



Pārskats par pētījuma

(Līgums Nr. L-KC-11-0004)

Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai

virziena

**Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko
daudzveidību izpēte**

trešā etapa darba uzdevumu izpildi

Virziena vadītāja _____ Zane Lībiete-Zālīte

2014.gada janvāris

Kopsavilkums

Pētījuma virziena “Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēte” trešajā etapā darbi tika īstenoti sešās aktivitātēs: aizsargjoslu efektivitātes novērtējums un barības vielu aprīte pēc kailcirtes, mežsaimniecisko darbību ietekme uz augsnes struktūru un kvalitāti, ekoloģisko koku saglabāšanas ietekmes uz vidi vērtējums, erozijas risku izvērtēšana, meža meliorācijas sistēmu novadgrāvju sedimentācijas dīķu efekta ietekmes novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā un preventīvo pasākumu – filtrācijas platību pirms meliorācijas sistēmas ievadīšanas ūdenstecē efekta novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā.

Aizsargjoslu efektivitātes un barības vielu aprītes novērtējuma aktivitātē objektos, kur 2013.gada sākumā veikta kailcorte, no maija līdz oktobrim (ieskaitot) tika ievākti un analizēti augsnes ūdens, nokrišņu, gruntsūdens un nobiru paraugi, 2013.gada dati salīdzināti ar 2012.gada datiem pirms saimnieciskās darbības veikšanas.

Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz augsnes struktūru un kvalitāti novērtējuma aktivitātē 59 meža nogabalos veikts augsnes sablīvējuma un kokaudzes dabiskās atjaunošanās rādītāju novērtējums uz tehnoloģiskajiem koridoriem un pārējā mežaudzes daļā pēc galvenās cirtes.

Ekoloģisko koku saglabāšanas ietekmes uz vidi vērtējuma aktivitātē analizēta ekoloģisko koku saglabāšanās un atmiršanas dinamika, ekoloģisko koku ietekme uz mežaudzes atjaunošanos, veikts ekoloģisko koku epifitiskās veģetācijas salīdzinošs novērtējums objektos, kur pirmā uzskaitē tikusi veikta 1999.gadā, kā arī analizēta ekoloģisko koku ietekme uz kukaiņu daudzveidību.

Erozijas risku izvērtēšanas aktivitātē veikta erozijas risku modelēšana ar datorprogrammu WEPP, identificētas un dabā apsektas teritorijas ar maksimālu erozijas risku, precizēta erozijas novērtēšanas metodika.

Sedimentācijas dīķu efekta novērtēšanas aktivitātē trijos 2012.gadā ierīkotos pētījuma objektos uz renovētām meža meliorācijas sistēmām no maija līdz oktobrim ieskaitot ņemti ūdens paraugi, veikti ūdens profila mērījumi maģistrālajā grāvī un turpināts meliorācijas sistēmu renovācijas ietekmes uz ūdens kvalitāti izvērtējums.

Filtrācijas platību pirms meliorācijas sistēmas ievadīšanas ūdenstecē efekta novērtējuma aktivitātē izvēlēts un ar gruntsūdens akām aprīkots pētījuma objekts Madonas novadā. Pirms meliorācijas sistēmas renovācijas no gruntsūdens akām ievākti ūdens paraugi fona datiem.

Atskaite sagatavota uz 239 lpp., ar 61 tabulu, 161 attēlu un 9 pielikumiem.

Saturs

Kopsavilkums	2
Projekta virziena darba uzdevumi un to izpildes grafiks	6
Trešā etapa darba uzdevumi.....	8
1. Aizsargjoslu efektivitātes novērtējums un vielu aprīte pēc kailcirtes	10
1.1. Objekti.....	10
1.2. Metodika	11
1.2.1. Īdens	11
1.2.2. Nobiras	13
1.3. 2013.gada rezultāti	13
1.3.1. Augsnes īdens	13
1.3.2. Nokrišņi	57
1.3.3. Gruntsūdens, upes ūdens, avota ūdens, pazemes spiedes ūdens.....	62
1.3.4. Nobiras	70
1.4. Secinājumi.....	77
1.5. Izmantotā literatūra.....	78
2. Mežsaimniecisko darbību ietekme uz augsnes struktūru un kvalitāti	80
2.1. Ievads.....	80
2.2. Esošā stāvokļa raksturojums.....	80
2.3. Izmēģinājumu objekti un empīrisku datu ieguves metodika.....	84
2.3.1. Izmēģinājumu objekti	84
2.3.2. Parauglaukumu ierīkošanas metodika.....	86
2.3.3. Augsnes sablīvējuma mērījumi	86
2.3.4. Paaugas uzskaitē	88
2.4. Pētījuma rezultāti.....	88
2.4.1. Veikto mērījumu un uzskaites kopsavilkums.....	88
2.4.2. Augsnes sablīvējums	89
2.4.3. Paaugas uzskaitē	99
2.5. Diskusija	103
2.5.1. Augsnes sablīvējums uz pievešanas ceļiem	103
2.5.2. Paaugas atjaunošanās.....	104
2.6. Secinājumi.....	104
2.7. Izmantotā literatūra.....	105
2.8. Pielikumi.....	109
3. Ekoloģisko koku saglabāšanas ietekmes uz vidi vērtējums	112
3.1. Problēmas pamatnostādnes un izzinātības pakāpe.....	112

3.1.1. Ekoloģisko koku saglabāšanas mērķi un izpildes vēsture	112
3.1.2. Ekoloģisko koku nozīme	113
3.2. Pētījuma mērķi	115
3.3. Ekoloģisko koku saglabāšanās un atmiršanas dinamika	115
3.3.1. Ortofoto attēlu izmantošana ekoloģisko koku stāvokļa novērtējumā	115
3.3.2. Ekoloģisko koku apsekojumi dabā	119
3.3.3. Ekoloģisko koku ietekme uz meža atjaunošanos (jaunaudžu strukturālā daudzveidība)	135
3.3.4. Secinājumi	145
3.3.5. Izmantotā literatūra	145
3.4. Ekoloģisko koku epifītiskās veģetācijas novērtējums	146
3.4.1. Darba metodika	146
3.4.2. Izmēģinājuma inventarizācijas rezultāti 1999. gadā	146
3.4.3. Secinājumi pēc pirmās uzskaites	147
3.4.4. Ekoloģisko koku epifītiskā veģetācija – 1999. gada un 2013. gada datu salīdzinājums ..	147
3.4.5. Kopējie secinājumi par salīdzinātajiem objektiem	152
3.4.6. Izmantotā literatūra	152
3.4.7. Pielikumi	153
3.5. Ekoloģisko koku ietekme uz bezmugurkaulnieku daudzveidību	162
3.5.1. Ievads	162
3.5.2. Rezultāti	162
3.5.3. Secinājumi	165
3.5.4. Pielikums	167
4. Erozijs risku izvērtēšana	178
4.1. Teorētiskais pamatojums	178
4.1.1. Principi meža zonējuma izstrādei no erozijas draudu viedokļa	178
4.2. Augsnes erozijas modelēšana, izmantojot datorprogrammu WEPP, balstot to uz pielāgotiem Latvijas meteoroloģiskajiem datiem, reljefa un augsnes datiem	179
4.2.1. Datorprogrammas WEPP vispārējs apraksts	179
4.2.2. Ilglaicīgo meteoroloģisko datu ieguve no Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra un statistisko datu aprēķināšana izmantojot vispārpieņemtas kvantitatīvās statistiskās metodes	180
4.2.3. Nozīmīgāko modelējamo alternatīvu (reljefs, augsne, meteo apstākļi, augsnes apstrāde) izveide balstot uz ekspertu metodi	180
4.2.4. Erozijs modelēšanas rezultāti	181
4.3. Modeļteritorijas izvēle iespējami augstu augsnes erozijas iespēju (ņemot vērā nogulumu kartogrāfisko materiālu), kurā veikta galvenā cirte pirms 1-4 gadiem	189

4.3.1. Teritoriju izvēle: Reljefa formas, to raksturojums un kvartāra nogulumi.....	189
4.3.2. Augšņu granulometriskais sastāvs.....	190
4.3.3. Erozijas novērtējums nesen veiktas galvenās cirtes platībās modeļteritorijās	190
4.3.4. Rezultāti	199
4.3.5. Ieteikumi	200
4.3.6. Izmantotā literatūra.....	201
5. Meža meliorācijas sistēmu novadgrāvju sedimentācijas dīķu efekta ietekmes novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā.....	202
5.1. Ievads.....	202
5.2. Pētījuma objekti.....	204
5.2.1. Pētījuma objektu izvēle un dizains.....	204
5.2.2. Pētījuma objektu raksturojums	205
5.3. Mērījumu un analīžu veikšanas metodika	207
5.3.1. Ūdens notece	207
5.3.2. Ūdens ķīmiskais sastāvs	207
5.4. Rezultāti	208
5.5. Secinājumi un ieteikumi.....	223
5.6. Izmantotā literatūra.....	224
5.7. Pielikumi.....	226
6. Preventīvo pasākumu – filtrācijas platību pirms meliorācijas sistēmas ievadīšanas ūdenstecē efekta novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā	237

Projekta virziena darba uzdevumi un to izpildes grafiks

Darba uzdevums	2011	2012	2013	2014	2015	Statuss
Pārskata sagatavošana par mežsaimniecisko darbību iespējamo ietekmi uz vidi un iespējām to mazināt	X					Paveikts
Ietekmes uz vidi, t.sk. bioloģisko daudzveidību, novērtējuma indikatoru sistēmas apraksts un izvērtējums	X					Paveikts
Metodikas izstrādāšana empīrisku datu ieguvei par augsnes struktūras un kvalitātes izmaiņām mežsaimniecisko darbību rezultātā	X					Paveikts
Metodikas izstrādāšana aizsargjoslu (meža aizsargzonu) ap dabiskajām ūdenstecēm/tilpēm efektivitātes novērtējumam	X					Paveikts
Metodikas izstrādāšana preventīvo pasākumu – meža meliorācijas sistēmu novadgrāvju konfigurācijas izmaiņu efekta ietekmes novērtējumam ūdens kvalitātes kontekstā	X					Paveikts
Metodikas izstrādāšana un precizēšana augsnes un vēja erozijas potenciāla aprēķināšanai (Aizsargjoslu izvērtējums – ĢIS datu analīze)	X		X	X		Tiks turpināts 2014.gadā
Aizsargjoslu izvērtējums – ĢIS datu analīze		X	X	X		Tiks turpināts 2014.gadā
Mežizstrādes atlieku izvākšanas ietekmes uz vidi izvērtējums				X		Plānots 2014.gadā
Parauglaukumu ierīkošana augsnes sablīvēšanās izmaiņu novērtēšanai			X			Paveikts
Parauglaukumu ierīkošana un aprīkošana aizsargjoslu efektivitātes novērtējumam	X	X				Paveikts
Parauglaukumu pārmērīšana aizsargājamo biotopu apsaimniekošanas (buferzonu saglabāšanas ap staigājumu mežiem) efektivitātes novērtēšanai	X					Paveikts
Empīrisku datu ievākšana augsnes struktūras un kvalitātes izmaiņu parauglaukumos (augsnas sablīvējuma novērtējums un kokaudzes dabiskās atjaunošanās rādītāji)			X			Paveikts
Empīrisku datu ievākšana un analīze aizsargjoslu efektivitātes novērtēšanas parauglaukumos (infiltrējošā ūdens kvantitātes mērījumi, gruntsūdens kvalitātes analīzes, kokaudzes parametri, zemsedzes augu veģetācija, nobiras)		X	X	X	X	Turpinās 2014.gadā

Darba uzdevums	2011	2012	2013	2014	2015	Statuss
Empīrisko datu ievākšana meža meliorācijas sistēmu novadgrāvju konfigurācijas izmaiņu efekta ietekmes novērtējumam ūdens kvalitātes kontekstā		X	X	X		Tiks turpināts 2014. gadā
Empīrisko datu ievākšana preventīvo pasākumu – filtrācijas platību pirms meliorācijas sistēmas ievadīšanas ūdenstecē efekta ietekmes novērtējumam ūdens kvalitātes kontekstā			X	X		Tiks turpināts 2014. gadā
Uz empīrisko mērījumu rezultātiem balstītas mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi monitoringa sistēmas izstrāde un aprobācija				X	X	Plānots 2014.un 2015.gadā
Ekoloģisko koku ietekme uz vidi – empīrisko datu ievākšana un izvērtējums			X			Paveikti 90%, 2014.gada pavasarī tiks pabeigta veģetācijas analīze 20 objektos
Vispārējo dabas aizsardzības prasību efektivitātes izvērtējums				X		Plānots 2014.gadā
Informatīvi izglītojoša materiāla sagatavošana par mežsaimniecības ietekmes uz vidi mazināšanu un meža vides monitoringu					X	Plānots 2015.gadā
Mācību programmas izstrāde meža apsaimniekotāju 15 stundu apmācībai projekta rezultātu pielietošanai					X	Plānots 2015.gadā

Trešā etapa darba uzdevumi

Pētījuma „Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai” virzienā „Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēte” 3.etapā (2013.gada 1.janvāris līdz 2013.gada 31.decembris) tika saskaņoti sekojoši darba uzdevumi.

Aizsargjoslu efektivitātes novērtējums un vielu aprites pētījumi

1. No 2013. gada aprīļa/maija līdz 2013. gada oktobrim objektos turpināt regulāru augsnes ūdens paraugu ievākšanu no lizimetriem (36 katrā pētījumu objektā), ūdens paraugu no nokrišņu uztvērējiem (18 katrā pētījumu objektā), gruntsūdens paraugu ievākšanu no gruntsūdens akām (divos pētījumu objektos pa 6 akām, vienā 5) un ūdens paraugu ievākšanu no divu objektu lejasdaļā esošā strauta un grāvja divas reizes mēnesī, to apkopošanu un analīzi.

Ūdens paraugi ievākti un apkopoti, veiktas analīzes.

2. No 2012.gada aprīļa/maija līdz oktobrim objektos turpināt nobiru paraugu ievākšanu no nobiru uztvērējiem, šķirot tās pa frakcijām, noteikt masu un biogēno elementu daudzumu.

Paraugi ievākti un apkopoti; noteikts nobiru daudzums, veiktas analīzes.

3. 2013.gada sākumā pētījumu objektos veikt mežizstrādi, katrā objektā divas no trim slejām nocērtot kailcirtē (vienā slejā ciršanas atliekas izvāktas, otrā – atstātas izklaidus). Pirms mežizstrādes objektos ievākt un apkopot informāciju par kokaudzes parametriem (caurmēru, augstumu), krūšaugstumā dastojot visus par 6 cm resnākos kokus ar milimetra precizitāti un katra audzes elementa 10-15 kokiem nosakot augstumu.

2013.gada sākumā objektos veikta kailcirte atbilstoši definētajam prasībām. Informācija par kokaudzes parametriem ievākta un apkopota.

Mežsaimniecisko darbību ietekme uz augsnes struktūru un kvalitāti

1. 2013. gada pavasarī atlasīt 30 pētījumu objektus augsnes sablīvēšanās uz tehnoloģiskajiem koridoriem novērtējumam.

Pētījumu objekti atlasīti.

2. Atlasītajos objektos ierīkot parauglaukumus (3 katrā pētījumu objektā) un tajos veikt augsnes sablīvēšanās mērījumus atbilstoši iepriekš izstrādātajai metodikai.

Parauglaukumi ierīkoti, veikti augsnes sablīvēšanās mērījumi.

3. 2013. gada pavasarī atlasīt 50 pētījumu objektus dabiskās atjaunošanās uz tehnoloģiskajiem koridoriem novērtējumam

Pētījumu objekti atlasīti.

4. Atlasītajos objektos ierīkot parauglaukumus (3 katrā objektā) un tajos veikt dabiskās atjaunošanās novērtējumu atbilstoši iepriekš izstrādātai metodikai.

Parauglaukumi ierīkoti, veikts dabiskās atjaunošanās novērtējums

Ekoloģisko koku saglabāšanas ietekme uz vidi

1. Ekoloģisko koku izdzīvošanas analīze atkarībā no reģiona, reljefa, attāluma no cirsmas malas un apkārtējo audžu parametriem (pēc ortofoto datiem, 50 cirsmas katrā MS).

Ortofoto datu analīze veikta.

2. Ekoloģisko koku stāvokļa apsekojums dabā, novērtējot vainaga parametrus, kritalu un stumbeņu sadalīšanās pakāpi, ietekmi uz apkārtējo kociņu augšanu (80 audzes).
Apsekotas 80 audzes, veikts ekoloģisko koku stāvokļa novērtējums.
3. Ekoloģisko koku kā dzīvotnes izvērtējums (epifītās sūnas un ķērpji, kukaiņi un kukaiņu darbības pēdas) (25 audzes, tajā skaitā atkārtots izvērtējums 9 audzēs).
Veikts atkārtots ekoloģisko koku kā dzīvotnes izvērtējums 6 audzēs (3 pētījuma objekti laika gaitā gājuši bojā), 20 audzes tiks apsekotas nākamā gada pavasarī.

Erozijas risku izvērtēšana (aizsargjoslas, GIS datu analīze)

1. Empīrisku datu analīze, lai identificētu teritoriju ar maksimāli iespējamo augsnes erozijas risku. Teritorija tiek meklēta, veicot reljefa riska kritēriju izvērtēšanu, papildinot ar augsnes riska ballēm, kas ņemtas pēc atbilstošā meža tipa (saskaņā ar 2012.gada pētījuma secinājumiem).
Identificētas 10 teritorijas potenciālā erozijas riska pārbaudei dabā.
2. Teritorijas ar maksimālu erozijas risku apsekošana un novērtēšana atbilstoši 2012.gada izstrādātajai metodikai.
Teritorija apsekotas un novērtētas atbilstoši metodikai.
3. Erozijas datu analīze un 2012.gada metodikas riska ballu iedalījuma gradācijas pārskatīšana. Erozijas draudu novērtēšanas metodikas precizēšana.
Veikta datu analīze un metodikas pārskatīšana.
4. Augsnes erozijas modelēšana, izmantojot datorprogrammu WEPP, balstot to uz pielāgotiem Latvijas meteoroloģiskajiem datiem, reljefa un augsnes datiem.
Veikta augsnes erozijas modelēšana ar datorprogrammu WEPP.

Meža meliorācijas sistēmu novadgrāvju sedimentācijas dīķu efekta ietekmes novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā

1. No 2013. gada aprīļa/maija līdz oktobrim turpināt empīrisku datu ievākšanu trijos no 2012.gadā ierīkotajiem pētījumu objektiem (novadgrāvju un sedimentācijas dīķu tehniskie rādītāji un hidrauliskais stāvoklis, dati par biogēno elementu koncentrāciju un suspendēto cietvielu daudzumu grāvju ūdenī), pārbaudot sedimentācijas dīķu efektivitāti. Izstrādāt modeļus-ieteikumus optimālai meža meliorāciju sistēmu ierīkošanai.
Empīriskie dati ievākti, veiktas ķīmiskās analīzes, aprēķināta biogēno elementu iznese pa grāvi. Izdarīti secinājumi par sedimentācijas dīķu efektivitāti otrajā gadā pēc meliorācijas sistēmu renovācijas.

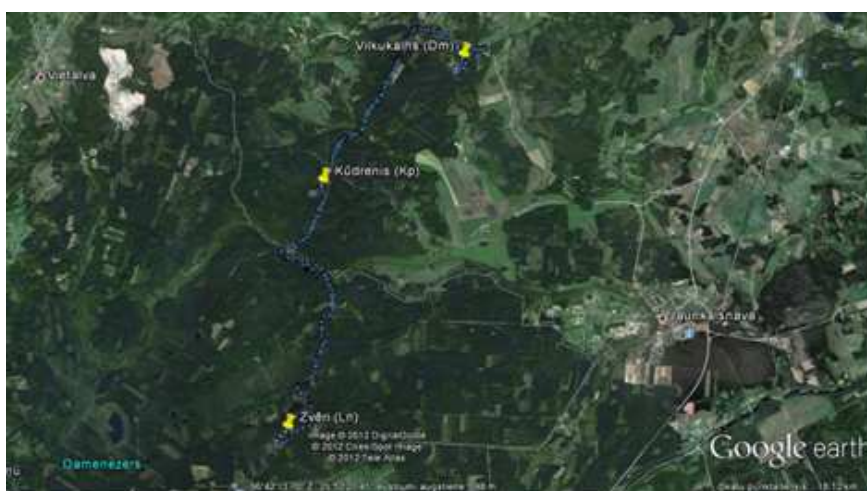
Preventīvo pasākumu – filtrācijas platību pirms meliorācijas sistēmas ievadīšanas ūdenstecē efekta novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā

1. Pētījuma objekta ierīkošana Madonas novadā Liezeres pagastā
Pētījuma objekts ierīkots.
2. Ūdens paraugu ievākšana laikā no maija līdz oktobrim (2013.gadā -references perioda dati pirms saimnieciskās darbības veikšanas)
References perioda dati ievākti.
3. Ūdens paraugu fizikālo un ķīmisko parametru noteikšana (cieto suspendēto vielu saturs, N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N_{kop} , P-PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , izšķīdušā oglekļa saturs (mg L^{-1})
Noteikti ūdens paraugu fizikālie un ķīmiskie parametri.

1. Aizsargjoslu efektivitātes novērtējums un vielu aprīte pēc kailcirtes

1.1. Objekti

Pētījums tiek īstenots trijos 2011. gadā ierīkotos objektos Zinātniskās izpētes mežu Kalsnavas meža novadā dažādas auglības meža tipos: lānā (180.kv., 8., 12.nog.), objekts Zvēri; damaksnī (15.kvartāls, 1.nog.), objekts Vilkukalns; un platlapju kūdrenī (96.kvartāls, 10., 11.nog.), objekts Kūdrenis (Attēls 1.1 un Tabula 1.1). Objekts lānā pārstāv oligomezotrofas augsnes, objekts damaksnī – mezotrofas un objekts platlapju kūdrenī – eitrofas augsnes. Objekti lānā un damaksnī ir ar izteiktu zemes virsmas slīpumu, bet objekts platlapju kūdrenī – ar nelielu zemes virsmas slīpumu. Damaksnī un platlapju kūdrenī ierīkotajos objektos nogāzes lejasdaļā atrodas ūdensteces – attiecīgi, strauts un grāvis.



Attēls 1.1. Pētījuma objektu ģeogrāfiskā atrašanās vieta

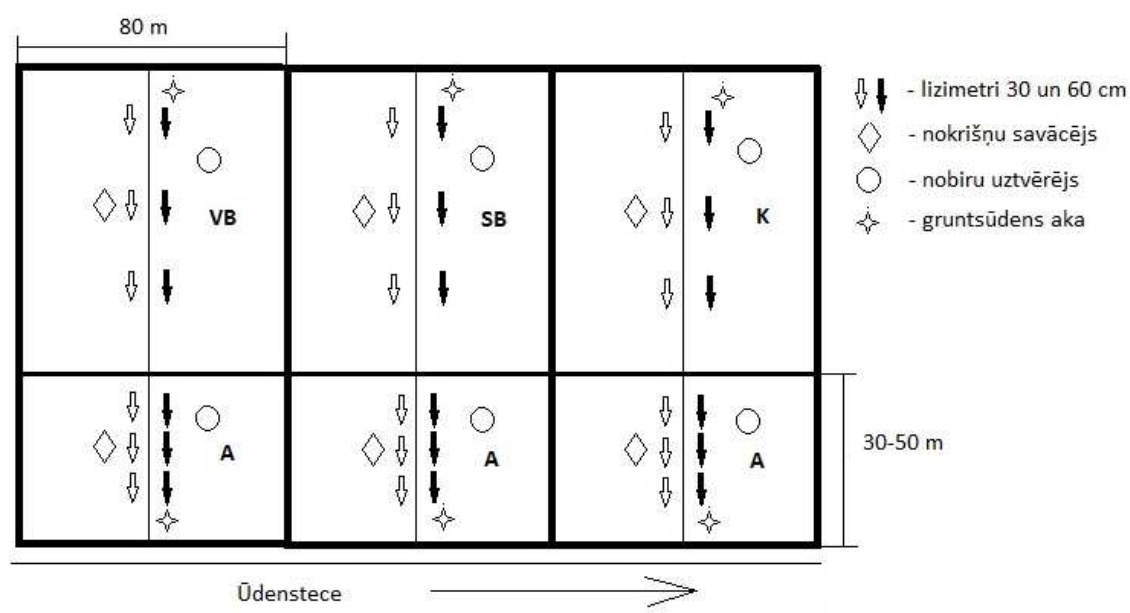
Tabula 1.1

Pētījuma objektu raksturojums

Objekts	Meža tips	Bonitāte	Valdošā suga	Valdošās sugas D, cm	Valdošās sugas H, m	Sastāva formula	Šķērslaukums, m ² ha ⁻¹	Krāja, m ³ ha ⁻¹
Vilkukalns	Dm	I	Priede	33,8	30,9	10P115	35,3	541,3
Kūdrenis	Kp	II	Egle	31,4	24,5	5E5B93	17,4	315,0
Zvēri	Ln	II	Priede	31,1	25,5	10P81	21,2	270,9

Katrā pētījumu objektā paralēli nogāzes slīpumam nospraustas 3 vienāda platuma slejas (80 m), no kurām vienā 2012./2013.gada ziemā veikta kailcirte, izvēcot arī ciršanas atliekas (turpmāk tekstā parauglaukums VB), otrā izvēkti tikai stumbri (turpmāk tekstā parauglaukums SB), trešā josla ir kontroles

platība (turpmāk tekstā variants K). Visos objektos lejasdaļā atstāta 30-50 m plata aizsargjosla, kur ciršana netika veikta (Attēls 1.2).



Attēls 1.2. Pētījumu objekta vispārīga shēma (A - aizsargjosla; VB - kailcirte ar visas biomasas izvākšanu; SB - kailcirte ar stumbrā biomasas izvākšanu; K - kontrole)

Infiltrējošā ūdens kvantitātes un kvalitātes mērījumiem katrā slejā nogāzes garumā ierīkoti spiediena lizimetri augšnes ūdens paraugu ievākšanai pēc sekojoša principa: seši vienmērīgi izvietoti lizimetri tajā slejas daļā, kur veikta ciršana, seši vienmērīgi izvietoti lizimetri aizsargjoslā. Lizimetru dziļums – 30 cm un 60 cm. Atšķirīga dziļuma lizimetri izvietoti pa divi kopā, to atrašanās vieta marķēta ar metāla stieni. Lizimetrs sastāv no poraina, keramiska materiāla uzgaļa, cilindriskā rezervuāra parauga uzkrāšanai un gumijas korķa ar caurulīti vakuuma radīšanai un parauga izsūkņēšanai.

Katrā slejā uzstādīti divi nokrišņu savācēji ar uztverošo laukumu 500 cm^2 (pa vienam nogāzes augšdaļā un apakšdaļā). Katrā objektā ir uzstādīti seši nobiru uztvērēji ar fiksētu uztverošo virsmu (0.25 m^2 katrs). Visos trijos objektos nogāzes augšdaļā un lejasdaļā atrodas arī gruntsūdens novērošanas akas, kas ierīkotas 2006.gadā (Indriksons, 2006). Objektā Vilkukalns gruntsūdens aku novietojums atbilst vispārīgajai shēmai, tomēr kontroles joslas augšdaļā ierīkotā aka ir pārāk sekla, un no tās nav iespējams iegūt gruntsūdens paraugus. Nogabala un cirsmu konfigurācijas dēļ objektā Kūdrēnis neviena no gruntsūdens akām neatrodas izcirtumā, bet gan mežā nogāzes augšdaļā. Objektā Zvēri ir piecas gruntsūdens akas, akas trūkst vidējās slejas augšdaļā, izcirtumā, kur izvākta stumbru biomas.

1.2. Metodika

1.2.1. Ūdens

Paraugu ievākšana, uzglabāšana un analīzes veiktas saskaņā ar starptautiski pieņemtu metodiku (ICP Forests Manual 2010). Ūdens paraugu ņemšana 2013.gadā tika uzsākta maijā un veikta reizi divās nedēļās līdz novembrim, pēdējais paraugs ņemts oktobra beigās. Ūdens paraugi no lizimetriem tika izsūkņēti ar rokas sūkni. Atsūkņējot lizimetrus, tika uzskaitīts katra lizimetra ūdens tilpums, tā iegūstot kalendārā mēneša faktiskos augšnes ūdens tilpumus attiecīgajos augšnes slāņos. Dažkārt meteoroloģisku apstākļu dēļ paraugu daudzums kādā no slāņiem ķīmisko analīžu veikšanai nebija pietiekams, tāpēc tika apvienoti vairāku mēnešu paraugi. Ievāktie paraugi aukstuma kastē transportēti

uz LVMI „Silava” Meža vides laboratoriju, paraugi netika uzglabāti ilgāk par 2 mēnešiem. Paraugu konservēšanai izmantots atdzesēšanas paņēmiens no 1°C līdz 5°C atbilstoši LVS EN ISO 5667-3:2004 standartam. Nokrišņu ūdens paraugi no nokrišņu savācējiem tika ievākti reizē ar augsnes ūdens paraugu ņemšanu no lizimetriem. Katrā nokrišņu savācējā tika izmērīts nokrišņu ūdens tilpums (mL) un 1000 mL ūdens nogādāti LVMI Silava Meža vides laboratorijā analīzēm. Pēc paraugu nogādāšanas laboratorijā, izveidots katra objekta mēneša vidējais paraugs proporcionāli nokrišņu daudzumam. Gruntsūdeņu paraugi tika ievākti ar īpaši šim nolūkam konstruētu nerūsējošā tērauda smeļamo trauku, katrā reizē ņemot 750-1000 mL ūdens no katras akas. Visi ūdens paraugi tika iepildīti plastmasas pudelēs un aukstumkastēs transportēti uz laboratoriju.

Ūdens paraugos noteikti šādi ķīmiskie parametri: N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N_{kop} , P-PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} saturs, pH. Analīzes veiktas, savācot 320 mL parauga; gadījumā, ja sasniegts parauga maksimālais uzglabāšanas laiks – 2 mēneši, analīzes veic prioritārā secībā neatkarīgi no tā, vai savāki 320 mL.

Ūdens paraugu pH noteikts atbilstoši LVS ISO 10523 standartam, elektrovadītspēja noteikta, izmantojot konduktometru, atbilstoši LVS EN 27888:1993 standartam. Kalcija (Ca^{2+}) un magnija (Mg^{2+}) saturs noteikts, izmantojot liesmas atomu absorbcijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS EN ISO 7980 standartam. Kālija (K^+) saturs noteikts, izmantojot liesmas emisijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS ISO 9964-3:2000 standartam. Amonija jonu (N-NH_4^+) saturs ūdens paraugos noteikts atbilstoši LVS ISO 7150/1:1984 standartam, izmantojot spektrofotometrisko metodi. Nitrātu jonu (N-NO_3^-) saturs noteikts, izmantojot Machenery Nagel PF11 fotometru un nitrātu noteikšanas testa komplektu Visocolor ECO 5-41. Fosfātjonu (P-PO_4^{3-}) saturs noteikts atbilstoši LVS EN ISO 6878 standartam, izmantojot amonija molibdāta spektrofotometrisko metodi. Kopējais slāpekļa (N_{kop}) saturs noteikts atbilstoši LVS EN 12260 standartam, metodes pamatā ir saistītā slāpekļa oksidēšana līdz slāpekļa oksīdiem un infrasarkanā detektēšana.

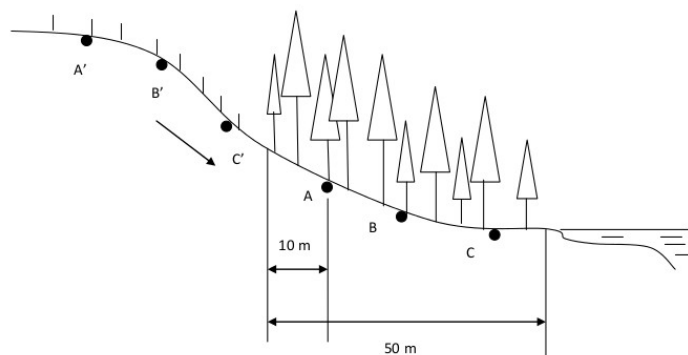
Augsnes ūdens paraugos salīdzinātas barības vielu koncentrāciju vidējās vērtības 2012. un 2013. gada novērojumu periodā, kā arī koncentrāciju izmaiņas 2013. gada novērojumu perioda laikā sešos paraugos:

1. paraugs - maija beigas;
2. paraugs - jūnija beigas;
3. paraugs - jūlija beigas;
4. paraugs - augusta beigas;
5. paraugs - septembra beigas;
6. paraugs - oktobra beigas.

Salīdzinātas arī biogēno elementu koncentrāciju atšķirības 2012. un 2013. gadā pēdējā oktobra beigās ņemtajā augsnes ūdens paraugā (6. paraugā). Analizētas biogēno elementu koncentrāciju atšķirības tajās gruntsūdens akās, kur aku izvietojuma dēļ ir lietderīgi to darīt, respektīvi, atšķirības starp izcirtumu ar visas biomasas izvākšanu un izcirtumu ar stumbra biomasas izvākšanu objektā Vilkukalns un izcirtumu ar visas biomasas izvākšanu un kontroles platību objektā damaksnis.

Aizsargjoslas efektivitāte analizēta, salīdzinot biogēno elementu koncentrāciju atšķirības izcirtumā un dažādos attālumos no izcirtuma malas, ņemot vērā references perioda datus. Pirmais lizimetru pāris (A) katrā objektā atrodas 10 m no izcirtuma malas (Attēls 1.3), tātad no informācijas, ko iegūst par vielu koncentrācijas atšķirībām starp šo un nākamo punktu aizsargjoslā, iespējams izdarīt

secinājumus par 10 m platas aizsargjoslas efektivitāti. Lai secinājumi būtu pamatoti, salīdzinājums veikts ne vien saimnieciskās darbības ietekmētajā objekta daļā, bet arī kontroles platībā.



Attēls 1.3. Lizimetru izvietojums aizsargjoslā

Datu atbilstība normālajam sadalījumam pārbaudīta ar Kolmogorova-Smirnova testu, atšķirību būtiskums starp gradācijas klasēm pārbaudīts ar Manna-Vitneja testu. Datu statistiskā analīze veikta datorprogrammā IBM SPSS Statistics 20.

1.2.2. Nobiras

Nobiru paraugu ievākšanai katrā pētījuma objektā uzstādīti seši nobiru uztvērēji ar uzverošo virsmu 0.25 m^2 katrs. Nobiru paraugi no nobiru uztvērējiem ņemti reizi mēnesī, transportēti uz laboratoriju, nosvērti, žāvēti, šķiroti sekojošās frakcijās: 1) zari, mizas, 2) valdošās koku sugas skujas vai lapas, 3) citu koku sugu skujas vai lapas, 4) augļi, 5) citas nobiras. Nobiru paraugos pa frakcijām noteikti sekojoši ķīmiskie parametri: kopējais N, kopējais P, kopējais K, kopējais Ca, kopējais Mg.

Kopējais N noteikts izmantojot Kjeldāla metodi, atbilstoši LVS ISO 11261 standartam. Paraugu sagatavošana K, Ca, Mg un kopējā P noteikšanai notiek atbilstoši standartam ISO 11466. Kalcija (Ca^{2+}) un magnija (Mg^{2+}) saturs noteikts, izmantojot liesmas atomu absorbcijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS EN ISO 7980 standartam. Kālija (K^+) saturs noteikts, izmantojot liesmas emisijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS ISO 9964-3:2000 standartam., savukārt kopējā fosfora ($\text{P}_{\text{kop.}}$) saturs noteikts atbilstoši LVS EN ISO 6878 standartam, izmantojot amonija molibdāta spektrofotometrisko metodi.

1.3. 2013.gada rezultāti

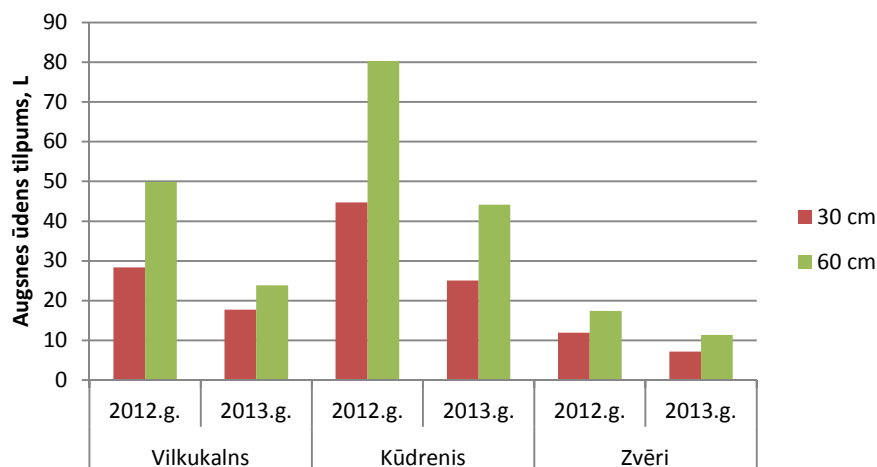
1.3.1. Augsnes ūdens

2013.gadā augsnes ūdens paraugi ņemti no maija līdz oktobra beigām, kopā 12 reizes. Pavisam uz laboratoriju transportēti 1185 augsnes ūdens paraugi. Ķīmiskās analīzes veiktas 449 paraugiem.

Augsnes ūdens ķīmiskais sastāvs ir tieši saistīts ar augsnes fizikāli ķīmisko sastāvu (augšes ģenētisko horizontu izvietojumu augsnes profilā), kā arī zināmā mērā ar uzsūcošo sakņu lokalizācijas vietu. Atmosfēras nokrišņi, notekot pa augsnes virsmu vai arī iefiltrējoties caur augsnes slāņiem, bagātinās ar izšķīdušajām minerālajām, organiskajām vai arī organominerālajām augsni veidojošām daļiņām, vielām un joniem. Līdz ar to augsnes īpašības būtiski ietekmē gruntsūdeņu un virszemes ūdeņu ķīmisko sastāvu (Nikodemus et al. 2008). Augsnes ūdens ķīmiskā sastāva atšķirības 30 un 60 cm dziļumā

ietekmē augsnes ģenētiskais horizonts, kurā ir ievietots lizimetrs un līdz ar to arī augsnes ģenētiskam horizontam raksturīgie augsnes procesi (vielu sadalīšanās, kūdras veidošanās, ūdens uzkrāšanās, trūdvielu akumulēšanās, augu barības vielu uzkrāšanās, izskalošanās vai podzolēšanās, minerālu dēdēšana un citi).

Savstarpēji salīdzinot pētījuma objektus, vislielākā augsnes ūdens pieplūde gan 2012., gan 2013.gadā konstatēta objektā Kūdrenis, bet vismazākā - objektā Zvēri (Attēls 1.4). Visos gadījumos lielāka augsnes ūdens pieplūde konstatēta dziļākajā augsnes slānī. 2012.gadā kopējais no lizimetriem izsūknētā augsnes ūdens daudzums visos objektos bija lielāks nekā 2013.gadā, tas visticamāk saistīts ar ievērojamām nokrišņu daudzuma atšķirībām 2012. un 2013. gadā.



Attēls 1.4. Kopējais augsnes ūdens daudzums lizimetros 2012.un 2013.gadā

References periodā pirms saimnieciskās darbības veikšanas (2012.gadā) abos pētījuma objektos sausieņu mežos konstatēta vidēji cieša līdz cieša lineārā sakarība starp konkrētajā vietā konstatēto nokrišņu daudzumu un augsnes ūdens tilpumu paraugā (Tabula 1.2). Objektā Kūdrenis korelācija ir ievērojami vājāka, kas visticamāk saistīts ar šī objekta hidroģeoloģiskajām īpatnībām - pazemes spiedes ūdeņu pieplūdi šajā teritorijā. 2013.gadā korelācija starp šiem lielumiem objektos Vilkukalns un Zvēri ir ievērojami vājāka nekā pirms saimnieciskās darbības veikšanas, tomēr korelācijas koeficienta r vērtības ir samazinājušās ne vien izcirtumu platībās, bet arī kontroles platībās, kas liek domāt par vēl citu faktoru ietekmi uz augsnes ūdens apjomu.

