnis nebija sastopams pētījuma teritorijā Ieriķos, savukārt Aleksandrovā tā bija trešā visbiežāk izplatītākā koku suga (3.7.1. att.). Baltalksnim labvēlīgi augšanas apstākļi ir auglīgās augsnēs, tāpēc sākotnēji tie bieži vien izkonkurē citas sugas. Vēlāk ēncietīgā egle, izaugot virs baltalkšņiem, tos nomāc. Bērziem, neatkarīgi no novietojuma reljefā, izplatība ir līdzīga. Šādi rezultāti iegūti Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes pētījumos par kokaugu izplatību uz bijušām lauksaimniecības zemēm (Kasparinska, 2010; Prižavoite, 2012). Apšu izplatība Aleksandrovas pētījuma teritorijā ir ierobežota, turpretim Ieriķos nav sastopama vispār (3.7.1. att.). Arī līdzīgā pētījumā (Prižavoite, 2012) apstiprinās fakts, ka apse ir prasīga pret augšanas apstākļiem. Parastā egle pētījuma teritorijā Aleksandrovā ir sastopama tikai vietumis - mežā un tuvākajā teritorijā pie parauglaukuma, kur granulometriskajā sastāvā salīdzinoši vairāk konstatēta smilts. Kā arī sausāki vides apstākļi un skrajāks augu zelmenis tām ir labvēlīgs faktors. Ieriķos parastā egle ir otra izplatītākā suga pēc bērza (3.7.1. att.). Var secināt, ka vieni no labvēlīgajiem faktoriem to izplatībā ir piemērota granulometriskā sastāva augsne, augsnes reakcija un mitruma režīms. Literatūrā minēts, ka eglēm piemēroti augšanas apstākļi ir viegli līdz stipri skābas, podzolētas smilšmāla, mālsmilts augsnes, tās attīstās labi drenētās augsnēs (Bušs, 1989). Pētījumā morēnas paugurainē Vidzemē noskaidrots, ka eglēm un priedēm raksturīgi aizņemt paugura virsotnes vai stāvas nogāzes, kur novērojama augsnes erozija (Prižavoite, 2012). Citur literatūrā (Ikauniece, 2012) minēts, ka egle ir raksturīga uz augsnēm, kurās brīvie karbonāti atrodas dziļākos slāņos. Kopumā var secināt, ka egles izplatībai Aleksandrovā nav augšanai labvēlīgu apstākļu, tāpat arī priedes izplatībai. Pretēji pētījuma teritorijai Ieriķos, Aleksandrovas pamestajās lauksaimniecības zemēs ieviešas ozoli. Pārsvarā gan sastopami

tieši gados jauni indivīdi, koku sējeņu veidā. Šīs sugas izplatību varētu skaidrot ar salīdzinoši augsto augsnes reakciju un augsnēm raksturīgo brīvo karbonātu sastopamību (1. pielikums). Kā arī, iespējams, jau esošā lapukoku veģetācija ir nodrošinājusi labvēlīgu augsni ozolu attīstībai. Literatūrā minēts, ka augi sukcesijas attīstības gaitā izmaina vides apstākļus, tādējādi dodot iespēju ieviesties dažādām sugām (Bušs, 1989). Arī Ieriķu pētījuma rezultāti liecina, ka ainavekoloģiskās sukcesijas gaitā ieviesušās koku sugas izmaina augsnes virskārtas ķīmiskās īpašības (lapu koku teritorijās palielinās organiskās vielas saturs, kā arī augsnes pH reakcija, savukārt skuju koku teritorijās – otrādi) (Bebriša, 2010).

Pētījuma teritorijā Ieriķu apkārtnē konstatēts, ka neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs krūmājiem ir tendence izplatīties augsnēs, ko veido relatīvi vieglāks granulometriskais sastāvs, piemēram, smilts un mālsmilts (Bebriša, 2010). Aleksandrovas apkārtnē smaga granulometriskā sastāva māls raksturīgs kopumā visai pētījuma teritorijai (1. pielikums), tāpēc viennozīmīgi spriest par granulometrisko sastāvu kā par noteicošo faktoru veģetācijas izplatībā nevar. Taču salīdzinot gan atšķirīgo granulometrisko sastāvu, gan koku un krūmu sugu izplatību abās pētījumu teritorijās, var secināt, ka granulometriskais sastāvs lielā mērā nosaka augsnes īpašības, līdz ar to netieši ietekmē veģetācijas sastāvu.

Lai rezultāti būtu vēl ticamāki, turpmāk ir nepieciešami pētījumi arī citās līdzīgās teritorijās. Lai varētu pārlicināties par to, vai šādas tendences veģetācijas un kokaudžu struktūrās, kā arī sugu sastāva izmaiņās novērojamas ne tikai Aleksandrovas apkārtnē, bet arī citviet ar līdzīgiem dabas apstākļiem.

SECINĀJUMI

1. Pētījuma teritorijā Aleksandrovā pēc FAO starptautiskās klasifikācijas sastopamas četras augšņu pamatgrupas – Stagnosols, Gleysols, Podzols un Luvisols, bet pēc Latvijas augšņu klasifikācijas - virsēji velēnglejotā augsne, izskalotā velēnu karbonātaugsne, velēnpodzolētā glejotā augsne, velēnpodzolētā glejaugsne, velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne.
2. Pētījuma teritorijā sastopamā māla cilmieža smagais granulometriskais sastāvs veicina ne tikai glejošanos, bet nosaka salīdzinoši augstas apmaiņas katjonu vērtības, kas pie labvēlīga nobiru sastāva pieaug virsējos horizontos, kā arī brīvo karbonātu un māla cilmiežu klātbūtnē apakšējos horizontos.
3. Augšņu pH dominē vāji skāba līdz neitrāla reakcija, kas lielākajā daļā profīlu vidusdaļā ir ap 5,8 - taču tās vērtība var būtiski mainīties abos virzienos - augsnes augšējos horizontos nobiru sastāva ietekmē un dziļākajos horizontos brīvo karbonātu ietekmē, kas šo rādītāju ievērojami paaugstina.
4. Pētījuma teritorijā dominējošie augsnes veidošanās procesi ir podzolēšanās un glejošanās, ko ietekmē galvenokārt reljefs, ģeoloģiskie nogulumi, granulometriskais sastāvs un dominējošā veģetācija.
5. Augsnes granulometriskais sastāvs ietekmē krūmu un koku sugu sastāvu - uz smagāka granulometriskā sastāva augsnēm raksturīgi ieviesties tādām krūmu un koku sugām kā pelēkais kārklis, āra bērzs un baltalksnis, savukārt egles izplatība ir ierobežota.
6. Koku pieaugums pamestajās lauksaimniecības zemēs galvenokārt ietekmē augšņu virsējo horizontu īpašības, kas galvenokārt saistāmas ar organiskās vielas akumulācijas procesa un podzolēšanās procesa dažādām atšķirībām; īpaši ietekmē trūdvielu akumulācijas Ap horizontu, kurš izmainās, laika gaitā veidojoties par Ah horizontu, un tam atšķiras augsnes reakcija, ķīmiskās un fizikālās īpašības, kā arī organisko vielu daudzums.
7. Neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs Aleksandrovā veģetācijas sukcesijas gaita ir neviendabīga, ko ietekmē biotiskie, abiotiskie un antropogēnie faktori.

8. Iepriekšējam zemes apsaimniekošanas veidam ir nozīmīga ietekme uz veģetācijas sukcesijas gaitu pamestajās lauksaimniecības zemēs; izmaiņas augsnē hidromeliorācijas ietekmē; specifiskas augšņu īpašības, kas veidojušās ilgstošas zemes apstrādes rezultātā:
 - koki un krūmi pirmkārt aizņem teritorijas ar lielākiem mitruma apstākļiem, audzēm veidojot ļoti blīvu apaugumu; mitruma apstākļi un augsnes drenētība ietekmē koku blīvuma izplatību.
 - bijušās aramzemes augsnes virskārta kopumā ir ar barības vielām nabadzīgāka nekā bijušie zālāji. Aramzemes aizaugšanas procesam raksturīga iezīme - monodominantas audzes, kas netika novērotas citviet pētāmajā teritorijā. Šādas audzes, barības vielām nabadzīgo apstākļu dēļ, veido konkurētspējīgākās sugas. Turklāt šīm monodominantajām sabiedrībām tika novērota visblīvākā veģetācija, kas būtiski samazina citu augu sēklu dīgšanu un samazina daudzveidību.
9. Vērojamas atšķirības koku sugu ietekmei uz zemsedzes veģetācijas izmaiņām, aizaugot pamestajām lauksaimniecības zemēm: vietās, kur konstatēti skujkoki - pļavas veģetācija nomainās pret mežam raksturīgāku veģetāciju ar skraju zemsedzi; savukārt teritorijai apmežojoties ar bērziem - ilgāk saglabājas pļavām raksturīgā veģetācija.
10. Lielāka sugu daudzveidība saistāma ar krūmu un koku sugu ienākšanu pamestajās lauksaimniecības zemēs; vēlāk - koku vainagiem saslēdzoties, sugu daudzveidība lakstaugu stāvā samazinās; veģetācija kļūst aizvien skrajāka koku radītā noēnojuma dēļ, veidojas pārejas veģetācija uz meža augāju.
11. Turpmāk būtu nepieciešams veikt detalizētākus pētījumus gan par veģetācijas izplatības ietekmējošiem faktoriem, gan par augsnes attīstību pēc lauksaimniecības zemju apmežošanās. Svarīgs faktors, kas būtu jāņem vērā apskatot dabiskās apmežošanās gaitu, ir iepriekšējā zemes izmantošanas vēsture.

PATEICĪBA

Darba autore izsaka lielu pateicību visiem, kas palīdzējuši pētījuma īstenošanā. Īpaša pateicība tiek izteikta darba vadītājam Guntim Taboram par veltīto laiku, sniegtajām konsultācijām un ierosinājumiem darba tapšanas laikā. Kā arī pateicība Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes mācībspēkiem un studentiem, kas konsultēja augšņu analīžu veikšanā.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētie materiāli

- Andel, J., Aronson, J. 2006. Restoration ecology: the new frontier. Wiley Blackwell. pp.319.
- Armolaitis, K., Aleinikoviene, J., Baniuniene, J., Zekaite, V. 2007. Nitrogen and carbon in agricultural and forest ecosystems on Arenosols in Lithuania. Nitrogen 4th Conference Agriculture, Development, and Nitrogen. A problem of too little or too much. Brazil, 1-5 October, 2007.
- Arnesen, G., Beck, P. S. A., Engelskjøn, T. 2007. Soil Acidity, Content of Carbonates, and Available Phosphorus Are the Soil Factors Best Correlated with Alpine Vegetation - Evidence from Troms, North Norway. Journal of Arctic, Antarctic, and Alpine Research. 39: 189-199.
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., Rothe, A. 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Ann. Forest Sci. 59: 233-253.
- Āboliņa, A. 2001. Latvijas sūnu saraksts. Latvijas veģetācija 3
- Balodis, V. Ģ. 2006. Augstākie augi. Lekciju materiāli.
- Benayas, J.M., Sanchez-Colomer, M.G., Escudero, A. 2004. Landscape - and field - scale control of spatial variation of soil properties in Mediterranean montane meadows. Biogeochemistry. Vol. 69: pp. 207 – 225.
- Berendse, F. 1998. Effects of Dominant Plant Species on Soils during Succession in Nutrient-poor Ecosystems. Biogeochemistry. Vol. 42, pp.73-88.
- Binkley, D., Valentine, D. 1991. Fifty- year biogeochemical effects of green ash, white pine and Norway spruce in a replicated experiment. Forest Ecology and Management. Vol. 40, 13-25.
- Binkley, D. 1994. The influence of tree species on forest soils: Processes and Patterns. Proceedings of tree species and soil workshop. Lincoln Univ. Press, Canterbury, NZ. 1 - 33.
- Binkley, D., Giardina, C. 1998. Why do Tree Species Affect Soils? The Warp and Woof of Tree-soil Interactions. Biogeochemistry. Vol. 42, 89-106.
- Bornkamm, 1981. Vegetation Dynamics in Grasslands, Heathlands and Mediterranean Ligneous Formations. Vegetatio. Vol. 46/47.
- Brīvkalns, K. 1959. Latvijas PSR augsnes. Rīga. LVI, - 171 lpp.
- Buscardo, E., Smith, G.F., Kelly, D.L., Freitas, H., Iremonger, S., Mitchell, F.J.G., O'Donoghue, S., McKee, A.M. 2008. The early effects of afforestation on biodiversity of grasslands in Ireland. Biodiversity and Conservation. Vol.17, 1057-1072.
- Bušs, K. 1989. Meža ekosistēmas. Rīga, Zinātne.
- Clarholm, M., Skjellberg, U. 2013. Translocation of metals by trees and fungi regulates pH, soil organic matter turnover and nitrogen availability in acidic forest soils. Soil Biology & Biochemistry. 63: 142-153.