Tabula 1.2

Korelācijas koeficients r starp nokrišņu daudzumu (mm) un augsnes ūdens apjomu (mL) 2012. un 2013. gadā dažādās pētījuma objektu vietās (VB - platība, kur 2013.gadā veikta kailcirte ar visas biomasas izvākšanu; SB - platība, kur 2013.gadā veikta kailcirte ar stumbra biomasas izvākšanu)

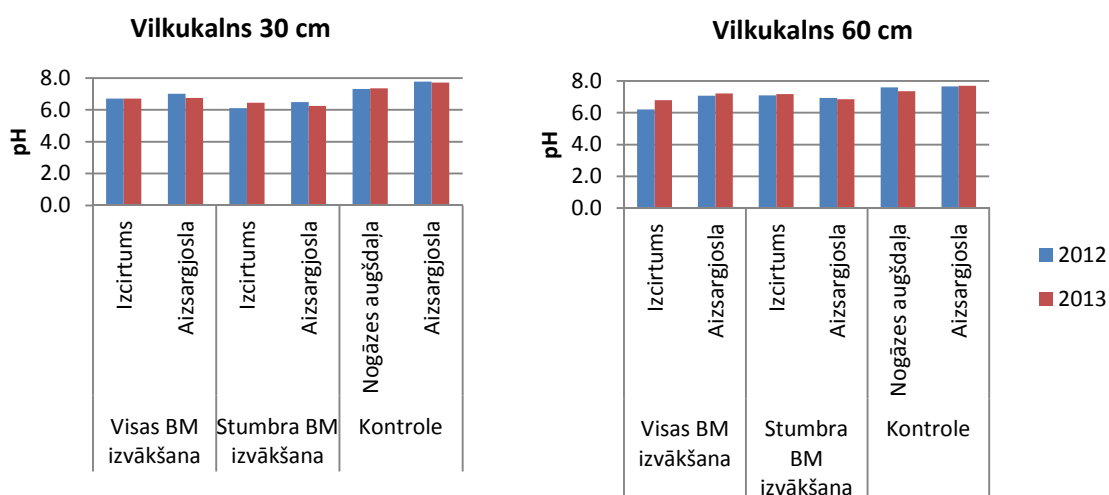
Pētījuma objekts	Korelācija	Augsnes ūdens (30 cm), mL		Augsnes ūdens (60 cm), mL	
		2012.g.	2013.g.	2012.g.	2013.g.
Vilkukalns	Nokrišņi mežā, mL	0,58	-0,14	0,69	0,04
	Nokrišņi VB, mL	0,89	0,47	0,77	0,19
	Nokrišņi SB, mL	0,85	0,35	0,35	0,18
Kūdrenis	Nokrišņi mežā, mL	0,13	-0,33	0,26	-0,45
	Nokrišņi VB, mL	0,30	0,53	0,50	0,06
	Nokrišņi SB, mL	-0,05	0,08	0,20	-0,09
Zvēri	Nokrišņi mežā, mL	0,33	0,17	0,79	-0,30
	Nokrišņi VB, mL	0,61	0,13	0,49	-0,28
	Nokrišņi SB, mL	0,72	0,27	0,72	-0,44

1.3.1.1. Augsnes ūdens pH

Atkarībā no jonu sastāva un koncentrācijas augsnes šķīdumā, vide var būt skāba vai bāziska. Augsnes reakcija ir viena no būtiskākajām īpašībām, kas ietekmē augu augšanu. To raksturo ar pH skaitli, kas ir ūdeņraža jonu negatīvais logaritms ($\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$). Ja pH vērtība ir lielāka par 7, reakcija ir bāziska, bet, ja mazāka - reakcija ir skāba. Latvijā augšņu pH ir no 3 līdz 7. Intervāls no pH 6 līdz 8 ir vislabvēlīgākais augsnes mikroorganismiem, kas noārda organiskās vielas un atbrīvo slāpekli (Nikodemus et al. 2008). Augsnes ūdens pH, palielinoties dziļumam, pieaug, tas saistīts ar buferizācijas un neitralizācijas procesiem, ko izraisa citu katjonu koncentrācijas palielināšanās. Ūdeņraža jonu koncentrācijas izmaiņas cieši saistītas ar pārējo barības elementu apriti.

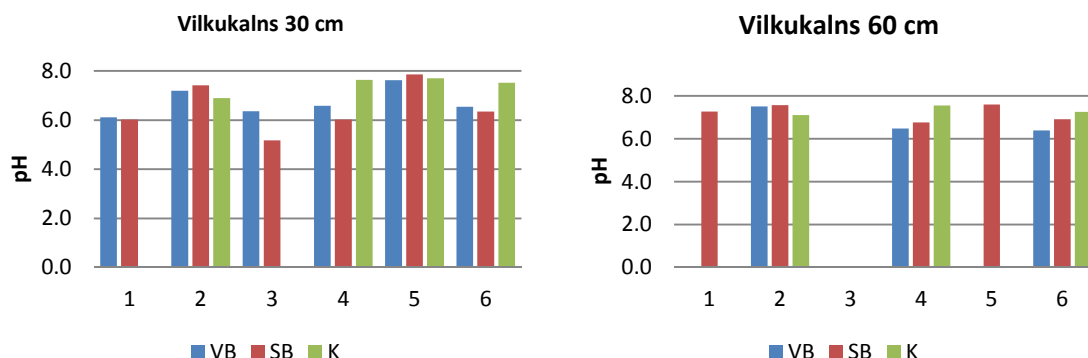
2013.gadā objektā Vilkukalns augsnes ūdens pH 30 cm dziļumā svārstījās no 4.7 līdz 8.2 (vidēji 6.9), bet 60 cm dziļumā - 6.0 līdz 8.3 (vidēji 7.2) (Tabula 1.3). Rezultāti ir salīdzināmi ar Integrālā monitoringa parauglaukumos konstatētajām augsnes ūdens pH vērtībām. Mūsu pētījuma objektā augsnes ūdens pH vērtības bija ievērojami augstākas nekā Zviedrijā, kur augsnes ūdens pH vērtības priežu audzēs A un B horizontā (16-50 cm dziļumā) svārstījās no 4.3-4.7 (Fröberg et al. 2011).

Salīdzinot 2013.gada rezultātus ar 2012.gada rezultātiem, konstatēts, ka objektā Vilkukalns izcirtumā, kur veikta kailcirte ar visas biomasas izvākšanu, augsnes ūdens pH 30 cm dziļumā saglabājies iepriekšējā gada līmenī, bet 60 cm dziļumā - nedaudz palielinājies. Savukārt izcirtumā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, augsnes ūdens pH vērtība gan 30, gan 60 cm dziļumā ir nedaudz augstāka nekā 2012.gadā (Attēls 1.5). Tomēr augsnes ūdens pH atšķirības pirms un pēc kailcirtes šajā objektā nav būtiskas.



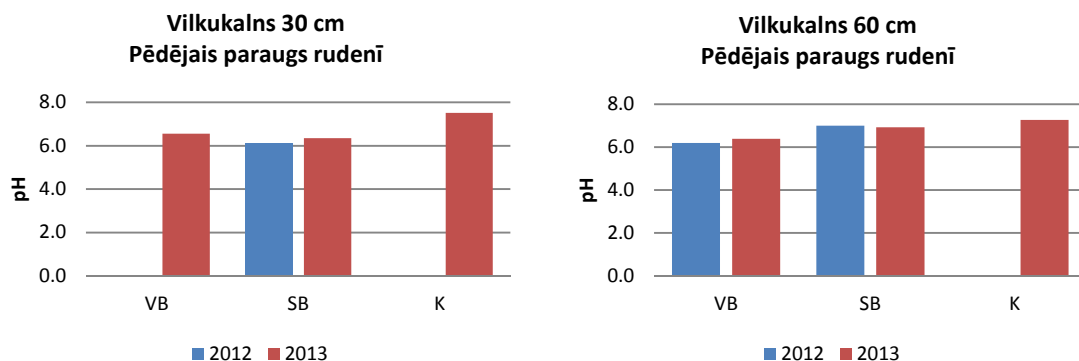
Attēls 1.5. Augsnes ūdens pH vidējās vērtības 2012.un 2013.gadā objektā Vilkukalns

Augsnes un augsnes ūdens pH sezonāli var mainīties par vairākām pH skaitļa desmitdaļām. To ietekmē virkne procesu, tai skaitā periodiskas izmaiņas organiskās vielas mineralizācijas tempos, mikroorganismu aktivitāte, nitrifikācija, neorganisko jonu un organisko skābju koncentrācija, kā arī barības vielu uzņemšana (Binkley and Richter 1987). Šie procesi savukārt saistīti gan ar mežsaimnieciskajām darbībām, kas izmaina barības vielu apriti, gan ar nokrišņu dinamiku, kuras rezultātā notiek atbrīvojušos minerālvielu ieskalos augsnē. Augsnes ūdens pH izmaiņas novērojumu periodā parādītas 1.6.attēlā (Attēls 1.6). Šeit un turpmāk uz x ass - parauga numurs (1 - maija beigas; 6 - oktobra beigas). Vismazākās pH svārstības konstatētas kontroles platībā, bet vislielākās - 30 cm dziļumā platībā, kur izvēkta stumbru biomasa. Tas visticamāk izskaidrojams ar izcirtumā atstāto ciršanas atlieku pakāpenisku mineralizēšanos un slāpekļa formu atbrīvošanos.



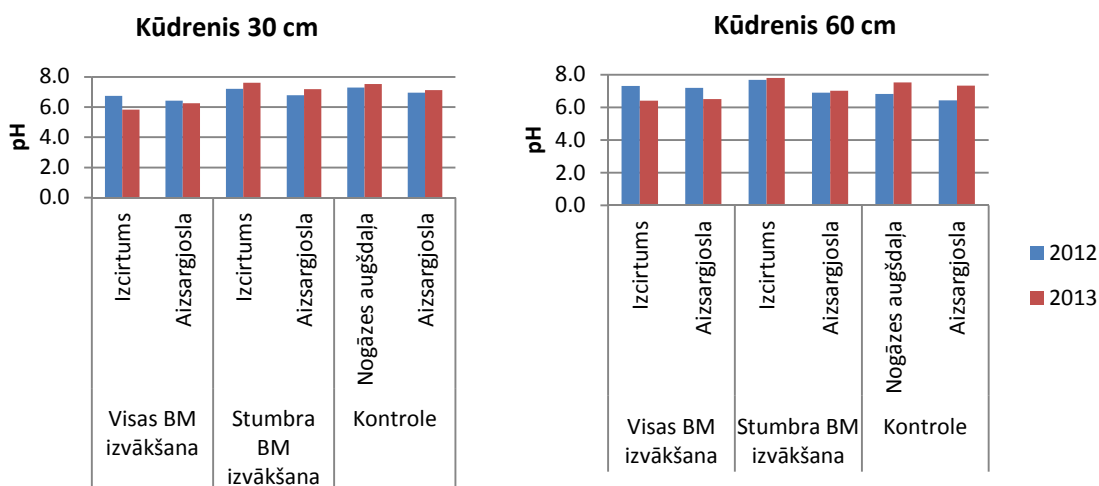
Attēls 1.6. Augsnes ūdens pH izmaiņas novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Augsnes ūdens pH vērtības pēdējos rudenī ņemtajos paraugos nedaudz palielinājušās 30 cm dziļumā platībā, kur izvēkta stumbru biomasa un 60 cm dziļumā - platībā, kur izvēkta visa biomasa. 60 cm dziļumā platībā, kur izvēkta stumbru biomasa, augsnes ūdens pH vērtības 2012.un 2013.gada rudenī bija vienādas (Attēls 1.7). Par augsnes ūdens pH atšķirībām 2012.un 2013.gada rudenī izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, un kontroles platībā abos dziļumos secinājumus nav iespējams izdarīt, jo par 2012.gada rudenī nav datu. Datu trūkums par kāda elementa koncentrāciju konkrētā vietā šeit un turpmāk saistīts ar nepietiekamu augsnes ūdens parauga tilpumu visu analīžu veikšanai.



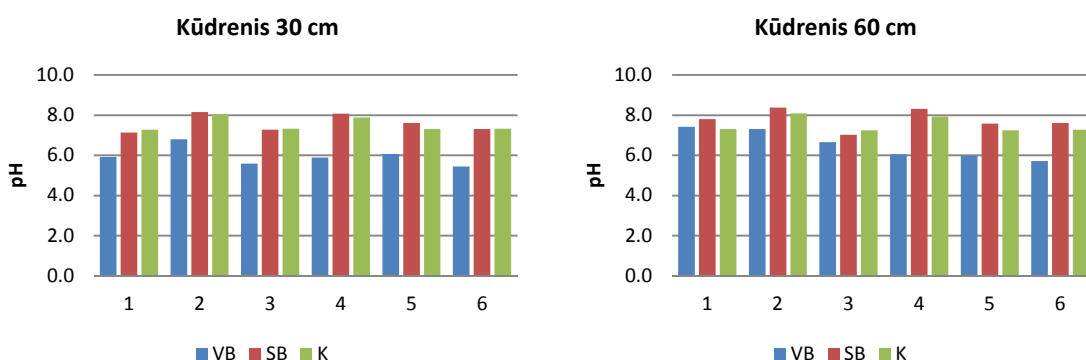
Attēls 1.7. Augsnes ūdens pH vērtības 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kūdrēnī augsnes ūdens pH 2013.gadā variēja no 4.4 līdz 8.4 30 cm dziļumā (vidēji 7.0) un no 5.0 līdz 8.5 60 cm dziļumā (vidēji 7.2) (Tabula 1.4). Vidēji mūsu objektā augsnes pH vērtības bija augstākas nekā konstatēts eksperimentā Zviedrijā, kur augsnes ūdens pH vērtība, egļu audzēs 16-50 cm dziļumā svārstījusies no 4.4-4.6(Fröberg et al. 2011). Objektā Kūdrēnī augsnes ūdens reakcija izcirtumā pēc kailcirtes ar visas biomasas izvēkšanu kļuvusi nedaudz skābāka gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā, savukārt izcirtumā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, augsnes ūdens reakcija abos vērtētajos dziļumos kļuvusi nedaudz bāziskāka, pH vērtības palielināšanās vērojama arī kontroles slejā (Attēls 1.8). Atšķirības gan ir būtiskas tikai izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa 30 cm dziļumā ($p = 0.013$). Objekts atrodas pazemes spiedes ūdeņu izķīlēšanās rajonā, tādēļ augsnes ūdens ķīmisko sastāvu ietekmē ne vien organiskās vielas pārveidošanās procesi ekosistēmā saimnieciskās darbības rezultātā, bet arī pieplūstošo spiedes ūdeņu ķīmiskais sastāvs.



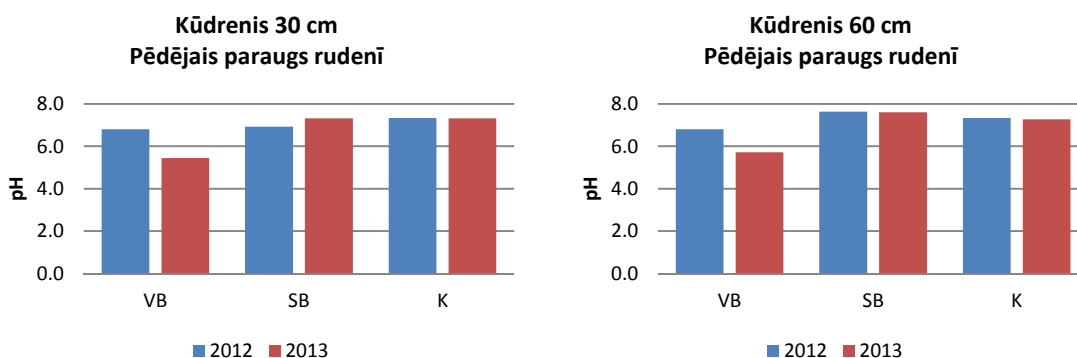
Attēls 1.8. Augsnes ūdens pH vidējās vērtības 2012.un 2013.gadā objektā Kūdreis

Līdzīgi kā Vilkukalnā, vismazākās augsnes ūdens pH svārstības Kūdrēnī 2013.gada novērojumu periodā konstatētas kontroles platībā (Attēls 1.9). Izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, augsnes ūdens reakcija visā novērojumu periodā bija zemāka nekā izcirtumā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, un kontroles platībā. Augsnes ūdens pH vērtības platībā, kur izvēkta stumbru biomasa, abos dziļumos svārstījās aptuveni līdzīgi, un novērojumu perioda laikā nesamazinājās zem 7.



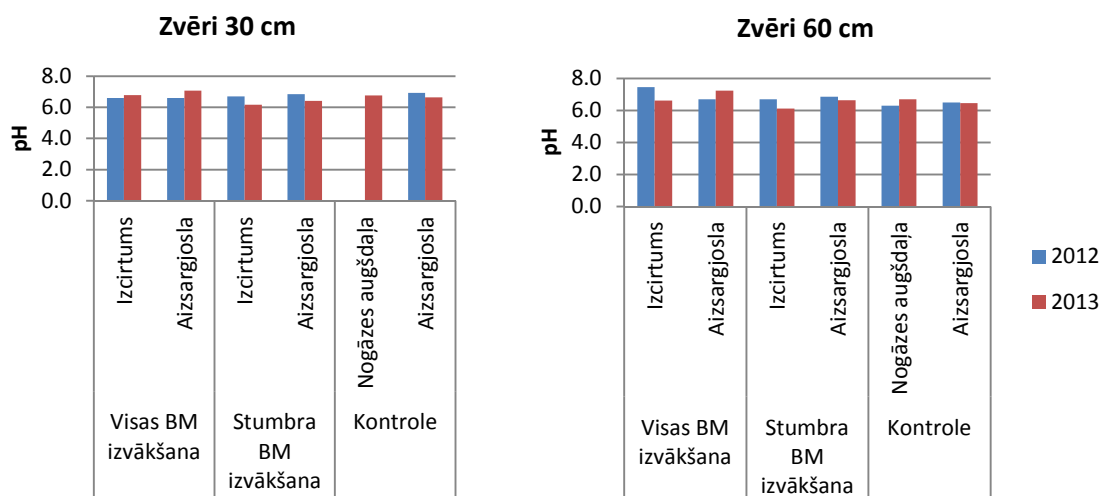
Attēls 1.9. Augsnes ūdens pH izmaiņas novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Kūdreis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kontroles platībā un platībā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, augsnes ūdens pH vērtību atšķirības 2012.un 2013.gada rudenī bija nelielas, toties izcirtumā, kur 2012./2013.gada ziemā izvēkta visa biomasa, augsnes ūdens reakcija gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā 2013.gada rudenī bija skābāka nekā 2012.gada rudenī (Attēls 1.10). Mežsaimnieciskā darbība maina ūdeņraža jonu koncentrāciju augsnes ūdenī, pārsvarā izmaiņot citu barības vielu aprites ciklus. Literatūrā atrodami dati, ka, izvēcot kailcirtes laikā arī ciršanas atliekas, ūdeņraža jonu koncentrācija augsnē var pieaugt pat divkārt, salīdzinot ar parastu kailcirti (Sollins 1980, Binkley and Richter 1987). Viens no iemesliem ir bāzisko katjonu koncentrācijas samazināšanās. Bāzisko katjonu galvenie avoti ir minerālu dēdēšana un organisko vielu mineralizācija, attiecīgi platībā, kur izvēkta visa biomasa, ir mazāks organiskās vielas apjoms un līdz ar to samazinās arī bāzisko katjonu koncentrācija.



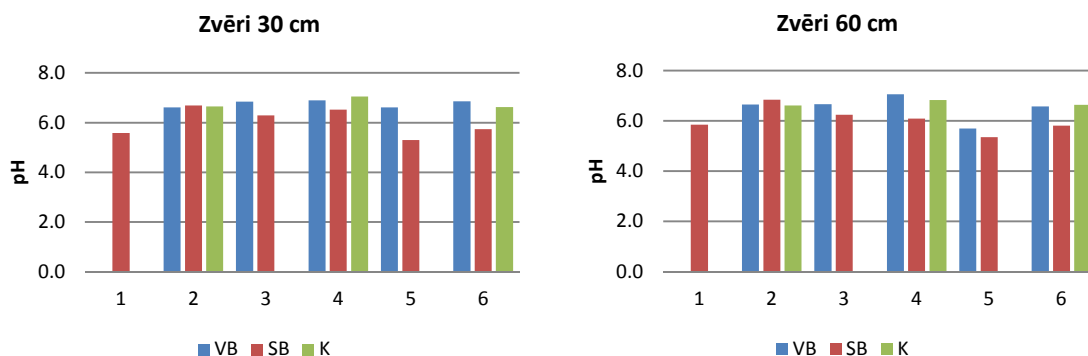
Attēls 1.10. Augsnes ūdens pH vērtības 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Kūdrenis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Objektā Zvēri augsnes ūdens pH vērtības 30 cm dziļumā svārstījās no 5.3 līdz 7.6 (vidēji 6.6), bet 60 cm dziļumā - no 5.1 līdz 7.8 (vidēji 6.6)(Tabula 1.5). Salīdzinot ar 2012.gadu, augsnes ūdens pH vērtība pēc kailcirtes ar visas biomasas izvākšanu augsnes virsējā slānī bija nedaudz palielinājusies, taču 60 cm dziļumā - samazinājusies, abos gadījumos starpības starp gadiem bija būtiskas (p-vērtības attiecīgi ir 0.033 virsējam augsnes slānim un 0.013 zemākajam augsnes slānim). Platībā, kur veikta kailcorte ar stumbru biomasas izvākšanu, augsnes ūdens pH vērtības abos dziļumos bija samazinājušās (Attēls 1.11). Dziļākajā augsnes slānī samazināšanās bija būtiska (p=0.004). Kontroles platībā savukārt augsnes ūdens pH vērtība 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, bija būtiski palielinājusies (p=0.009).



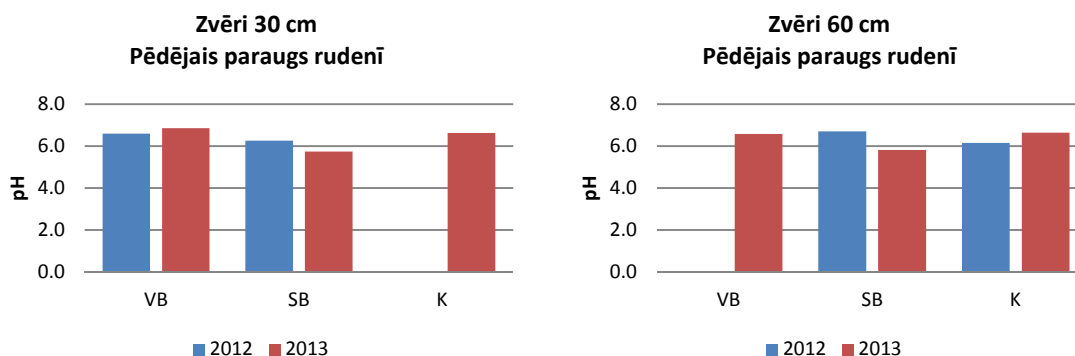
Attēls 1.11. Augsnes ūdens pH vidējās vērtības 2012.un 2013.gadā objektā Zvēri

Līdzīgi kā abos pārējos pētījuma objektos, vismazākās augsnes ūdens pH svārstības objektā Zvēri 2013.gada novērojumu periodā konstatētas kontroles platībā. Gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā vislielākās sezonālās augsnes ūdens reakcijas izmaiņas konstatētas platībā, kur veikta kailcorte, izvēcot stumbru biomasu (Attēls 1.12). Dziļākajos augsnes slāņos sezonālas atšķirības bija vērojamas arī platībā, kur kailcirtē izvēta visa biomasa.



Attēls 1.12. Augsnes ūdens pH izmaiņas novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Salīdzinot augsnes ūdens pH vērtības 2012. un 2013.gada rudenī, konstatēta augsnes ūdens paskābināšanās platībā, kur kailcirtē izvēkta stumbru biomasa (Attēls 1.13). Platībā, kur izvēkta visa biomasa, augsnes ūdens pH vērtība 30 cm dziļumā 2013.gadā bija nedaudz lielāka nekā 2012.gadā. Līdzīga likumsakarība vērojama kontroles platībā 60 cm dziļumā. Kontroles platību 30 cm dziļumā un kailcirtes platību ar visas biomasas izvēkšanu 60 cm dziļumā nav iespējams salīdzināt, jo par 2012.gadu nav datu.



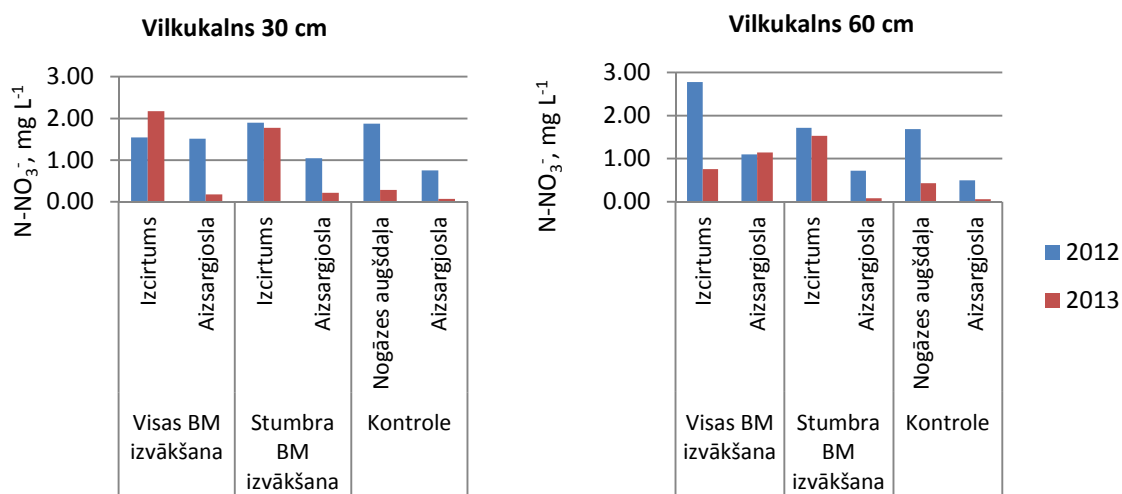
Attēls 1.13. Augsnes ūdens pH vērtības 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

1.3.1.2. $N-NO_3^-$

Augiem pieejamās slāpekļa formas ir amonija joni (NH_4^+) un nitrātjoni (NO_3^-), kas veidojas slāpekļa mobilizācijas - organisko vielu bioķīmisko un ķīmisko transformācijas procesu rezultātā. Izcirtumos straujāk notiek organiskās vielas mineralizācija, taču atbrīvojušies biogēnie elementi netiek uzņemti tādā apjomā kā pirms kailcirtes. Tas var būt par cēloni slāpekļa iznesei no ekosistēmas, ko apstiprinājuši vairāku pētījumu rezultāti gan Eiropā (Adamson and Hornung 1990, Wiklander et al. 1991, Ahtiainen 1992, Rosén et al. 1996, Ahtiainen and Huttunen 1999), gan ASV (Dahlgren and Driscoll 1994, Pardo et al. 1995). Pētījumā Zviedrijā konstatēts, ka skujkoku mežā slāpekļa iznese savu maksimumu sasniedz 2 gadus pēc kailcirtes un piecus gadus pēc kailcirtes vairs gandrīz nav konstatēta (Westling et al. 2004). Zviedrijā veiktu pētījumu rezultāti apliecina, ka pastāv pozitīva korelācija starp pašreizējo slāpekļa depoziciju un nitrātu koncentrāciju augsnes ūdenī izcirtumos, attiecīgi lielāks N izskalošanās risks ir platībās ar augstāku N depoziciju, savukārt citos literatūras avotos norādīts, ka tieša lineāra sakarība nepastāv (Gundersen 1995). Atbilstoši ICP Forests datiem, lielākajā daļā Latvijas teritorijas iespējama

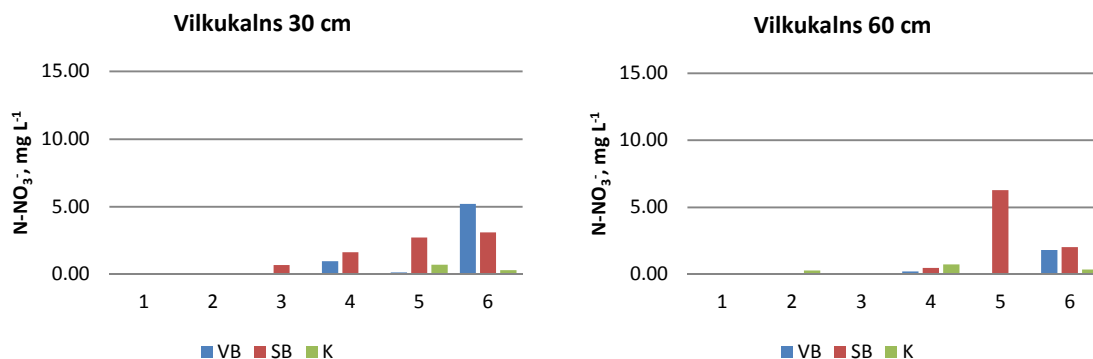
paaugstināta slāpekļa uzkrāšanās meža ekosistēmās (The Condition of Forests in Europe 2011). Šī iemesla dēļ pētījumi par meža ekosistēmu vielu aprites cikla izmaiņām saimnieciskās darbības rezultātā ir ļoti nozīmīgi.

Vilkukalnā nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.002 līdz 5.457 mg L⁻¹ (vidēji 0.775 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.002 līdz 7.770 mg L⁻¹ (vidēji 0.549 mg L⁻¹) (Tabula 1.3). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, palielinājusies, taču 60 cm dziļumā - samazinājusies, samazinājums bija būtisks (p=0.033). Platībā, kur izvākta stumbru biomas, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī bija nedaudz samazinājusies gan 30, gan 60 cm dziļumā (Attēls 1.14). Nitrātjonu koncentrācija abos dziļumos bija samazinājusies arī kontroles slejā, pie tam samazinājums bija būtisks (p-vērtības attiecīgi 0.004 30 cm dziļumā un 0.017 60 cm dziļumā).



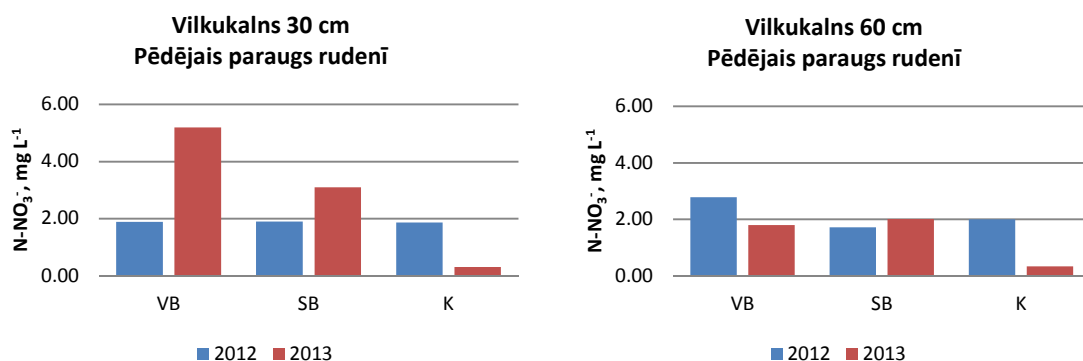
Attēls 1.14. Nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012. un 2013. gadā objektā Vilkukalns

Kontroles platībā 2013.gada novērojumu periodā nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā saglabājās zemāka par 1 mg L⁻¹ (Attēls 1.15). Platībās, kur veikta mežsaimnieciskā darbība, konstatētas augstākas nitrātjonu koncentrācijas, kaut arī ne visos paraugos. Skaidri pieaugoša tendence bija vērojama 30 cm dziļumā platībā, kur izvākta stumbra biomas. Augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija tur pakāpeniski palielinājusies no 0.0 novērojumu perioda sākumā līdz 3.1 mg L⁻¹ novērojumu perioda beigās.



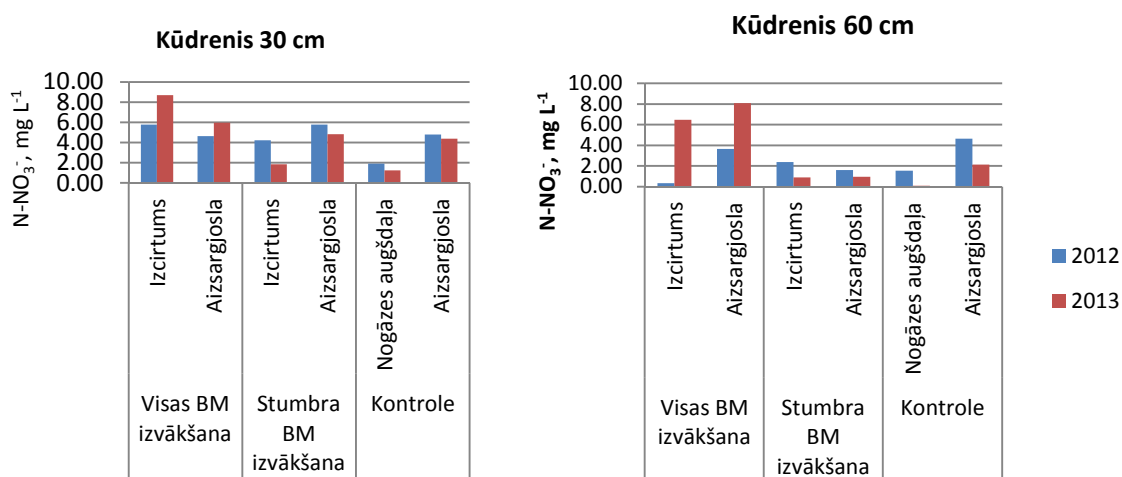
Attēls 1.15. Nitrātjonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Vilkukalns (VB - visa biomas; SB - stumbra biomas; K - kontrols)

Kontroles platībā augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija 2013.gada rudenī bija ievērojami mazāka nekā 2012. gada rudenī, pie tam abos dziļumos koncentrācija bija ļoti līdzīga (Attēls 1.16). Savukārt platībās, kur veikta saimnieciskā darbība, augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija 30 cm dziļumā 2013.gada rudenī pieaugusi, salīdzinot ar 2012.gada rudenī, turklāt izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, pieaugums bija gandrīz divas reizes lielāks. Augsnes dziļākajā slānī tik ievērojamas nitrātjonu koncentrācijas atšķirības augsnes ūdenī 2012. un 2013.gadā netika konstatētas.



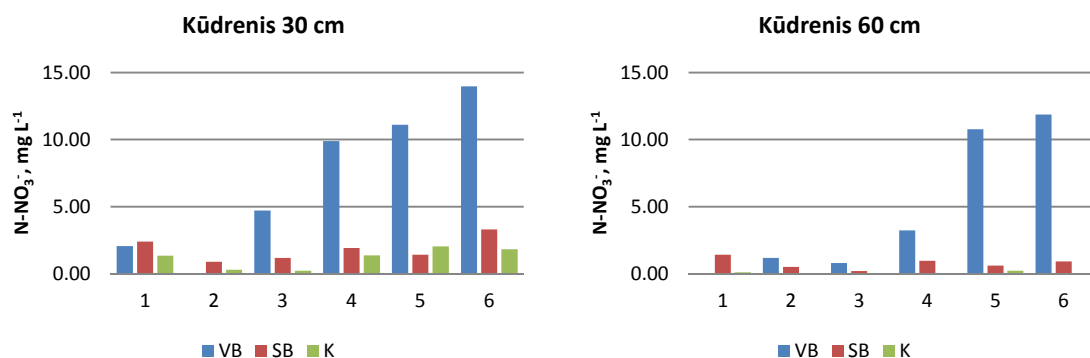
Attēls 1.16. Nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kūdrēnī nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.019 līdz 18.355 mg L⁻¹ (vidēji 4.023 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.002 līdz 20.281 mg L⁻¹ (vidēji 2.902 mg L⁻¹) (Tabula 1.4). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, nebūtiski palielinājusies (Attēls 1.17). Platībā, kur izvākta tikai stumbru biomasa, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī būtiski samazinājusies gan 30, gan 60 cm dziļumā p-vērtības attiecīgi 0.010 un 0.001), būtisks samazinājums tika fiksēts arī kontroles slejā 60 cm dziļumā (p=0.020).



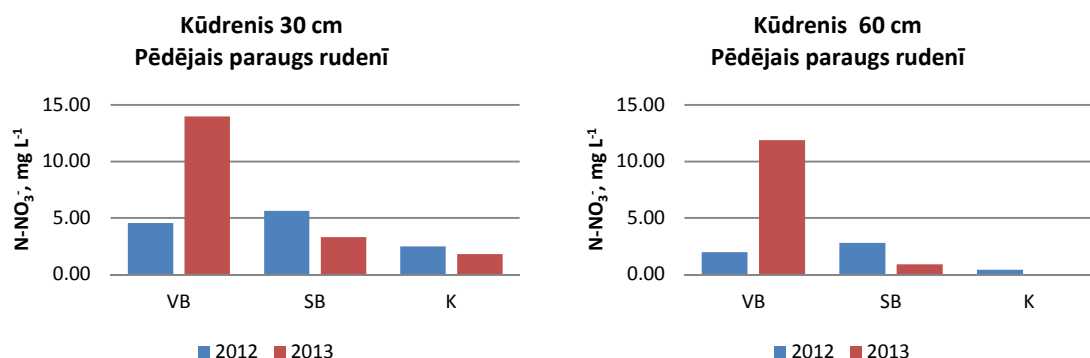
Attēls 1.17. Nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Kūdrēnis

Gan kontroles platībā, gan izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa, 30 cm dziļumā konstatētas nelielas augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācijas svārstības novērojumu perioda laikā (Attēls 1.18). Savukārt platībā, kur izvākta visa biomasa, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī novērojumu perioda gaitā palielinājusies, attiecīgi līdz 13.98 mg L⁻¹ 30 cm dziļumā un līdz 11.88 mg L⁻¹ 60 cm dziļumā.



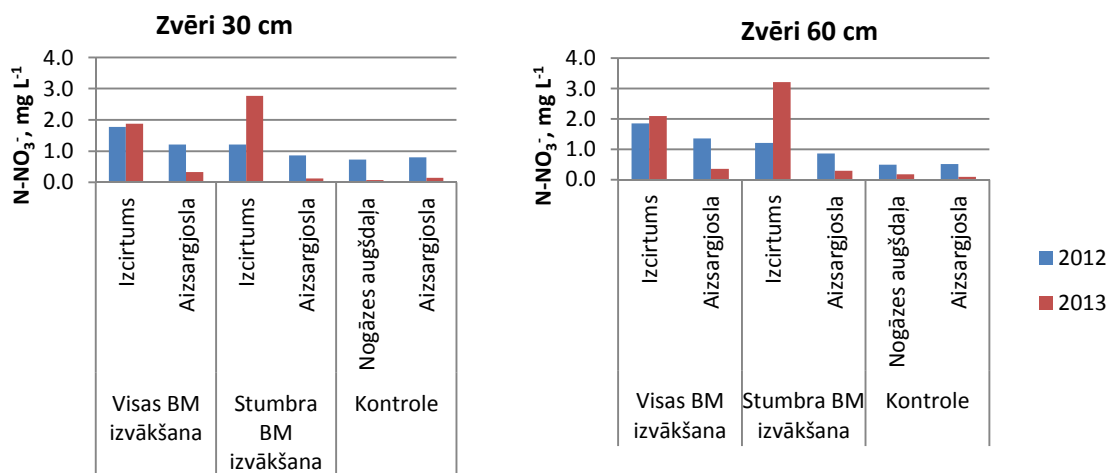
Attēls 1.18. Nitrātjonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Kūdrēnis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kontroles platībā un platībā, kur veikta kailcirte ar stumbru biomasas izvākšanu, 2013.gada rudenī nitrātjonu koncentrācijas augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā bija mazākas nekā 2012.gada rudenī (Attēls 1.19). Savukārt izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija 2013.gada rudenī, salīdzinot ar 2012.gada rudenī, vairākas reizes palielinājusies.



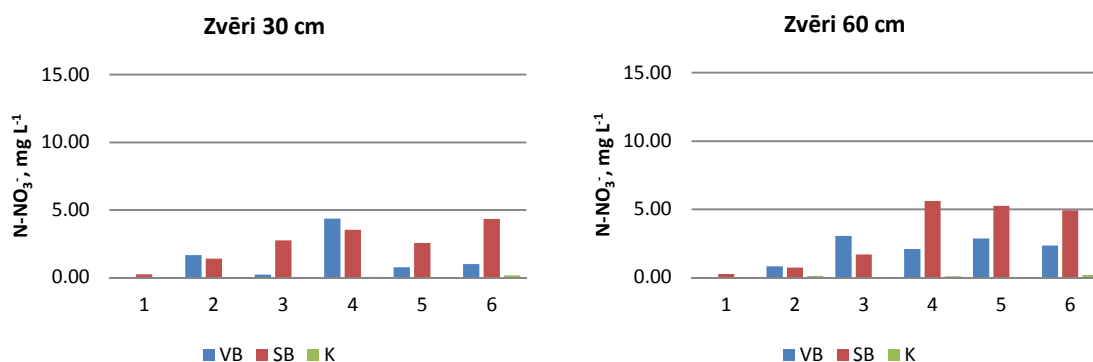
Attēls 1.19. Nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Kūdrēnis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Objektā Zvēri nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.002 līdz 5.730 mg L⁻¹ (vidēji 1.232 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.011 līdz 8.311 mg L⁻¹ (vidēji 1.164 mg L⁻¹) (Tabula 1.5). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, nedaudz palielinājusies (Attēls 1.20). Platībā, kur izvākta tikai stumbru biomasa, nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30, gan 60 cm dziļumā palielinājusies ievērojami vairāk, augsnes virsējā slānī palielinājums bija būtisks (p=0.012). Taču kontroles slejā nitrātjonu koncentrācija, salīdzinot ar 2012.gadu, būtiski samazinājusies (30 cm dziļumā p=0.003 un 60 cm dziļumā p=0.000) .



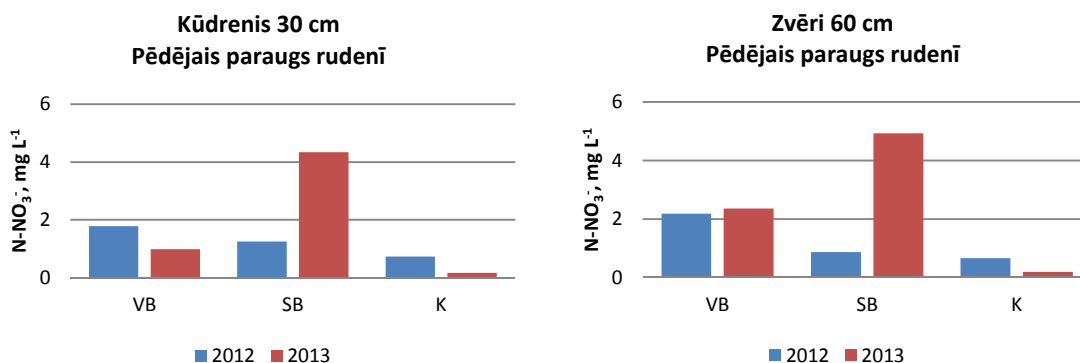
Attēls 1.20. Nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī 2012. un 2013. gadā objektā Zvēri

Objektā Zvēri kontroles platībā nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā visā novērojumu periodā nepārsniedza 0.2 mg L⁻¹ (Attēls 1.21). Izcirtumā, kur izvērtēja visa biomasa, 30 cm dziļumā augsnes ūdens nitrātu koncentrācija krasi palielinājusies augustā, bet pēc tam atkal samazinājusies, savukārt 60 cm dziļumā tā palielinājusies jūlijā, un pēc tam saglabājusies aptuveni līdzīgā apjomā. Izcirtumā, kur izvērtēja stumbru biomasa, augsnes ūdens nitrātu koncentrācija 30 cm dziļumā svārstījies mazāk nekā izcirtumā, kur izvērtēja visa biomasa. 60 cm dziļumā platībā, kur izvērtēja stumbru biomasa, nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī krasi palielinājusies augustā un saglabājusies 4.9-5.6 mg L⁻¹ robežās līdz pat novērojumu perioda beigām.