- Clements, F. E. 1916. Plant succession. Carnegie Inst., Washington, DC. 512 pp.
- Connell, J. H., Slatyer, R. O. 1977. Mechanisms of Succession in Natural Communities and Their Role in Community Stability and Organization. *The American Naturalist*. Vol. 111, No.982. pp. 1119 -1144.
- Cramer, V. A., Hobbs, R. J., Standish, R. J. 2008. What's new about old fields? Land abandonment and ecosystem assembly. *Trends in Ecology & Evolution*. 23 (2), 104 – 112.
- Daugaviete, M. 2008. Dažādu kokaudžu attīstības procesu izpēte lauksaimniecībā neizmantojamā zemju apmežojumos. Zinātniskā LZP projekta 04.1123 kopsavilkums 2004.-2008. gg. LVMI „Silava”. Salaspils.
- Egler, F.E. 1954. Vegetation science concepts I. Initial floristic composition, a factor in old-field vegetation development with 2 figs. *Vegetatio*. Vol. 4, pp 412 - 417.
- Ellenberg, H. 1988. Vegetation ecology of Central Europe. *Journal of Ecology*. 87(5), 839–848.
- Falkengren-Grerup, U., ten Brink, D. J., Brunet, J. 2006. Land use effects on soil N, P, C and pH persist over 40–80 years of forest growth on agricultural soils. *Forest Ecology and Management*. 225: 74–81.
- Forman, R. T. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscape and Regions*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gavrilova, Ģ., Šulcs, V. 1999. *Latvijas vaskulāro augu flora: Taksonu saraksts*. Latvijas Akadēmiskā bibliotēka, Rīga.
- Gérard, F., Mayer, K.U., Hodson, M.J., Ranger, J. 2008. Modelling the biogeochemical cycle of silicon in soils. Application to a temperate forest ecosystems. *Geochimica et Cosmochimica Acta*. Vol. 72/3, 741–758.
- Gilbert, J., Gowing, D., Wallace, H. 2009. Available soil phosphorus in semi-natural grasslands: assessment methods and community tolerances. *Biological Conservation*. 142: pp. 1074 – 1083.
- Giri, B., Giang, P.H., Kumari, R., Prasad, R., Varma, A. 2005. *Microbial diversity in soils*. Berlin Heidelberg. Springer Verlag. 19 -55.
- Götmark, F., Fridman, J., Kempe, G., Norden, B. 2005. Broadleaved tree species in conifer-dominated forestry: Regeneration and limitation of saplings in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*. 214:142-157.
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K., Nihlgård, B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land. *Forest Ecology and Management*. 195, 373–384.
- Harmer, R., Peterken, G., Kerr, G., Poulton, P. 2001. Vegetation changes during 100 years of development of two secondary woodlands on abandoned arable land. *Biological Conservation*. 101, 291 – 304.

- Hardtle, W. et.al. 2006. Can management compensate for atmospheric nutrient deposition in heathland ecosystems? *Journal of Applied Ecology*. (43)759-769.
- Hole, F.D., Campbell, J.B. 1985. *Soil landscape analysis*. New Jersey, Adams & Company.
- Huber, C.H., Oberhauser, A., Kreutzer, K. 2002. Deposition of ammonia to the forest floor under spruce and beech at the Höglwald site. *Plant and Soil*. 240, 3 -11.
- Humphrey, J.W., Haves, C., Peace, A.J. et.al. 1999. Relationships between insect diversity and habitat characteristics in plantation forests. *For Ecol Manage*. 113:11-21.
- Ikauniece, S., Brūmelis, G., Kasparinskis, R., Nikodemus, O., Amatniece, V. 2012. Augsnis faktora nozīme kokaudzes sastāva formēšanā ozolu (*Quercus robur* L.) mežaudzēs. *Mežzinātne* 26 (59) 2012: 41.-60. lpp.
- Johansson, T. 1999. Dry matter amounts and increment in 21- to 91-year-old common alder and grey alder and some practical implications. *Canadian Journal of Forest Research*. 29(11), 1679-1690.
- Kasparinskis, R., Nikodemus, O., Kukuļs, I., Rolavs, N., Tabors, G. 2011. Lauksaimniecības zemju apmežošanās ilgtermiņa ietekme uz augsnes morfoloģiju un īpašībām. *Mežzinātne*. 24(57), 17.- 40.
- Kasparinskis, R. 2012. Latvijas meža augšņu daudzveidība un to ietekmējošie faktori. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte. Rīga.
- Kārklīšs, A. 2008. Augsnis diagnostika un apraksts. Latvijas lauksaimniecības universitāte. Jelgava. 336 lpp.
- Kārklīšs, A. 2009. Latvijas augšņu noteicējs. Jelgava, A.Kārklīša redakcija.
- Kristensen, S. P., Thenail, C., Kristensen, L. 2001. Farmers' involvement in landscape activities: an analysis of the relationship between farm location, farm characteristics and landscape changes in two study areas in Jutland, Denmark. *Journal of Environmental Management*. 61: 301 – 318.
- Lal, R. 2005. Soil carbon sequestration for sustaining agricultural production and improving the environment with particular reference to Brazil. *Journal of Sustainable Agriculture*. 26: 23-42.
- Latvijas daba, enciklopēdija. 1998. Rīga, Preses nams, 73-75. lpp.
- Latvijas ģeoloģiskā karte, mērogs 1:500 000. 1981.
- Latvijas pagasti, enciklopēdija, A/S Preses nams, 2001. 190-191.lpp.
- Līpenīte, I., Kārklīšs, A. 2011. Augsnis kvalitāte zemes izmantošanas maiņas kontekstā. I. Problēmas nostādne un augsnes organiskā viela. *LLU Raksti*, 26 (321), 1-17.
- Līpenīte, I., Kārklīšs, A. 2011. Augsnis kvalitāte zemes izmantošanas maiņas kontekstā II. Augsnis fizikālās un agroķīmiskās īpašības. *LLU Raksti*, 26 (321), 18-32.
- Łowicki, D. 2008. Land use changes in Poland during transformation Case study of