Attēls 1.21. Nitrātu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013. gadā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Līdzīgi kā abos pārējos pētījuma objektos, nitrātu koncentrācija kontroles platībā 2013. gada rudenī abos dziļumos bija ievērojami mazāka nekā 2012. gada rudenī (Attēls 1.22). Platībā, kur izvērtēja visa biomasa, 30 cm dziļumā augsnes ūdens nitrātu koncentrācija samazinājusies, salīdzinot ar 2012. gada rudenī, bet 60 cm dziļumā - nedaudz palielinājusies. Platībā, kur izvērtēja tikai stumbru biomasa, augsnes ūdens nitrātu koncentrācija 2013. gada rudenī, salīdzinot ar 2012. gada rudenī, ievērojami pieaugusi.

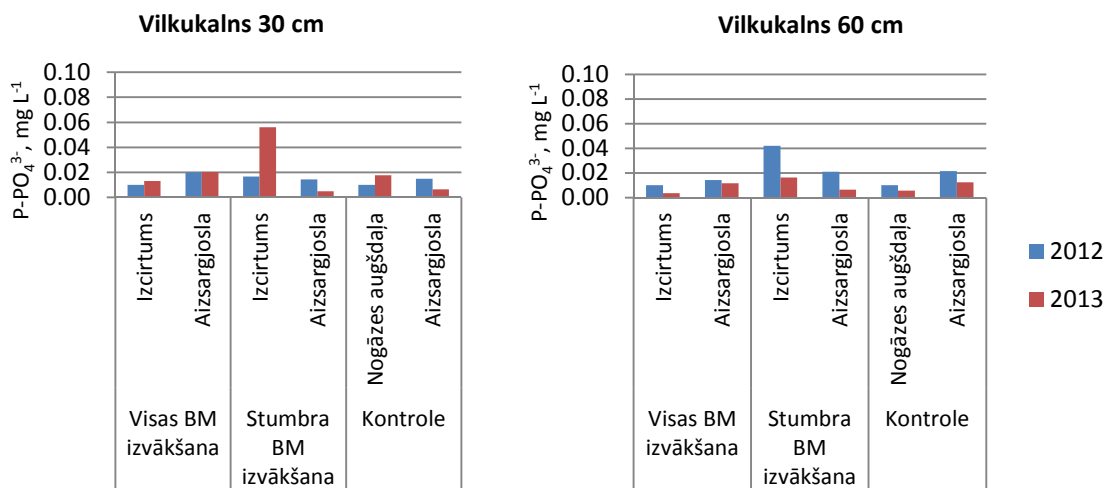


Attēls 1.22. Nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī 2012. un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Vidējā 2013. gada novērojumu perioda nitrātu koncentrācija objektā Vilkukalns bija no 0.3 mg L⁻¹ kontroles platībā līdz 2.2 mg L⁻¹ platībā, kur veikta kailcirtes ar visas biomasas izvākšanu. Objektā Zvēri nitrātu koncentrācija mainījās no 0.01 mg L⁻¹ kontroles platībā līdz 3.2 mg L⁻¹ platībā ar visas biomasas izvākšanu. Vidējās nitrātu koncentrācijas mūsu pētījuma objektos sausieņu mežos bija zemākas nekā minēts literatūrā saistībā ar pētījumiem Zviedrijā un Somijā. Zviedrijā, apkopojot informāciju par vairākiem eksperimentiem minerālaugsnēs, konstatēts, ka lielākajā daļā gadījumu nitrātu koncentrācijas palielināšanās maksimums augsnes ūdenī novērojams pirmajā gadā pēc kailcirtes, kad vidējā gada koncentrācija sasniedz 6-7 mg L⁻¹, un paaugstināta nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī saglabājas 5-6 gadus pēc kailcirtes (Futter et al. 2010). Mūsu pētījuma objektos minerālaugsnēs nitrātu koncentrācijas novērojumu perioda vidējā vērtība augsnes ūdenī izcirtumā maksimāli sasniedza 3.2 mg L⁻¹. Somijā veiktā eksperimentā konstatēts, ka egļu audzē pirms kailcirtes nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī bija 2.9 mg L⁻¹, un pēc kailcirtes tā būtiski neizmainījās. Pēc kailcirtes veikšanas kontroles platībā augsnes ūdens nitrātu koncentrācija bija 1.88 mg L⁻¹, izcirtumā zem ciršanas atliekām 0.16 mg L⁻¹ un izcirtumā bez ciršanas atliekām - 1.12 mg L⁻¹ (Nieminen 1998). Mūsu pētījumā objektā Kūdrēnis novērojumu perioda vidējā nitrātu koncentrācija 30 cm dziļumā kontroles platībā bija 1.2 mg L⁻¹, izcirtumā bez ciršanas atliekām - 8.7 mg L⁻¹ un izcirtumā zem ciršanas atliekām - 1.8 mg L⁻¹. Svarīgi atzīmēt, ka visos trijos mūsu objektos augsnes ūdens nitrātu koncentrācijas, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, uzrāda tendenci samazināties nevis palielināties, pie tam koncentrāciju samazināšanās vērojama ne vien saimnieciskās darbības ietekmētajās, bet arī kontroles platībās.

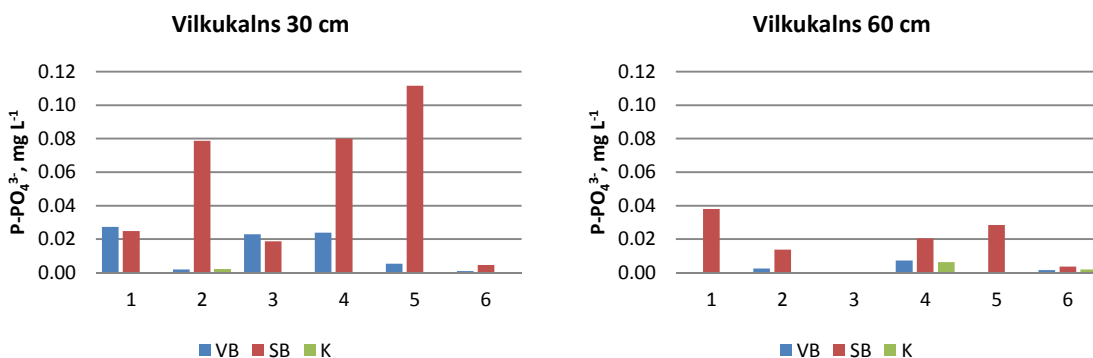
1.3.1.3. P-PO₄³⁻

Vilkukalnā fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013. gadā svārstījās no 0.000 līdz 0.214 mg L⁻¹ (vidēji 0.018 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.000 līdz 0.054 mg L⁻¹ (vidēji 0.010 mg L⁻¹) (Tabula 1.3). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā nedaudz pieaugusi, bet 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012. gadu, nedaudz samazinājusies. Platībā, kur izvākta tikai stumbru biomasa, vērojama līdzīga tendence - 30 cm dziļumā fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī ir palielinājusies, bet 60 cm dziļumā - samazinājusies, šis samazinājums ir būtisks (p=0.043) (Attēls 1.23).



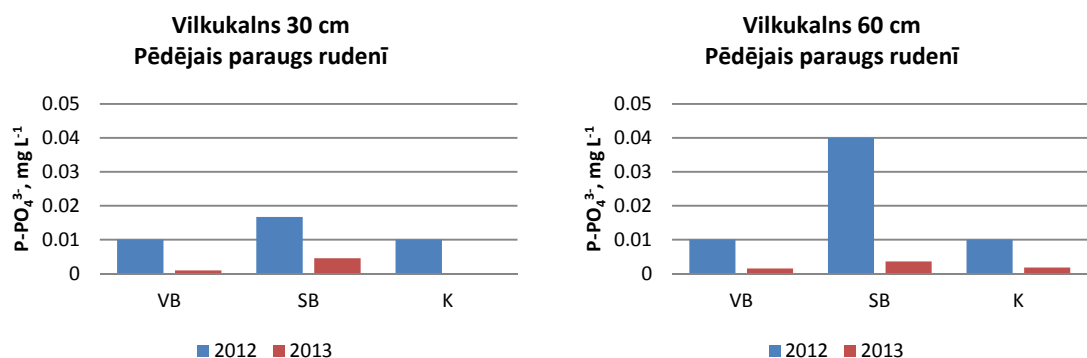
Attēls 1.23. Fosfātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Vilkukalns

Vilkukalnā kontroles platībā fosfātjonu koncentrācija augsnes ūdenī visā novērojumu perioda laikā saglabājusies neliela un tikai augustā 60 cm dziļumā palielinājusies līdz 0.01 mg L⁻¹ (Attēls 1.24). Vislielākās augsnes ūdens fosfātjonu koncentrācijas svārstības konstatētas izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa.



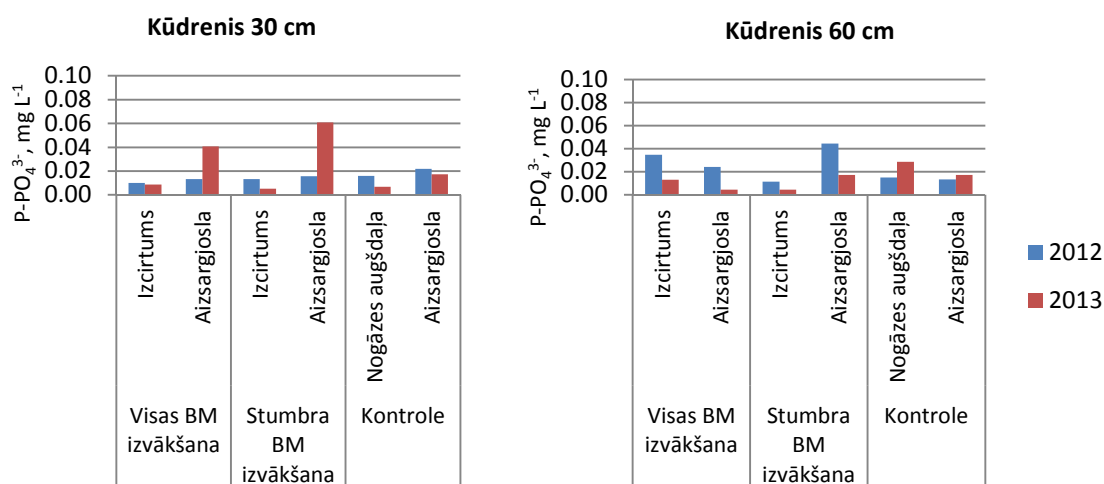
Attēls 1.24. Fosfātjonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbra biomasa; K - kontrole)

Gan izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, gan izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa, augsnes ūdens fosfātjonu koncentrācija 2013.gada rudenī bija zemāka nekā 2012. gada rudenī (Attēls 1.25). 60 cm dziļumā arī kontroles platībā vērojama līdzīga tendence, par paraugu 30 cm dziļumā secinājumu nevar izdarīt, jo par 2013.gadu nav datu.



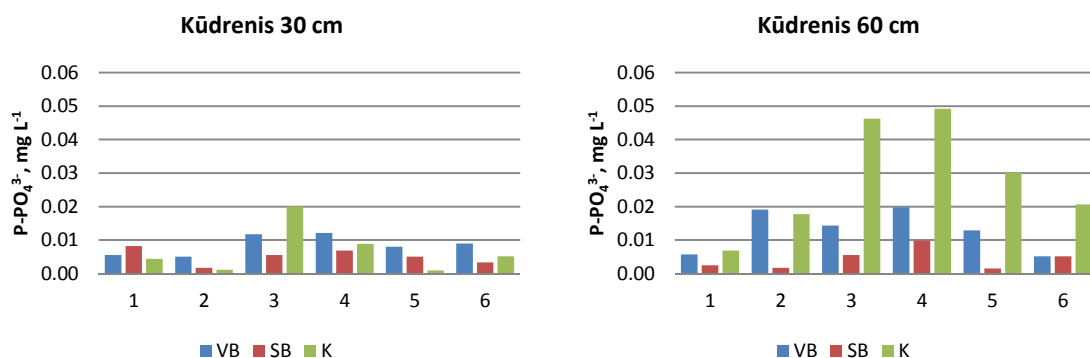
Attēls 1.25. Fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kūdrēnī fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.000 līdz 0.372 mg L⁻¹ (vidēji 0.017 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.000 līdz 0.087 mg L⁻¹ (vidēji 0.015 mg L⁻¹) (Tabula 1.4). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, ir samazinājusies, taču nebūtiski. Platībā, kur izvākta tikai stumbru biomasa, fosfātu koncentrācijas samazinājums, salīdzinot ar periodu pirms kailcirtes, ir būtisks (30 cm dziļumā $p=0.023$, 60 cm dziļumā $p=0.012$). Arī kontroles slejā augsnes virsējā slānī fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī ir būtiski samazinājusies ($p=0.025$) (Attēls 1.26).



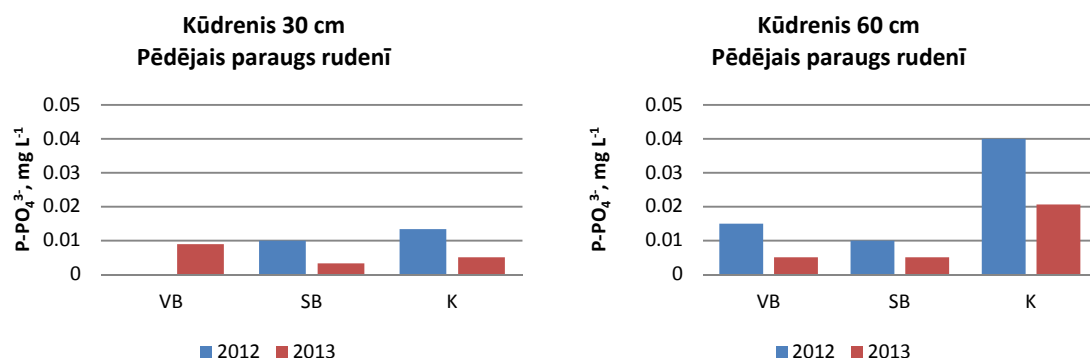
Attēls 1.26. Fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Kūdrēnis

Interesanti, ka Kūdrēnī vislielākās augsnes ūdens fosfātu koncentrācijas svārstības tika konstatētas tieši kontroles platībā; abos dziļumos jūlijā-augustā vērojams krass koncentrācijas palielinājums, taču 60 cm dziļumā koncentrācijas bija augstākas (Attēls 1.27). Zināmas fosfātu koncentrācijas svārstības novērojamas arī platībā, kur izvākta visa biomasa, turklāt 60 cm dziļumā koncentrācijas bija augstākas un svārstības izteiktākas. Vismazākā fosfātu koncentrācija bija izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa, šajā platībā konstatētas arī vismazākās sezonālās svārstības un vislīdzīgākās vērtības abos dziļumos.



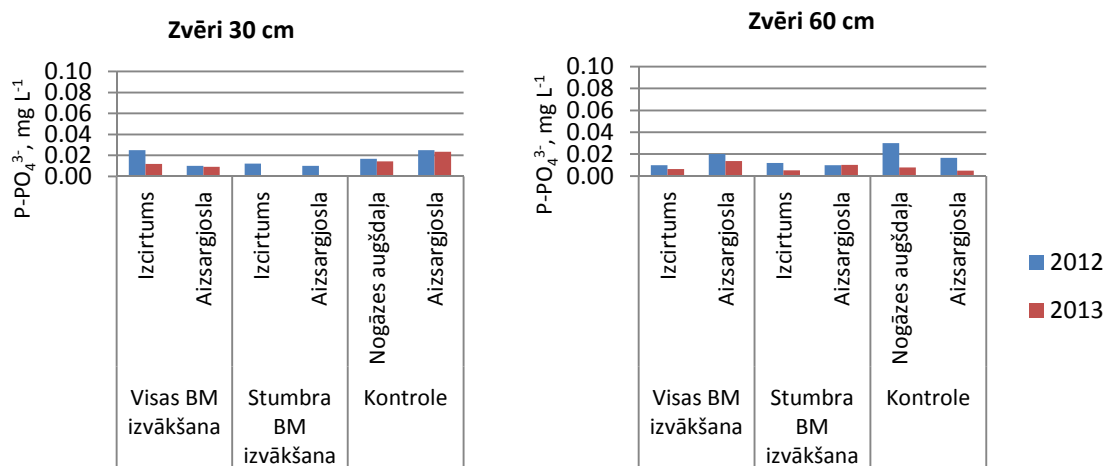
Attēls 1.27. Fosfātu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Kūdrenis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Visās platībās (izņemot izcirtumu, kur izvākta visa biomasa, ko nevarēja salīdzināt, jo par 2012.gadu nav datu) augsnes ūdens fosfātu koncentrācija 2013.gada rudenī bija zemāka nekā 2012. gada rudenī (Attēls 1.28). Izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa, 30 cm dziļumā konstatētās fosfātu koncentrāciju atšķirības bija izteiktākas nekā 60 cm dziļumā.



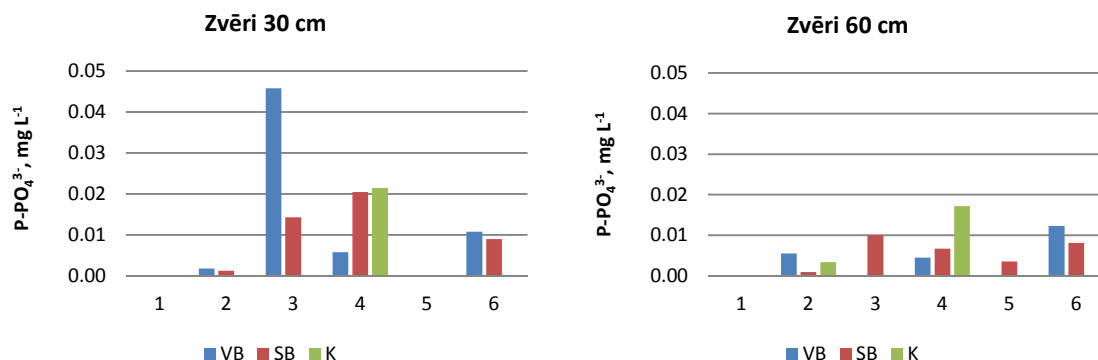
Attēls 1.28. Fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Kūdrenis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Objektā Zvēri fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.000 līdz 0.071 mg L⁻¹ (vidēji 0.012 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.000 līdz 0.043 mg L⁻¹ (vidēji 0.007 mg L⁻¹) (Tabula 1.5). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, ir samazinājusies, 30 cm dziļumā samazinājums ir būtisks (p=0.036). Fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī samazinājusies arī platībā, kur izvākta tikai stumbru biomasa, arī šajā gadījumā samazinājums ir būtisks augsnes virsējā slānī (p=0.013). Kontroles slejā fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī ir nedaudz samazinājusies, taču nebūtiski (Attēls 1.29).



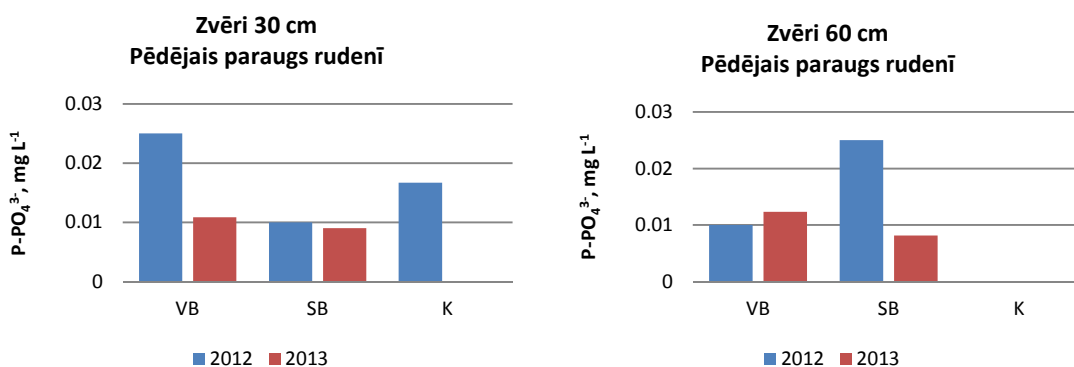
Attēls 1.29. Fosfātu koncentrācija augsnes ūdenī 2012. un 2013. gadā objektā Zvēri

Objektā Zvēri augsnes ūdens fosfātu koncentrācijas visās platībās novērojumu perioda laikā svārstījās visai ievērojami, taču konkrētas tendences ir grūti konstatēt paraugu trūkuma dēļ vairākos periodos (Attēls 1.30). Platībā, kur izvākta visa biomasa, 30 cm dziļumā jūlijā konstatēta ievērojama augsnes ūdens fosfātu koncentrācijas paaugstināšanās no 0.002 līdz 0.046 mg L⁻¹, bet nākamajā periodā - strauja samazināšanās līdz 0.006 mg L⁻¹. 60 cm dziļumā tik krāsas svārstības netika konstatētas.



Attēls 1.30. Fosfātu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013. gadā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbra biomasa; K - kontrolē)

Platībā, kur izvākta visa biomasa, augsnes ūdens fosfātu koncentrācija 2013. gada rudenī 30 cm dziļumā bija divreiz mazāka nekā 2012. gada rudenī, bet 60 cm dziļumā tā nedaudz palielinājusies, salīdzinot ar iepriekšējo gadu (Attēls 1.31). Pretēja situācija vērojama izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasas, šajā gadījumā 30 cm dziļumā 2012. un 2013. gada rudenī konstatētās augsnes ūdens fosfātu koncentrācijas bija visai līdzīgas, bet 60 cm dziļumā vērojams samazinājums.

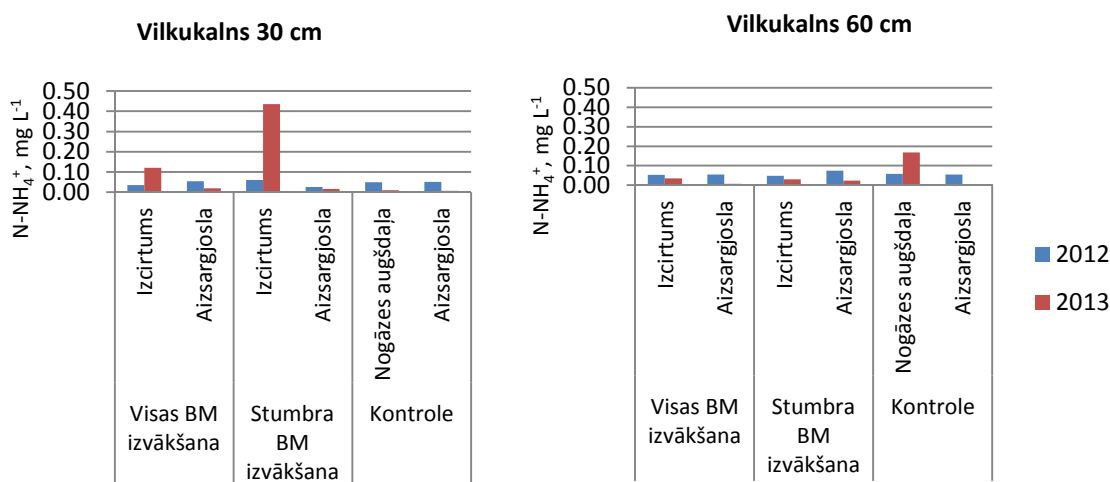


Attēls 1.31. Fosfātjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Fosfātjonu vidējā koncentrācija objektā Vilkukalns 2013.gada novērojumu periodā mainījās no 0.01 mg L⁻¹ kontroles platībā līdz 0.06 mg L⁻¹ platībā, kur veikta kailcirte ar stumbru biomasas izvākšanu. Otrajā objektā sausieņu mežos fosfātjonu koncentrācija visos parauglaukumos bija visai līdzīga - ap 0.01 mg L⁻¹. Arī Kūdrenī ierīkotajos parauglaukumos tā bija visai līdzīga - 0.01 līdz 0.03 mg L⁻¹. Līdzīgi kā nitrātjonu koncentrācijai, arī fosfātjonu koncentrācijai mūsu pētījuma objektos pirmajā gadā pēc kailcirtes vidēji ir tendence samazināties. Šajā gadījumā gan nav novērojama izteikta fosfātjonu koncentrācijas samazināšanās kontroles platībā, tādēļ varam pieļaut, ka izmaiņas varētu būt izraisījuši saimnieciskā darbība.

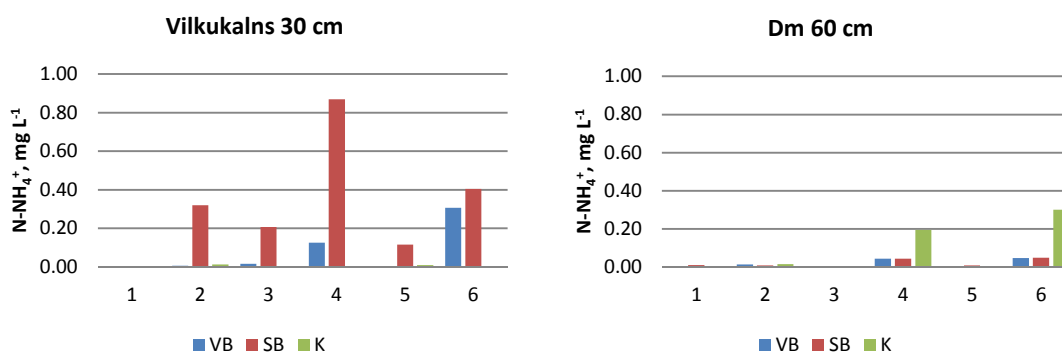
1.3.1.4. N-NH₄⁺

Vilkukalnā amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.000 līdz 2.028 mg L⁻¹ (vidēji 0.100 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.000 līdz 0.840 mg L⁻¹ (vidēji 0.035 mg L⁻¹) (Tabula 1.3). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā nedaudz palielinājusies, bet 60 cm dziļumā - samazinājusies. Būtisks amonija jonu koncentrācijas palielinājums augsnes ūdenī konstatēts izcirtumā, kur izvākta tikai stumbru biomasa, 30 cm dziļumā (p=0.021). 60 cm dziļumā šajā pašā platībā amonija jonu koncentrācija ir samazinājusies, taču nebūtiski (Attēls 1.32). Kontroles platībā 30 cm dziļumā amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī ir būtiski samazinājusies (p=0.008).



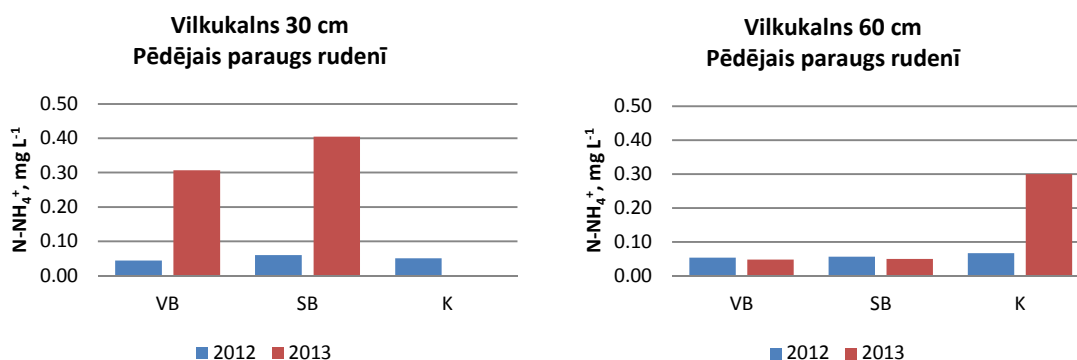
Attēls 1.32. Amonija jonu vidējā koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Vilkukalns

Kontroles platībā 30 cm dziļumā amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī visa novērojumu perioda laikā saglabājās ļoti zema un nepārsniedza 0.007 mg L^{-1} (Attēls 1.33). 60 cm dziļumā augustā un oktobrī kontroles platībā bija novērojama amonija jonu koncentrācijas paaugstināšanās attiecīgi līdz 0.2 un 0.3 mg L^{-1} . Vislielākās augsnes ūdens amonija koncentrācijas svārstības konstatētas 30 cm dziļumā platībā, kur kailcirtes laikā izvēkta stumbru biomasa, savukārt 60 cm dziļumā šīs svārstības bija nelielas. Izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, amonija jonu koncentrāciju vērtības bija zemākas un arī sezonālās svārstības mazāk izteiktas.



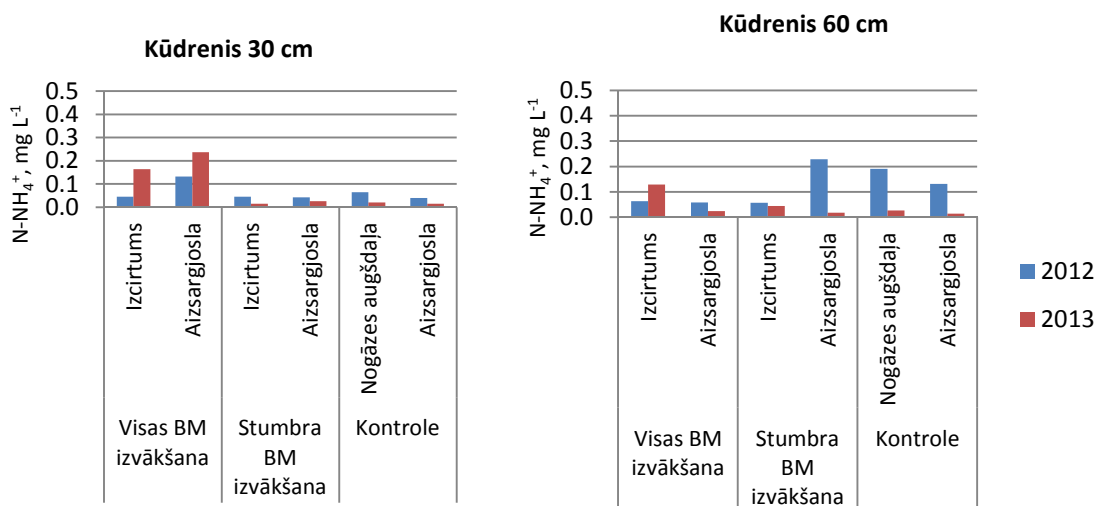
Attēls 1.33. Amonija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Gan platībā, kur izvēkta visa biomasa, gan platībā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, 30 cm dziļumā 2013.gada rudenī augsnes ūdens amonija jonu koncentrācijas bija ievērojami augstākas nekā 2012.gada rudenī, savukārt 60 cm dziļumā tās tikpat kā nebija izmainījušās (Attēls 1.34). Toties 60 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu, pieaugusi amonija jonu koncentrācija kontroles platībā.



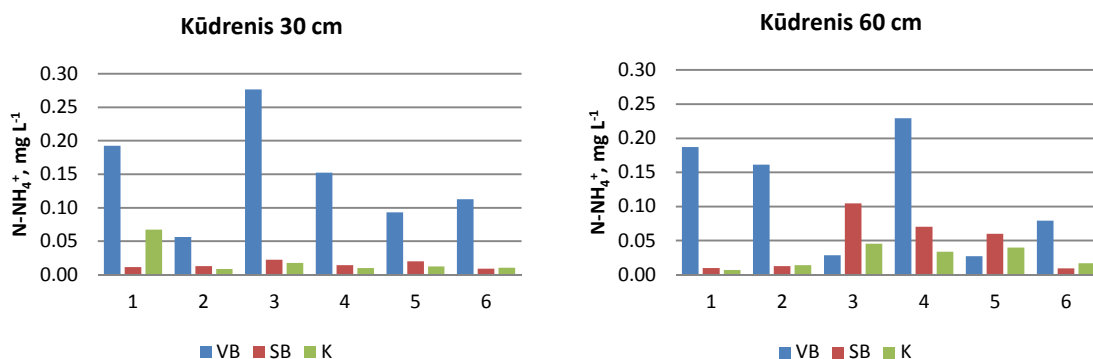
Attēls 1.34. Amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kūdrēnī amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.003 līdz 1.059 mg L^{-1} (vidēji 0.065 mg L^{-1}), bet 60 cm dziļumā - no 0.001 līdz 0.493 mg L^{-1} (vidēji 0.040 mg L^{-1}) (Tabula 1.4). Platībā, kur veikta visas biomasas izvēkšana, amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā nedaudz palielinājusies. Izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī būtiski samazinājusies gan 30, gan 60 cm dziļumā (attiecīgi $p=0.000$ un $p=0.006$), līdzīgi arī kontroles slejā (30 cm dziļumā $p=0.000$, 60 cm dziļumā $p=0.001$). (Attēls 1.35).



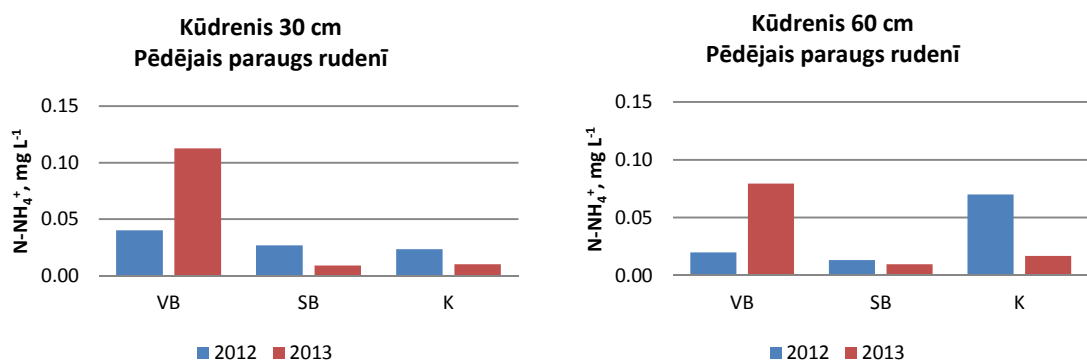
Attēls 1.35. Amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Kūdrēnis

Kūdrēnī vismazākās sezonālās amonija jonu koncentrācijas svārstības augsnes ūdenī novērojamas kontroles platībā (abos dziļumos) un platībā, kur izvēkta stumbru biomasa (30 cm dziļumā) (Attēls 1.36). Visaugstākās amonija jonu koncentrācijas abos dziļumos konstatētas izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, turklāt novērojumu perioda beigās tās bija zemākas nekā novērojumu perioda sākumā.



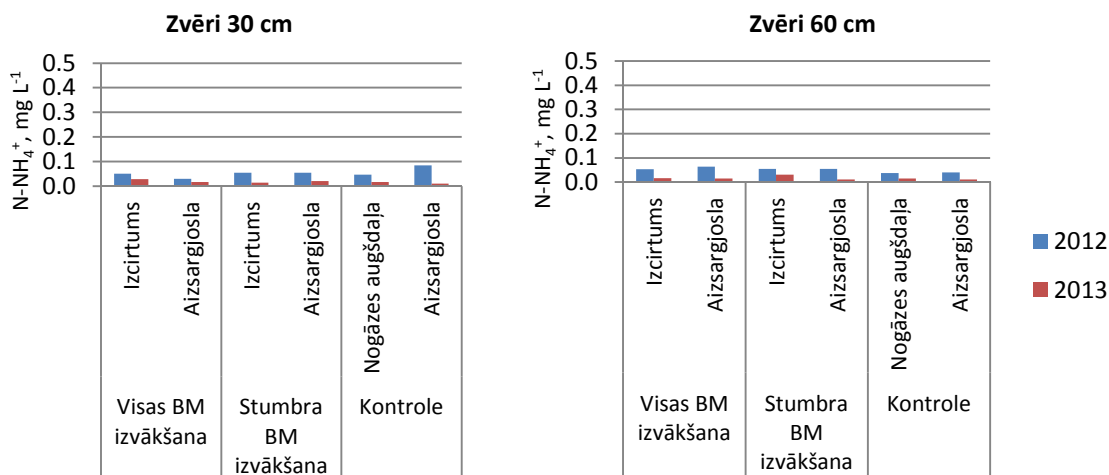
Attēls 1.36. Amonija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Kūdrēnis (VB - visa biomasa; SB - stumbra biomasa; K - kontrole)

Platībā, kur izvēkta visa biomasa, 2013. gada rudenī konstatētās augsnes ūdens amonija jonu koncentrācijas gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā bija augstākas nekā 2012.gada rudenī (Attēls 1.37). Savukārt izcirtumā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, kā arī kontroles platībā vērojama preteja aina - amonija jonu koncentrācijas augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2012.gada rudenī, samazinājušās.



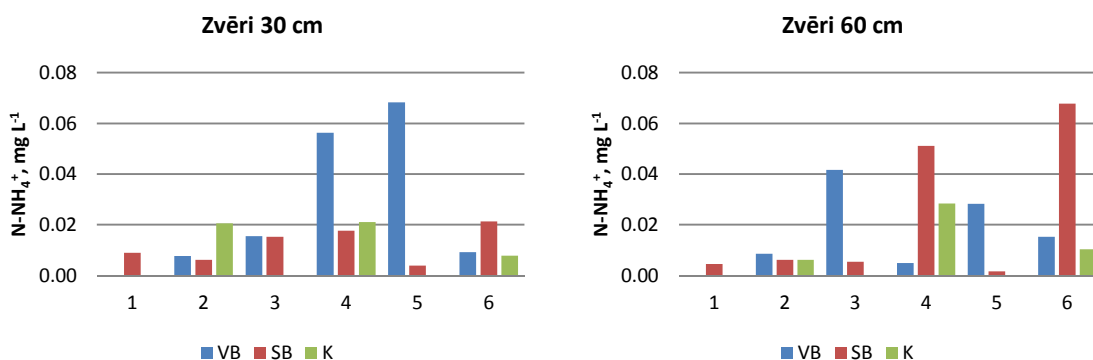
Attēls 1.37. Amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Kūdrēnis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Objektā Zvēri amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.002 līdz 0.068 mg L⁻¹ (vidēji 0.017 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.001 līdz 0.156 mg L⁻¹ (vidēji 0.017 mg L⁻¹) (Tabula 1.5). Visā pētījuma objektā gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2012.gadu, samazinājusies (Attēls 1.38). Samazinājums ir būtisks izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, 60 cm dziļumā ($p=0.006$), izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa (30 cm dziļumā $p=0.000$, 60 cm dziļumā $p=0.019$) un kontroles platībā (30 cm dziļumā $p=0.027$, 60 cm dziļumā $p=0.002$).



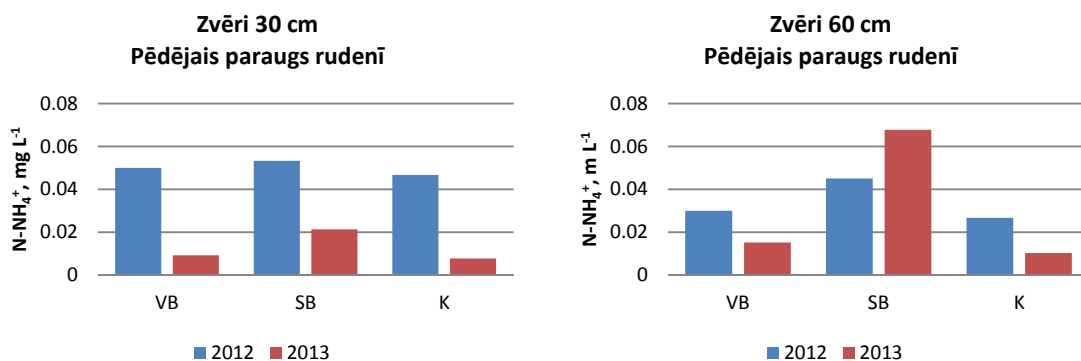
Attēls 1.38. Amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Zvēri

Objektā Zvēri vismazākās sezonālās amonija jonu koncentrāciju svārstības vērojamas kontroles platībā (Attēls 1.39). 30 cm dziļumā vislielākās augsnes ūdens amonija jonu koncentrāciju svārstības konstatētas izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, bet 60 cm dziļumā - izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa.



Attēls 1.39. Amonija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

30 cm dziļumā visā pētījumu objektā augsnes ūdens amonija jonu koncentrācijas 2013.gada rudenī bija zemākas nekā 2012.gada rudenī, bet 60 cm dziļumā platībā, kur izvēkta stumbru biomasa, konstatēta amonija jonu koncentrācijas palielināšanās (Attēls 1.40).



Attēls 1.40. Amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Mūsu pētījuma objektos amonija jonu koncentrācijas vidējie rādītāji 2013.gada novērojumu periodā objektā Vilkukalns svārstījās no 0.01 mg L⁻¹ kontroles platībā līdz 0.4 mg L⁻¹ platībā, kur veikta kailcirte ar stumbru biomasas izvākšanu. Objektā Zvēri atšķirības bija ievērojami mazākas - no 0.02 mg L⁻¹ kontroles platībā līdz 0.03 mg L⁻¹ izcirtumos. Objektā Kūdrenis savukārt atšķirības bija mazākas nekā objektā Zvēri, bet lielākas nekā objektā Kūdrenis - no 0.02 mg L⁻¹ kontroles platībā līdz 0.2 mg L⁻¹ platībā, kur izvēkta visa biomasa. Somijā veiktā pētījumā konstatēts, ka egļu audzē pirms kailcirtes amonija jonu koncentrācija augsnes ūdenī bija 0.6 mg L⁻¹, pēc kailcirtes tā palielinājusies. Pēc kailcirtes veikšanas amonija koncentrācija kontroles platībā bija 0.11 mg L⁻¹, izcirtumā zem ciršanas atliekām 1.50 mg L⁻¹ un izcirtumā bez ciršanas atliekām 0.33 mg L⁻¹. (Nieminen 1998) Mūsu objektos amonija jonu koncentrācija, salīdzinot ar 2012.gadu, pārsvarā uzrāda tendenci samazināties, samazināšanās novērojama arī kontroles parauglukumos.