- Wielkopolska region. *Landscape and Urban Planning*. 87, 279 – 288.
- Maharning, A. R., Mills, A. S., Adl, S. M. 2009. Soil community changes during secondary succession to naturalized grasslands. *Applied Soil Ecology*. 41: 137 – 147.
- Markovs, M. 1965. *Vispārīgā ģeobotānika*. Rīga, Liesma.
- Mežals, G., Skujāns, R., Freivalds, V., Bambergis, K. 1970. *Augsnes zinātne un Latvijas PSRS augsnes*. Rīga, 524 lpp.
- Mežsaimniecības pamati, LVM mācību modulis, 2013, Rīga, 130 lpp.
- Mokma, D. L., Yli-Halla, M., Lindqvist, K. 2004. Podzol formation in sandy soils of Finland. *Geoderma*. 120, 259–272.
- Mueller, N. D., Gerber, J. S., Johnston, M., Ray, D.K., Ramankutty, N., Foley, J.A. 2012. Closing yield gaps through nutrient and water management. *Nature*. 490, 254-257.
- Nikodemus, O., Kārklīšs, A., Kļaviņš, M., Melecis, V. 2008. *Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība*. Rīga, LU akadēmiskais apgāds.
- Nikodemus, O., 2016. *Ainavu sukcesijas teorijas*. Lekciju materiāli.
- Pan, D.Y., Domon, G., de Blois, S. & Bouchard, A. 1999. Temporal (1958–1993) and spatial patterns of land use changes in Haut-Saint-Laurent (Quebec, Canada) and their relation to landscape physical attributes. *Landscape Ecol.* 14, 35. – 52.
- Paul, K. I., Polglase, P. J., Nyakuengama, J. G., Khanna, P.K. 2002. Changes in Soil Carbon Following Afforestation. *Forest Ecology and Management*. 168: 241 – 257.
- Pausas, J.G. & Austin, M.P. 2001. Patterns of plant species richness in relation to different environments: An appraisal. *Journal of Vegetation Science*. 12: 153–166.
- Peco, B., Sánchez, A., Azcárate, F. M. 2006. Abandonment in grazing systems: consequences for vegetation and soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 113: 284 – 294.
- Prach, K. 1993. On the rate of succession. *Oikos*. 66, 343. – 346.
- Prižavoite, D. 2012. Lauksaimniecības zemju aizaugšanas gaita Bānūžu ezera apkārtnē. LU 70. zinātniskās konferences. Referātu tēzes, 358 - 359.
- Reimann, C., Englmaier, P., Flem, B., Gough, L., Lamonthe, P., Nordgulen, O. & Smith, D. 2008. Geochemical gradients in soil O- horizon samples from southern Norway: Natural or anthropogenic? *Geochemistry*. 24(10):2019-2022
- Ruskule, A., Kasparinska, Z. 2010. Apmežošanās process neizmantotās lauksaimniecības zemēs. *Zemes un vides zinātņu sērija*. Latvijas Universitātes raksti. 752. sējums, 133.-142. lpp.
- Ruskule, A., Nikodemus, O., Kasparinska, Z., Kasparinskis, R., Brūmelis, G. 2012. Patterns of afforestation on abandoned agriculture land in Latvia. *Agroforestry Systems*. 85:215-231.

- Ruskule, A. 2013. Lauksaimniecības zemju aizaugšanas ainavu ekoloģiskie un sociālie aspekti: promocijas darba kopsavilkums. Rīga, Latvijas Universitāte.
- Rūsiņa, S. 2008. Dabisko zālāju apsaimniekošana augāja daudzveidībai. Aktuālā savvaļas augu un biotopu apsaimniekošanas problemātika Latvijā. Rīga, Latvijas Dabas fonds, 29-40.lpp.
- Rūsiņa, S., 2009. Ģeobotāniskie rajoni. Lekciju materiāli.
- Rūsiņa, S. 2010. Zālāju biotopi. Eiropas aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. Rīga, Latvijas Dabas fonds, 131 – 183.
- Seeber, J., and Seeber, G.H.U. 2005. Effects of land – use changes on humus forms on alpine pastureland (Central Alps, Tyrol). *Geoderma*.124: 215-222.
- Seibert, J., Stendahl, J., Sorenson, R. 2006. Topographical influences on soil properties in boreal forests. Sweden.
- Schulze, E.D. 2002. Plant ecology. Springer, Germany. 702 lpp.
- Shi, W., Tatenno, R., Zhang, J., Wang, Y., Yamanaka, N., Du, S. 2011. Response of soil respiration to precipitation during the dry season in two typical forest stands in the forest–grassland transition zone of the Loess Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology*. 151, 854-863.
- Sitzia, T., Semenzato, P., Trentanovi, G. 2010. Natural Reforestation is Changing Spatial Patterns of Rural Mountain and Hill Landscapes: A Global Overview. *Forest Ecology and Management*. 259, 1354 – 1362.
- Skujāns, R., Mežals, G. 1964. Augšņu pētīšana. Rīga, LVI.
- Smal, H., Olszewska, M. 2008. The effect of afforestation with Scots pine of sandy post-arable soils on their selected properties. II. Reaction, carbon, nitrogen and phosphorus. *Plant and Soil*. Vol. 305, pp. 171-187.
- Staelens, Rütting, T., Huygens, D., J., De Schrijver, A., Müller, C., Verheyen, K., Boeckx, P. 2012. In situ gross nitrogen transformations differ between temperate deciduous and coniferous forest soils. *Biogeochemistry*. 108(1-3), 259–277.
- Tan, K., H. 2005. Soil sampling, preparation, and analysis. Second edition Taylor & Francis Group. Boca Raton. 623.
- Titeux, H. & Delvaux, B. 2008. Experimental study of DOC, nutrients and metals release from forest floors developed under beech (*Fagus sylvatica* L.) on a Cambisol and a Podzol. *Unite des Sciences du Sol, Universite catholique de Louvain*. Belgium.
- Uri, V., Vares, A., Tullus, H., Kanal, A. 2007. Above-ground biomass production and nutrient accumulation in young stands of silver birch on abandoned agricultural land. *Biomass and Bioenergy*. 31, 195-204.