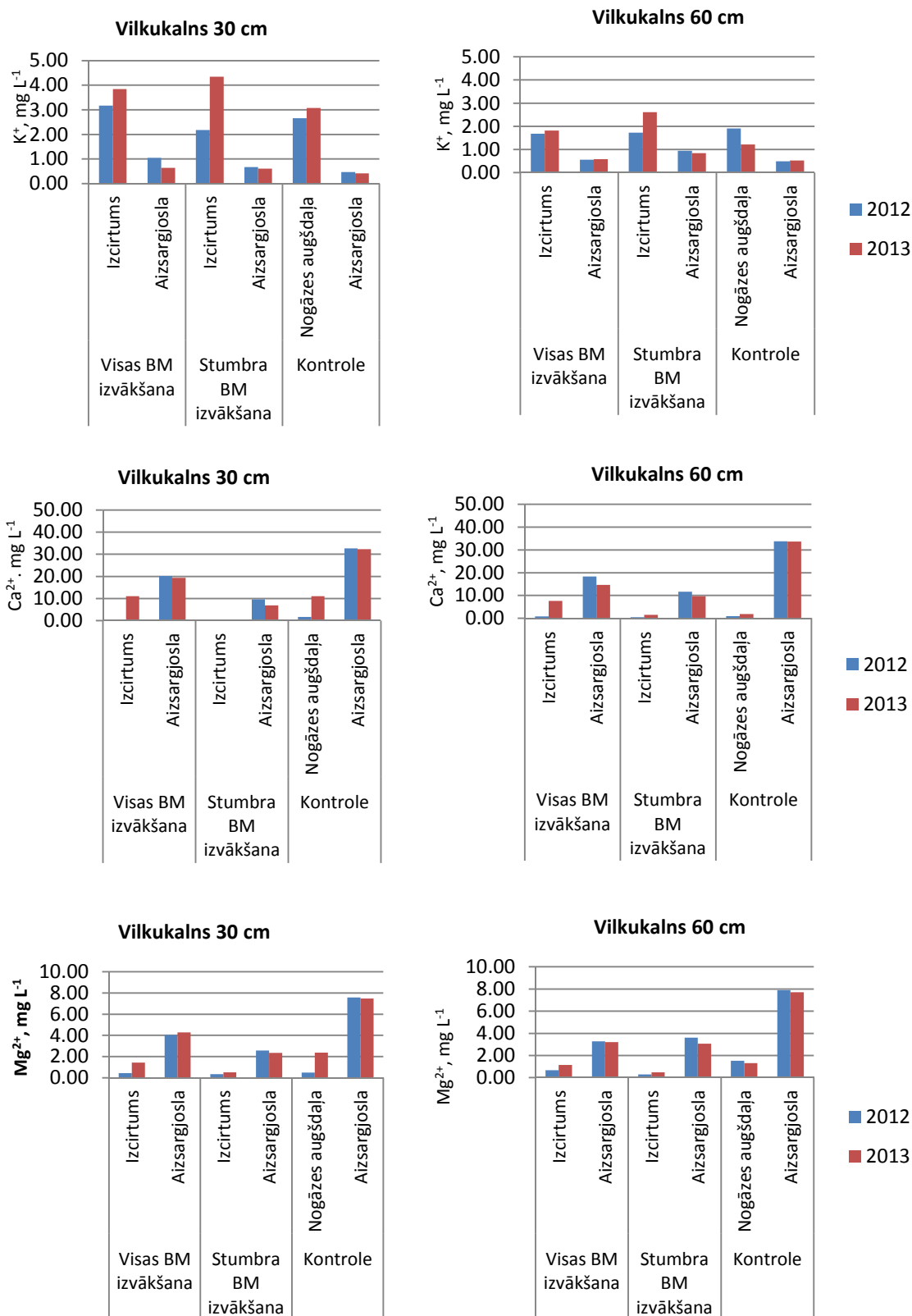
1.3.1.5. K⁺, Ca²⁺ un Mg²⁺

Vilkukalnā kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.142 līdz 7.550 mg L⁻¹ (vidēji 1.847 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.173 līdz 4.523 mg L⁻¹ (vidēji 1.046 mg L⁻¹) (Tabula 1.3). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā nedaudz palielinājusies, savukārt izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa,

koncentrācijas palielinājums ir būtisks ($p=0.016$). Aizsargjoslās pie abiem izcirtumiem kālija jonu koncentrācija nedaudz samazinājusies vai palikusi iepriekšējā gada līmenī (Attēls 1.41).

Kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.141 līdz 45.050 mg L⁻¹ (vidēji 16.506 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.000 līdz 41.555 mg L⁻¹ (vidēji 16.097 mg L⁻¹) (Tabula 1.3). Platībā, kur veikta kailcirte ar visas biomasas izvākšanu, kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā palielinājusies, palielinājums ir būtisks 60 cm dziļumā ($p=0.034$). Izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasas, kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā saglabājusies iepriekšējā gada līmenī, bet aizsargjoslās pie abiem izcirtumiem gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā - samazinājusies. Kontroles slejas augšdaļā kalcija koncentrācija augsnes ūdenī abos dziļumos nebūtiski palielinājusies, bet kontroles slejas apakšdaļā - palikusi iepriekšējā gada līmenī (Attēls 1.41).

Vilkukalnā magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.303 līdz 9.815 mg L⁻¹ (vidēji 3.881 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.162 līdz 9.355 mg L⁻¹ (vidēji 4.061 mg L⁻¹) (Tabula 1.3). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā palielinājusies, taču nebūtiski. Arī izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasas, magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā palielinājusies, 30 cm dziļumā palielinājums ir būtisks ($p=0.027$). Visās slejās nogāzes augšdaļā magnija jonu koncentrācija bija zemāka nekā nogāzes apakšdaļā (Attēls 1.41).

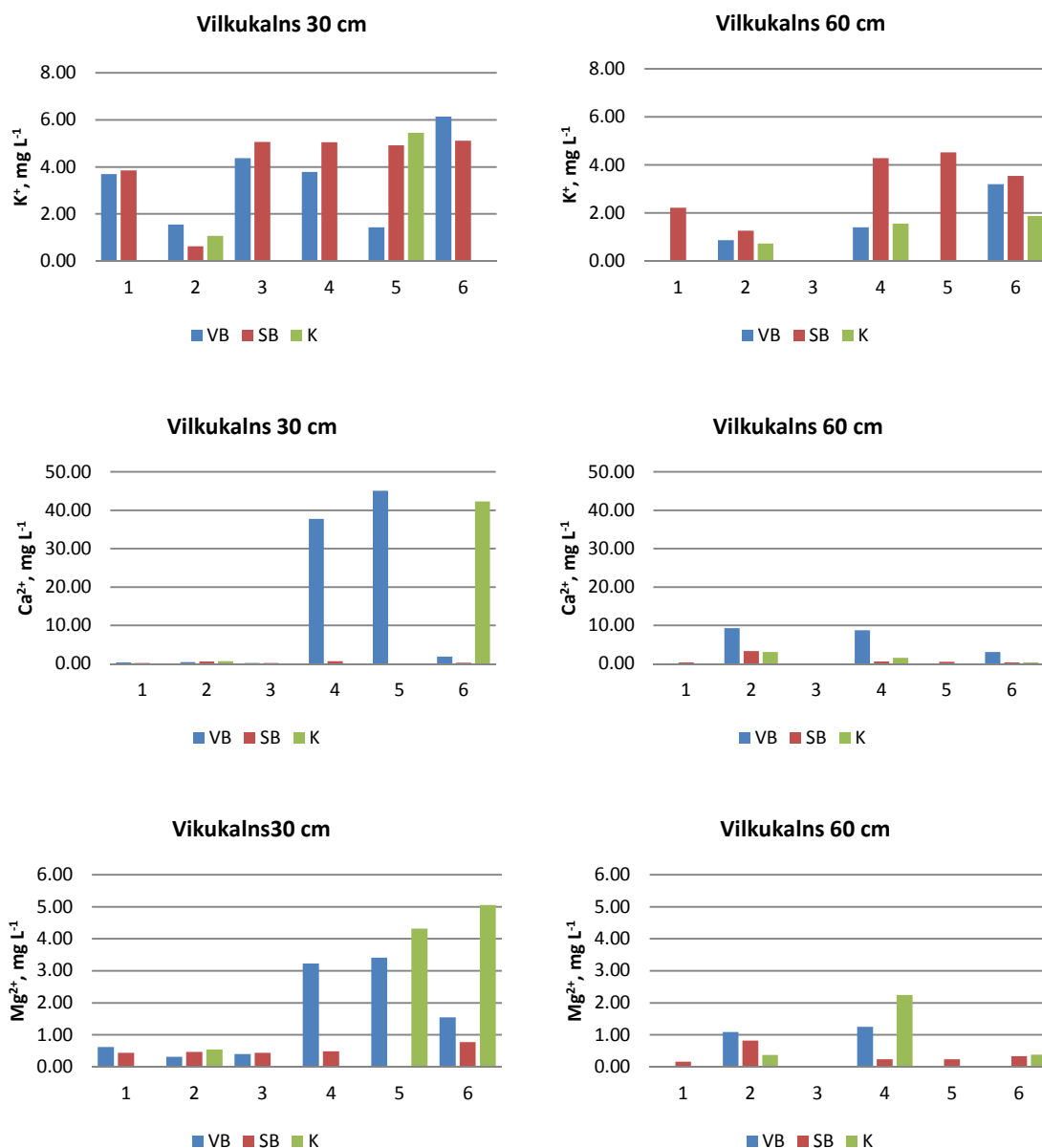


Attēls 1.41. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Vilkukalns

Vilkukalnā augsnes ūdens kālija jonu koncentrācija novērojumu perioda gaitā visizteiktāk svārstījās 30 cm dziļumā platībā, kur izvēkta visa biomasa (Attēls 1.42). Izcirtumā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, kālija jonu koncentrācija novērojumu periodā saglabājusies visai līdzīga, izņemot krasu samazinājumu jūnijā (30 cm dziļumā).

Augsta augsnes ūdens kalcija jonu koncentrācija konstatēta augustā un septembrī izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa (30 cm dziļumā), kā arī šajā pašā dziļumā kontroles platībā (Attēls 1.42). Arī 60 cm dziļumā kalcija jonu koncentrācija vairākos periodos visaugstākā bija tieši šajā platībā.

Līdzīga tendence vērojama, aplūkojot magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī. Arī šajā gadījumā visizteiktākās svārstības novērojamas izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, pie tam 30 cm dziļumā (Attēls 1.42). Kontroles platībā 30 cm dziļumā septembrī un oktobrī konstatēts augsnes ūdens magnija jonu koncentrācijas pieaugums.

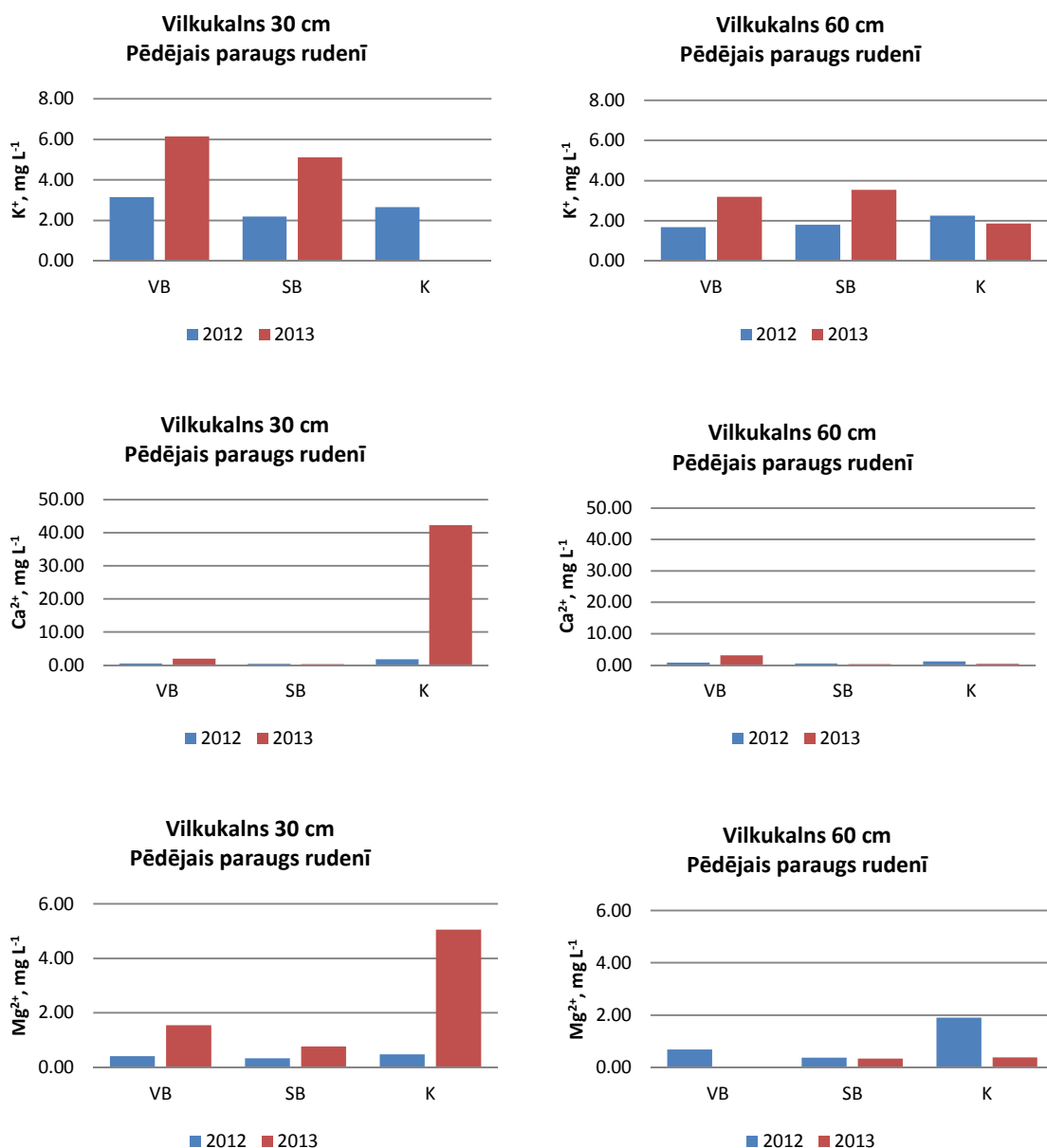


Attēls 1.42. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Vilkukalns (VB - visa biomasa; SB - stumbra biomasa; K - kontrole)

Kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2013.gada rudenī platībās, kur veikta saimnieciskā darbība, gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā bija augstāka nekā 2012.gada rudenī, bet kontroles platībā 60 cm dziļumā - nedaudz zemāka (Attēls 1.43). Salīdzināt paraugus kontroles platībā 30 cm dziļumā nav iespējams, jo nav datu par 2013.gadu.

Kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī platībā, kur veikta kailcirte ar visas biomasas izvākšanu, 2013.gada rudenī abos dziļumos bija nedaudz augstāka nekā 2012.gada rudenī (Attēls 1.43). Platībā, kur izvākta tikai stumbru biomas, kalcija jonu koncentrācijas 2012.un 2013.gada bija visai līdzīgas, tāpat arī kontroles platībā 60 cm dziļumā. Kontroles platībā 30 cm dziļumā, savukārt 2013.gada rudenī novērota patlaban neizskaidrojama vairākkārtēja kalcija jonu koncentrācijas paaugstināšanās, salīdzinot ar iepriekšējā gada rudenī.

30 cm dziļumā ievāktajos augsnes ūdens paraugos gan saimnieciskās darbības ietekmētajās platībās, gan kontroles platībā 2013.gada rudenī magnija jonu koncentrācija bijusi augstāka nekā 2012.gada rudenī (Attēls 1.43). 60 cm dziļumā platībā, kur izvākta stumbru biomas, augsnes ūdens magnija jonu koncentrācija 2013.gada ir līdzīga 2012.gadā konstatētajai, savukārt kontroles platībā tā ir samazinājusies.

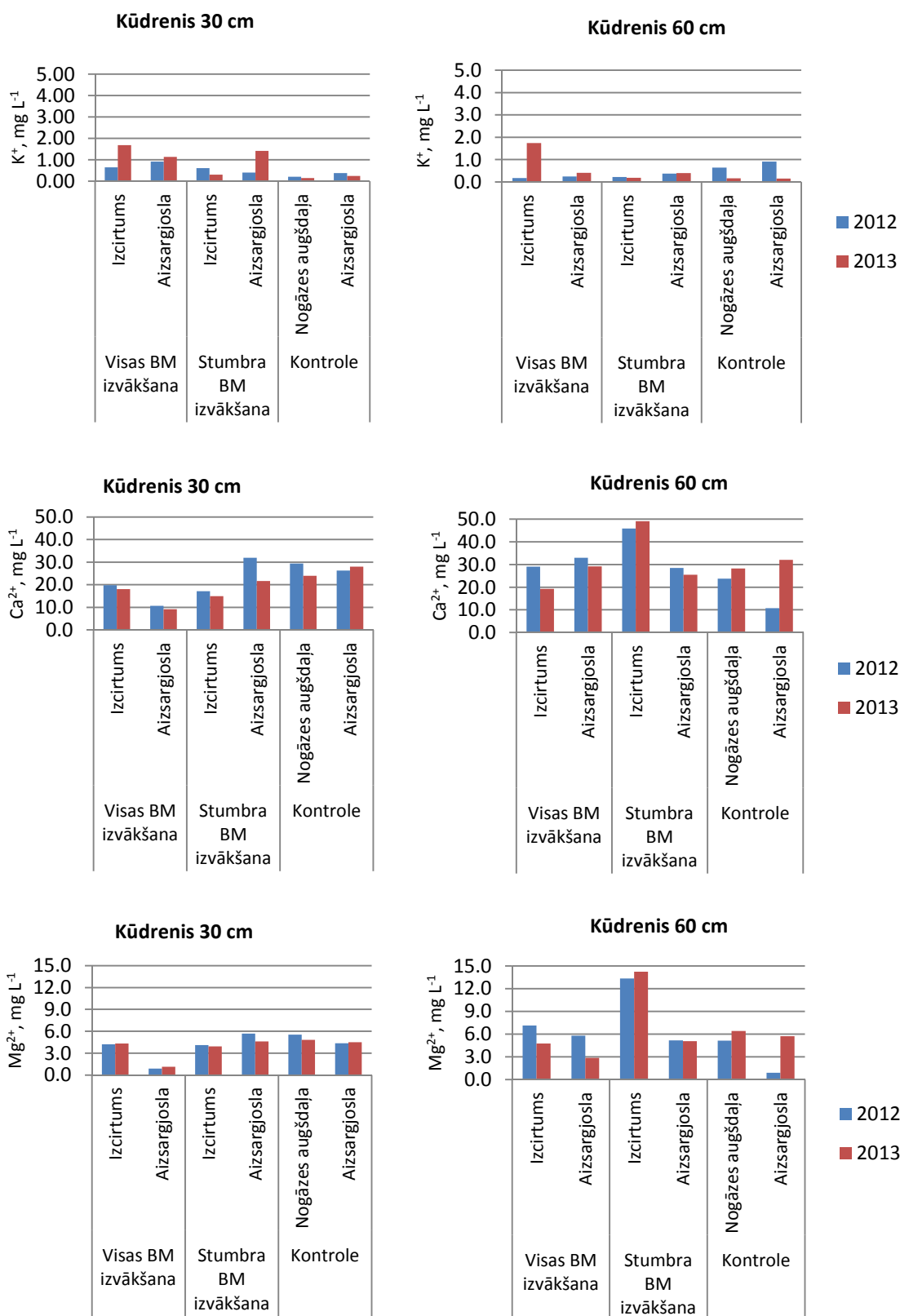


Attēls 1.43. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Vilkukalns (VB - visa biomas; SB - stumbru biomas; K - kontrole)

Kūdrenī kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.067 līdz 6.320 mg L⁻¹ (vidēji 0.660 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.060 līdz 5.577 mg L⁻¹ (vidēji 0.438 mg L⁻¹) (Tabula 1.4). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā nedaudz palielinājusies. Būtisks kālija jonu koncentrācijas samazinājums konstatēts izcirtumā, kur izvākta stumbra biomasa, 30 cm dziļumā ($p=0.024$). (Attēls 1.44).

Kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī šajā objektā 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.263 līdz 54.175 mg L⁻¹ (vidēji 20.458 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.528 līdz 75.590 mg L⁻¹ (vidēji 31.387 mg L⁻¹) (Tabula 1.4). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā nedaudz samazinājusies. Platībā, kur izvākta stumbra biomasa, kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā samazinājusies, bet 60 cm dziļumā - palielinājusies, taču abos gadījumos nebūtiski (Attēls 1.44). Būtiskas kalcija koncentrācijas izmaiņas šajā objektā vērojamas tikai kontroles platībā, kur koncentrācija samazinājusies ($p=0.003$).

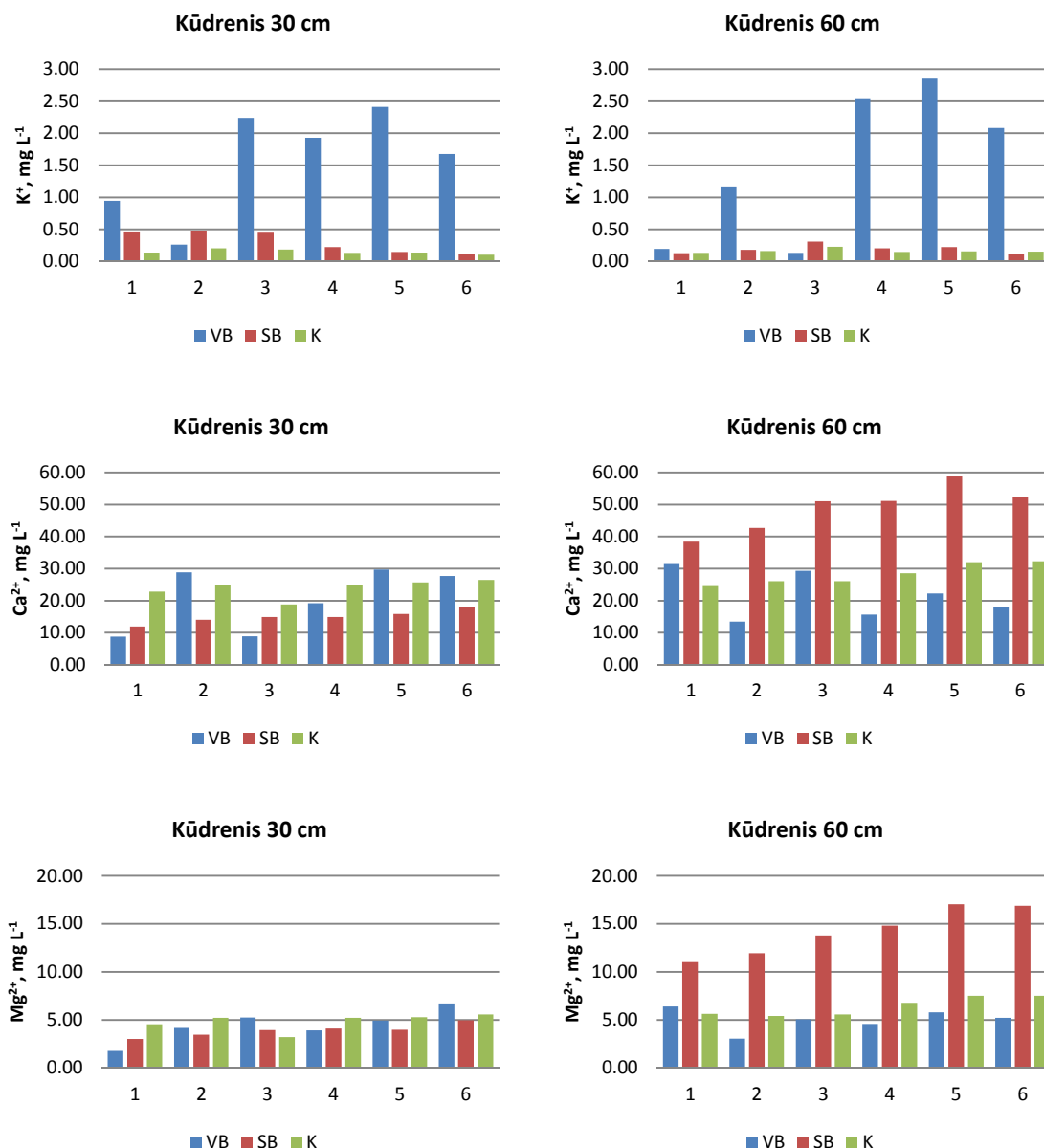
Kūdrenī magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.397 līdz 11.360 mg L⁻¹ (vidēji 4.186 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.000 līdz 22.800 mg L⁻¹ (vidēji 6.980 mg L⁻¹) (Tabula 1.4). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā saglabājusies iepriekšējā gada līmenī, bet 60 cm dziļumā nedaudz samazinājusies. Arī izcirtumā, kur izvākta stumbra biomasa, magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā bija tāda pati kā 2012.gadā, bet 60 cm dziļumā tā nedaudz palielinājusies. (Attēls 1.44). Izmaiņas nevienā gadījumā nav būtiskas.



Attēls 1.44. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Kūdrenis

Kūdrenī vismazākās augsnes ūdens kālija jonu koncentrācijas sezonālās izmaiņas vērojamas kontroles platībā (Attēls 1.45). Platībā, kur izvākta stumbru biomasa, 30 cm dziļumā novērojumu perioda gaitā kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī pakāpeniski samazinājusies. Visaugstākās augsnes ūdens kālija jonu koncentrācijas un arī visizteiktākās sezonālās svārstības vērojamas izcirtumā, kur izvākta visa biomasa.

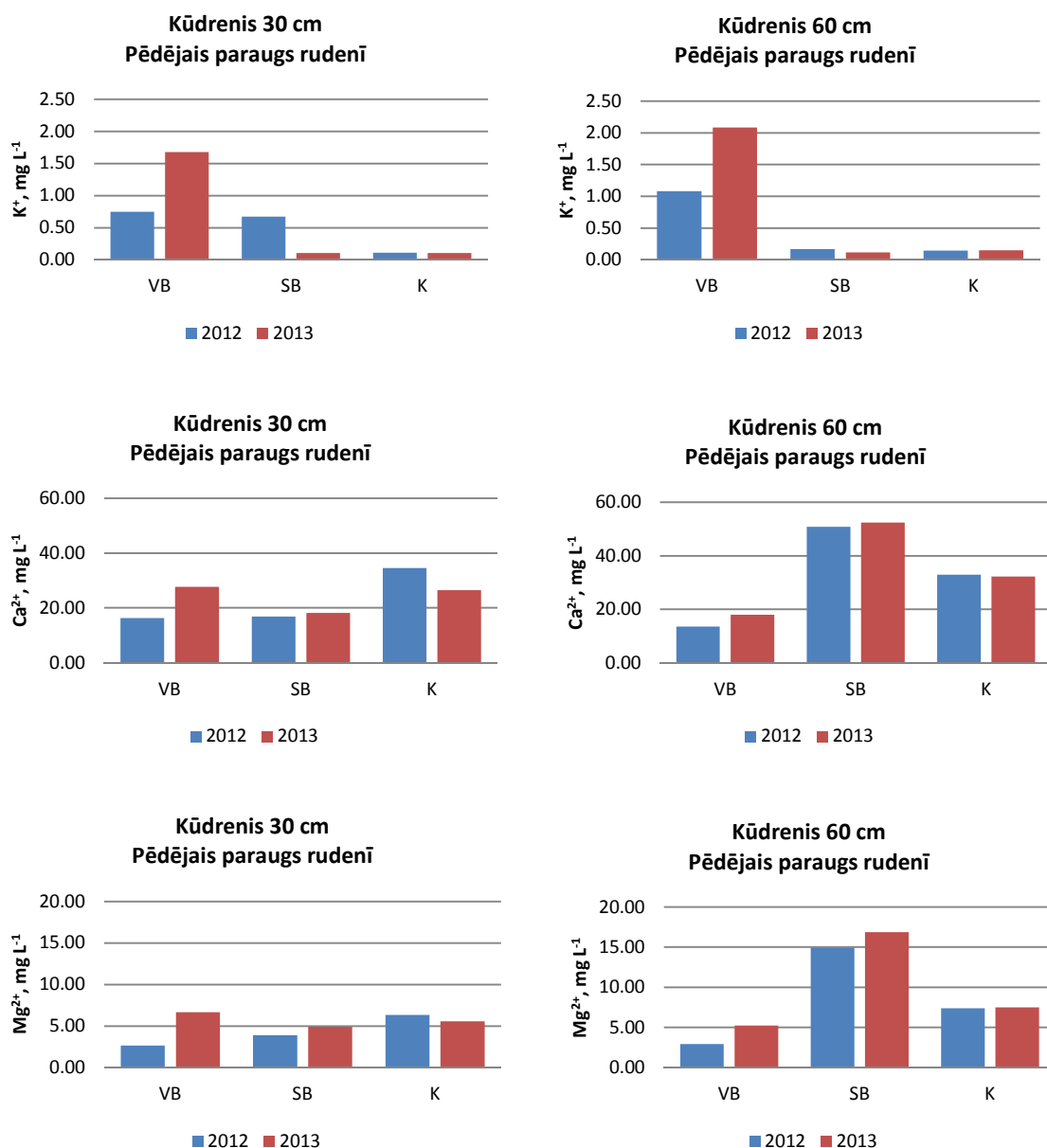
Šajā pašā platībā konstatētas arī visizteiktākās kalcija un magnija jonu koncentrācijas sezonālās svārstības augsnes ūdenī (Attēls 1.45). 30 cm dziļumā vismazākās sezonālās kalcija un magnija jonu koncentrācijas atšķirības konstatētas platībā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa. Savukārt 60 cm dziļumā visa novērojumu perioda gaitā šajā platībā vērojama paaugstināta Ca^{2+} un Mg^{2+} koncentrācija ar tendenci pieaugt pēdējos paraugu ņemšanas mēnešos. Papildus ietekmējošs faktors bez saimnieciskās darbības ietekmes varētu būt arī pētījuma objekta lokalizācija un ar bāziskajiem katjoniem bagāto pazemes spiedes ūdeņu izkīlēšanās. Kontroles platībā abos dziļumos augsnes ūdens kalcija un magnija koncentrācijas novērojumu periodā saglabājušās visai stabilas.



Attēls 1.45. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Kūdrenis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kontroles platībā bāzisko katjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013.gada rudenī bija visai līdzīga, izņemot Ca^{2+} un Mg^{2+} koncentrāciju 30 cm dziļumā, kas 2013.gadā bija zemāka nekā 2012.gadā (Attēls 1.46). Platībā, kur izvēkta visa biomasa, augsnes ūdens kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija 2013.gada rudenī bija augstāka nekā 2012.gada rudenī. Platībā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2013.gada rudenī bija zemāka nekā 2012.gada rudenī,

pie tam 30 cm dziļumā atšķirība bija ievērojami lielāka. Kalcija koncentrācija augsnes ūdenī šajā platībā 2012.un 2013.gada rudenī bija visai līdzīga, bet magnija koncentrācija 2013.gada rudenī abos dziļumos bija lielāka nekā 2012.gada rudenī.

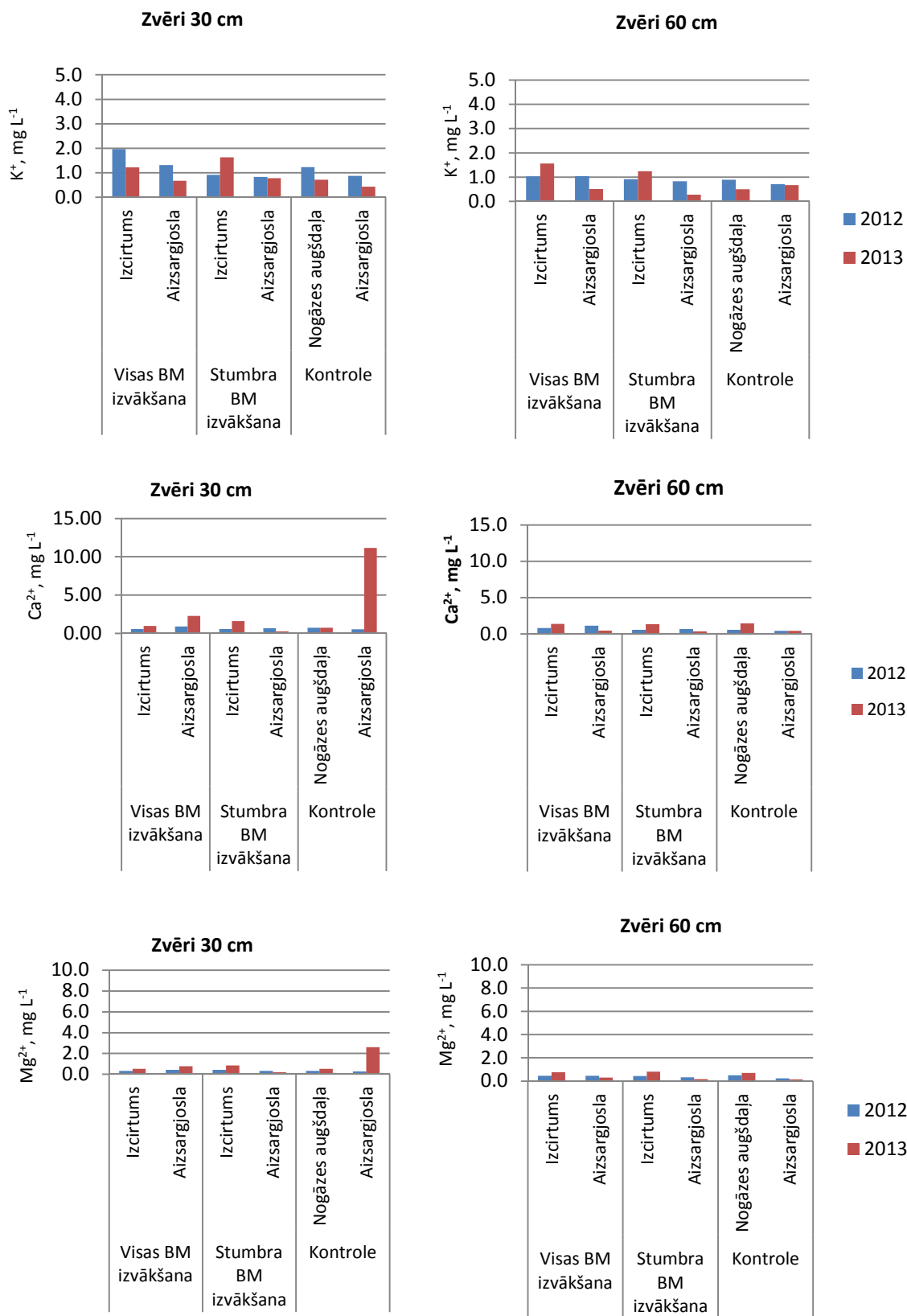


Attēls 1.46. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Kūdrenis (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Objektā Zvēri kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.182 līdz 4.575 mg L⁻¹ (vidēji 1.148 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.210 līdz 3.130 mg L⁻¹ (vidēji 0.984 mg L⁻¹) (Tabula 1.5). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā nedaudz samazinājusies, bet 60 cm dziļumā - būtiski palielinājusies (p=0.009). Izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa, kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī palielinājusies gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā, taču atšķirības nav būtiskas. Aizsargjoslās, kā arī kontroles slejā kālija jonu koncentrācija samazinājusies vai palikusi iepriekšējā gada līmenī (Attēls 1.47). Kontroles slejas augšdaļā 60 cm dziļumā kālija koncentrācijas samazinājums ir būtisks (p=0.042).

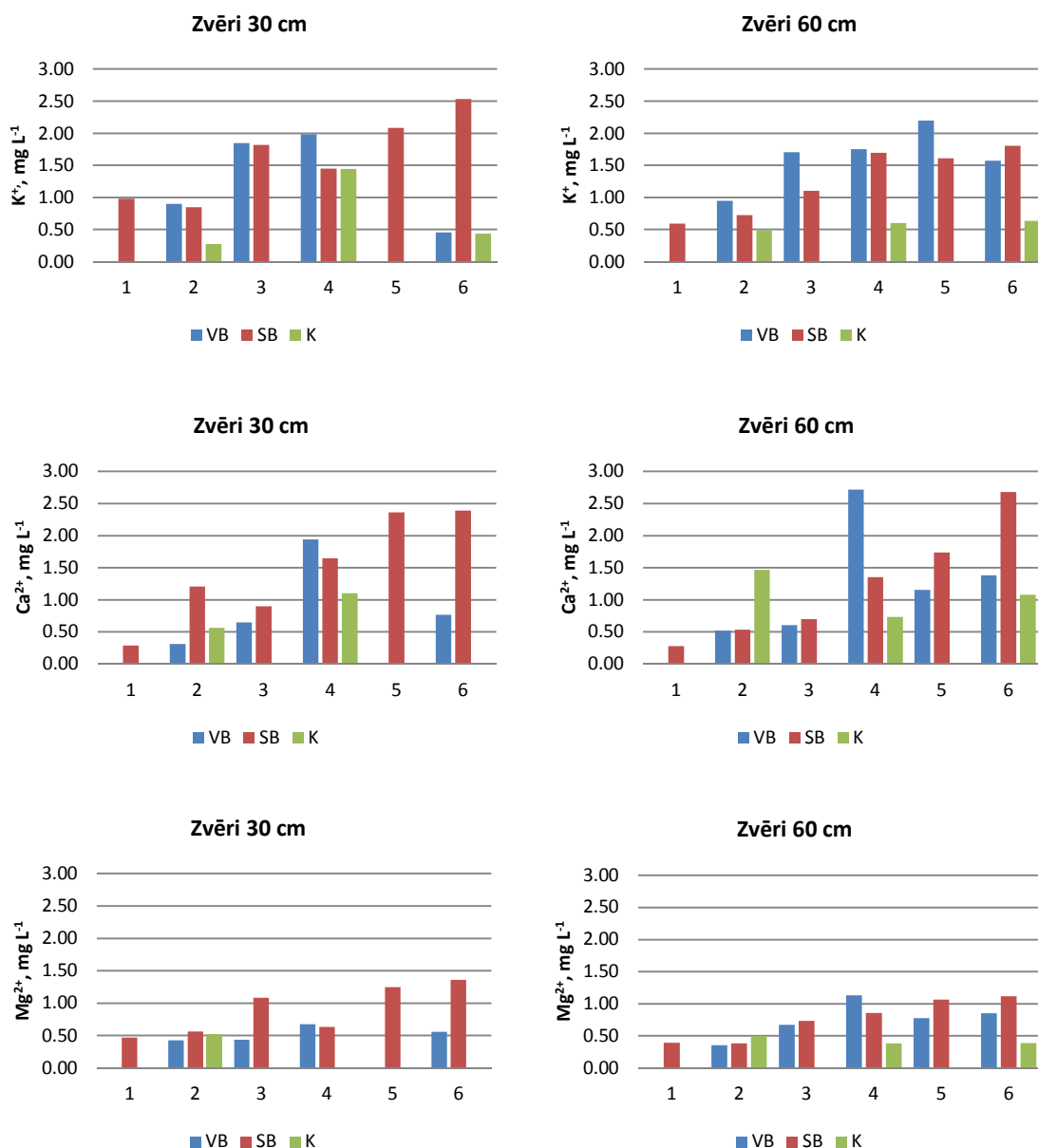
Objektā Zvēri kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.158 līdz 33.100 mg L⁻¹ (vidēji 2.248 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.049 līdz 4.675 mg L⁻¹ (vidēji 1.050 mg L⁻¹) (Tabula 1.5). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā nebūtiski palielinājusies. Arī izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasas, kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā palielinājusies, pie tam augsnes virsējā slānī - būtiski (p=0.020). Kontroles slejas apakšdaļā 30 cm dziļumā konstatēts ievērojams augsnes ūdens kalcija jonu koncentrācijas pieaugums 30 cm dziļumā, salīdzinot ar 2012.gadu (Attēls 1.47).

Objektā Zvēri magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 30 cm dziļumā 2013.gadā svārstījās no 0.126 līdz 7.420 mg L⁻¹ (vidēji 0.864 mg L⁻¹), bet 60 cm dziļumā - no 0.054 līdz 1.960 mg L⁻¹ (vidēji 0.592 mg L⁻¹) (Tabula 1.5). Platībā, kur veikta visas biomasas izvākšana, magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā būtiski palielinājusies (attiecīgi p=0.014 un p=0.020). Arī izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasas, magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā palielinājusies (attiecīgi p=0.015 un p=0.005). (Attēls 1.47). Būtisks magnija jonu koncentrācijas pieaugums vērojams arī kontroles platībā 30 cm dziļumā (p=0.042).



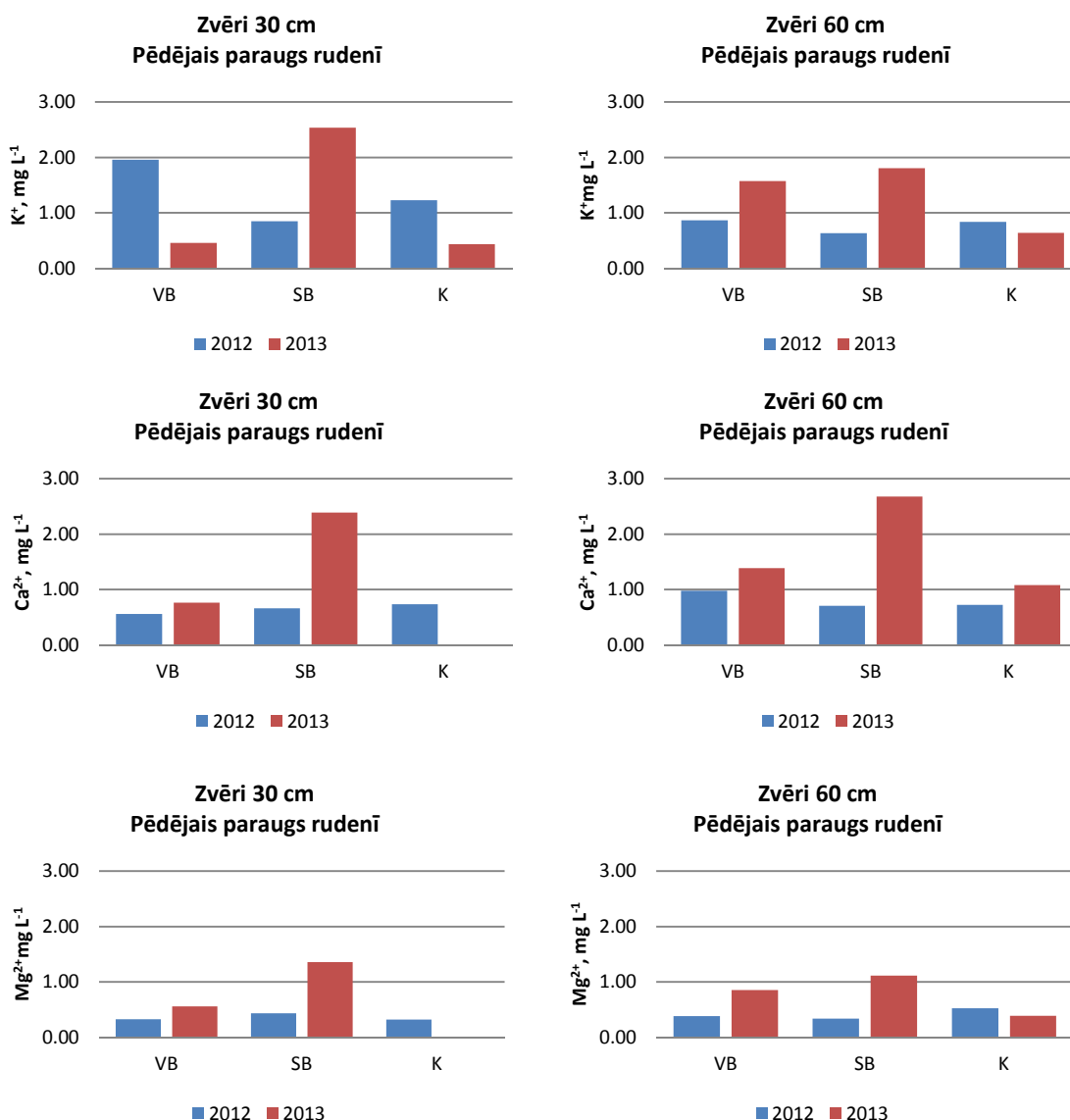
Attēls 1.47. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā objektā Zvēri

Platībā, kur izvākta stumbru biomasa, novērojumu perioda laikā bāzisko katjonu koncentrācijai augsnes ūdenī bija tendence palielināties abos dziļumos (Attēls 1.48). Visizteiktākās svārstības novērojumu perioda laikā novērojamas K^+ un Ca^{2+} jonu koncentrācijai platībā, kur izvākta visa biomasa. Magnija jonu koncentrācija savukārt šajā platībā saglabājusies samērā līdzīga.



Attēls 1.48. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī novērojumu perioda laikā 2013.gadā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbra biomasa; K - kontrole)

Kontroles platībā kālija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2013.gada rudenī abos dziļumos bija zemāka nekā 2012.gada rudenī, tāpat arī magnija jonu koncentrācija 60 cm dziļumā (Attēls 1.49). Platībā, kur izvēkta visa biomasa, bāzisko katjonu koncentrācija augsnes ūdenī 2013.gada rudenī gandrīz visos gadījumos bija augstāka nekā 2012.gada rudenī, izņemot K⁺ koncentrāciju 30 cm dziļumā, kas samazinājusies. Platībā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa, bāzisko katjonu koncentrācija visos gadījumos 2013.gada rudenī bija augstāka nekā 2012.gada rudenī.



Attēls 1.49. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī 2012.un 2013. gadā pēdējā rudenī ņemtajā paraugā objektā Zvēri (VB - visa biomasa; SB - stumbru biomasa; K - kontrole)

Kālija jonu vidējā koncentrācija augsnes ūdenī objektā Vilkukalns 2013.gada novērojumu periodā mainījās no 1.2 mg L^{-1} kontroles platībā līdz 4.3 mg L^{-1} platībā, kur izvākta stumbru biomasa. Kūdrēnī kālija jonu koncentrācija mainījās no 0.12 mg L^{-1} kontroles platībā līdz 1.7 mg L^{-1} platībā, kur izvākta visa biomasa. Objektā Zvēri vidējās koncentrācijas bija no 0.5 mg L^{-1} kontroles platībā līdz 1.6 mg L^{-1} izcirtumos. Kalcija jonu vidējā koncentrācija objektā Vilkukalns viszemākā bija platībā, kur izvākta stumbru biomasa, - 0.4 mg L^{-1} , abos pārējos parauglaukumos tā bija ievērojami augstāka - vidēji 11.0 mg L^{-1} . Kūdrēnī vidēji augstākā kalcija jonu koncentrācija konstatēta platībā, kur veikta kailcirte ar stumbra biomasas izvākšanu, - 49.1 mg L^{-1} . Objektā Zvēri kalcija jonu vidējā koncentrācija augsnes ūdenī bija ievērojami zemāka un mainījās no 0.7 mg L^{-1} kontroles platībā līdz 1.6 mg L^{-1} platībā, kur izvākta stumbru biomasa. Objektā Vilkukalns vidēji viszemākā magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī bija platībā, kur izvākta stumbru biomasa, - 0.5 mg L^{-1} , bet visaugstākā vidējā magnija jonu koncentrācija šajā objektā konstatēta kontroles platībā - 2.4 mg L^{-1} . Kūdrēnī vidēji visaugstākā magnija jonu koncentrācija konstatēta platībā, kur izvākta stumbru biomasa, - 14.3 mg L^{-1} . Objektā Zvēri magnija jonu koncentrācija vidēji bija viszemākā un mainījās no 0.5 mg L^{-1} kontroles platībā līdz 0.8 mg L^{-1} platībā, kur

izvākta stumbru biomasa. Objektos sausieņu mežos bāzisko katjonu koncentrācijai augsnes ūdenī pēc kailcirtes ir tendence palielināties, magnija koncentrācija augsnes ūdenī objektā Zvēri palielinājusies arī kontroles platībā.

Tabula 1.3

Ķīmisko rādītāju minimālās, maksimālās un vidējās vērtības augsnes ūdenī objektā Vilkukalns (VB - izcirtums ar visas biomasas izvākšanu, SB - izcirtums ar stumbra biomasas izvākšanu; K - kontrole; VB A - aizsargjosla izcirtumam ar visas biomasas izvākšanu; SB A - aizsargjosla izcirtumam ar stumbra biomasas izvākšanu; K A - aizsargjosla kontroles slejai)

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
pH 30 cm	Min	4,7	5,6	4,7	6,1	5,7	5,0	7,3
	Max	8,2	8,1	7,9	7,9	8,1	7,7	8,2
	Vidēji	6,9	6,7	6,4	7,4	6,8	6,2	7,7
pH 60 cm	Min	6,0	6,3	6,6	6,7	6,7	6,0	7,3
	Max	8,3	7,6	7,9	7,7	8,1	7,9	8,3
	Vidēji	7,2	6,8	7,2	7,4	7,2	6,9	7,7
N-NO ₃ ⁻ 30 cm	Min	0,002	0,002	0,011	0,033	0,061	0,002	0,002
	Max	5,457	5,457	3,661	0,712	0,318	0,541	0,320
	Vidēji	0,775	2,175	1,771	0,286	0,180	0,212	0,072
N-NO ₃ ⁻ 60 cm	Min	0,002	0,029	0,015	0,013	0,040	0,007	0,002
	Max	7,770	3,261	6,277	1,417	7,770	0,249	0,157
	Vidēji	0,549	0,760	1,528	0,431	1,145	0,082	0,059
P-PO ₄ ³⁻ 30 cm	Min	0,000	0,000	0,000	0,002	0,004	0,000	0,000
	Max	0,214	0,066	0,214	0,048	0,035	0,014	0,019
	Vidēji	0,018	0,013	0,056	0,018	0,020	0,005	0,006
P-PO ₄ ³⁻ 60 cm	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
	Max	0,054	0,009	0,054	0,015	0,022	0,015	0,038
	Vidēji	0,010	0,004	0,016	0,006	0,012	0,007	0,012
N-NH ₄ ⁺ 30 cm	Min	0,000	0,001	0,000	0,006	0,001	0,001	0,000
	Max	2,028	0,520	2,028	0,012	0,100	0,099	0,024
	Vidēji	0,100	0,121	0,435	0,010	0,019	0,016	0,007
N-NH ₄ ⁺ 60 cm	Min	0,000	0,006	0,006	0,006	0,001	0,000	0,000
	Max	0,840	0,098	0,106	0,840	0,026	0,057	0,020
	Vidēji	0,035	0,035	0,030	0,167	0,007	0,023	0,006
K ⁺ 30 cm	Min	0,142	0,748	0,629	0,719	0,208	0,142	0,179
	Max	7,550	7,550	6,930	5,450	2,152	1,175	0,709
	Vidēji	1,847	3,848	4,349	3,078	0,637	0,607	0,416

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
K ⁺ 60 cm	Min	0,173	0,704	0,369	0,341	0,174	0,295	0,173
	Max	4,523	3,355	4,523	1,872	1,232	1,377	0,898
	Vidēji	1,046	1,817	2,615	1,216	0,577	0,844	0,522
Ca ²⁺ 30 cm	Min	0,141	0,199	0,178	0,395	0,141	0,342	19,965
	Max	45,050	45,050	1,245	42,315	32,630	17,960	40,670
	Vidēji	16,506	10,999	0,445	11,068	19,305	6,885	32,250
Ca ²⁺ 60 cm	Min	0,000	3,083	0,000	0,243	0,314	0,353	23,920
	Max	41,555	11,544	9,845	5,942	30,895	24,920	41,555
	Vidēji	16,097	7,613	1,553	1,928	14,715	9,673	33,712
Mg ²⁺ 30 cm	Min	0,303	0,303	0,436	0,350	0,413	0,368	4,960
	Max	9,815	3,415	0,770	5,055	6,975	5,300	9,815
	Vidēji	3,881	1,421	0,517	2,360	4,289	2,343	7,482
Mg ²⁺ 60 cm	Min	0,162	1,020	0,162	0,370	0,383	0,223	5,820
	Max	9,355	1,249	1,514	3,335	6,570	8,535	9,355
	Vidēji	4,061	1,138	0,488	1,312	3,197	3,065	7,701
N _{kop.} 30 cm	Min	0,080	0,340	0,550	0,300	0,460	0,300	0,080
	Max	7,380	7,380	7,330	1,970	1,770	2,970	1,230
	Vidēji	1,467	2,792	3,412	0,965	0,975	0,906	0,285
N _{kop.} 60 cm	Min	0,070	0,390	0,170	0,160	0,300	0,080	0,070
	Max	6,970	3,770	6,970	2,880	0,750	0,950	0,220
	Vidēji	0,851	1,248	2,911	1,080	0,489	0,364	0,130

Tabula 1.4

Ķīmisko rādītāju vērtības augsnes ūdenī objektā Kūdrenis (VB - izcirtums ar visas biomasas izvākšanu, SB - izcirtums ar stumbra biomasas izvākšanu; K - kontrole; VB A - aizsargjosla izcirtumam ar visas biomasas izvākšanu; SB A - aizsargjosla izcirtumam ar stumbra biomasas izvākšanu; K A - aizsargjosla kontroles slejai)

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
pH 30 cm	Min	4,4	4,4	6,7	7,1	4,7	6,6	6,3
	Max	8,4	7,4	8,4	8,2	7,0	8,0	7,9
	Vidēji	7,0	5,8	7,6	7,5	6,2	7,2	7,1
pH 60 cm	Min	5,0	5,0	6,0	7,1	5,5	6,6	6,7
	Max	8,5	7,7	8,5	8,1	7,3	7,9	8,0
	Vidēji	7,2	6,4	7,8	7,5	6,5	7,0	7,3
N-NO ₃ ⁻ 30 cm	Min	0,019	0,622	0,129	0,019	0,200	0,020	0,023
	Max	18,355	18,355	9,423	3,527	14,481	9,333	12,353

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
	Vidēji	4,023	8,683	1,842	1,235	5,981	4,826	4,370
N-NO ₃ ⁻ 60 cm	Min	0,002	0,252	0,076	0,008	1,903	0,002	0,007
	Max	20,281	16,156	3,037	0,263	20,281	6,062	10,246
	Vidēji	2,902	6,466	0,902	0,104	8,089	0,955	2,151
P-PO ₄ ³⁻ 30 cm	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
	Max	0,372	0,020	0,014	0,027	0,202	0,372	0,049
	Vidēji	0,017	0,009	0,005	0,007	0,041	0,061	0,017
P-PO ₄ ³⁻ 60 cm	Min	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,003
	Max	0,087	0,030	0,017	0,087	0,011	0,030	0,054
	Vidēji	0,015	0,013	0,004	0,028	0,004	0,017	0,017
N-NH ₄ ⁺ 30 cm	Min	0,003	0,006	0,007	0,003	0,006	0,005	0,008
	Max	1,059	0,766	0,030	0,184	1,059	0,102	0,044
	Vidēji	0,065	0,164	0,015	0,021	0,237	0,027	0,016
N-NH ₄ ⁺ 60 cm	Min	0,001	0,001	0,004	0,005	0,002	0,007	0,005
	Max	0,493	0,493	0,277	0,094	0,085	0,080	0,042
	Vidēji	0,040	0,129	0,044	0,026	0,024	0,018	0,014
K ⁺ 30 cm	Min	0,067	0,113	0,067	0,084	0,174	0,085	0,101
	Max	6,320	4,637	0,915	0,271	3,377	6,320	0,742
	Vidēji	0,660	1,682	0,313	0,150	1,130	1,415	0,244
K ⁺ 60 cm	Min	0,060	0,096	0,060	0,100	0,099	0,133	0,070
	Max	5,577	5,577	0,461	0,265	0,919	1,515	0,296
	Vidēji	0,438	1,741	0,192	0,161	0,405	0,397	0,150
Ca ²⁺ 30 cm	Min	0,263	0,263	7,837	12,440	0,800	1,621	21,345
	Max	54,175	54,175	23,130	28,940	26,325	29,110	34,390
	Vidēji	20,458	18,065	14,958	23,951	9,167	21,602	28,013
Ca ²⁺ 60 cm	Min	0,528	0,528	33,320	22,460	1,244	13,600	24,010
	Max	75,590	37,105	75,590	32,480	63,610	36,485	42,490
	Vidēji	31,387	19,234	49,080	28,242	29,177	25,450	32,105
Mg ²⁺ 30 cm	Min	0,397	0,397	1,434	0,842	0,570	3,870	2,965
	Max	11,360	11,360	8,175	6,100	2,005	5,535	6,035
	Vidēji	4,186	4,330	3,913	4,838	1,144	4,602	4,510
Mg ²⁺ 60 cm	Min	0,000	0,424	7,760	5,025	0,000	3,195	3,920
	Max	22,800	7,970	22,800	7,650	5,145	6,970	8,065
	Vidēji	6,980	4,755	14,247	6,404	2,862	5,087	5,726
N _{kop.} 30 cm	Min	1,130	1,170	1,130	1,400	2,000	2,250	2,540

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
	Max	43,610	43,610	9,930	8,390	25,310	17,270	20,040
	Vidēji	8,162	15,082	3,643	3,564	10,479	10,657	10,006
N _{kop.} 60 cm	Min	0,630	1,190	0,630	1,060	5,500	1,560	1,400
	Max	34,330	18,950	5,270	1,990	34,330	10,480	18,700
	Vidēji	5,379	9,226	2,092	1,283	14,696	4,259	5,623

Tabula 1.5

Ķīmisko rādītāju vērtības augsnes ūdenī objektā Zvēri (VB - izcirtums ar visas biomasas izvākšanu, SB - izcirtums ar stumbra biomasas izvākšanu; K - kontrole; VB A - aizsargjosla izcirtumam ar visas biomasas izvākšanu; SB A - aizsargjosla izcirtumam ar stumbra biomasas izvākšanu; K A - aizsargjosla kontroles slejai)

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
pH 30 cm	Min	5,3	6,6	5,3	6,6	6,4	5,9	6,3
	Max	7,6	7,1	7,1	7,1	7,6	6,9	7,3
	Vidēji	6,6	6,8	6,2	6,8	7,1	6,4	6,6
pH 60 cm	Min	5,1	5,7	5,1	6,5	6,8	6,5	5,9
	Max	7,8	7,4	7,0	7,1	7,8	6,9	7,6
	Vidēji	6,6	6,6	6,1	6,7	7,2	6,6	6,4
N-NO ₃ ⁻ 30 cm	Min	0,002	0,214	0,235	0,002	0,112	0,011	0,020
	Max	5,730	5,730	5,661	0,240	0,518	1,358	0,278
	Vidēji	1,232	1,875	2,774	0,074	0,327	0,121	0,146
N-NO ₃ ⁻ 60 cm	Min	0,011	0,198	0,262	0,108	0,019	0,011	0,015
	Max	8,311	3,061	8,311	0,317	1,021	0,963	0,163
	Vidēji	1,164	2,094	3,215	0,177	0,361	0,301	0,096
P-PO ₄ ³⁻ 30 cm	Min	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000
	Max	0,071	0,046	0,057	0,028		0,002	0,071
	Vidēji	0,012	0,012	0,009	0,014		0,001	0,023
P-PO ₄ ³⁻ 60 cm	Min	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	Max	0,043	0,018	0,011	0,021	0,043	0,025	0,013
	Vidēji	0,007	0,006	0,005	0,008	0,014	0,010	0,005
N-NH ₄ ⁺ 30 cm	Min	0,002	0,006	0,003	0,006	0,002	0,006	0,005
	Max	0,068	0,068	0,036	0,036	0,036	0,050	0,025
	Vidēji	0,017	0,029	0,014	0,017	0,016	0,020	0,010
N-NH ₄ ⁺ 60 cm	Min	0,001	0,002	0,002	0,006	0,001	0,006	0,006
	Max	0,156	0,042	0,156	0,069	0,053	0,017	0,023
	Vidēji	0,017	0,016	0,031	0,015	0,015	0,011	0,010

Parametrs	Vērtība	Viss objekts	VB	SB	K	VB A	SB A	K A
K ⁺ 30 cm	Min	0,182	0,361	0,415	0,272	0,668	0,210	0,182
	Max	4,575	2,442	4,575	1,443	0,668	1,767	0,565
	Vidēji	1,148	1,218	1,628	0,716	0,668	0,774	0,430
K ⁺ 60 cm	Min	0,210	0,734	0,363	0,215	0,490	0,210	0,308
	Max	3,130	2,196	3,130	0,823	0,526	0,312	1,323
	Vidēji	0,984	1,557	1,238	0,498	0,508	0,276	0,673
Ca ²⁺ 30 cm	Min	0,158	0,257	0,158	0,456	2,273	0,180	0,158
	Max	33,100	3,124	2,846	1,104	2,273	0,296	33,100
	Vidēji	2,248	0,954	1,602	0,743	2,273	0,241	11,146
Ca ²⁺ 60 cm	Min	0,049	0,231	0,278	0,264	0,364	0,140	0,049
	Max	4,675	3,804	4,675	2,304	0,555	0,613	0,793
	Vidēji	1,050	1,376	1,351	1,455	0,459	0,364	0,420
Mg ²⁺ 30 cm	Min	0,126	0,335	0,297	0,469	0,778	0,143	0,126
	Max	7,420	0,701	1,728	0,582	0,778	0,232	7,420
	Vidēji	0,864	0,537	0,848	0,525	0,778	0,202	2,602
Mg ²⁺ 60 cm	Min	0,054	0,227	0,282	0,512	0,285	0,115	0,054
	Max	1,960	1,426	1,960	0,866	0,332	0,201	0,255
	Vidēji	0,592	0,766	0,816	0,689	0,308	0,158	0,155
N _{kop.} 30 cm	Min	0,120	0,730	0,600	0,320	0,540	0,220	0,120
	Max	7,290	6,130	7,290	0,560	0,960	0,590	0,270
	Vidēji	1,894	2,243	3,817	0,413	0,750	0,325	0,212
N _{kop.} 60 cm	Min	0,120	0,600	0,620	0,140	0,410	0,200	0,120
	Max	9,370	3,290	9,370	0,670	1,570	0,980	0,340
	Vidēji	1,424	2,438	3,627	0,352	0,769	0,451	0,220

Objektā Damaksnis, salīdzinot 2012. gada un 2013.gada datus, tendence samazināties novērota nitrātjonu un fosfātjonu koncentrācijām, taču nitrātjonu koncentrācija samazinājusies gan izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, gan arī kontroles platībā. Pieaugošu tendenci uzrādīja kālija, kalcija un magnija jonu saturs, savukārt amonija jonu saturs saimnieciskās darbības skartajā platībā palielinājies, bet kontroles platībā - samazinājies. 2013. gadā šajā objektā tika konstatētas vairākas atšķirības starp atsevišķiem parauglaukumiem. Piemēram, augsnes ūdens pH vērtība 2013.gadā izcirtumā ar stumbru biomasas izvākšanu 60 cm dziļumā bija būtiski augstāka nekā izcirtumā ar visas biomasas izvākšanu ($p=0.025$), arī kontroles parauglaukumā 60 cm dziļumā tā bija augstāka nekā parauglaukumā, kur izvēkta visa biomasa ($p=0.027$). Būtiski atšķirās arī amonija jonu koncentrācija 30 cm dziļumā starp izcirtumu ar stumbru biomasas izvākšanu un kontroles platību, kontroles platībā tā bija zemāka ($p=0.033$). Kalcija jonu koncentrācija platībā, kur izvēkta visa biomasa, augsnes dziļākajā slānī bija būtiski augstāka, gan

salīdzinot ar platību, kur izvēkta tikai stumbru biomasa ($p=0.027$), gan, salīdzinot ar kontroles platību ($p=0.027$).

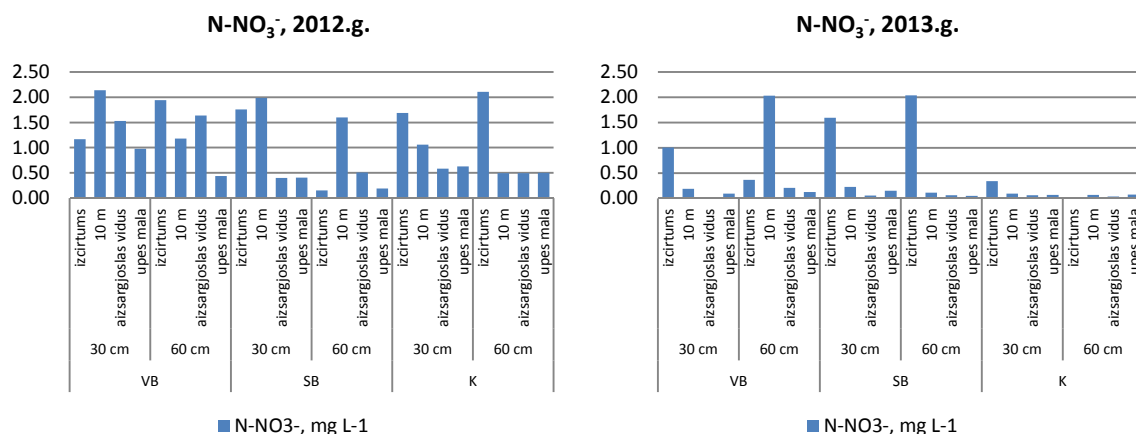
Objektā Kūdrenis pēc saimnieciskās darbības veikšanas būtiski samazinājušās augsnes ūdens nitrātjonu, fosfātjonu, amonija jonu un kālija jonu koncentrācijas platībā, kur izvēkta visa biomasa. Kontroles platībā novērota nitrātjonu, fosfātjonu, amonija jonu un kalcija jonu koncentrācijas samazināšanās, salīdzinot ar 2012.gadu. Izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, 30 cm dziļumā konstatēta augsnes ūdens pH vērtības palielināšanās. Salīdzinot augsnes ūdens ķīmisko sastāvu 2013.gadā starp atsevišķiem parauglaukumiem šā objekta ietvaros, secināts, ka pH vērtība platībā, kur izvēkta stumbru biomasa, abos dziļumos bija būtiski augstāka nekā izcirtumā ar visas biomasas izvākšanu (p -vērtība 0.000 abiem dziļumiem) un 60 cm dziļumā arī augstāka nekā kontroles platībā ($p=0.012$). Savukārt izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, augsnes ūdens pH vērtības bija būtiski zemākas nekā kontroles platībā (30 cm dziļumā $p=0.000$, 60 cm dziļumā $p=0.002$). Augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija parauglaukumā, kur izvēkta visa biomasa, bija būtiski augstāka nekā parauglaukumā, kur izvēkta stumbru biomasa (30 cm dziļumā $p=0.017$, 60 cm dziļumā $p=0.014$) un arī būtiski augstāka nekā kontroles parauglaukumā (30 cm dziļumā $p=0.004$, 60 cm dziļumā $p=0.000$). Parauglaukumā, kur izvēkta stumbru biomasa, augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija 60 cm dziļumā bija būtiski augstāka nekā kontroles parauglaukumā ($p=0.001$). Fosfātjonu koncentrācija 60 cm dziļumā gan platībā, kur izvēkta visa biomasa, gan kontroles platībā, bija būtiski augstāka nekā platībā, kur izvēkta tikai stumbru biomasa (p -vērtības attiecīgi 0.002 un 0.000). Amonija jonu koncentrācija izcirtumā ar visas biomasas izvākšanu virsējā augsnes slānī bija augstāka nekā izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, un kontroles platībā (p -vērtības attiecīgi 0.010 un 0.009). Kālija jonu koncentrācija izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, 30 cm dziļumā bija būtiski augstāka nekā izcirtumā ar stumbru biomasas izvākšanu ($p=0.026$) un kontroles platībā ($p=0.001$). Kalcija jonu koncentrācija augsnes virsējā slānī izcirtumā ar stumbru biomasas izvākšanu bija zemāka nekā kontroles platībā ($p=0.000$), bet 60 cm dziļumā - augstāka nekā izcirtumā ar visas biomasas izvākšanu un kontroles platībā (p -vērtības abos gadījumos 0.000). Arī magnija jonu koncentrācija augsnes virsējā slānī izcirtumā ar stumbru biomasas izvākšanu bija zemāka nekā kontroles platībā ($p=0.044$), bet 60 cm dziļumā - augstāka nekā izcirtumā ar visas biomasas izvākšanu un kontroles platībā (p -vērtības abos gadījumos 0.000).

Objektā Zvēri konstatēts visvairāk būtisku atšķirību starp augsnes ūdens ķīmisko sastāvu 2012.un 2013.gadā. Platībās, kur veikta saimnieciskā darbība, augsnes dziļākajos slāņos pH vērtība samazinājusies, bet kontroles platībā - palielinājusies. Kontroles platībā abos augsnes slāņos konstatēta nitrātjonu un amonija jonu koncentrācijas samazināšanās, 60 cm dziļumā - arī kālija koncentrācijas samazināšanās. Šajā objektā visos parauglaukumos konstatēta magnija koncentrācijas palielināšanās, izņemot kontroles platību 60 cm dziļumā. Apsaimniekotajos parauglaukumos palielinājusies arī kālija un kalcija jonu koncentrācija, tāpat nitrātjonu koncentrācija augsnes virsējā slānī izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, un augsnes ūdens pH vērtība izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa. Salīdzinot 2013.gada datus par augsnes ūdens ķīmisko sastāvu viena objekta ietvaros, konstatēts, ka augsnes ūdens pH gan platībā, kur izvēkta visa biomasa (30 cm dziļumā $p=0.009$, 60 cm dziļumā $p=0.040$), gan kontroles platībā (30 cm dziļumā $p=0.028$, 60 cm dziļumā $p=0.005$) bija augstāks nekā platībā, kur izvēkta stumbru biomasa. Savukārt nitrātjonu koncentrācija gan platībā, kur izvēkta visa biomasa (30 cm dziļumā $p=0.002$, 60 cm dziļumā $p=0.001$), gan platībā, kur izvēkta stumbru biomasa (30 cm dziļumā $p=0.001$, 60 cm dziļumā $p=0.000$), bija būtiski augstāka nekā kontroles platībā.

1.3.1.6. Aizsargjoslas ietekme uz biogēno elementu koncentrāciju

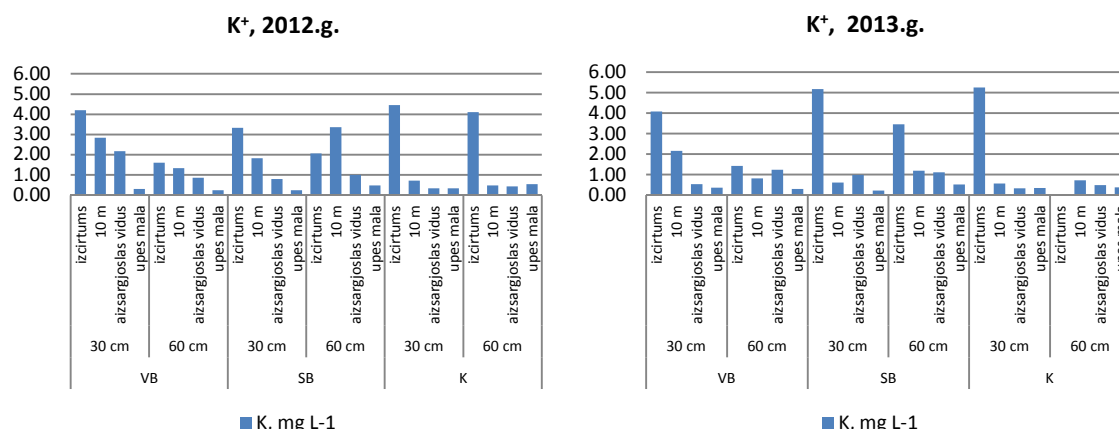
Lai konstatētu, kāda ir aizsargjoslas ietekme uz barības vielu saturu augsnes ūdenī, tika salīdzinātas elementu 2012.un 2013.gada novērojuma periodu vidējās koncentrācijas augsnes ūdenī trijās paraugu ņemšanas vietās aizsargjoslā un aizsargjoslai tuvākajā lizimetru pāri mežaudzē/izcirtumā.

Salīdzinot nitrātjonu koncentrāciju objektā Vilkukalns 2012.un 2013.gadā, aizsargjoslā tā ir samazinājusies visās paraugu ņemšanas vietās, izņemot augsnes dziļāko slāni 60 cm attālumā no izcirtuma malas, kur izvākta visa biomasa (Attēls 1.50). Izcirtumā pie aizsargjoslas malas nitrātjonu koncentrāciju vidējie rādītāji bija salīdzinoši augstāki nekā aizsargjoslā, tomēr atšķirība nevienā gadījumā nebija statistiski būtiska.



Attēls 1.50. Nitrātjonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Vilkukalns 2012.un 2013.gadā

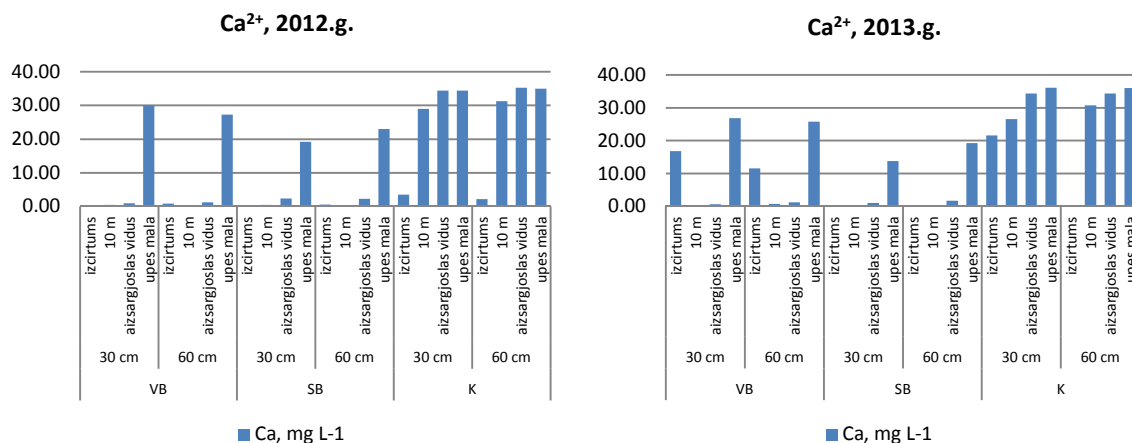
Kālija jonu koncentrācija gandrīz visos gadījumos 2012.gadā mežaudzē ņemtajos paraugos vidēji bija augstāka nekā aizsargjoslā, turklāt virzienā pa nogāzi uz leju kālija koncentrācijai bija tendence samazināties (Attēls 1.51). Pēc saimnieciskās darbības veikšanas izcirtumā tā saglabājusies iepriekšējā gada līmenī vai nedaudz paaugstinājusies, bet aizsargjoslā, salīdzinot ar periodu pirms kailcirtes, lielākajā daļā gadījumu samazinājusies. Atšķirībām starp atsevišķām paraugu ņemšanas vietām aizsargjoslā leļpus platībām, kur veikta kailcirte, ir tendence samazināties, salīdzinot ar iepriekšējo novērojumu periodu.



Attēls 1.51. Kālija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Vilkukalns 2012.un 2013.gadā

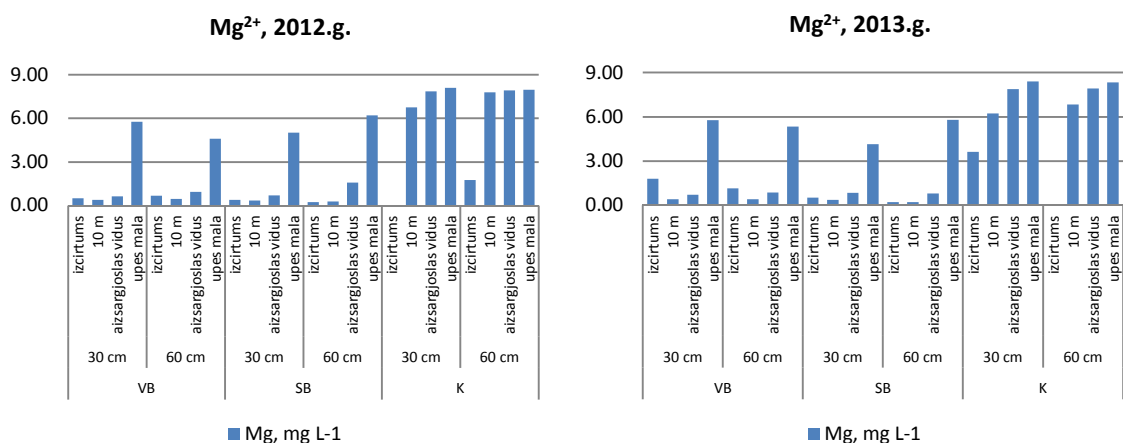
2012.gadā augsnes ūdens kalcija jonu koncentrācija abās slejās, kur tika plānota saimnieciskā darbība, visaugstākā bija paraugu ņemšanas vietā vistuvāk upei, bet kontroles slejā augsta kalcija jonu

koncentrācija tika konstatēta visas aizsargjoslas platumā (Attēls 1.52). Salīdzinot 2012.un 2013.gada datus, kalcija jonu koncentrācija pie upes saglabājusies aptuveni iepriekšējā gada līmenī, taču palielinājusies izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa. Kalcija jonu koncentrācijas paaugstināšanās gan konstatēta arī kontroles slejā mežaudzē virs aizsargjoslas. Arī pēc kailcirtes veikšanas visaugstākās kalcija jonu koncentrācijas saglabājās paraugu ņemšanas vietās pie upes.



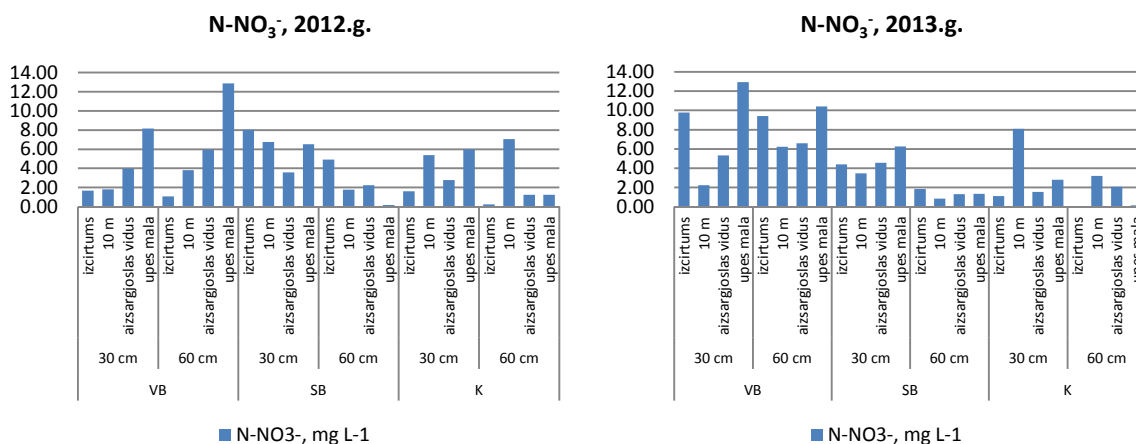
Attēls 1.52. Kalcija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Vilkukalns 2012.un 2013.gadā

Līdzīgi kā kalcija jonu gadījumā, novērojumu periodā pirms saimnieciskās darbības veikšanas visaugstākās magnija koncentrācijas konstatētas paraugu ņemšanas vietās vistuvāk upei un kontroles platībā visā aizsargjoslas platumā (Attēls 1.53). Pirmajā gadā pēc kailcirtes magnija koncentrācijas palielinājušās gan izcirtumos, gan arī 10 m attālumā no izcirtuma un aizsargjoslas vidū pie abiem izcirtumiem, taču relatīvi nedaudz. Paraugu ņemšanas vietās pie upes magnija koncentrācijas saglabājās visaugstākās arī pēc saimnieciskās darbības veikšanas. Augstais bāzisko katjonu saturs šajās paraugu ņemšanas vietās visticamāk skaidrojams ar hidroloģiskajām īpatnībām un upītes krastā esošajiem avotiem.



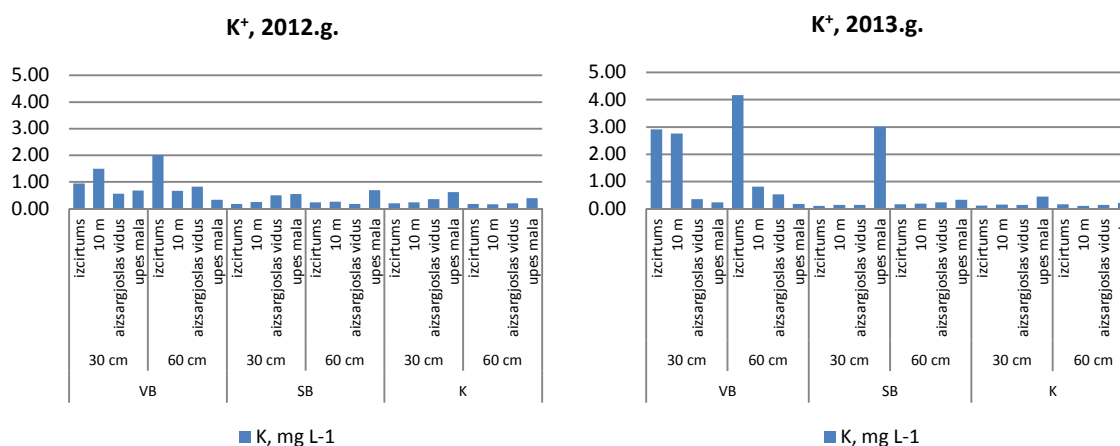
Attēls 1.53. Magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Vilkukalns 2012.un 2013.gadā

Objektā Kūdrenis visaugstākā augsnes ūdens nitrātjonu koncentrācija 2012.gadā pirms saimnieciskās darbības veikšanas konstatēta slejā, kur paredzēta visas biomasas izvēkšana, paraugu ņemšanas vietā vistuvāk ūdenstecei (Attēls 1.54). Pēc kailcirtes veikšanas paaugstinājusies nitrātjonu koncentrācija abos izcirtumos, kā arī augsnes dziļākajā slānī aizsargjoslā 10 m no izcirtuma malas blakus platībai, kur izvēkta visa biomasa.



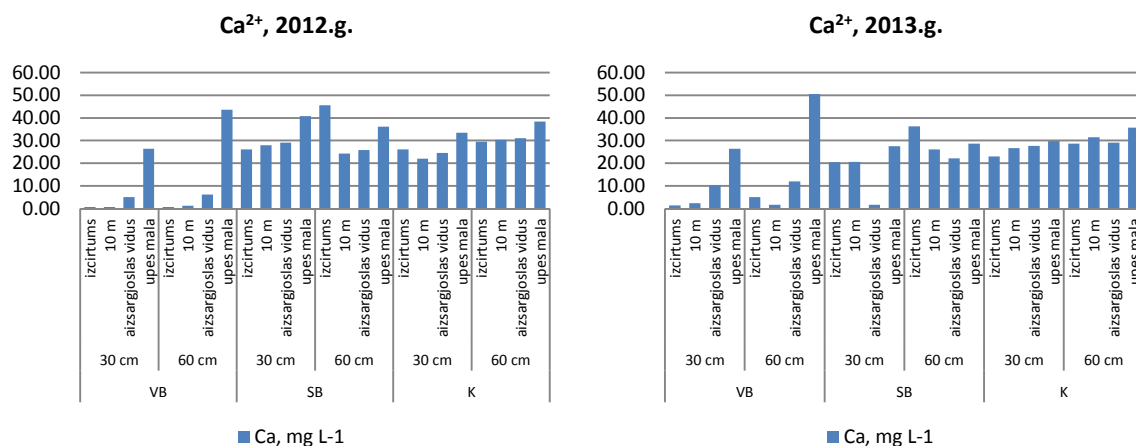
Attēls 1.54. Nitrātjonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Kūdrenis 2012.un 2013.gadā

Kālija jonu koncentrācija pēc saimnieciskās darbības veikšanas palielinājusies izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, kā arī aizsargjoslā blakus šim izcirtumam, 10 m no izcirtuma malas augsnes virsējā slānī (Attēls 1.55). Kālija jonu koncentrācijas pieaugums konstatēts arī aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvākta stumbru biomasa, paraugos, kas ņemti vistuvāk ūdenstecei. Pārējās paraugu ņemšanas vietās kālija jonu koncentrācijai, salīdzinot ar 2012.gadu, ir tendence samazināties.