Uytvanck, J., Van Noyen, A., Milotic, T., Decler, K. & Hoffmann, M. 2010. Nitrogen depletion and redistribution by free-ranging cattle in the restoration process of mosaic landscapes. The role of foraging strategy and habitat proportion. *Restoration Ecology*. 18: 205-16.

Vanmechelen, L., Groenemans, R., Van Ranst, E. 1997. Forest Soil Condition in Europe. Results of Large-Scale Soil Survey. Technical Report. EC, UN/ECE, Ministry of the Flemish Community, Brussels, Geneva, 259.

Van Reeuwijk, L. P. 1995. Procedures for Soil Analysis. 5th edition. Wageningen.

Vesterdal, L., Ritter, E., Gundersen, P. 2002. Change in Soil Organic Carbon Following Afforestation of Former Arable Land. *Forest Ecology and Management*. Vol. 169, pp. 137-147.

Wall, A., Heiskanen, J. 2003. Water retention characteristics and related physical properties of soil on afforested agricultural land in Finland. *Forest ecology and management*. 186, 21 – 32.

Wall, A., Hytonen, J. 2005. Soil fertility of afforested arable land compared with continuously forested sites. *Plant and Soil*. Vol. 275, 247-260.

Wellock, M.L., LaPerle, C., M., Kiely G. 2011. What is the impact of afforestation on the carbon stocks of Irish mineral soils? *Forest Ecology Management*.

Interneta resursi

Brix, H. 2008. Soil Exchangeable Bases (ammonium acetate method). Retrieved May 2, 2013, [http://mit.biology.au.dk/~biohbn/Protocol/Soil Exchangeable Bases CEC 20081127.pdf](http://mit.biology.au.dk/~biohbn/Protocol/Soil_Exchangeable_Bases_CEC_20081127.pdf).

FSCC (Forest Soil Co-Ordinating Centre). 2010. Manual IIIa: Sampling and Analysis of Soil. In: ICP Forests. 2006: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Hamburg. p 26. + annexes; <http://icpforests.net/page/icp-forests-manual>

www.latvijasdaba.lv Skat. 14.11.2016.

www.meteo.lv Skat. 03.11.2016.

Swift, E. 2008. Alkaline soils and the buffering affect of Calcium Carbonate. <http://www.coopext.colostate.edu/TRA/PLANTS/index.html#http://www.coopext.colostate.edu/TRA/PLANTS/alksoil.html>.

Valsts meža dienests, 2016. Meža apsaimniekošana. Skat. 15.12.2016. <http://www.vmd.gov.lv/valsts-meza-dienests/statiskas-lapas/-meza-apsaimniekosana>

Valsts zemes dienests, 2016. Skat. 15.12 .2016. <http://www.vzd.gov.lv/lv/parskati-un-statistika>

Nepublicētie materiāli

Bebriša, A. 2010. Augsnes faktora ietekme uz ainavu ekoloģisko sukcesiju neapsaimniekotajās lauksaimniecībā izmantojamās zemēs. Bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 80 lpp.

Kasparinska, Z. 2010. Augsnes faktoru nozīme lauksaimniecībā izmantojamo zemju aizaugšanā: maģistra darbs. Rīga, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.

Prižavoite, D. 2012. Lauksaimniecības zemju aizaugšanas gaita morēnas paugurainē Vidzemē. Bakalaura darbs. Rīga, Latvijas Universitāte, 84 lpp.

Ruskule A. 2010. Zemes īpašnieku un pašvaldību sniegtā informācija par Siguldas, Līgatnes, Taurenas apkārtnes etalonteritoriju vēsturisko izmantošanu. Aptaujas veidlapas.

PIELIKUMS

1-1. pielikums.

Parauglaukumu augsnes profilu apraksts.

Appendix 1-1.

Description of soil profiles in research plots.

Augsnes profila apraksts parauglaukumam Nr. 1 (izstrādājusi autore, izmantojot analīžu rezultātus)

Pēc Latvijas klasifikācijas		Viršēji velēnglejotā augsne												
Pēc FAO klasifikācijas		Stagnosols												
Horizonts		Dziļums, cm	pHKCl	Ca CO ₃	Granulometriskais sastāvs, %			N, %	C, mg/g	P, mg/kg	Na, mg/kg	Mg, mg/kg	K, mg/kg	Ca, mg/kg
Nr.	Apzīmējums				smilts	māls	putekļi							
1.	Ap	0-5	6.06	SL	4.76	47.14	48.1	1.990	2.66	578	71	503	102	1278
2.	ApB	5-25	5.83	SL	3.3	53.5	43.2	1.411	1.02	765	36	795	29	1209
3.	Bgk	25-58	6.97	ST	0.1	73.9	26			1729	77	1581	36	1741
4.	Bgkt1	58-85	7.63	ST	0.1	54	45.2				112	1073	20	1397
5.	Bgkt2	85-	7.60	ST	0.1	40	59.9				98	597	20	790

Augsnes profila apraksts parauglaukumam Nr. 2 (izstrādājusi autore, izmantojot analīžu rezultātus)

Pēc Latvijas klasifikācijas		Izskalatā velēnu karbonātaugsne												
Pēc FAO klasifikācijas		Luvisols												
Horizonts		Dziļums, cm	pHKCl	Ca CO ₃	Granulometriskais sastāvs, %			N, %	C, mg/g	P, mg/kg	Na, mg/kg	Mg, mg/kg	K, mg/kg	Ca, mg/kg
Nr.	Apzīmējums				smilts	māls	putekļi							
1.	Ap	0-9	4.95		9.38	51.62	39	1.480	1.78	439	92	381	70	912
2.	ApB	9-25	5.37		7.22	71.78	21	1.327	1.51	5197	84	425	52	1030
3.	B	25-40	6.07		46.4	40	13.6			5545	23	429	40	914
4.	Bkt1	40-80	7.56	ST	46.46	16.54	37				75	315	43	923
5.	Bkt2	80-117	7.63	ST	56.06	21.94	22				63	331	38	836
6.	BCkg	117-	7.70	ST	60.22	22.8	17.5				76	344	36	621

1-2. pielikums.