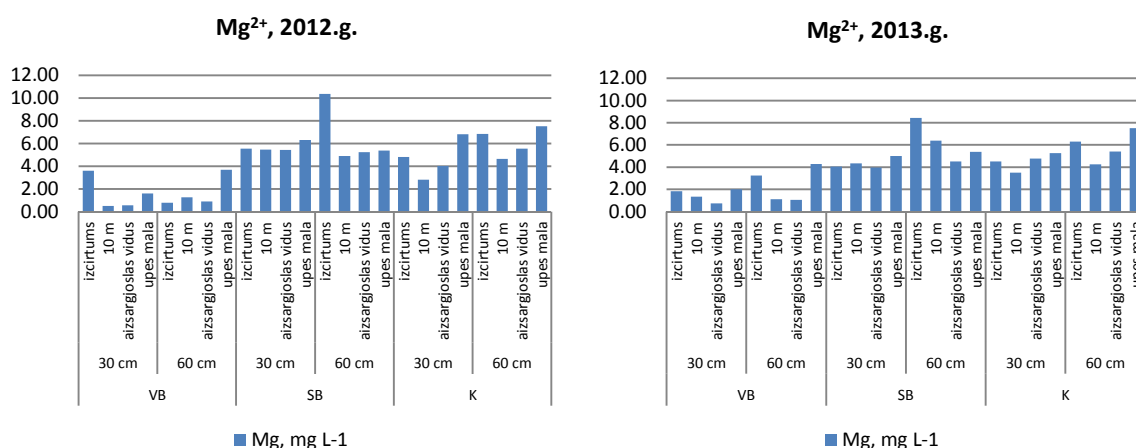
Attēls 1.55. Kālija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Kūdrenis 2012.un 2013.gadā

Pirms saimnieciskās darbības veikšanas 2012.gadā visaugstākās augsnes ūdens kalcija jonu koncentrācijas tika konstatētas paraugu ņemšanas vietās pie ūdenstece, kā arī mežaudzē slejā, kur plānots veikt kailcirti ar stumbru biomasas izvākšanu (Attēls 1.56). Pēc kailcirtes veikšanas kalcija jonu koncentrācija palielinājusies izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, bet samazinājusies izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa. Aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvākta visa biomasa, augsnes virsējā slānī kalcija jonu koncentrācija augsnes ūdenī nedaudz palielinājusies, salīdzinot ar 2013.gadu. Palielinājums konstatēts arī kontroles platības aizsargjoslā augsnes virsējā slānī.



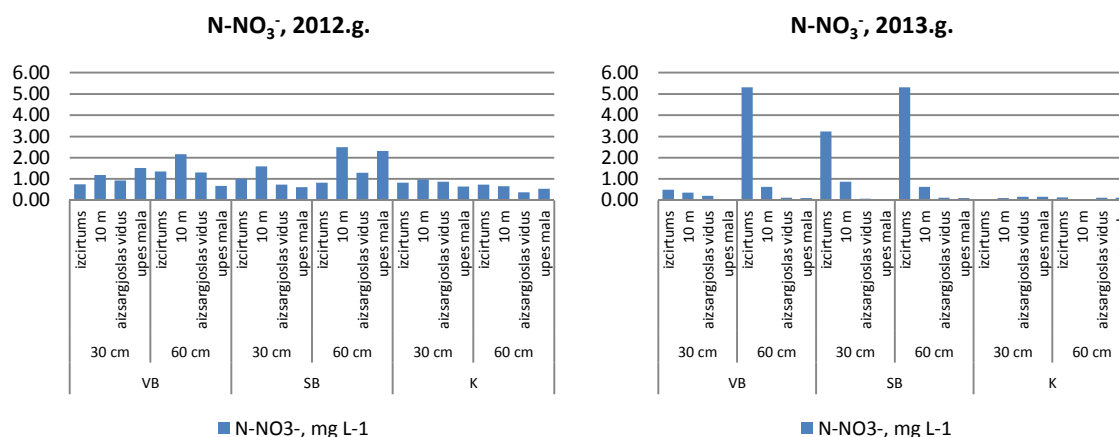
Attēls 1.56. Kalcija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Kūdrenis 2012.un 2013.gadā

Magnija jonu koncentrācija augsnes ūdenī pēc saimnieciskās darbības veikšanas nedaudz palielinājusies aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvēkta visa biomasa (Attēls 1.57). Aizsargjoslā pie platības, kur izvēkta stumbru biomasa, augsnes virsējā slānī magnija koncentrācija augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2012.gadu, ir samazinājusies, bet augsnes dziļākajā slānī 10 m no izcirtuma malas - nedaudz palielinājusies. Magnija jonu koncentrācija ir palielinājusies arī aizsargjoslā pie kontroles platības, 10 m attālumā no parauglaukuma malas.



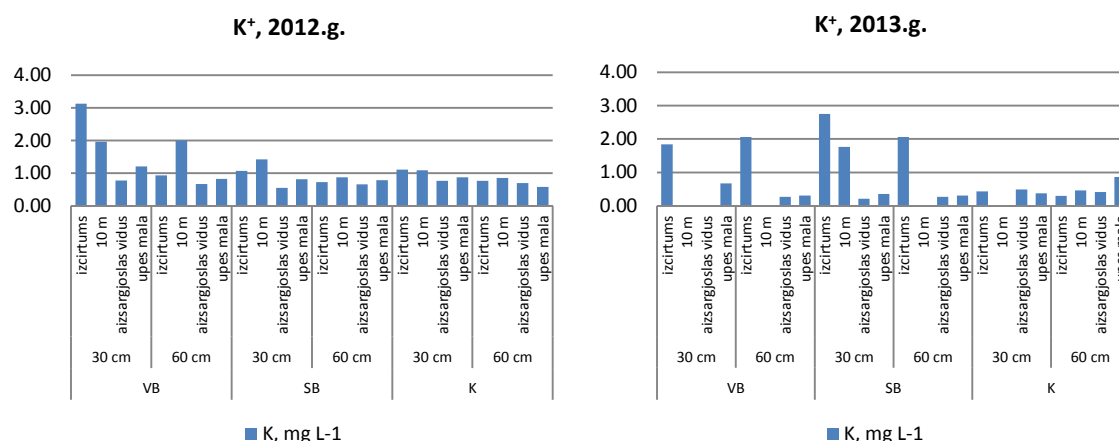
Attēls 1.57. Magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Kūdrenis 2012.un 2013.gadā

Objektā Zvēri nitrātjonu koncentrācijas augsnes ūdenī pēc saimnieciskās darbības veikšanas ir palielinājušās abās izcirtumu platībās, izņemot izcirtuma ar visas biomasas izvēkšanu virsējo augsnes slāni (Attēls 1.58). Visās pārējās salīdzinātajās paraugu ņemšanas vietās nitrātjonu koncentrācija augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2012. gadu, ir samazinājusies.



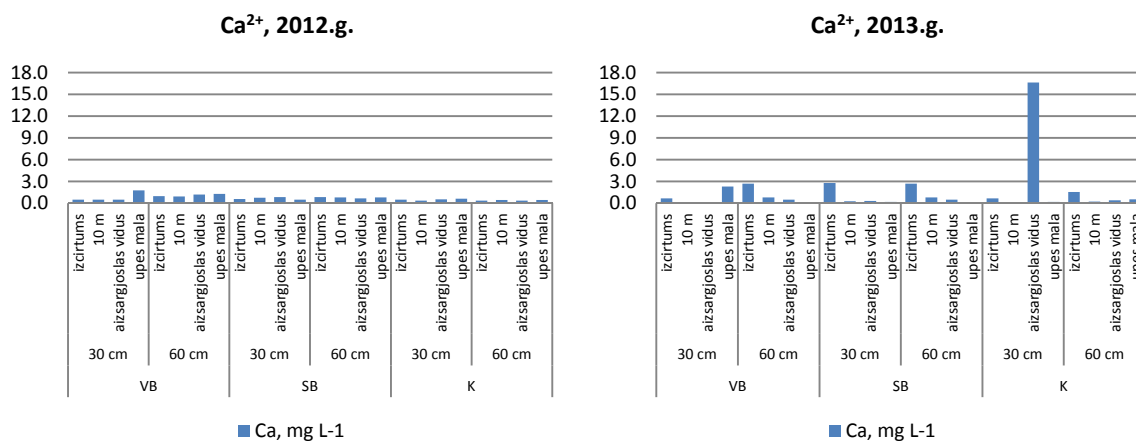
Attēls 1.58. Nitrātjonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Zvēri 2012.un 2013.gadā

Kālija koncentrācija augsnes ūdenī izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, ir samazinājusies 30 cm dziļumā, bet palielinājusies 60 cm dziļumā, savukārt izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, - palielinājusies abos dziļumos (Attēls 1.59). Aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvēkta visa biomasa, kālija koncentrācija augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2012.gadu, ir samazinājusies, tāpat arī lielākajā daļā paraugu ņemšanas vietu aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvēkta stumbru biomasa. Izņēmums ir paraugu ņemšanas vieta 10 m no izcirtuma malas augsnes virsējā slānī, kur kālija jonu koncentrācija, salīdzinājumā ar novērojumu periodu pirms saimnieciskās darbības, ir palielinājusies.



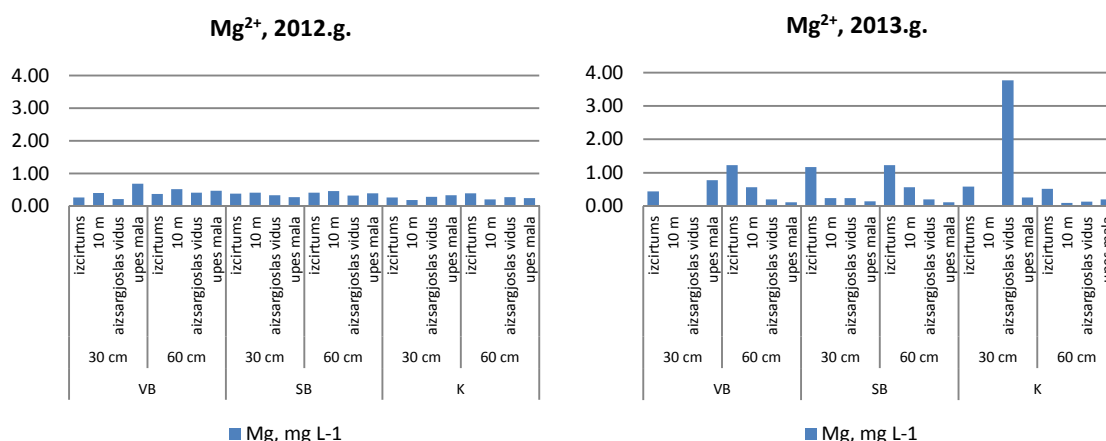
Attēls 1.59. Kālija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Zvēri 2012.un 2013.gadā

Kalcija jonu koncentrācijas augsnes ūdenī pēc saimnieciskās darbības veikšanas ir palielinājušās abās izcirtumu platībās, kā arī aizsargjoslas vidū pie kontroles parauglaukuma un pašā kontroles parauglaukumā (Attēls 1.60). Pārējās platībās kalcija jonu koncentrācijai augsnes ūdenī ir tendence samazināties, salīdzinot 2012.un 2013.gada datus.



Attēls 1.60. Kalcija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Zvēri 2012. un 2013.gadā

Arī augsnes ūdens magnija jonu koncentrācija pēc saimnieciskās darbības ir palielinājusies izcirtumu platībās (Attēls 1.61). Aizsargjoslās magnija jonu koncentrācijas izmaiņas ir nelielas, izņēmums ir aizsargjosla pie kontroles platības, kuras vidū, līdzīgi kā ar kalcija joniem, ir vērojams arī neizskaidrots magnija jonu koncentrācijas palielinājums augsnes ūdenī 30 cm dziļumā.



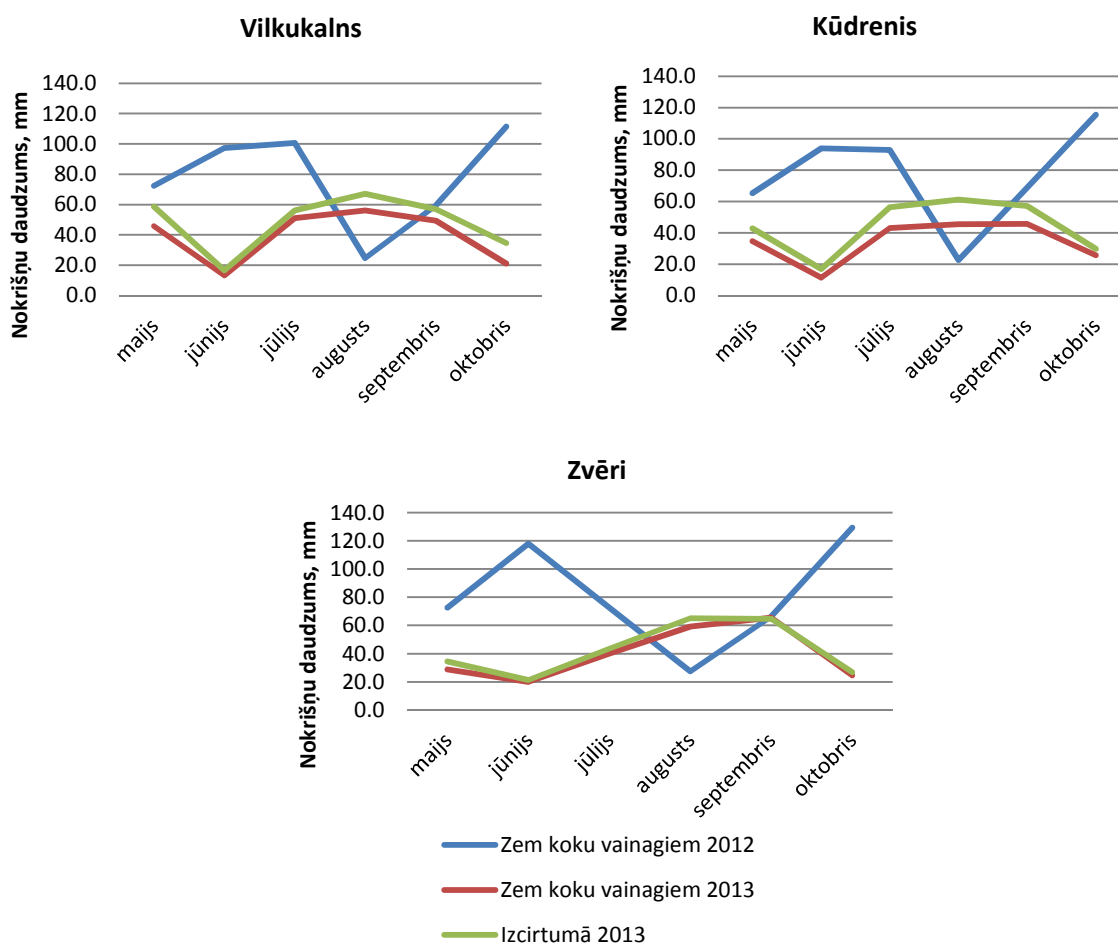
Attēls 1.61. Magnija jonu koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdenī aizsargjoslā objektā Zvēri 2012. un 2013.gadā

Kopumā konstatēts, ka pirmajā gadā pēc kailcirtes izcirtumiem piegulošajā aizsargjoslā nav vērojama biogēno elementu koncentrācijas strauja palielināšanās augsnes ūdenī. Vairākos gadījumos fiksēta barības vielu koncentrācijas samazināšanās aizsargjoslā, taču izmaiņas ir nelielas, salīdzinot ar izcirtumā notiekošajām. Pie tam reizē ar biogēno elementu koncentrācijas izmaiņām aizsargjoslā pie izcirtumiem nereti konstatētas arī biogēno elementu koncentrāciju izmaiņas aizsargjoslā pie kontroles platības, kas norāda uz citiem, ar saimniecisko darbību nesaistītiem ietekmes faktoriem. Novērojumi jāturpina, lai iegūtu informāciju par aizsargjoslas nozīmi ilgākā termiņā.

1.3.2. Nokrišņi

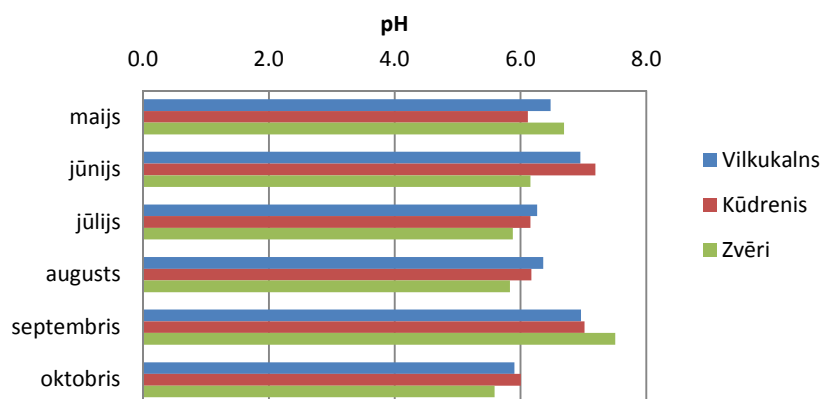
Kopējais nokrišņu daudzums pētījuma objektos novērojumu periodā (no maija līdz oktobra beigām) svārstījās no 206 mm līdz 238 mm zem koku vainagiem un no 256 mm līdz 290 mm izcirtumā. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu, kopējais nokrišņu daudzums bija ievērojami mazāks (salīdzinājumam - 2012.gadā pētījuma objektos izkrita kopā 490-517 mm nokrišņu), atšķiras arī nokrišņu daudzuma sadalījums pa mēnešiem (Attēls 1.62). Vislielākās nokrišņu daudzuma atšķirības zem koku vainagiem un

izcirtumā konstatētas objektā Kūdrenis, bet vismazākās - objektā Zvēri, kas atkarīgs no meža tipa un mežaudzes struktūras īpatnībām.



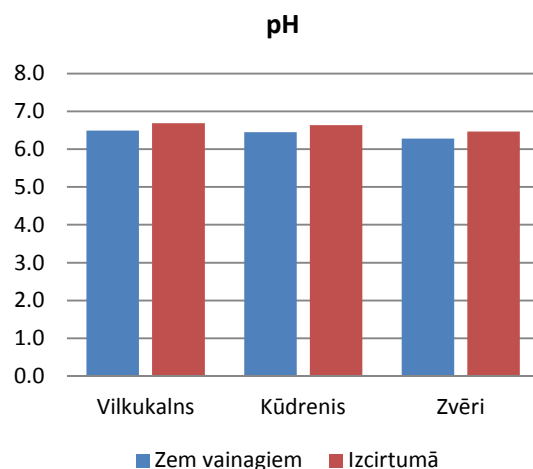
Attēls 1.62. Kopējais nokrišņu daudzums pētījuma objektos 2012. un 2013. gadā

Nokrišņu ūdens pH vērtības zem koku vainagiem visos objektos svārstījās no 5.6 līdz 7.5, vidēji novērojumu periodā visos trijos objektos tās bija visai līdzīgas - 6.5 objektā Vilkukalns, 6.4 objektā Kūdrenis un 6.4 objektā Zvēri. Nokrišņu pH svārstības pa mēnešiem parādītas 1.63. attēlā (Attēls 1.63).



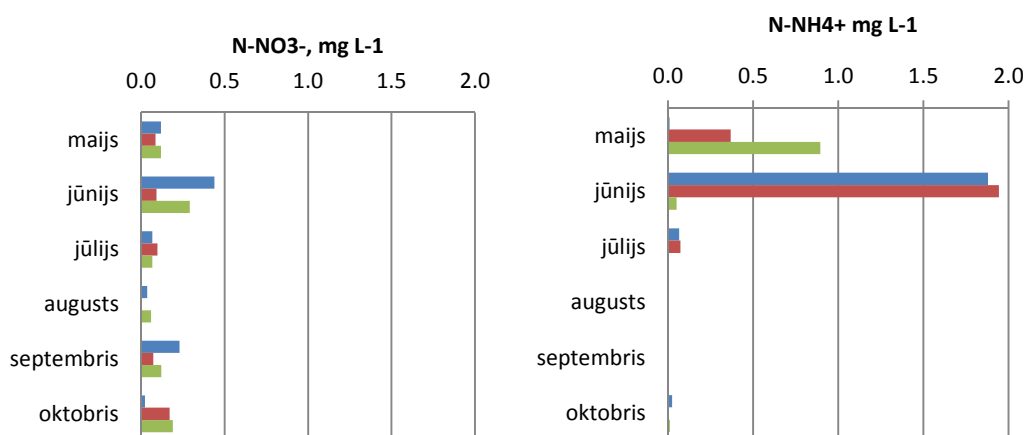
Attēls 1.63. pH izmaiņas nokrišņos zem koku vainagiem pētījuma objektos novērojumu periodā

Ūdenim plūstot caur koku vainagiem, tas absorbē vielas, kas nogulsņējušās uz skuju un lapu virsmas. Nokrišņi zem koku vainagiem skuju koku mežos ir nedaudz skābāki nekā atklāta lauka nokrišņi, kas skaidrojams ar brīvo skābju daudzuma palielināšanos zem skuju koku vainagiem. Šāda tendence novērojama arī visos mūsu pētījuma objektos (Attēls 1.64).



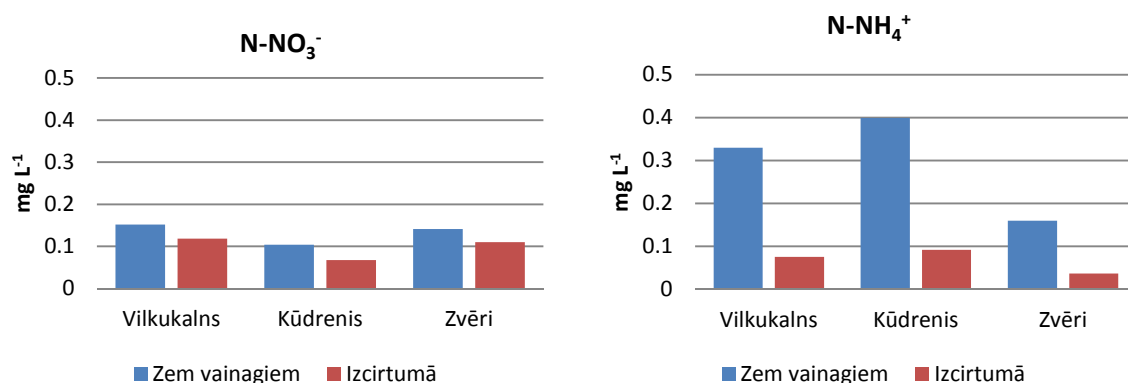
Attēls 1.64. Nokrišņu ūdens pH vērtības zem koku vainagiem un izcirtumā pētījuma objektos 2013.gadā

Nitrātjonu koncentrācija nokrišņos objektā Vilkuks zem koku vainagiem svārstījās no 0.02 līdz 0.4 mg L⁻¹, objektā Kūdrenis - no 0.07 līdz 0.2 mg L⁻¹, bet objektā Zvēri - no 0.06 līdz 0.3 mg L⁻¹. Maksimālā nitrātjonu koncentrācija objektos Vilkuks un Zvēri konstatēta jūnijā. Objektā Kūdrenis nitrātjonu koncentrācija vasaras sākumā saglabājās visai nemainīga, augustā ievērojami samazinājās, bet pēc tam atkal palielinājās. Amonija jonu koncentrācija nokrišņos visos objektos svārstījās ļoti plašās robežās - Vilkuksnā un Kūdrenī no 0.0004 līdz 1.9 mg L⁻¹, objektā Zvēri no 0.0004 līdz 0.9 mg L⁻¹. N-NH₄⁺ koncentrācija objektā Zvēri maksimālā bija maijā, bet objektos Vilkuks un Kūdrenis - jūnijā, pēc tam tā ievērojami samazinājās un līdz novērojumu perioda beigām saglabājās ļoti neliela. (Attēls 1.65).



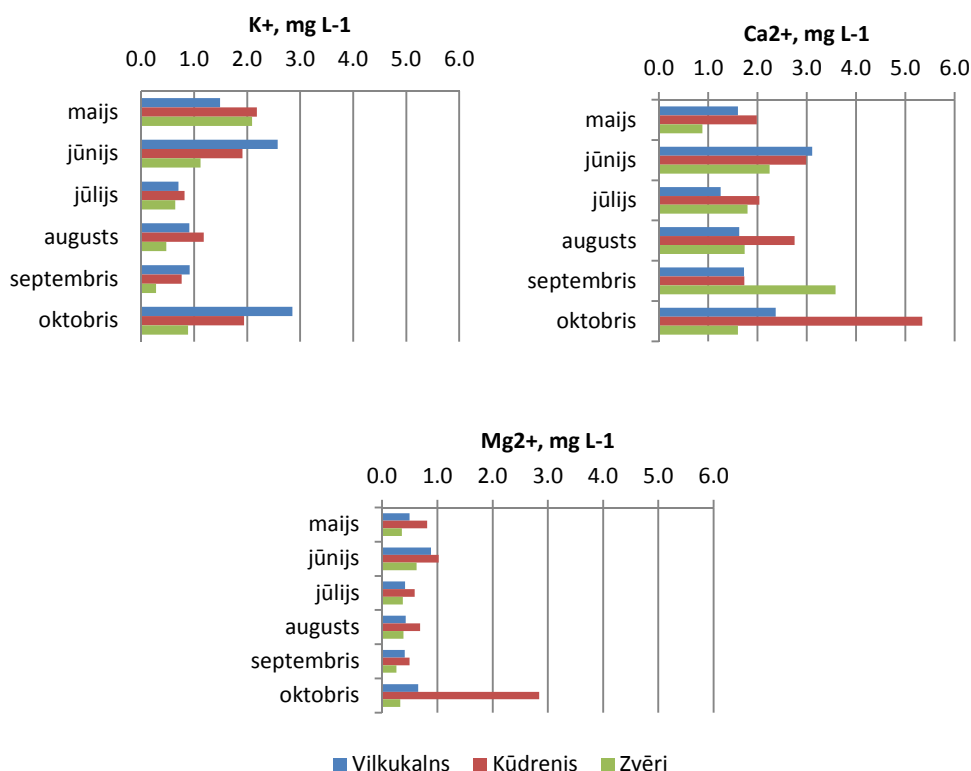
Attēls 1.65. Nitrātjonu un amonija jonu saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos novērojumu periodā 2013.gadā

Nokrišņos, kas izkrīt caur koku vainagiem, konstatētās slāpekļa savienojumu koncentrācijas bija zemākas nekā atklāta lauka nokrišņos (Attēls 1.66). Līdzīga likumsakarība konstatēta arī Integrālā monitoringa parauglaukumos (Tērauda 2008).



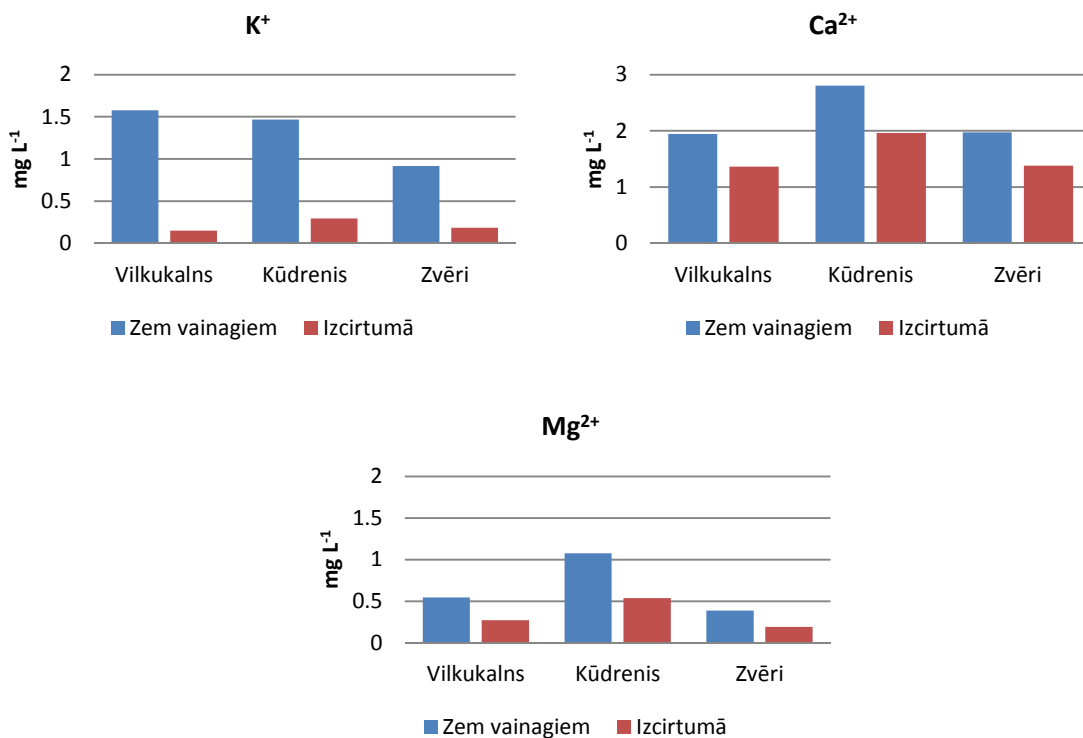
Attēls 1.66. Vidējās nitrātu un amonija jonu koncentrācijas nokrišņos zem koku vainagiem un izcirtumā pētījuma objektos 2013. gadā

Kālija jonu saturs nokrišņos zem koku vainagiem objektā Vilkkalns svārstījās no 0.7 līdz 2.9 mg L⁻¹, objektā Kūdrenis - no 0.8 līdz 2.2 mg L⁻¹, bet objektā Zvēri - no 0.3 līdz 2.1 mg L⁻¹. K⁺ koncentrācija visos pētījuma objektos pakāpeniski līdz septembrim samazinājusies, bet oktobrī atkal pieaugusi (Attēls 1.67). Kalcija jonu saturs nokrišņu ūdenī objektā Vilkkalns svārstījās no 1.3 līdz 3.1 mg L⁻¹, objektā Kūdrenis - no 1.7 līdz 5.3 mg L⁻¹, bet objektā Zvēri - no 0.9 līdz 3.6 mg L⁻¹. Objektā Vilkkalns tas vislielākais bija jūnijā, bet objektos Zvēri un Kūdrenis - attiecīgi septembrī un oktobrī. Magnija jonu saturs Vilkkalnā svārstījās robežās no 0.4 līdz 0.9 mg L⁻¹, Kūdrenī - no 0.5 līdz 2.8 mg L⁻¹, bet objektā Zvēri - no 0.3 līdz 0.6 mg L⁻¹.



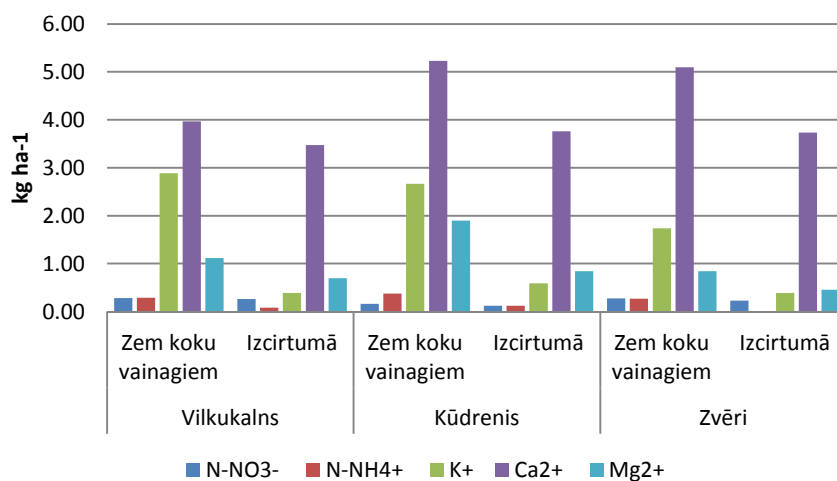
Attēls 1.67. Kālija, kalcija un magnija saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos novērojumu periodā

Bāzisko katjonu koncentrācija nokrišņos, kas izkrīt caur koku vainagiem, bija augstāka nekā nokrišņos, kas izkrīt izcirtumā, tas tāpat saistīts ar nogulsņējušos vielu noskalošanos no skujām un lapām (Attēls 1.68).



Attēls 1.68. Kālija, kalcija un magnija vidējā koncentrācija nokrišņos zem vainagiem un izcirtumā pētījuma objektos 2013.gadā

1.69. attēlā parādīta summārā barības vielu ienese ar nokrišņiem novērojumu periodā zem koku vainagiem un izcirtumā (Attēls 1.69). Nitrātjonu ieneses apjoms pētījuma objektos samērā nedaudz atšķīrās abos objektos sausieņu mežos, bet Kūdrenī bija zemāks, savukārt Kūdrenī konstatēta vislielākā amonija jonu, kalcija un magnija ienese. Visos objektos izcirtumā vielu ienese ar nokrišņiem bija mazāka nekā zem koku vainagiem. Gandrīz visu elementu ienese 2013.gadā bija mazāka nekā 2012.gadā, tas visticamāk skaidrojams ar nokrišņu daudzuma atšķirībām (Tabula 1.6).



Attēls 1.69. Ar nokrišņiem ienesto ķīmisko elementu kopējā masa pētījuma objektos zem koku vainagiem un izcirtumā 2013.gada novērojumu periodā

Tabula 1.6

Slāpekļa savienojumu un bāzisko katjonu ienese ar nokrišņiem pētījuma objektos 2012. un 2013. gadā (ZV - zem vainagiem; IZC - izcirtumā)

Objekts	Gads	N-NO ₃ ⁻ , kg ha ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ , kg ha ⁻¹	K ⁺ , kg ha ⁻¹	Ca ²⁺ , kg ha ⁻¹	Mg ²⁺ , kg ha ⁻¹
Vilkukalns	2012	1,83	1,00	6,14	4,59	1,61
	2013 ZV	0,28	0,28	2,89	3,96	1,11
	2013 IZC	0,26	0,08	0,39	3,47	0,70
Kūdrenis	2012	2,46	1,60	8,20	4,98	2,70
	2013 ZV	0,16	0,38	2,67	5,23	1,89
	2013 IZC	0,12	0,12	0,59	3,76	0,84
Zvēri	2012	2,32	0,77	3,58	4,02	1,51
	2013 ZV	0,27	0,26	1,74	5,09	0,84
	2013 IZC	0,23	0,004	0,39	3,73	0,45

1.3.3. Gruntsūdens, upes ūdens, avota ūdens, pazemes spiedes ūdens

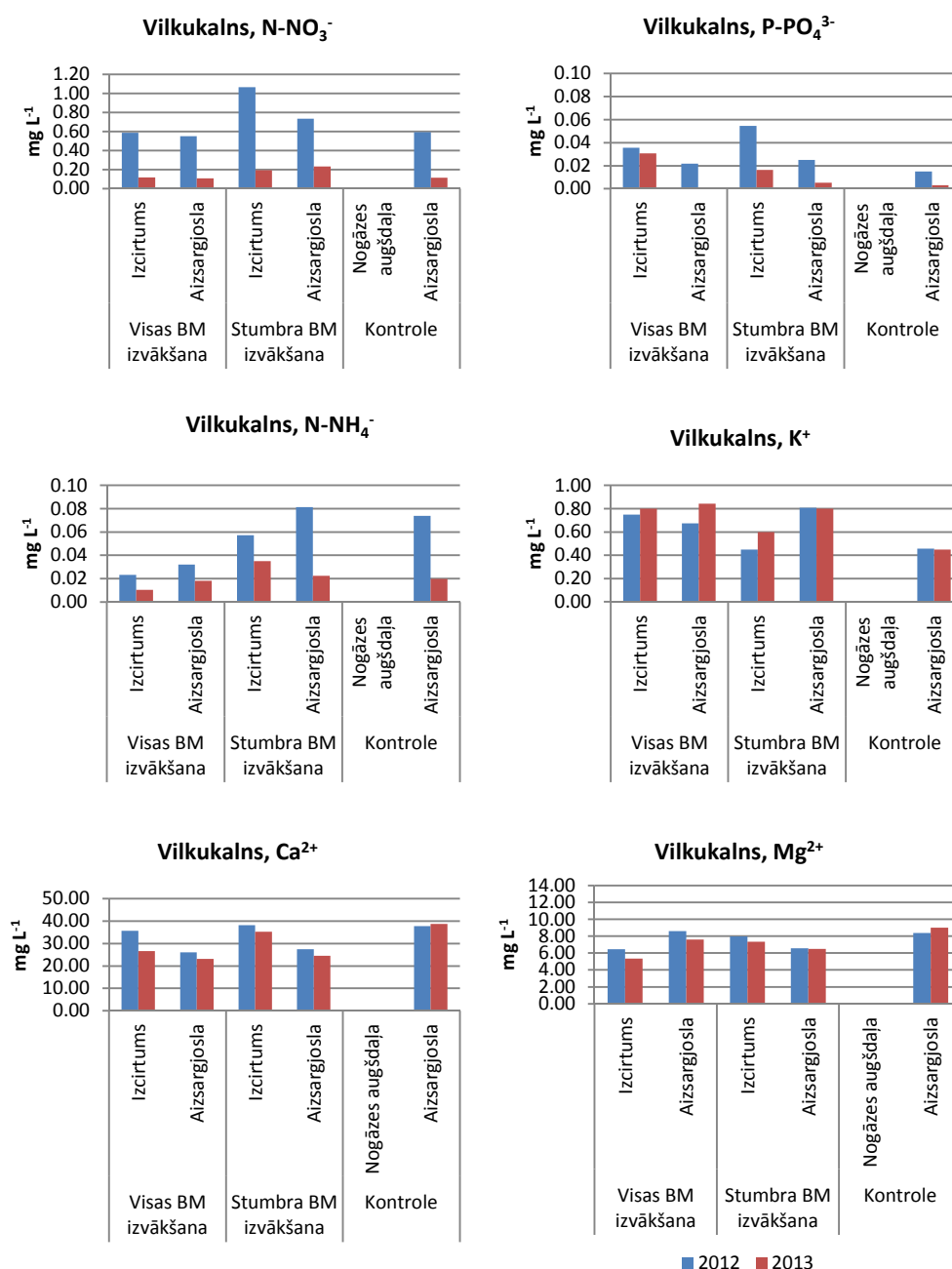
No gruntsūdens akām paraugi ņemti 11 reizes, kopā analizēti 176 paraugi. Gruntsūdenī noteikto parametru vidējās vērtības apkopotas 1.8.tabulā (Tabula 1.7). Objektos Vilkukalns un Zvēri konstatētas ļoti līdzīgas pH vērtības, Kūdrēnī tās bija nedaudz zemākas. Gruntsūdeņu pH vērtības nogāzes augšdaļā un lejasdaļā bija visai līdzīgas. Kūdrēnī 2013.gadā konstatēta vidēji visaugstākā nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācija, salīdzinot ar pārējiem pētījuma objektiem, turklāt nitrātjonu un fosfātjonu koncentrācija šajā objektā ievērojami augstāka bija tieši nogāzes lejasdaļā. Kālija, kalcija un magnija jonu koncentrāciju atšķirības salīdzinoši nebija tik izteiktas. Salīdzinot ar 2012.gadu, nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu vidējā koncentrācija visos objektos gandrīz visās gruntsūdens akās bija samazinājusies, līdzīga tendence vērojama saistībā ar kalciju. Kālija koncentrācija savukārt pieaugusi objektā Vilkukalns un arī objekta Kūdrēnis nogāzes augšdaļā. Magnija koncentrācija palielinājusies Kūdrēnī, bet samazinājusies abos pārējos pētījuma objektos.

Tabula 1.7

Gruntsūdenī noteikto ķīmisko parametru vērtības pētījuma objektos 2012.un 2013. gadā

Objekts	Novietoj.	pH		N-NO ₃ ⁻ , mg L ⁻¹		P-PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹		N-NH ₄ ⁺ , mg L ⁻¹		K ⁺ , mg L ⁻¹		Ca ²⁺ , mg L ⁻¹		Mg ²⁺ , mg L ⁻¹	
		2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.
Vilkukalns	Nogāzes lejasdaļa	7,9	8,0	0,627	0,153	0,022	0,003	0,067	0,020	0,647	0,697	30,310	28,839	7,869	7,699
	Nogāzes augšdaļa	8,0	7,9	0,840	0,158	0,045	0,023	0,042	0,023	0,592	0,699	37,059	30,951	7,249	6,335
Kūdrēnis	Nogāzes lejasdaļa	7,1	7,3	3,452	1,978	0,403	0,041	1,071	0,042	0,548	0,260	39,044	34,155	6,979	7,728
	Nogāzes augšdaļa	7,3	7,4	0,639	0,650	0,032	0,019	0,118	0,134	0,387	0,423	25,193	23,765	6,302	8,178
Zvēri	Nogāzes lejasdaļa	7,7	7,9	0,625	0,125	0,030	0,017	0,035	0,021	0,486	0,428	38,835	35,771	10,123	9,458
	Nogāzes augšdaļa	7,8	8,0	0,517	0,079	0,021	0,013	0,024	0,019	0,432	0,348	30,888	28,226	10,277	9,509

1.70.attēlā salīdzināta biogēno elementu vidējā koncentrācija gruntsūdens akās objektā Vilkukalns 2012. un 2013. gadā (Attēls 1.70). Gruntsūdens nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācija 2013. gadā ir samazinājusies visās akās gan slejās, kur veikta kailcirte, gan kontroles slejas lejasdaļā. Būtiski ir samazinājusies nitrātjonu un kalcija jonu koncentrācija abos izcirtumos (p-vērtības attiecīgi 0.020 un 0.000 nitrātiem un 0.000 un 0.035 kalcija joniem), fosfātjonu koncentrācija izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa (p=0.046), un magnija jonu koncentrācija izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa (p=0.000).