Parauglaukumu augsnes profilu apraksts.

Appendix 1-2.

Description of soil profiles in research plots.

Augsnes profila apraksts parauglaukumam Nr. 3 (izstrādājusi autore, izmantojot analīžu rezultātus)

Pēc Latvijas klasifikācijas		Velēnu podzolētā glejotā augsne													
Pēc FAO klasifikācijas		Podzols													
Horizonts		Dziļums, cm	pH	KCl	Ca CO ₃	Granulometriskais sastāvs, %			N, %	C, mg/g	P, mg/kg	Na, mg/kg	Mg, mg/kg	K, mg/kg	Ca, mg/kg
Nr.	Apzīmējums					smilts	māls	putekļi							
1.	O	0-3	4.43					0.920	3.39	695	70	271	73	1120	
2.	ApE	3-10	4.44		10.08	48	41.92	0.450	0.46	602	59	46	20	100	
3.	E	10-22	4.44		3.74	50.4	45.86			718	59	46	20	100	
4.	BtE	22-30	4.44		0.2	68.7	31.1				88	648	52	379	
5.	Bgt	30-60	5.78	MO	0.1	72.4	27.5				133	1630	51	922	
6.	Bkgt1	60-90	7.66	ST	0.1	71	28.9				172	1291	46	1054	
7.	Bkgt2	90-	7.46	ST	0.1	67.2	32.7				195	1522	83	694	

Augsnes profila apraksts parauglaukumam Nr. 4 (izstrādājusi autore, izmantojot analīžu rezultātus)

Pēc Latvijas klasifikācijas		Velēnu podzolētā glejotā augsne													
Pēc FAO klasifikācijas		Podzols													
Horizonts		Dziļums, cm	pH	KCl	Ca CO ₃	Granulometriskais sastāvs, %			N, %	C, mg/g	P, mg/kg	Na, mg/kg	Mg, mg/kg	K, mg/kg	Ca, mg/kg
Nr.	Apzīmējums					smilts	māls	putekļi							
1.	Ap	0-10	5.44		9.76			1.857	3.25	1302	20	431	101	1047	
2.	ApE	10-25	5.25		8.84	56.16	35	0.930	1.11	485	21	389	52	738	
3.	Btg	25-50	6.20	SL	1.38	60	38.62			975	107	1604	38	1297	
4.	Btgc	50-95	7.60	ST-EX	0.04	73.5	26.46				153	1609	49	1346	
5.	Cgc	95-	7.63	ST-EX	0.04	79	20.96				163	1595	90	988	

1-3. pielikums.

Parauglaukumu augsnes profilu apraksts.

Appendix 1-3.

Description of soil profiles in research plots.

Augsnes profila apraksts parauglaukumam Nr. 5 (izstrādājusi autore, izmantojot analīžu rezultātus)

Pēc Latvijas klasifikācijas		Velēnpodzolētā glejauksne												
Pēc FAO klasifikācijas		Gleysols												
Horizonts		Dziļums, cm	pHKCl	Ca CO ₃	Granulometriskais sastāvs, %			N, %	C, mg/g	P, mg/kg	Na, mg/kg	Mg, mg/kg	K, mg/kg	Ca, mg/kg
Nr.	Apzīmējums				smilts	māls	putekļi							
1.	Ap	0-15	5.45		4.64	82	13.36	2.055	2.82	369	68	386	88	1467
2.	ApBE	15-30	4.88		3.17	83	13.83	1.330	2.01	299	25	241	23	902
3.	BE	30-40	4.91		0.1	77	22.9			625	26	206	27	797
4.	Ebs	40-60	4.76		0.1	77	22.9				85	224	21	962
5.	Bgt	60-90	5.47		0.1	77	22.9				85	414	38	1931
6.	Br1	90-100	5.49		0.1	86	13.9				97	581	40	3294
7.	Br2	100-120	5.49		0.1	80.1	19.8				75	132	26	590
8.	Cr	120-	6.14	ST	0.1	42	57.9				94	518	90	2400

Augsnes profila apraksts parauglaukumam Nr. 6 (izstrādājusi autore, izmantojot analīžu rezultātus)

Pēc Latvijas klasifikācijas		Velēnpodzolētā virsēji glejotā augsne												
Pēc FAO klasifikācijas		Stagnosols												
Horizonts		Dziļums, cm	pHKCl	Ca CO ₃	Granulometriskais sastāvs, %			N, %	C, mg/g	P, mg/kg	Na, mg/kg	Mg, mg/kg	K, mg/kg	Ca, mg/kg
Nr.	Apzīmējums				smilts	māls	putekļi							
1.	Ap	0-27	4.88		5.1	47.8	47.1	0.340	0.137	501	73	280	93	369
2.	BE	27-46	5.12		5.68	61.42	32.9	0.163	0.05	975	96	384	35	526
3.	Bg	46-79	5.29	SL	0.1	77.6	22.3			980	95	860	33	1317
4.	Bgt	79-	7.56	ST	0.1	79.3	20.6				95	839	23	1750

2-1. pielikums.

Augu taksonu segums parauglaukumos.

Appendix. 2-1.

Coverage of plant taxa in research plots.

Parauglaukuma Nr.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	2.1.	2.2.	2.3.	2.4.	2.5.	2.6.	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.	3.5.	3.6.	4.1.	4.2.	4.3.	4.4.	4.5.	4.6.	5.1.	5.2.	5.3.	5.4.	5.5.	5.6.	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.	6.5.	6.6.		
Suga																																						
Parastais pelašķis	1	1	1	1	1	1													1		1	1	1	1	1	1	1		1						1		1	
Podagras gārša																1		1								2												
Parastā smilga	2				1			1		1	1	1				1		1						1	1		1	1	1	1	1	1	1			1	1	
Parastais rasaskrēsliņš							1	1	1	1		1							1	1	1			1				1	1	1		1					1	
Meža suņuburkšķis																1	1									2	1	2										
Parastā vībotne																								1	1	1												
Slotiņu ciesa			1				1				1	1																			1	3					3	
Plavas pulkstenīte							1	1		1	1			1				1						1														1
Bālganais grīslis	1																																					
Ciņu grīslis																																						1
Plavas dzelzene	1	1	1		1	1	1			1	1	1							1	1	1	1	1								1					1	1	
Tiruma usne								1											1		1	1										1	1	2	1	1	1	
Parastā kamolzāle	1	3			1	3							1	1	1	1	1			2	2	3	3	3	3	3	3	2		1								
Parastā ciņusmilga							1				1	1								1	1	1	1								2							
Ložņu vārpata	3				3		1		1		1	1																										
Tiruma kosa	1																																					
Plavas auzene		1		1				1		1	1	1												1	1	1		1								1		

3-1. pielikums.

Koku un krūmu uzskaites rezultāti.

Apendix. 3-1.

Result of the tree and shrub species inventory.

Nr.	Sugas	Skaitis	Vecums	Vid.H.	Max.H.
1.1.	Kārklis	7	1-10 gadi	līdz 1,5m	1,5m
1.2.	Kārklis	8	-	1.5m	3m
1.3.	Kārklis	15	-	1,5m	5m
1.4.	Kārklis	6	-	1.5m	3m
2. 1.	Bērzs	19	15-20 gadi	6m	12m
	Apse	15	15-20 gadi	6m	10m
	Baltalksnis	10	15-20 gadi	6m	11m
	Egle	28	5-12 gadi	1.5m	4m
	Ozols	4	-	līdz 1m	1m
	Kārklis	16	-	3m	5m
2. 2.	Bērzs	27	15-20 gadi	5m	14m
	Kārklis	31	-	1.5m	4m
	Baltalksnis	8	10-12 gadi	4m	5m
2.3.	Bērzs	30	15-20 gadi	5m	10m
	Kārklis	14	-	1.5m	2m
	Egle	3	10-12 gadi	1.5m	2m
	Baltalksnis	7	-	1m	1.5m
	Apse	10	-	1m	
2.4.	Apse	36	15-20 gadi	6m	8m
	Kārkli	10	-	1.5m	2.5m
	Egle	2	5-10 gadi	1m	
	Bērzs	10	-	1.5m	2.5m
	Baltalksnis	5	-	1.5m	3m
3. 1.	Egle	8	60 gadi		
	Ozols	5	50 gadi		
	Bērzs	2	60 gadi		
	Pīlādzis	5	-	1,5m	2,5m
	Kļava	5	-	līdz 1m	
	Apse	7	-	līdz 1m	1,5m
3. 2.	Ozols	8	50 gadi		
	Egle	4	60 gadi		
	Bērzs	7	60 gadi		
	Apse	9	-	līdz 1m	
	Pīlādzis	8	-	1,5m	2,5m

3-2. pielikums.

Koku un krūmu uzskaites rezultāti.

Appendix. 3-2.

Result of the tree and shrub species inventory.

3.3.	Egle	11	50 gadi		
	Ozols	10	40 gadi		
	Bērzs	6	60 gadi		
	Pīlādzis	8	-	1,5m	2m
	Kļava	5	-	līdz 1m	
	Apse	6	-	līdz 1m	
3.4.	Egle	8	50 gadi		
	Pīlādzis	7	-	1,5m	
	Apse	5	-	3m	
4.1.	Bērzs	9	5-10 gadi	2,5m	4m
	Ozols	8	-	līdz 1m	2m
	Baltalksnis	10	-	līdz 1m	6m
	Ieva	1	30 gadi		
	Apse	3	-	līdz 1m	
4.2.	Apse	18	15 gadi	6	8m
	Ozols	7	-	1m	2m
	Baltalksnis	9	-	2m	3m
4.3.	Bērzs	9	-	1m	2.5m
	Baltalksnis	6	-	līdz 1m	
	Apse	6	-	līdz 1m	
	Egle	2	5-10 gadi	1m	1.5m
4.4.	Bērzs	25	10-15 gadi	5m	13m
	Kārklis	20	-	1.5m	2.5m
	Baltalksnis	15	10-15 gadi	3m	9m
5.1.	Kārklis	3	-	1.5m	2m
5.2.	Kārklis	20	-	2.5m	8m
	Bērzs	12	5-12 gadi	4m	9m

3-3. pielikums.

Koku un krūmu uzskaites rezultāti.

Apendix. 3-3.

Result of the tree and shrub species inventory.

5. 3.	Kārklis	18	-	2.5m	8m
	Bērzs	15	5-12 gadi	3m	6m
	Egle	2	-	līdz 1m	
	Baltalksnis	6	-	līdz 1m	1.5m
	Ozols	3	-	līdz 1m	
5. 4.	Kārklis	15	-	1.5m	3m
	Bērzs	9	5-12 gadi	2m	7m
	Egle	1	-	1m	
	Apse	4	-	līdz 1m	
	Baltalksnis	10	-	1m	5m
6. 1.	Bērzs	12	5-10 gadi	3m	9m
	Kārklis	12		2.5m	4m
	Ozols	2		1m	1m
	Egle	2		1m	1m
	Baltalksnis	3		līdz 1,5m	1,5m
6. 2.	Kārklis	30		2.5m	4m
	Bērzs	18	5-10 gadi	3m	10m
	Baltalksnis	15	5-10 gadi	3m	8m
6. 3.	Kārklis	12	-	1.5m	3.5m
	Bērzs	10	15 gadi	4.5m	10m
	Baltalksnis	10	15 gadi	3.5m	7m
6. 4.	Bērzs	23	15 gadi	3.5m	10m
	Kārklis	12	-	2.5m	3m
	Baltalksnis	10	10-12	1.5m	6m
	Apse	6	-	līdz 1m	1m

4-1. pielikums.