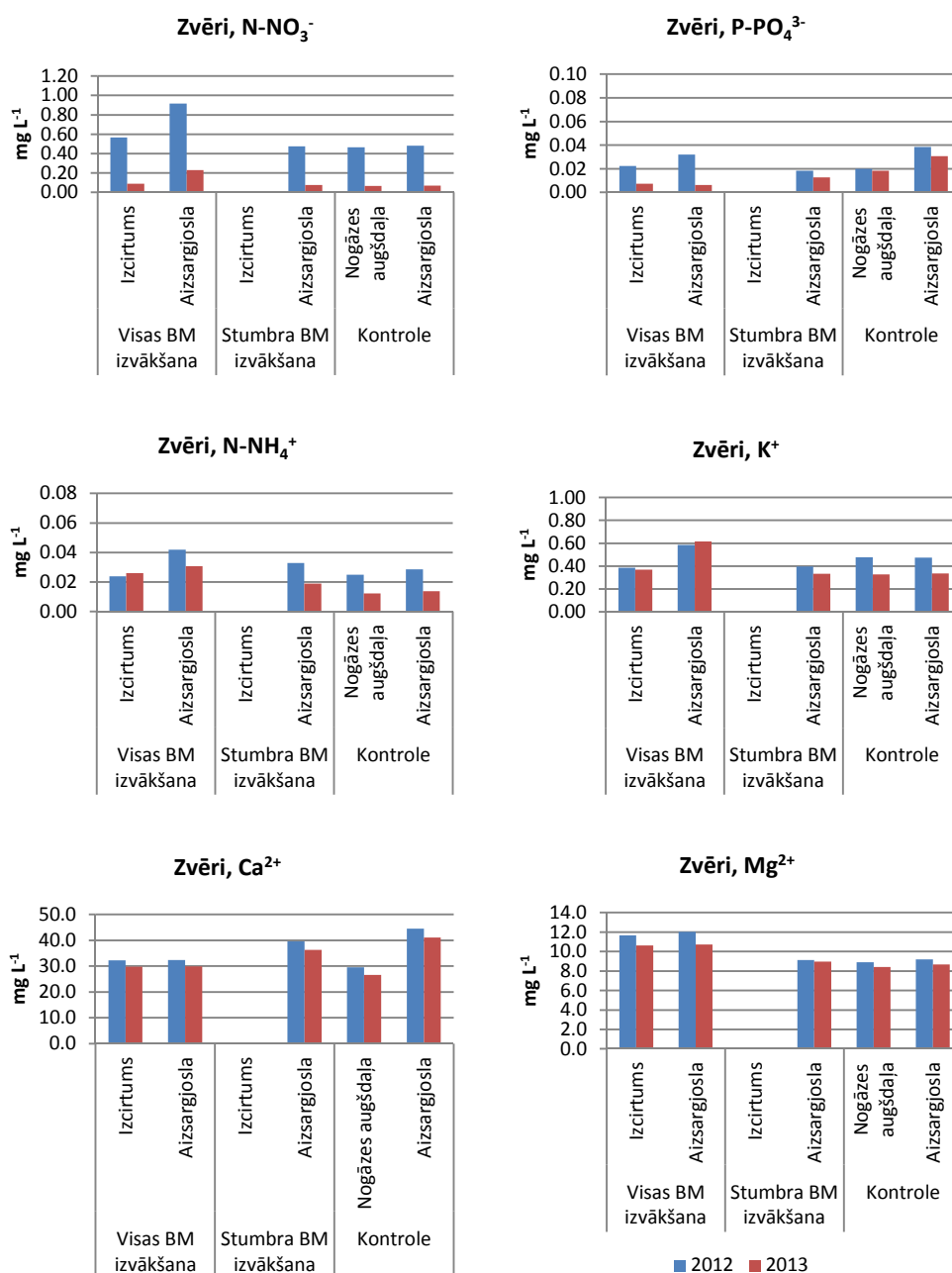


Attēls 1.70. Biogēno elementu koncentrācijas gruntsūdenī objektā Vilkukalns 2012.un 2013. gadā

Salīdzinot savā starpā platības, kur veikta kailcirte ar visas biomasas izvākšanu un kailcirte, izvēcot tikai stumbru biomasu, konstatēts, ka 2013.gadā augstāka nitrātjonu un amonija jonu koncentrācija bija gruntsūdens akā izcirtumā, kur veikta kailcirte ar stumbru biomasas izvākšanu,

amonija jonu koncentrācijas gadījumā atšķirība starp parauglaukumiem bija būtiska ($p=0.004$). Kālija jonu koncentrācija gruntsūdenī, salīdzinot ar 2012.gadu, ir pieaugusi abos izcirtumos un aizsargjoslā slejā, kur veikta visas biomasas izvākšana. Abu pārējo sleju aizsargjoslās kālija jonu vidējā koncentrācija saglabājusies tādā pašā līmenī kā 2012. gadā. Salīdzinot kalcija un magnija koncentrāciju gruntsūdenī abos izcirtumos 2013.gadā, konstatēts, ka tā bijusi augstāka platībā, kur izvākta stumbru biomas (kalcijam $p=0.000$, magnijam $p=0.001$), tomēr šādas atšķirības pastāvējušas jau pirms kailcirtes veikšanas 2012.gadā (attieciņi kalcijam $p=0.018$, magnijam $p=0.002$).

Objektā Zvēri, līdzīgi kā objektā Vilkukalns, nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācija gruntsūdenī, salīdzinot ar 2012.gadu, vidēji ir samazinājusies, izņemot fosfātjonu koncentrāciju kontroles slejas augšdaļā, kas ir saglabājusies iepriekšējā gada līmenī, un amonija jonu koncentrāciju izcirtumā, kur veikta kailcirtē ar visas biomasas izvākšanu, kas ir nedaudz palielinājusies (Attēls 1.71).



Attēls 1.71. Biogēno elementu koncentrācijas gruntsūdenī objektā Zvēri 2012.un 2013. gadā

Nitrātu jonu koncentrācijas samazinājums gan platībā, kur izvākta visa biomasa, gan kontroles platībā ir būtisks (attiecīgi $p=0.001$ un $p=0.000$). Arī kālija jonu koncentrācija ir samazinājusies visās gruntsūdens akās, izņemot aizsargjoslu slejā, kur veikta kailcirte ar visas biomasas izvākšanu. Līdzīga tendence novērojama, salīdzinot Ca^{2+} un Mg^{2+} koncentrācijas, šajā gadījumā visās gruntsūdens akās koncentrācijas 2013.gadā bija zemākas nekā 2012. gadā. Magnija koncentrācijas samazināšanās ir būtiska platībā, kur izvākta visa biomasa ($p=0.001$), bet kalcija koncentrācijas samazināšanās - kontroles platībā ($p=0.017$). Salīdzinot savā starpā izcirtumu, kur izvākta visa biomasa, ar kontroles platību, konstatēts, ka izcirtumā bija būtiski augstāka kalcija un magnija jonu koncentrācija gruntsūdenī nekā kontroles platībā (attiecīgi $p=0.016$ un $p=0.000$), bet zemāka fosfātu jonu koncentrācija ($p=0.019$). Būtiskas magnija jonu koncentrācijas atšķirības starp šīm platībām gan novērotas jau 2012.gadā ($p=0.000$).

Mūsu pētījumā fiksētās nitrātu jonu, kalcija un magnija koncentrācijas gruntsūdeņos ir ievērojami augstākas nekā Somijas austrumu daļā veiktā pētījumā konstatētās, savukārt fosfātu jonu, amonija jonu un kālija koncentrācijas ir visai līdzīgas. Šajā somu pētījumā, kur tika analizēta kailcirtes un augsnes sagatavošanas ietekme uz gruntsūdeņu ķīmisko sastāvu piecos sateces baseinos minerālaugsnēs un kūdras augsnēs, pēc kailcirtes netika konstatētas būtiskas biogēno elementu koncentrāciju atšķirības gruntsūdeņos (Mannerkoski et al. 2005). Citā eksperimentā Somijā konstatēta nitrātu jonu koncentrācijas palielināšanās gruntsūdenī pēc kailcirtes oligotrofos apstākļos priežu un egļu audzēs no $0.03\text{--}0.05\text{ mg L}^{-1}$ pirms saimnieciskās darbības līdz $0.5\text{--}0.8\text{ mg L}^{-1}$ pēc tās. Paaugstināta nitrātu jonu koncentrācija saglabājusies 5 gadus pēc kailcirtes, pēc tam koncentrācijas atkal samazinājušās (Kubin 1998). Šajā pētījumā arī konstatēts, ka nitrātu jonu koncentrācija gruntsūdenī strauji sāk palielināties nevis pirmajā gadā pēc kailcirtes, bet gadu vēlāk. Zviedrijā savukārt pieejami dati, ka nitrātu koncentrācija gruntsūdenī palielinās līdz $1.0\text{--}1.5\text{ mg L}^{-1}$ valsts ziemeļu daļā un līdz $6.0\text{--}8.0\text{ mg L}^{-1}$ valsts dienvidos (Wiklander 1981, Wiklander et al 1991).

2013. gadā nitrātu jonu koncentrācija upē ņemtajos paraugos svārstījās no 0.01 līdz 0.58 mg L^{-1} , fosfātu jonu koncentrācija - no 0.004 līdz 0.030 mg L^{-1} , amonija jonu koncentrācija - no 0.001 līdz 0.040 mg L^{-1} , kālija jonu koncentrācija - no 1.07 līdz 1.70 mg L^{-1} , kalcija jonu koncentrācija - no 46.07 līdz 57.99 mg L^{-1} , magnija jonu koncentrācija - no 7.87 līdz 14.12 mg L^{-1} , un kopējā slāpekļa koncentrācija - no 0.56 līdz 1.30 mg L^{-1} . Nitrātu jonu un amonija jonu koncentrācija ūdenstecēs mūsu pētījuma objektos bija ievērojami augstāka nekā Somijas dienvidos veiktā pētījumā 1-5 gadus pēc kailcirtes veikšanas (Nieminen 2004). Grāvī ņemtajos paraugos nitrātu jonu koncentrācija svārstījās no 0.03 līdz 0.08 mg L^{-1} , fosfātu jonu koncentrācija - no 0.003 līdz 0.010 mg L^{-1} , amonija jonu koncentrācija - no 0.001 līdz 0.010 mg L^{-1} , kālija jonu koncentrācija - no 0.25 līdz 1.38 mg L^{-1} , kalcija jonu koncentrācija - no 27.18 līdz 50.74 mg L^{-1} , magnija jonu koncentrācija - no 6.40 līdz 12.91 mg L^{-1} , un kopējā slāpekļa koncentrācija - no 0.16 līdz 0.62 mg L^{-1} . Vidēji novērojumu periodā pH vērtības abās ūdenstecēs ir vienādas. Ļoti līdzīga ir arī nitrātu jonu, fosfātu jonu un amonija jonu vidējā koncentrācija. Savukārt bāzisko katjonu (K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+}) vidējā koncentrācija novērojumu periodā upes ūdenī bija ievērojami augstāka nekā grāvja ūdenī (Tabula 1.8).

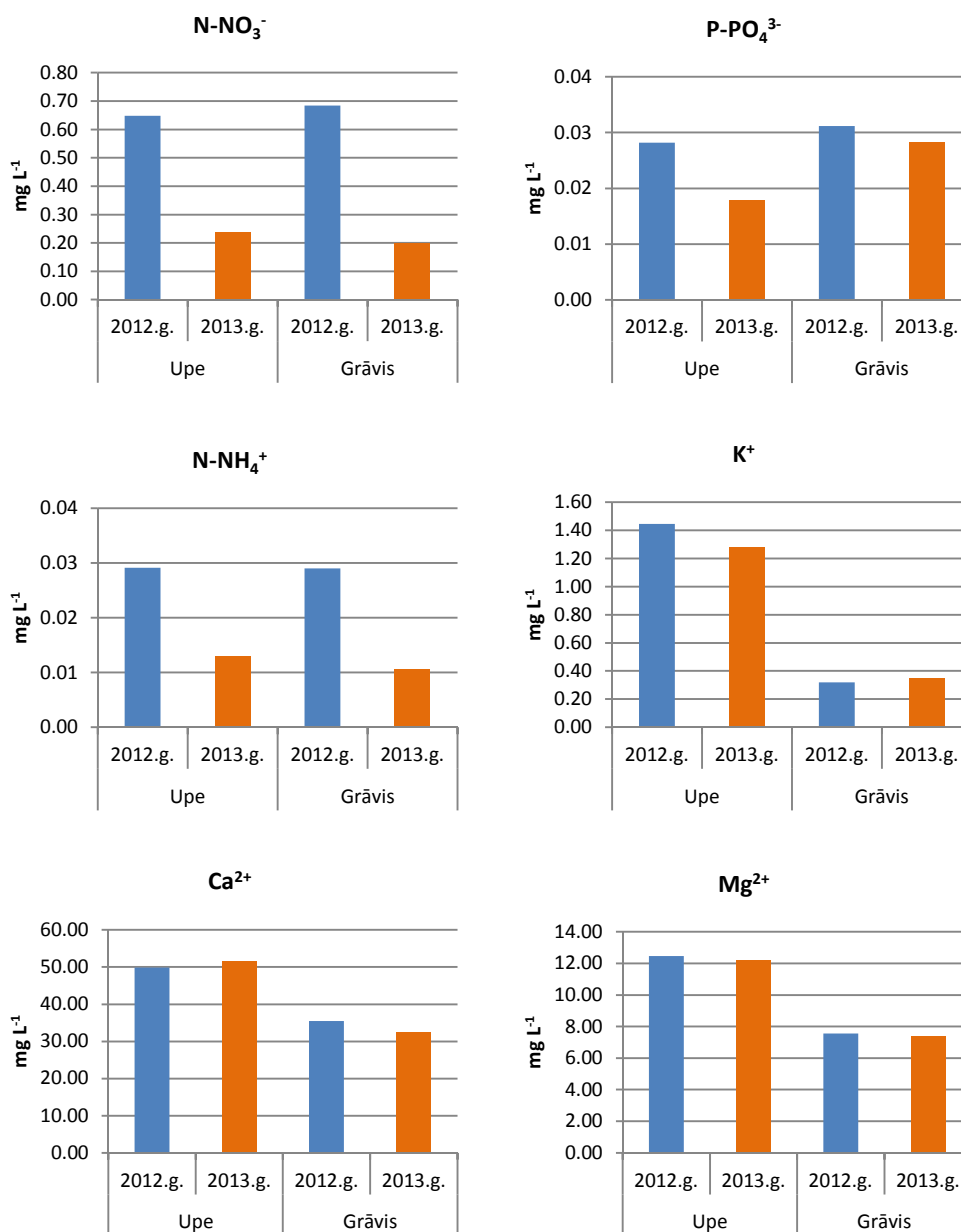
Tabula 1.8

Upes un grāvja ūdenī noteikto ķīmisko elementu koncentrācija objektos Vilku kalns (upe) un Kūdrēnis (grāvis)

Datums	Paraugs	pH	N-NO_3^- , mg L^{-1}	P-PO_4^{3-} , mg L^{-1}	N-NH_4^+ , mg L^{-1}	K^+ , mg L^{-1}	Ca^{2+} , mg L^{-1}	Mg^{2+} , mg L^{-1}	$\text{N}_{\text{kop.}}$, mg L^{-1}
14.05.13	Upe	7,9	0,49	0,02	0,02	1,45	47,8	11,5	1,09
	Grāvis	7,9	0,84	0,04	0,02	0,39	34,3	7,9	1,05

Datums	Paraugs	pH	N-NO ₃ ⁻ , mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ , mg L ⁻¹	K ⁺ , mg L ⁻¹	Ca ²⁺ , mg L ⁻¹	Mg ²⁺ , mg L ⁻¹	N _{kop.} , mg L ⁻¹
04.06.13	Upe	8,2	0,36	0,03	0,04	1,07	46,3	11,5	1,30
	Grāvis	7,8	0,26	0,03	0,01	0,25	34,7	7,4	0,68
14.06.13	Upe	8,6	0,58	0,03	0,01	1,13	54,7	11,7	1,23
	Grāvis	8,5	0,24	0,03	0,03	0,27	27,2	6,4	0,50
29.06.13	Upe	8,0	0,57	0,03	0,02	1,11	58,0	13,6	0,76
	Grāvis	8,1	0,18	0,03	0,00	0,30	31,6	7,1	0,34
16.07.13	Upe	8,1	0,10	0,02	0,02	1,09	50,8	12,5	0,74
	Grāvis	8,1	0,03	0,03	0,03	0,28	31,4	7,3	0,23
30.07.13	Upe	8,0	0,26	0,01	<NR	1,24	56,0	7,9	0,77
	Grāvis	8,8	0,11	0,03	0,00	0,32	34,0	7,4	0,28
16.08.13	Upe	8,0	0,01	0,02	0,00	1,22	47,2	12,2	0,70
	Grāvis	7,8	0,04	0,00	0,01	0,41	31,5	7,5	0,26
02.09.13	Upe	8,1	0,17	0,02	0,00	1,70	57,2	13,6	0,71
	Grāvis	8,2	0,04	0,04	0,00	0,59	31,7	7,2	0,21
17.09.13	Upe	8,3	0,02	0,01	0,00	1,34	46,1	11,7	0,56
	Grāvis	8,3	0,14	0,03	0,00	0,34	29,5	6,8	0,16
01.10.13	Upe	7,8	0,10	0,00	0,01	1,30	54,8	14,1	0,56
	Grāvis	7,9	0,16	0,05	0,01	0,33	35,9	8,0	0,17
15.10.13	Upe	8,1	0,03	0,01	0,00	1,33	49,9	13,7	0,60
	Grāvis	8,0	0,17	0,01	0,00	0,35	32,1	8,2	0,23
30.10.13	Upe	7,9	0,16	0,01	0,02	1,37	49,2	12,2	0,56
	Grāvis	8,0	0,18	0,03	0,01	0,39	33,6	7,2	0,23
Vidēji	Upe	8,1	0,24	0,02	0,01	1,28	51,5	12,17	0,80
	Grāvis	8,1	0,20	0,03	0,01	0,35	32,3	7,37	0,36

1.72. attēlā salīdzināta ķīmisko elementu vidējā koncentrācija grāvja un upes ūdenī 2012.un 2013.gadā (Attēls 1.72). Nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācija gan upes, gan grāvja ūdenī 2013.gadā ir samazinājusies, savukārt kālija, kalcija un magnija koncentrācija ir mainījusies nedaudz.



Attēls 1.72. Ķīmisko elementu vidējā koncentrācija upes un grāvja ūdenī 2012. un 2013. gadā

Atbilstoši literatūras datiem, 2-3 gadus pēc kailcirtes ūdenstecēs var būt novērojama barības vielu koncentrācijas paaugstināšanās, salīdzinot ar periodu pirms saimnieciskās darbības. Sevišķi izteikti palielinās N-NO₃⁻ un K⁺ koncentrācija (Feller and Kimmins 1984). Rosén et al (1996) Zviedrijā norāda uz paaugstinātām K⁺, NH₄⁺, NO₃⁻ un kopējā N koncentrācijām ūdenstecēs līdz 8 gadiem pēc kailcirtes, izmaiņas Ca²⁺ un Mg²⁺ koncentrācijās ir mazāk izteiktas. Arī Somijā konstatēta ievērojama fosfātjonu, nitrātjonu un amonija jonu koncentrācijas paaugstināšanās strautos pēc kailcirtes (Ahtiainen 1992). Barības vielu, sevišķi slāpekļa iznese pēc kailcirtes no platībām susinātās kūdras augsnēs var būt augstāka nekā minerālaugsnēs, jo organiskajās augsnēs ir daudz lielākas slāpekļa rezerves. Zviedrijā konstatēta būtiska slāpekļa koncentrācijas palielināšanās ūdenstecē pēc kailcirtes nosusinātā platībā ar augstražīgām egļu audzēm (Lundin 1999, 2000). Arī fosfora iznese pēc kailcirtes organiskajās augsnēs var pieaugt vairāk nekā minerālaugsnēs, jo sevišķi mazražīgās platībās, kur kūdrai raksturīga zema fosfātu adsorbcijas kapacitāte. Somijā pēc kailcirtes egļu audzē nosusinātā kūdras augsnē konstatēts, ka nitrātjonu, amonija jonu un fosfora koncentrācija notecē palielinās līdz 3-4 gadam pēc saimnieciskās darbības veikšanas, pēc tam tā atkal sāk samazināties (Nieminen 2004). Paaugstinoties biogēno

elementu koncentrācijām augsnes ūdenī pēc kailcirtes, sagaidāma arī to paaugstināšanās noteces ūdenī (Nieminen 1998). Mūsu pētījuma objektos pirmajā gadā pēc kailcirtes biogēno elementu koncentrācijas palielināšanās ūdenstecēs nav novērota.

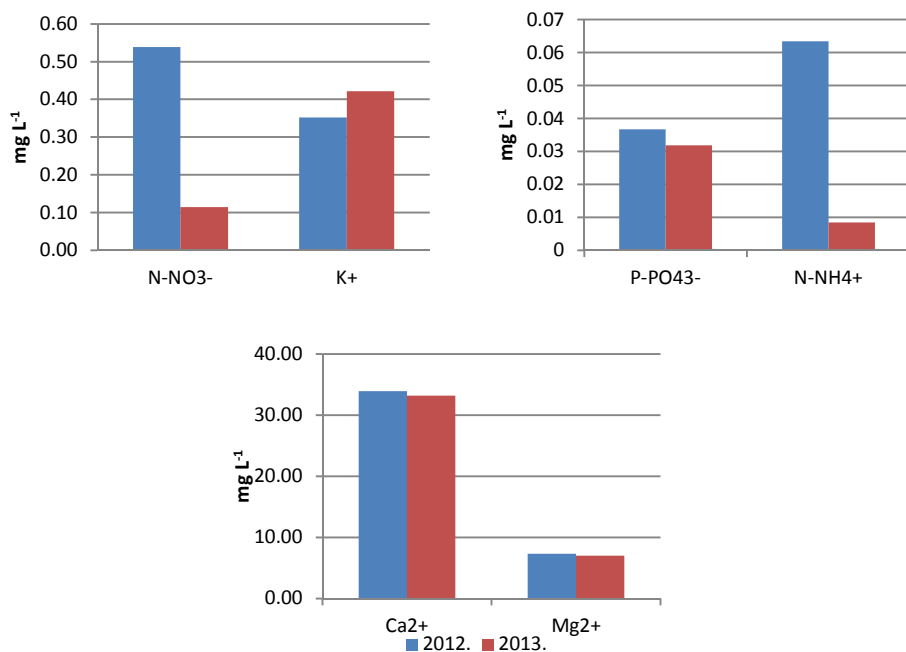
Blakus pētījuma objektam Kūdrenis esošā avota ūdenī nitrātjonu koncentrācija novērojumu perioda laikā svārstījās no 0.02 līdz 0.17 mg L⁻¹, fosfātjonu koncentrācija - no 0.00 līdz 0.05 mg L⁻¹, amonija jonu koncentrācija - no 0.002 līdz 0.030 mg L⁻¹, kālija jonu koncentrācija - no 0.32 līdz 0.57 mg L⁻¹, kalcija jonu koncentrācija - no 30.13 līdz 37.98 mg L⁻¹, magnija jonu koncentrācija - no 6.18 līdz 8.05 mg L⁻¹ un kopējā slāpekļa koncentrācija - no 0.17 līdz 0.26 mg L⁻¹ (Tabula 1.9). Slāpekļa savienojumu vidējās koncentrācijas avota ūdenī bija zemākas nekā upes un grāvja ūdenī, savukārt bāzisko katjonu koncentrācijas avota ūdenī - zemākas nekā upes ūdenī, bet nedaudz augstākas nekā grāvja ūdenī.

Tabula 1.9

Avota ūdenī noteikto ķīmisko elementu koncentrācija objektā Kūdrenis

Datums	pH	N-NO ₃ ⁻ , mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ , mg L ⁻¹	K ⁺ , mg L ⁻¹	Ca ²⁺ , mg L ⁻¹	Mg ²⁺ , mg L ⁻¹	N _{kop.} , mg L ⁻¹
14.05.13	7,9	0,16	0,02	<NR	0,45	33,7	7,4	0,18
04.06.13	7,8	0,04	0,05	0,01	0,39	34,5	6,9	0,26
14.06.13	8,3	0,12	0,03	<NR	0,32	34,8	6,2	0,20
29.06.13	8,2	0,17	0,03	0,01	0,37	35,6	7,0	0,19
16.07.13	7,9	0,12	0,04	0,03	0,42	30,8	7,0	0,19
30.07.13	7,8	0,14	0,03	<NR	0,39	31,0	7,3	0,17
16.08.13	7,9	0,13	0,00	0,00	0,42	30,1	6,8	0,18
02.09.13	8,1	0,11	0,05	0,01	0,57	30,8	7,2	0,22
17.09.13	8,1	0,02	0,03	0,01	0,39	30,2	6,9	0,20
01.10.13	7,5	0,06	0,03	0,01	0,43	38,0	8,1	0,19
15.10.13	8,1	0,14	0,01	0,00	0,44	33,7	6,9	0,22
30.10.13	7,9	0,16	0,04	0,01	0,46	35,3	6,8	0,17
Vidēji	8,0	0,11	0,03	0,01	0,42	33,2	7,03	0,20

Salīdzinot avota ūdens ķīmisko parametru izmaiņas 2012. un 2013. gadā, noskaidrots, ka nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācija ir samazinājusies, kālija koncentrācija nedaudz palielinājusies, bet kalcija un magnija koncentrācija vidēji saglabājusies iepriekšējā gada līmenī (Attēls 1.73).



Attēls 1.73. Ķīmisko elementu vidējā koncentrācija avota ūdenī objektā Kūdrenis 2012.un 2013. gadā

Nitrātjonu koncentrācija pazemes spiedes ūdenī objektā Kūdrenis novērojumu perioda laikā svārstījās no 0.03 līdz 1.9 mg L⁻¹, fosfātjonu koncentrācija - no 0.000 līdz 0.021 mg L⁻¹, amonija jonu koncentrācija - no 0.003 līdz 0.090 mg L⁻¹, kālija jonu koncentrācija - no 0.11 līdz 1.46 mg L⁻¹, kalcija jonu koncentrācija - no 13.93 līdz 32.21 mg L⁻¹, magnija jonu koncentrācija - no 2.62 līdz 12.46 mg L⁻¹, un kopējā slāpekļa koncentrācija - no 0.14 līdz 6.93 mg L⁻¹ (Tabula 1.10). Pazemes spiedes ūdeņu vidējais pH bija zemāks nekā avota, upes un grāvja ūdenī. Savukārt pazemes spiedes ūdeņu vidējā slāpekļa savienojumu koncentrācija bija augstāka nekā avota, upes un grāvja ūdenī. Kālija koncentrācija bija augstāka nekā avotā un grāvī, bet zemāka nekā upē, savukārt kalcija un magnija koncentrācija - zemāka nekā avotā un virszemes noteces ūdeņos.

Tabula 1.10

Pazemes spiedes ūdenī noteikto ķīmisko elementu koncentrācija objektā Kūdrenis

Datums	pH	N-NO ₃ ⁻ , mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ , mg L ⁻¹	K ²⁺ , mg L ⁻¹	Ca ²⁺ , mg L ⁻¹	Mg ²⁺ , mg L ⁻¹	N _{kop.} , mg L ⁻¹
14.05.13	8,2	0,23	<NR	0,01	0,51	13,9	4,2	0,28
04.06.13	7,8	0,14	0,02	0,01	1,15	31,3	11,8	0,23
14.06.13	8,5	0,15	0,00	<NR	1,14	32,2	11,0	0,16
16.07.13	7,9	0,06	0,00	0,09	1,28	25,4	11,2	0,21
30.07.13	6,4	1,54	0,00	0,01	0,15	16,9	2,8	6,48
16.08.13	7,7	0,03	0,01	0,00	1,46	22,8	10,9	0,14
02.09.13	8,2	0,08	0,00	0,00	0,98	23,6	12,5	0,17
17.09.13	7,0	0,04	0,01	0,09	0,24	17,7	2,6	3,85

Datums	pH	N-NO ₃ ⁻ , mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ , mg L ⁻¹	K ²⁺ , mg L ⁻¹	Ca ²⁺ , mg L ⁻¹	Mg ²⁺ , mg L ⁻¹	N _{kop.} , mg L ⁻¹
01.10.13	7,2	1,90	0,00	0,02	0,18	26,7	3,3	6,93
15.10.13	6,5	0,36	0,00	0,01	0,11	18,3	2,8	3,83
30.10.13	6,6	0,12	0,01	0,02	0,16	20,9	3,1	2,75
Vidēji	7,5	0,42	0,01	0,03	0,67	22,70	6,92	2,28

1.3.4. Nobiras

1.3.4.1. Nobiru apjoms

Kopējais nobiru apjoms 2013. gadā vislielākais bija objektā Kūdrenis - 3009.6 kg ha⁻¹. Abos pārējos pētījuma objektos kopējais nobiru apjoms bija visai līdzīgs: attiecīgi 1826.1 kg ha⁻¹ objektā Vilkukalns un 1865.4 kg ha⁻¹ objektā Zvēri. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu, kopējais nobiru daudzums Vilkukalnā ir palielinājies, bet abos pārējos pētījuma objektos - samazinājies (Tabula 1.11).

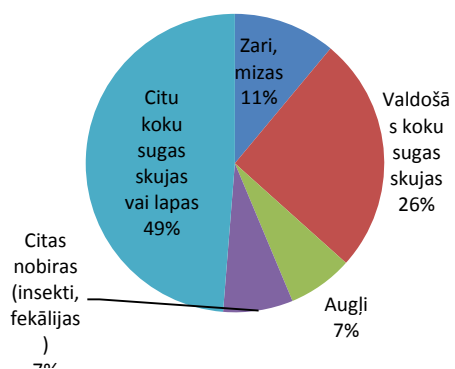
Tabula 1.11

Kopējais nobiru apjoms pētījuma objektos pa frakcijām 2012.un 2013.gadā, kg ha⁻¹

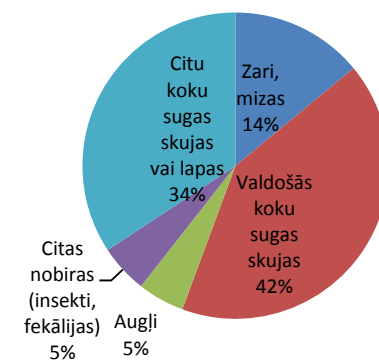
Objekts	Zari, mizas		Valdošās koku sugas skujas		Augļi		Citas nobiras (insekti, fekālijas)		Citu koku sugas skujas vai lapas		Kopā	
	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.	2012.	2013.
Vilkukalns	165.3	256.4	383.7	759.8	105.7	90.1	113.1	93.7	729.7	626.2	1497.5	1826.1
Kūdrenis	195.0	228.7	1305.4	1583.9	444.5	74.3	212.0	183.9	1165.7	938.9	3322.6	3009.6
Zvēri	421.6	337.7	1310.9	1143.8	351.1	138.3	128.2	68.7	165.0	177.0	2376.8	1865.4

Objektā Zvēri gan 2012., gan 2013. gadā izteikti dominējošā frakcija bija valdošās koku sugas (šajā gadījumā priedes) skujas (Attēls 1.74). Objektos Kūdrenis un Vilkukalns, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir palielinājies valdošās koku sugas (attiecīgi egles un priedes) skuju īpatsvars, taču šajos objektos nozīmīga nobiru frakcija ir arī citu koku sugu skujas vai lapas, kas skaidrojams ar citu sugu piemistojumu audzes sastāvā. Zaru un mizu frakcijas, kā arī citu nobiru frakcijas īpatsvars visos pētījuma objektos 2012. un 2013. gadā bija visai līdzīgs, toties, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, visur ir samazinājies augļu un sēkļu frakcijas relatīvais īpatsvars.

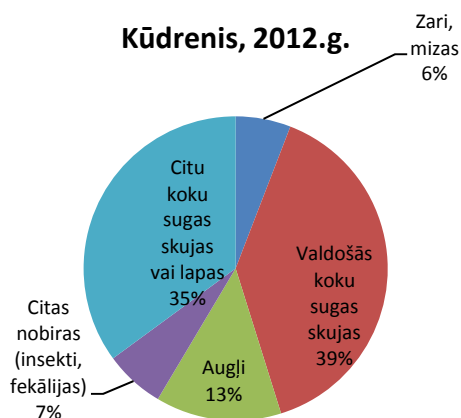
Vilkukalns, 2012.g.



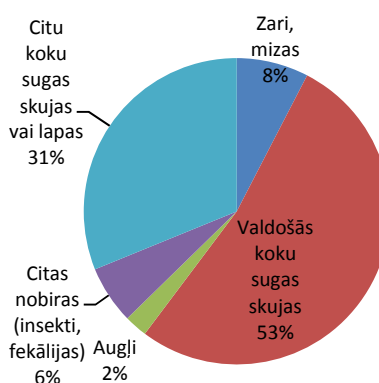
Vilkukalns, 2013.g.



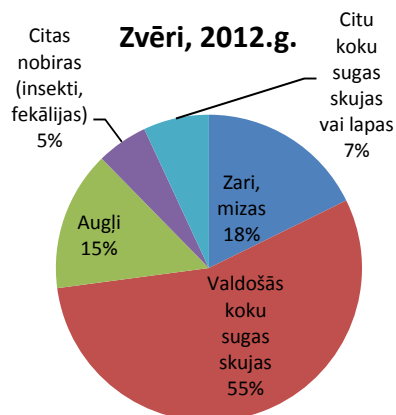
Kūdrenis, 2012.g.



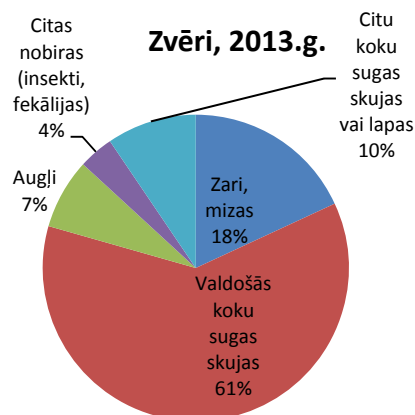
Kūdrenis, 2013.g.



Zvēri, 2012.g.



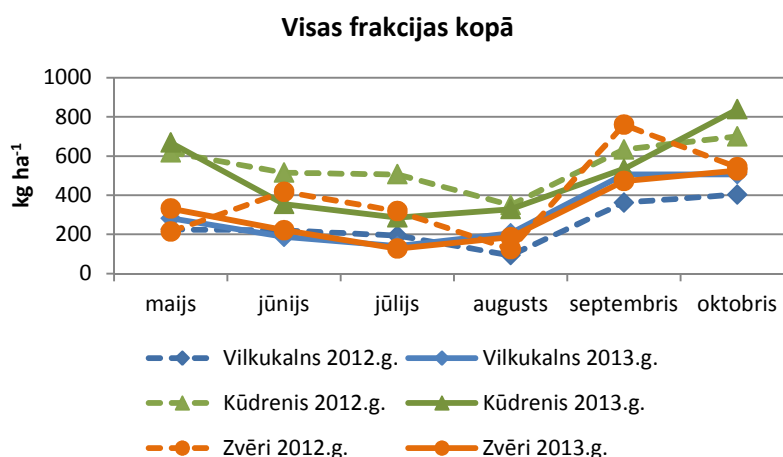
Zvēri, 2013.g.



Attēls 1.74. Dažādu nobiru frakciju īpatsvars 2012.un 2013.gadā pētījuma objektos

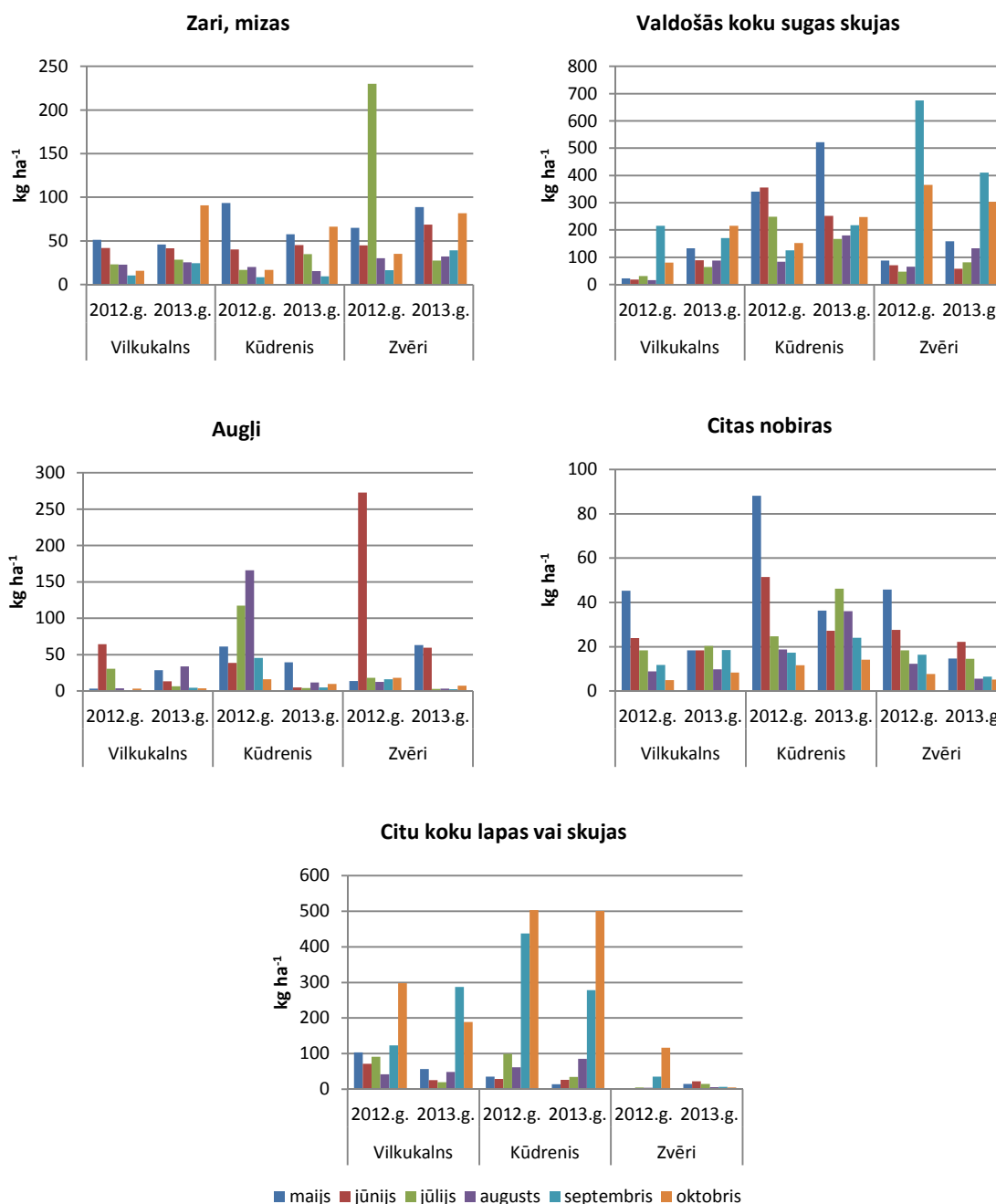
Nobiru apjoma sezonālās izmaiņas nosaka gan koku suga, vecuma, vainaga īpašības, gan arī meteoroloģiskie apstākļi. Kopējā nobiru apjoma sezonālās izmaiņas mūsu pētījuma objektos parādītas 1.75. attēlā (Attēls 1.75). 2013.gadā objektā Vilkukalns kopējais nobiru daudzums samazinājies no 282 kg ha⁻¹ maijā līdz 140 kg ha⁻¹ jūlijā, pēc tam tas pakāpeniski pieaudzis līdz 505 kg ha⁻¹ septembrī un oktobrī. Līdzīga nobiru apjoma izmaiņu tendence novērota arī 2012. gadā. Kopējā nobiru apjoma sezonālā dinamika objektā Zvēri bija visai līdzīga kā objektā Vilkukalns. No maija līdz jūlijam nobiru apjoms samazinājies no 332 kg ha⁻¹ līdz 127 kg ha⁻¹, bet pēc tam atkal pieaudzis līdz 526 kg ha⁻¹ oktobrī. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu, šajā objektā nobiru apjoma svārstības pa mēnešiem ir vienmērīgākas.

2012. gadā nobiru apjoms objektā Zvēri vasaras sākumā pieauga no 214 kg ha⁻¹ līdz 417 kg ha⁻¹, pēc tam samazinājās līdz 124 kg ha⁻¹ augustā, palielinājās līdz 760 kg ha⁻¹ septembrī, pēc tam atkal samazinājās. Objektā Kūdrenis 2013. gadā kopējais nobiru daudzums samazinājies no 669 kg ha⁻¹ maijā līdz 287 kg ha⁻¹ jūlijā, pēc tam palielinājies līdz 838 kg ha⁻¹ oktobrī. Samērā līdzīga tendence bija vērojama arī iepriekšējā gadā, mazākais nobiru apjoms tika konstatēts augustā (349 kg ha⁻¹). Mūsu pētījuma objektos konstatētais meža nobiru kopējais apjoms ir mazāks nekā Integrālā monitoringa parauglaukumos, tomēr sezonālās dinamikas tendences ir salīdzināmas, arī šajos parauglaukumos lielākais nobiru apjoms fiksēts septembrī un oktobrī (Tērauda, 2008). Atbilstoši literatūras datiem, skuju kokiem 40-60% no ikgadējā nobiru apjoma veidojas septembrī un oktobrī (Mätkonen 1974, Viro 1975).



Attēls 1.75. Kopējā nobiru daudzuma sezonālā dinamika pētījuma objektos 2012.un 2013. gadā

Zaru un mizu frakcijas masa gan 2012., gan 2013. gadā visos pētījumu objektos novērojumu perioda gaitā pakāpeniski samazinājusies, un novērojumu perioda beigās atkal pieaugusi (Attēls 1.76). Izņēmums ir 2012.gada jūlijs objektā Zvēri, kad fiksēts ievērojams šīs frakcijas palielinājums, visticamāk, kāda lokāla notikuma ietekmē. Jāatzīmē, ka izteiktāks palielinājums novērojams 2013. gada rudenī, jādodomā, laika apstākļu ietekmē. Valdošās koku sugas skuju apjomam visos objektos ir tendence samazināties vasaras vidū, pēc tam atkal novērojams šīs frakcijas palielinājums. Lielākā augļu un sēklu masa fiksēta pavasarī un vasaras sākumā, rudenī šīs frakcijas apjoms visos objektos bija salīdzinoši niecīgs gan 2012., gan 2013. gadā. Citu nobiru frakcijas apjomam ir tendence novērojumu perioda laikā samazināties, savukārt citu koku sugu lapu un skuju apjoms rudenī ievērojami pieauga.