Konstatēto sugu saraksts

Apendix. 4-1.

List of taxa found in research plots.

Nr. p.k.	Sugas nosaukums latīniski	Sugas nosaukums latviski	Akronīms
KOKI UN KRŪMI			
1.	<i>Acer platanoides</i> L.	Parastā kļava	Acerpla
2.	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	Baltalksnis	Alnuinc
3.	<i>Betula pendula</i> Roth	Āra bērzs	Betupen
4.	<i>Padus avium</i> Mill	Parastā ieva	Paduavi
5.	<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	Parastā egle	Piceabi
6.	<i>Populus tremula</i> L.	Parastā apse	Poputre
7.	<i>Quercus robur</i> L.	Parastais ozols	Querro
8.	<i>Salix cinerea</i> L.	Pelēkais kārkls	Salicin
9.	<i>Sorbus aucuparia</i> L.	Parastais pīlādzis	Sorbauc
LAKSTAUGI			
1.	<i>Achillea millefolium</i> L.	Parastais pelašķis	Achimil
2.	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Podagras gārsa	Aegopoda
3.	<i>Agrostis tenuis</i> Sibth.	Parastā smilga	Agroten
4.	<i>Alchemilla vulgaris</i> L.s.l.	Parastais rasaskrēsliņš	Alchvul
5.	<i>Anthriscus cerefolium</i> L.	Lapu kārvele	Anthcer
6.	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Meža suņuburkšķis	Anthsyl

4-2. pielikums.

Konstatēto sugu saraksts

Appendix. 4-2.

List of taxa found in research plots.

7.	<i>Artemisia vulgaris</i> L	Parastā vībotne	Artevil
8.	<i>Briza media</i> L.	Parastais vizulis	Brizmed
9.	<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Slotiņu ciesa	Calaepi
10.	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R.Br.	Žogu dižtītenis	Calysepi
11.	<i>Campanula patula</i> L.	Pļavas pulkstenīte	Camppat
12.	<i>Cardamine pratensis</i> L.	Pļavas ķērsa	Cardpra
13.	<i>Carex cespitosa</i> L.	Ciņu grīslis	Carecesp
14.	<i>Carex pallescens</i> L.	Bālganais grīslis	Carepal
15.	<i>Centaurea jacea</i> L.	Pļavas dzelzene	Centjac
16.	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Tīruma usne	Cirsarv
17.	<i>Dactylis glomerata</i> L.	Parastā kamolzāle	Dactglo
18.	<i>Deschampsia caespitosa</i> (L.) P.Beauv.	Parastā ciņusmilga	Desccae
19.	<i>Elytrigia repens</i> (L.) Nevski	Ložņu vārpata	Elytrep
20.	<i>Equisetum arvense</i> L.	Tīruma kosa	Equiarv
21.	<i>Festuca pratensis</i> Huds.	Pļavas auzene	Festpra
22.	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	Parastā vīgrieze	Filiulma
23.	<i>Fragaria vesca</i> L.	Meža zemene	Fragves
24.	<i>Galium album</i> Mill.	Baltā madara	Galialbu

4-3. pielikums.

Konstatēto sugu saraksts

Apendix. 4-3.

List of taxa found in research plots.

25.	<i>Geranium pratense</i> L.	Pļavas gandrene	Gerapra
26.	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Divšķautņu asinszāle	Hypeper
27.	<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Pļavas dedestiņa	Lathpra
28.	<i>Leontodon autumnalis</i> L.	Rudens vēlpiene	Leonaut
29.	<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	Parastā pīpene	Leucvul
30.	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Parastā zeltene	Lysivulg
31.	<i>Melilotus albus</i> Medik.	Baltais amoliņš	Melialb
32.	<i>Oxalis acetosella</i> L.	Meža zaķskābene	Oxacet
33.	<i>Phleum pratense</i> L.	Pļavas timotiņš	Phlepra
34.	<i>Plantago major</i> L.	Lielā ceļteka	Plantma
35.	<i>Poa pratensis</i> L.	Pļavas skarene	Poapra
36.	<i>Potentilla anserina</i> L.	Maura retējs	Poteans
37.	<i>Potentilla argentea</i> L.	Sudraba retējs	Potearg
38.	<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.	Stavais retējs	Poterec
39.	<i>Prunella vulgaris</i> L.	Parastā brūngalvīte	Prunevul
40.	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Parastā ērgļpārde	Pteriaq
41.	<i>Ranunculus acris</i> L.	Kodīgā gundega	Ranacri
42.	<i>Rubus idaeus</i> L.	Meža avene	Rubuidae
43.	<i>Stachys palustris</i> L.	Purva sārmene	Stachpal
44.	<i>Stellaria graminea</i> L.	Zāļlapu virza	Stelgra

4-4. pielikums.

Konstatēto sugu saraksts

Apendix. 4-4.

List of taxa found in research plots.

45.	<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.s.l.	Ārstniecības pienene	Taraoff
46.	<i>Tussilago farfara</i> L.	Parastā māllēpe	Tussifar
47.	<i>Tragopogon pratensis</i> L.	Pļavas plostbārdis	Tragopra
48.	<i>Trifolium hybridum</i> L.	Bastarda āboliņš	Trifhyb
49.	<i>Urtica dioica</i> L.	Lielā nātre	Urtidioi
50.	<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Birztales veronika	Verocha
51.	<i>Vicia cracca</i> L.	Vanagu vīķis	Vicicran
52.	<i>Vicia sylvatica</i> L.	Meža vīķis	Vicisylv
SŪNAUGI			
1.	<i>Calliergonella cuspidata</i> (Hedw.) Loeske	Parastā smailzarīte	Calicusp
2.	<i>Eurhynchium hians</i> (Hedw.) Sande Lac	Nemanāmā knābīte	Eurhhia
3.	<i>Plagiomnium cuspidatum</i> (Hedw.) T.Kop.	Smailā skrajlape	Plagcus