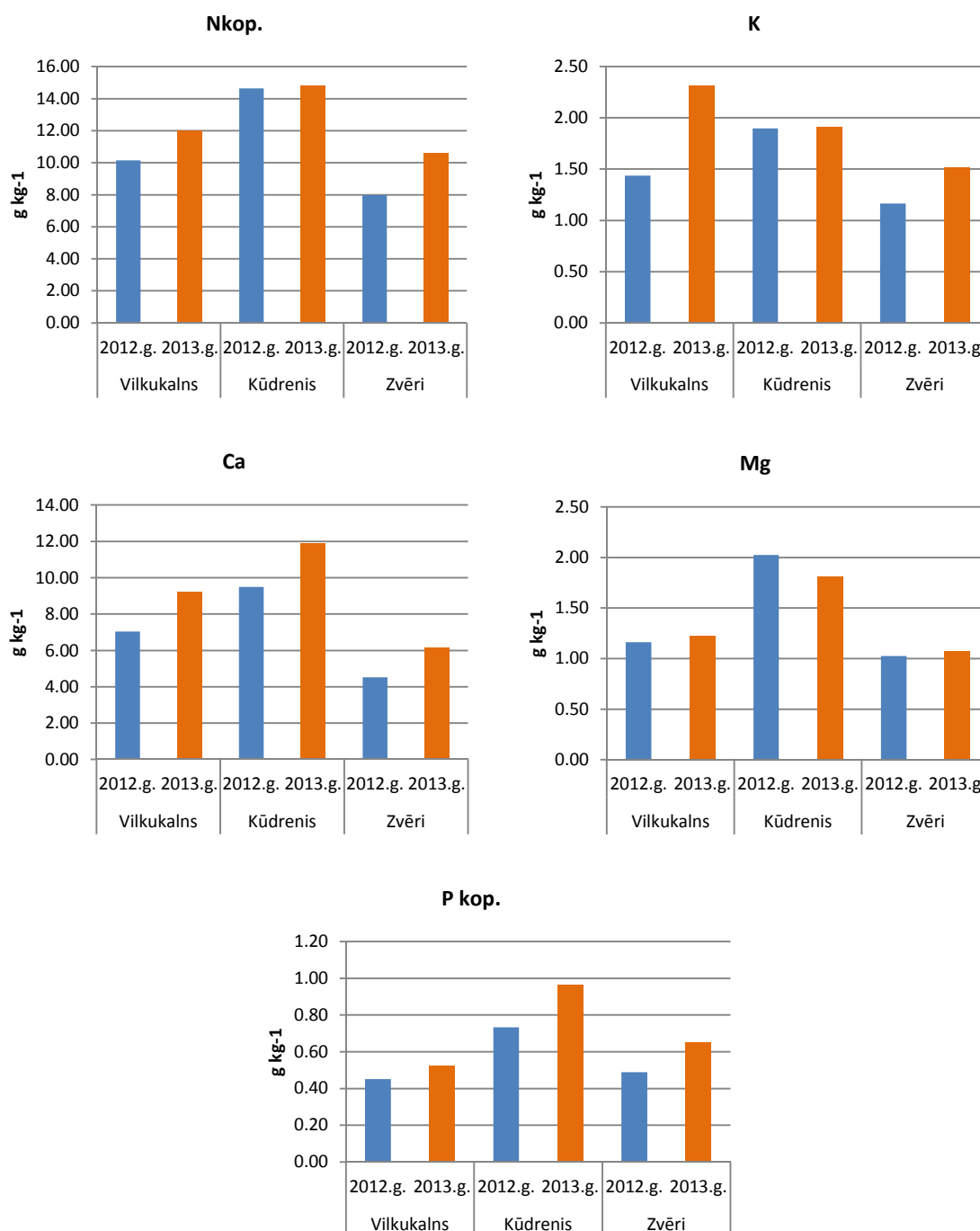


Attēls 1.76. Dažādu frakciju nobiru masas sezonālā dinamika pētījuma objektos 2012. un 2013. gadā

1.3.4.1. Nobiru ķīmiskais sastāvs

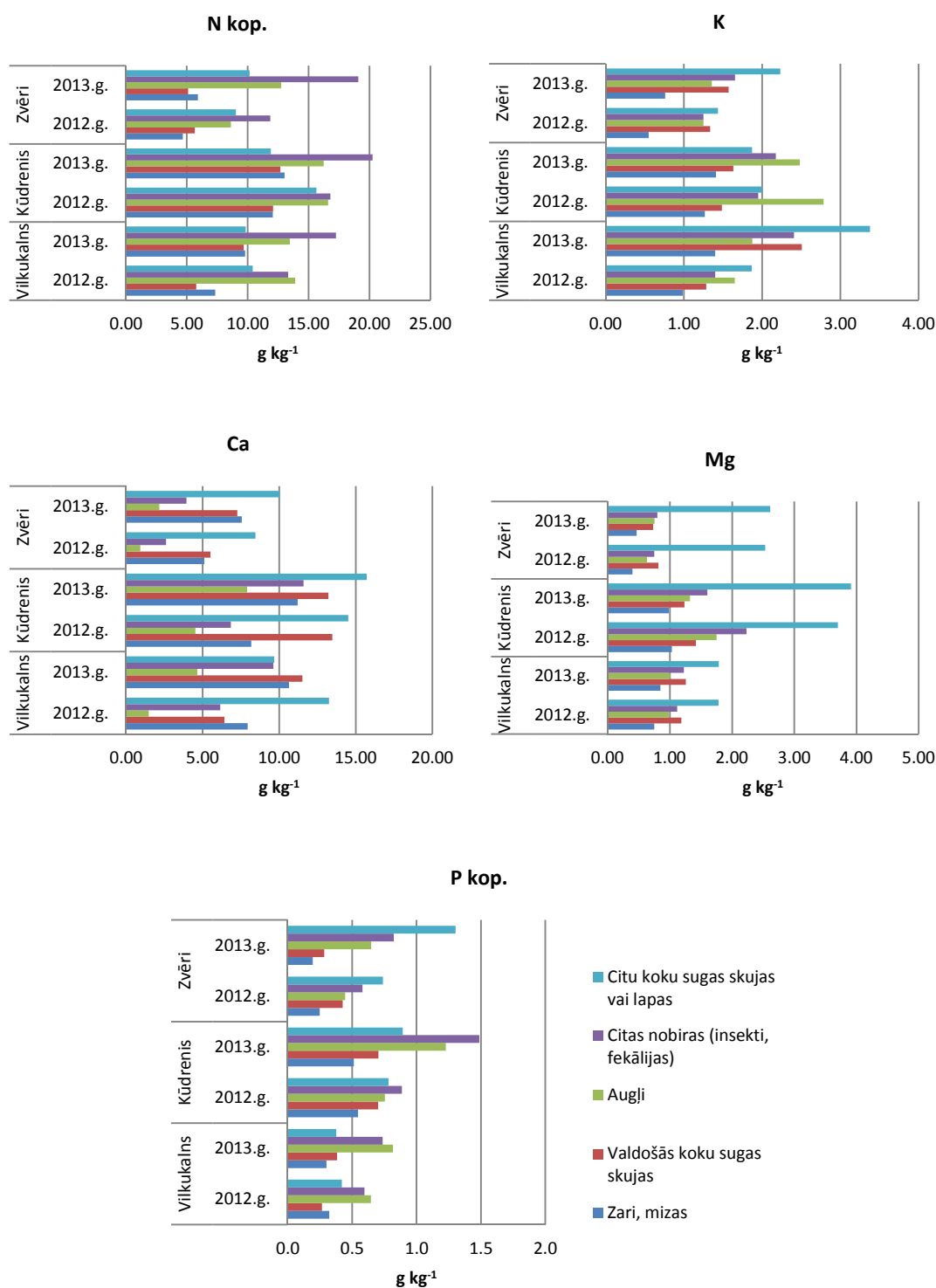
Vidējais kopējā slāpekļa saturs visā novērojumu periodā objektā Kūdrenis bija 14.8 g kg^{-1} , objektā Vilkkukalns – 12.0 g kg^{-1} , un objektā Zvēri – 10.6 g kg^{-1} . Atbilstošās kopējā fosfora koncentrācijas bija 1.0 , 0.5 un 0.7 g kg^{-1} , atbilstošās kālija koncentrācijas – 1.9 , 2.3 un 1.5 g kg^{-1} , atbilstošās kalcija koncentrācijas – 11.9 , 9.2 , 6.2 g kg^{-1} , bet atbilstošās magnija koncentrācijas – 1.8 , 1.2 un 1.1 g kg^{-1} . Kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija nobirās visaugstākā bija objektā Kūdrenis, bet viszemākā - objektā Zvēri (Attēls 1.77). Objektos Vilkkukalns un Zvēri kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir palielinājusies. Kālija vidējā koncentrācija nobirās 2013.gadā vislielākā bija objektā Vilkkukalns, bet vismazākā - objektā Zvēri, vērojama līdzīga tendence - kālija vidējā koncentrācija objektos Zvēri un Vilkkukalns, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir palielinājusies, bet Kūdrenī - saglabājusies iepriekšējā līmenī.

Vidējā kalcija koncentrācija nobirās visaugstākā gan 2012., gan 2013. gadā bija objektā Kūdrenis, bet viszemākā - objektā Zvēri. Visos pētījumu objektos kalcija vidējā koncentrācija nobirās 2013.gadā bija augstāka nekā 2012.gadā. Magnija vidējā koncentrācija nobirās 2013.gadā visaugstākā bija objektā Kūdrenis, bet viszemākā - objektā Zvēri, turklāt Kūdrenī tā, salīdzinot ar 2012. gadu ir nedaudz samazinājusies, bet abos pārējos pētījuma objektos saglabājusies iepriekšējā līmenī. Kopējā fosfora vidējā koncentrācija nobirās visaugstākā bija objektā Kūdrenis, bet viszemākā - objektā Vilkukalns, visos objektos tā, salīdzinot ar 2012.gadu, ir pieaugusi.



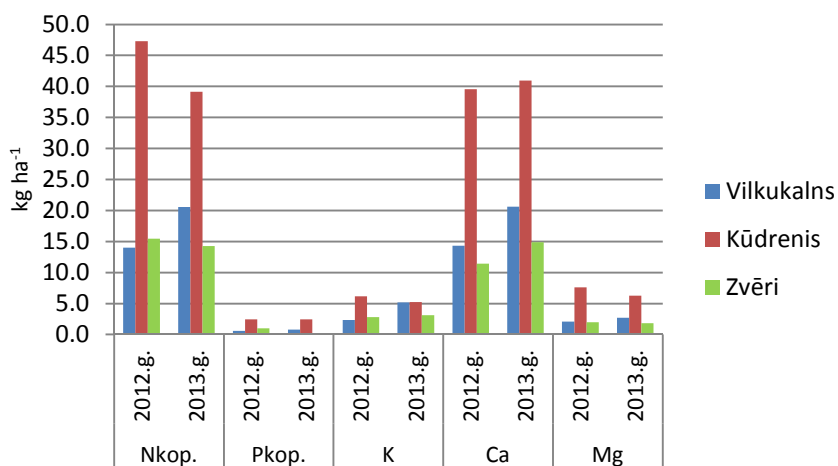
Attēls 1.77. Biogēno elementu vidējā koncentrācija nobirās pētījuma objektos 2012.un 2013.gadā

Visaugstākā kopējā slāpekļa koncentrācija konstatēta citās nobirās un augļos (Attēls 1.78). Visaugstākā kalcija un magnija koncentrācija konstatēta citu koku sugu skužās un lapās, objektā Zvēri šajā frakcijā bija arī visaugstākā kopējā fosfora koncentrācija. Zaros un mizās biogēno elementu koncentrācijas vidēji bija viszemākās, izņemot kalciju, zemākā kalcija koncentrācija konstatēta augļos. Visos trijos pētījuma objektos praktiski visās nobiru frakcijās biogēno elementu koncentrācijas 2013.gadā bija augstākas nekā 2012.gadā.



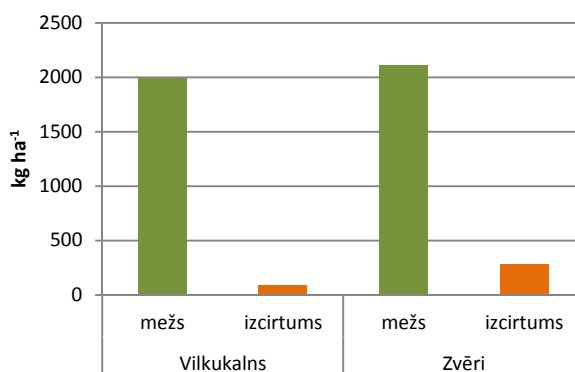
Attēls 1.78. Biogēno elementu koncentrācija dažādās nobiru frakcijās pētījumu objektos

Vidēji 2013.gada novērojumu periodā (no maija līdz oktobra beigām) ar nobirām uz augsnes pētījumu objektos nonāca 14.3 līdz 39.2 kg ha⁻¹ slāpekļa, 0.2 līdz 2.4 kg ha⁻¹ fosfora, 3.1 līdz 5.2 kg ha⁻¹ kālija, 14.9 līdz 41.0 kg ha⁻¹ kalcija un 1.8 līdz 6.2 kg ha⁻¹ magnija (Attēls 1.79). Salīdzinājumam – meža veselības monitoringa II līmeņa parauglaukumā ar nobirām uz augsnes nonāca 30 kg ha⁻¹ N, 2 kg ha⁻¹ P un 4.6 kg ha⁻¹ K, rēķinot vidējo gada apjomu no 2009.un 2010.gada datiem (Lazdiņš 2011). Integrālā monitoringa parauglaukumos laika posmā no 2000.līdz 2004.gadam fiksētas šādas ikgadējās barības vielu ieneses vērtības: 24.7 un 21.0 kg ha⁻¹ kopējā slāpekļa, 17.9 un 15.1 kg ha⁻¹ kalcija, 4.5 un 3.8 kg ha⁻¹ kālija un 2.0 un 2.2 kg ha⁻¹ magnija (Tērauda, 2008).



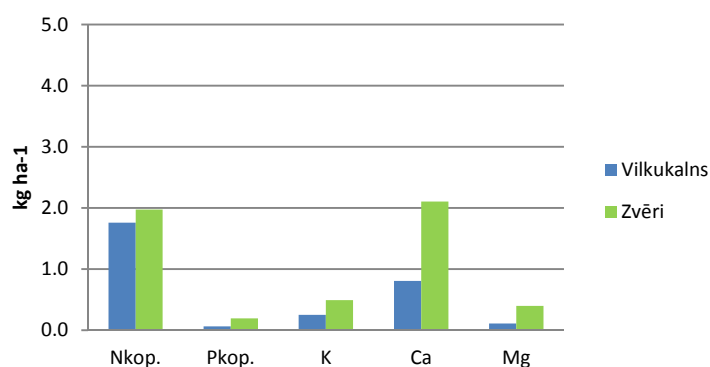
Attēls 1.79. Ar nobirām meža ekosistēmā nonākošais biogēno elementu apjoms (zem koku vainagiem)

Pētījuma objektos meža nobiras tika ievāktas arī izcirtumā, salīdzināmi ir dati par objektiem Vilkkukalns un Zvēri. Objektā Vilkkukalns kopējais novērojumu periodā ievāktais nobiru apjoms bija 88.8 kg ha⁻¹, bet objektā Zvēri - 279.8 kg ha⁻¹ (Attēls 1.80).



Attēls 1.80. Meža nobiru kopējais apjoms mežā un izcirtumā objektos Vilkkukalns un Zvēri

Konstatēts, ka izcirtumā novērojuma periodā kopējā slāpekļa ienese objektā Vilkkukalns bijusi 0.8, bet objektā Zvēri 2.0 kg ha⁻¹, kopējā fosfora ieneses apjomi attiecīgi bija 0.1 un 0.2 kg ha⁻¹, kālija ieneses apjomi - 0.3 un 0.5 kg ha⁻¹, kalcija ieneses apjomi - 0.8 un 2.1 kg ha⁻¹ un magnija ieneses apjomi - 0.1 un 0.4 kg ha⁻¹ (Attēls 1.81). Biogēno elementu ieneses apjomu atšķirības abos objektos visticamāk skaidrojamas gan ar nobiru apjoma atšķirībām, gan atšķirībām izcirtumam piegulošo mežaudžu struktūrā.



Attēls 1.81. Ar nobirām meža ekosistēmā nonākošais biogēno elementu apjoms izcirtumā

1.4. Secinājumi

1. Kopējais barības vielu ieneses apjoms ar nokrišņiem zem koku vainagiem ir nedaudz lielāks nekā izcirtumā. Gandrīz visu elementu ienese pirmajā gadā pēc kailcirtes ir ievērojami mazāka nekā iepriekšējā gadā, tas visticamāk skaidrojams ar nokrišņu daudzuma atšķirībām abos novērojumu periodos.
2. Vidēji pirmajā gadā pēc kailcirtes (2013.gada novērojumu periodā no maija līdz oktobra beigām) ar nobirām uz augsnes pētījumu objektu kontroles platībās nonāk 14.3 līdz 39.2 kg ha⁻¹ slāpekļa, 0.2 līdz 2.4 kg ha⁻¹ fosfora, 3.1 līdz 5.2 kg ha⁻¹ kālija, 14.9 līdz 41.0 kg ha⁻¹ kalcija un 1.8 līdz 6.2 kg ha⁻¹ magnija. Izcirtumā kopējā slāpekļa ienese objektā Vilkskalns (Dm) ir 0.8, bet objektā Zvēri (Ln) 2.0 kg ha⁻¹, kopējā fosfora ieneses apjomi attiecīgi ir 0.1 un 0.2 kg ha⁻¹, kālija ieneses apjomi - 0.3 un 0.5 kg ha⁻¹, kalcija ieneses apjomi - 0.8 un 2.1 kg ha⁻¹ un magnija ieneses apjomi - 0.1 un 0.4 kg ha⁻¹.
3. Pētījuma objektos pirmajā gadā pēc kailcirtes konstatēta nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācijas samazināšanās augsnes ūdenī, salīdzinot ar atsaucē periodu. Tomēr nitrātjonu un amonija jonu koncentrācijas samazināšanās konstatēta ne vien saimnieciskās darbības ietekmētajās, bet arī kontroles platībās. Objektos sausieņu mežos pēc kailcirtes veikšanas konstatēta bāzisko katjonu koncentrācijas paaugstināšanās augsnes ūdenī, tomēr objektā Zvēri būtiska magnija jonu koncentrācijas paaugstināšanās konstatēta arī kontroles platībā.
4. Objektos sausieņu mežos nitrātjonu, fosfātjonu un amonija jonu koncentrācija gruntsūdeņos pirmajā gadā pēc kailcirtes, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir samazinājusies.
5. Objektā Kūdrenis augsnes ūdens reakciju un biogēno elementu saturu ietekmē ne vien platībā veiktā mežsaimnieciskā darbība, bet arī hidrogeoloģiskā situācija - pētījuma objekts atrodas pazemes spiedes ūdeņu izkļāšanās rajonā.
6. Pirmajā gadā pēc kailcirtes izcirtumiem piegulošajā aizsargjoslā nav vērojama biogēno elementu koncentrācijas strauja palielināšanās augsnes ūdenī. Vairākos gadījumos fiksēta barības vielu koncentrācijas samazināšanās aizsargjoslā, taču izmaiņas ir nelielas, salīdzinot ar izcirtumā notiekošajām. Pie tam reizē ar biogēno elementu koncentrācijas izmaiņām aizsargjoslā pie izcirtumiem nereti konstatētas arī biogēno elementu koncentrāciju izmaiņas aizsargjoslā pie kontroles platības, kas norāda uz citiem, ar saimniecisko darbību nesaistītiem ietekmes faktoriem.

1.5. Izmantotā literatūra

1. Adamson J.K., Hornung M. 1990. The effect of clearfelling a Sitka spruce (*Picea Sitchensis*) plantation on solute concentrations in drainage water. *Journal of Hydrology*. 116:287-297
2. Ahtiainen M. 1992. The effects of forest clear-cutting and scarification on the water quality of small brooks. *Hydrobiologia*. 243/244:465-473
3. Ahtiainen M., Huttunen P. 1999. Long-term effects of forestry management on water quality and loading in brooks. *Boreal Environmental Research*. 4:101-114
4. Binkley D., Richter D. 1987. Nutrient cycles and H⁺ budgets of forest ecosystems. In: *Advances in Ecological Research*, 16:1-51
5. Dahlgren R.A., Driscoll C.T. 1994. The effects of whole-tree clearcutting on soil processes at the Hubbard Brook Experiment Forest, New Hampshire, USA. *Plant and Soil*. 158(2): 239-262
6. Feller M.C., Kimmins J.P. 1984. Effects of clearcutting and slash burning on streamwater chemistry and watershed nutrient budgets in southwestern British Columbia. *Water Resources Research* 20(1): 29-40
7. Fröberg M., Hansson K., Kleja D.B., Alavi G. 2011. Dissolved organic carbon and nitrogen leaching from Scots pine, Norway spruce and silver birch stands in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 262:1742-1747
8. Futter M.N., Ring E., Högbom L., Entenmann S., Bishop K.H. 2010. Consequences of nitrate leaching following stem-only harvesting of Swedish forests are dependent on spatial scale. *Environmental Pollution*. 158: 3552-3559
9. Gundersen P. 1995. Nitrogen deposition and leaching in European forests - preliminary results from a data compilation. *Water, Air and Soil Pollution*. 85:1179-1184
10. Indriksons A. 2006. Meža ūdensregulējošās īpašības intensīvas mežsaimniecības apstākļos. Pārskats par LR Zemkopības ministrijas Meža attīstības fonda pasūtītu pētījumu. 42.lpp.
11. Kubin E. 1998. Leaching of nitrate nitrogen into the groundwater after clear felling and site preparation. *Boreal Environmental Research* 3: 3-8
12. Lazdiņš A. 2011. Pārskats par Meža attīstības fonda pasūtīto pētījumu "Eiropas meža monitoring sistēmas attīstības projekta Further Development and Implementation of an EU-level Forest Monitoring System" ieviešana valsts starptautisko saistību izpildes nodrošināšanai. LVMI "Silava", 59.lpp.
13. Lundin L. 1999. Effects on hydrology and surface water chemistry of regeneration cuttings in peatland forests. *International Peat Journal*. 9: 118-126
14. Lundin L. 2000. Water environment care at peatland forestry practices. In: Rochefort L. and Daigle J.-Y. (Eds.). *Sustaining our peatlands. Proceedings of the 11th International Peat Congress, Quebec City, Canada August 6-12, 2000. Vol.II:952-961*
15. Mälkonen E. 1974. Annual primary production and nutrient cycle in some Scots pine stands. *Commun.Inst.For.Fenn.*, 84(5), 1-87
16. Mannerkoski H., Finer L., Piirainen S., Starr M. 2005. Effect of clear-cutting and site preparation on the level and quality of groundwater in some headwater catchments in eastern Finland. *Forest Ecology and Management*. 220: 107-117

17. Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. 2010. ICP Forests. Tiešsaistē: <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
18. Nieminen M. 1998. Changes in nitrogen cycling following the clearcutting of drained peatland forests in southern Finland. *Boreal Environmental Research*. 3: 9-21
19. Nieminen M. 2004. Export of dissolved organic carbon nitrogen and phosphorus following clear-cutting of three Norway spruce forests growing on drained peatlands in southern Finland. *Silva Fennica*. 38(2): 123-132
20. Nikodemus O., Kārklīņš A., Kļaviņš M., Melecis V. 2008. Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds, 256 lpp.
21. Pardo L.H., Driscoll C.T., Likens G.E. 1995. Patterns of nitrate loss from a chronosequence of clear-cut watersheds. *Water, Air and Soil Pollution*. 85(3): 1659-1664
22. Rosen K, Aronson J.-A., Eriksson H.M. 1996. Effects of clear-cutting on streamwater quality in forest catchments in central Sweden. *Forest Ecology and Management*, 83(3):237-244
23. Sollins P., Grier C.C., McCorison F.M., Cromack K., Fogel R., Fredriksen L. 1980. The internal element cycles of an old-growth Douglas fir ecosystem in western Oregon. *Ecological Monographs* 50:261–285
24. Tērauda E. 2008. Ķīmisko vielu plūsmas Latvijas priežu mežu ekosistēmās. Promocijas darbs. LU Akadēmiskais apgāds, Rīga, 123 lpp.
25. The Condition of Forests in Europe. 2011. ICP Forests Executive Report 2011. Available at: <http://www.icp-forests.org/pdf/ER2011.pdf>
26. Viro P.J. 1955. Investigations in forest litter. *Commun.Inst.For.Fenn.*, 45(6), 1-65
27. Westling O., Örlander G., Andersson I. 2004. Effekter på askåterföreling till granplanteringar med riståkt. IVL Rapport B 1552
28. Wiklander G. 1981. Clear-cutting and the nitrogen cycle. Heterogeneous nitrogen leaching after clear-cutting. In: Clark F.E., Rosswall T. (Eds.). *Terrestrial Nitrogen Cycles, Processes, Ecosystem Strategies and Management Impacts*. *Ecological Bulletin* 33:642-647
29. Wiklander G., Nordlander G., Andersson R. 1991. Leaching of nitrogen from a forest catchment at Söderåsen in southern Sweden. *Water, Air and Soil Pollution*. 55:263-282

2. *Mežsaimniecisko darbību ietekme uz augsnes struktūru un kvalitāti*

2.1. Ievads

Darba uzdevuma "Parauglaukumu ierīkošana augsnes sablīvēšanās izmaiņu novērtēšanai, empīrisku datu ievākšana un analīze augsnes struktūras un kvalitātes izmaiņu parauglaukumos" mērķis ir augsnes sablīvējuma un kokaudzes dabiskās atjaunošanās rādītāju novērtējums uz tehnoloģiskajiem koridoriem un pārējā mežaudzes daļā pēc galvenās cirtes. Darba uzdevuma sagaidāmais nodevums ir augsnes struktūras un kvalitātes izmaiņu novērtējums mežizstrādes rezultātā un rekomendācijas mežizstrādes darbu organizēšanai, lai mazinātu nevēlamo ietekmi uz vidi.

Pētījuma objektu atlasē ietekmes novērtēšanai izraudzīti 2004. gadā projekta "Smagās meža tehnikas ietekme uz augsnes fizikālo īpašību izmaiņām" ietvaros ierīkotie izmēģinājumu objekti jaunaudzēs, kā arī AS "Latvijas valsts meži" speciālistu atlasītās briestaudzes, kurās pirms 15-20 gadiem veikta krājas kopšana, un līdzīga vecuma jaunaudzes. Parauglaukumos, kur veikta krājas kopšana, vienlaicīgi ar augsnes pretestības mērījumiem ievākti kritalu paraugi mežizstrādes atlieku sadalīšanās gaitas izpētei.

Lauka darbus veica Anna Liepiņa, Ainārs Lupiķis, Toms Sarkanābols un Sigita Mūrniece; datu apstrādi veica Anna Liepiņa un Andis Lazdiņš.

2.2. Esošā stāvokļa raksturojums

Meža mašīnas kļūst arvien smagākas un jaudīgākas (Vossbrink & Horn 2004), atsevišķa riteņa spiediens uz augsni var sasniegt 300 kN (Inge, 1994). Harvesteru un, jo īpaši, pievedējtraktoru pilna masa var sasniegt 43 tonnas (PONSSE ElephantKing). Tehnikas masas palielināšanās rezultāts ir augsnes virskārtas bojājumi un sablīvēšanās. Pirmie un plašākie pētījumi par augsnes sablīvēšanos smagās tehnikas ietekmē veikti Centrāleiropas valstīs; piemēram, Vācijā pierādīts, ka mežaudžu produktivitāte ilgtermiņā samazinās augsnes sablīvēšanas rezultātā (Gameda et al. 1987; Soane 1994). Augsnes sablīvēšanās un augsnes struktūras ietekme uz augiem ir analizēta arī pagājušā gadsimta sākumā un 19. gadsimtā veiktos pētījumos (Wollny 1898; Groger 1921; Görbing 1948). Saskaņā ar ASV veiktu pētījumu rezultātiem, smagā tehnika, veicot regulāru lauksaimniecības zemju aršanu, sablīvē aramkārtai piegulošo augsnes slāni, kas palielina augsnes pretestību un apgrūtina sakņu iekļūšanu sablīvētajā augsnes slānī (Ehlers et al.; Taylor & Brar 1991). Citos pētījumos par lauksaimniecības kultūru audzēšanu konstatēts, ka atgriezeniskas strukturālas izmaiņas (poru funkcionēšanas uzlabošanās) augsnē var notikt tad, ja mehāniskā slodze nav lielāka par kompaktizēšanos izraisīto līmeni visos augsnes slāņos un ja augsne regulāri un intensīvi izkalst, mainot tilpumu (International Union of Soil Sciences. & Pagliai 2002). Maksimālais spiediens, kas samazina ūdens un biogēno elementu pieejamību zem augu attīstībai kritiskā

Saskaņā ar Vācijā veikto pētījumu rezultātiem, ja augsne kompaktizējas līdz līmenim, kas būtiski ierobežo bioloģiskos un fizikālos procesus augsnē, augsnes aerācija un ūdens caurlaidība atjaunojas vairāku gadu desmitu laikā (Seyedbagheri 1996). Stipri kompaktizētu lauksaimniecības augšņu struktūras atjaunošanās notiek 70-140 gadu laikā (Froehlich 1985).

- augsnes ģenēzes pētījumos;
- augsnes nestspējas noteikšanai būvniecībā;
- kompaktizētu augsnes starpslāņu identificēšanai;
- lauksaimniecības augšņu sablīvējuma noteikšanai;
- augsnes nestspējas noteikšanai bezceļu transporta plānošanā un ietekmes uz vidi novērtēšanā;
- augšanas apstākļu novērtēšanai, it īpaši urbanizētā vidē (parkos un dārzos), kur sablīvētu augsnes starpslāņu veidošanās ir raksturīgāka, nekā dabiskā vidē;
- sporta laukumu plānošanā (Eijkelkamp 2007).

81

Sakņu spēja caurāgt augsnes slāni ir viens no būtiskākajiem meža tehnikas ietekmi uz augsni raksturojošajiem rādītājiem. Maksimālā augsnes pretestība, ko var uzskatīt par pieļaujamu optimālai sakņu attīstībai, ir 1 MPa (megapaskāls), kas atbilst spēkam, ar kādu augošas saknes spiež uz augsnes daļiņām. Jāņem vērā, ka saknes tiecas apliekt šķēršļus (sablīvētas augsnes konkrēcijas vai akmeņus) un izmanto augsnē esošās plaisas (Schothorst 1968). Penetrologers nevar noteikt plaisu klātbūtni un augsnes sablīvējuma nevienmērīgumu, tāpēc praksē saknes turpina augt arī tad, ja penetrolōgera rādījumi pārsniedz 1 MPa. Saskaņā ar Nīderlandē veiktiem pētījumiem netraucēta sakņu augšana turpinās, ja augsnes pretestība ir 1,5 MPa (Bakker 1990). Būtiski ierobežojumi sakņu augšanā novērojami tad, ja augsnes pretestība ir 3 MPa. Sakņu attīstības traucējumi noved pie ūdens un barības vielu uzņemšanas samazināšanās un produktivitātes krituma (Bakker 1990; Mullins 1990).

Izmantojot penetrolōgeru augsnes pretestības noteikšanai, jāņem vērā mitruma un organisko vielu saturs augsnē (Eijkelkamp 2007). Jo lielāks mitruma saturs augsnē, jo mazāka augsnes pretestība, attiecīgi, arī augsnes nestspēja. Tāpēc, lai salīdzinātu augsnes pretestības datus, kas iegūti dažādos laika posmos, piemēram, pirms un pēc augsnes apstrādes, ir būtiski pārliicināties, vai mitruma apstākļi augsnē ir salīdzināmi (Mullins 1990). Augsnes mitrumu var noteikt ar zondi, ko pievieno penetrolōgeram (Eijkelkamp 2007).

Organiskā viela pozitīvi ietekmē augsnes nestspēju. Kūdrainas augsnes ar mazu blīvumu nestspēja ir salīdzināma ar blīvas smilšainas augsnes nestspēju (Schothorst 1968). Jāņem vērā, ka organiskās augsnēs parasti ir daudz lielāks mitruma saturs, tāpēc praksē organisko augšņu nestspēja ir mazāka.

Veicot augsnes pretestības mērījumus, ir būtiski ņemt vērā vietas neviendabīgumu – atšķirības augsnes granulometriskajā sastāvā, dažādu augsnes slāņu izvietojumā, organisko vielu un mitruma saturā. Lai samazinātu šo faktoru ietekmi un iegūtu statistiski reprezentablus datus, mērījumi ir vairākas reizes jāatkārto. Mērījumu atkārtojumu skaits ir atkarīgs no vietas īpatnībām, taču ieteicams katrā parauglaukumā veikt vismaz 10 mērījumus (Mullins 1990). Ieteicamais atstatums starp mērīšanas vietām 50-60 cm, bet, piemēram, saskaņā ar Nīderlandes standartiem – 100 cm (Lurvink 1996).

Latvijā un Somijā veiktos pētījumos par meža atjaunošanu konstatēts, ka vidējā augsnes pretestība 0-20 cm augsnes slānī ir 1,2 MPa¹. Tas liecina par nelielu augsnes sablīvējumu un saskaņā ar citiem pētījumiem (Lazdiņa 2008) šāds augsnes pretestības līmenis ir optimāls sakņu augšanai. Sakņu augšanu limitējošā pretestības vērtība (3 MPa) nav pārsniegta nevienā objektā no pētījumu objektiem. Tas nozīmē, ka augsnes sablīvēšanās vai, tieši pretēji, pārāk irdena augsnes struktūra, kas sekmē augsnes izžūšanu, kociņu ieaugšanos un attīstību normālos apstākļos nebremzē.

Augsnes pretestības izmēģinājumi objektos Latvijā liecina, ka damaksnī viegla smilšmāla augsnē pacilu veidošana uzlabo augšanas apstākļus, veidojot labāku nodrošinājumu ar augu barības vielām,

¹ Projekta "Multifunkcionālas celmu izstrādes un augsnes pacilu sagatavošanas iekārtas prototipa izveidošana un testēšana" dati, nav publicēti.

rezultātā stādiņiem ir proporcionāli lielāks biomasas pieaugums, nekā augušajiem vagās vai nesagatavotā augsnē. Mehānizēti uz pacilām ierīkotajos stādījumos saglabājās 97 % no maksimālajiem iestādītajiem egļu stādiem (Lazdiņa 2008).

Savukārt lauksaimniecības zemē vagās veidojas labāki augšanas apstākļi, nekā uz pacilām, jo lauksaimniecības zemju virskārta parasti ir vairāk sablīvējusies, tāpēc pacila veidojas no 2 sablīvētiem augsnes slāņiem; savukārt, vagā, ja tā ir pietiekoši dziļa, sablīvētā augsne tiek novākta un stādiņu iestāda irdenajā augsnes slānī (Lazdiņa 2008).

Saskaņā ar pētījumu rezultātiem, vidējais augsnes relatīvais mitrums ir Latvijā un Somijā ir līdzīgs, uz pacilām ierīkotajos ierīkotajos parauglaukumos tas ir attiecīgi 14,4 % un 14,9 % (Lazdiņa 2008; Lazdiņa et al. 2008). Iepriekšējos pētījumos konstatēts, ka, salīdzinot augsnes mitrumu uz pacilas virsas un vagas dibenā 0-10 cm slānī, nav novērota būtiska atšķirība – relatīvais mitrums uz pacilas un vagā, attiecīgi, ir 21,0% un 20,0 % (Lazdiņa 2008).

Vērtējot augsnes sablīvējumu uz tehnoloģiskajiem koridoriem dažādos augšanas apstākļos tūlīt pēc izstrādes un apaļkoku pievešanas, LVMI Silava veiktajos pētījumos konstatēts, ka visbūtiskākais augsnes pretestības palielinājums ir vidējos pievešanas apstākļos (pievešana iespējama visu gadu, nepieciešamības gadījumā iekļājot zarus ceļos, galvenokārt āreņi un slapjaini). Salīdzinot visas mašīnas, lielākais summārais augsnes pretestības palielinājums uz ceļa ar zaru segumu konstatēts pievedējtraktoriem ar mazu kravas tilpni, kas pa vienu un to pašu ceļu brauca vairākas reizes. Tomēr izteikts augsnes sablīvējuma palielinājums novērots tikai labajos apstākļos (sausienos), it īpaši uz ceļiem bez zaru klājuma. Pārmitrās augsnēs augsnes pretestības palielināšanos Latvijā veiktajos pētījumos nenovēroja, jo augsni, kurā lielākā daļa ir ūdens, nevar saspiest, tāpēc tā tiek izspiesta no riteņu apakšas pa vieglākās pretestības ceļu un, traktoram ar korpusu slīdot pa augsnes virsmu, būtiski palielinās tā virsma. Daudzos gadījumos labajos un vidējos pievešanas apstākļos augsnes pretestība pietuvojās vai pārsniedza 3 MPa, bija arī tādi parauglaukumi, kuros tā jau sākotnēji bija 2-3 MPa (Lazdiņš et al. 2008). Tas liecina, ka mežizstrādes tehnika rada augsnē strukturālas izmaiņas un vietās, kur tam ir labvēlīgi apstākļi, notiek augsnes sablīvēšanās. Tajā pašā laikā redzams, ka gan sākotnējais stāvoklis, gan ietekmes ir ļoti atšķirīgas un var būt situācijas, kad jau sākotnēji augsnes pretestība ir lielāka, nekā pieļaujams saskaņā ar literatūras datiem. Tāpat no pētījumu datiem nav skaidrs, cik lielā mērā uz intensīvi kultivētām lauksaimniecības augsnēm iegūtus datus var attiecināt uz meža zemēm.

Lai noskaidrotu augsnes sablīvējuma noturību un iespējamo ietekmi uz meža atjaunošanos, pētījumā novērtēts, vai pastāv statistiski būtiska atšķirība augsnes pretestībā pirms 5 un 10-15 gadiem izstrādātās mežaudzēs un kā notikusi dabiskā meža atjaunošanās uz tehnoloģiskajiem koridoriem 10-15 gadu laikā.

2.3. Izmēģinājumu objekti un empīrisko datu ieguves metodika

2.3.1. Izmēģinājumu objekti

Apsekoti objekti dažādos meža augšanas apstākļu tipos, kas izvietoti Zemgales un Vidusdaugavas mežsaimniecībās. Galvenie taksācijas rādītāji doti 11. tabulā (Tabula 2.1). Izmēģinājumu objektu raksturojums sagatavots atbilstoši 2004. gada LVMI Silava pētījuma ziņojumam (Liepa et al., 2005).

Tabula 2.1

Izmēģinājumu objektu raksturojums

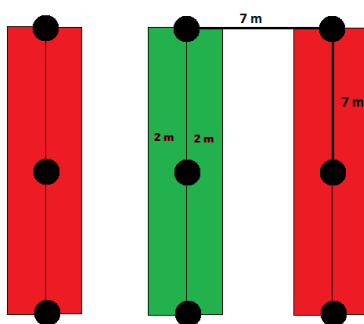
Kvartāla apgabals	Kvartāls	Nogabals	Audzes formula	Platība, ha	Meža tips	Mežizstrādes gads
502	189	10	9E32 1B17	1,1	Nd	1981
502	482	18	10P7	1,9	Ks	2004
502	482	4	10E8	0,8	Ap	2004
502	483	13	10E8	2,6	Dm	2003
502	483	8	10E8	1,9	Dm	2003
502	486	14	10E7	1,1	Ap	2004
504	37	6	10P10	3,5	Ln	2003
504	37	8	10P10	3,4	Ln	2003
504	38	2	10P9	2	Ln	1998
504	38	4	10P18	1,3	Mr	1998
504	38	9	10P18	2	Mr	1989
504	39	1	10P7	8,4	Mr	2006
504	40	3	10P8	3	Dm	2003
504	40	5	10P9	3,8	Dm	2003
504	40	7	10P18	2,3	Dm	1995
504	41	5	10P14	3,1	Ln	1997
506	120	25	7B2E1Ba8	4	Vr	2003
506	122	2;3	10P10	0,6	Ln	2001
506	122	9	7B10 3P6	0,8	Dms	2001
506	17	25	6P4B15	1,9	Dms	2000
506	17	32	10P15	1,2	Ln	2000
506	28	1	10P8	0,7	As	2003
506	29	15	10P17	2,2	Ln	2002
506	31	15	10P9	2,6	Mr	2002

Kvartāla apgabals	Kvartāls	Nogabals	Audzēs formula	Platība, ha	Meža tips	Mežizstrādes gads
506	32	5	10P8	0,9	Sl	2003
506	61	6	6P4E9	0,8	Dms	2003
506	64	4	10B17	0,7	Nd	2003
506	8	33	10P9	0,8	Ln	2002
506	9	33	10P8	3,5	Ln	2004
508	255	21	10P8	4,7	Ln	2004
508	305	11	10E7	1,7	Kp	2002
508	305	3	8E7 2P6	3,9	Dm	2004
508	368	14	10P11	2	Ln	2001
508	368	25	9P10 1B9	3,1	Dm	1999
508	369	8	87B9 3M6	3,1	Kp	2001
511	81	9	8B2A9	2,1	Gr	2002
604	387	5	7E2B1P10	2,2	Dm	2003
604	389	1	10P11	2,5	As	2002
604	280	4	10P11	2,5	Dm	2003
604	284	8	9E1B9	3,1	Ks	2003
604	293	10	10P9	1,9	Dm	2002
604	348	11	6B4M11	3	Lk	2001
604	380	8	6P2E2B11	5,4	Dm	2002
604	60	25	8P2B9	0,8	Dms	2003
608	21	15	10P9	1,8	As	2001
608	21	9	10P9	1,3	As	2001
608	7	1.1	8E2B7	1,6	Ap	2003
608	7	13	6E3B1P8	2,3	As	2003
608	7	20	10E12	1,3	Ap	1997
608	7	5.1	5E5B7	1,5	Ap	2003
608	7	8	10E7	1,9	Ap	2006
609	33	18	10E10	2,1	Dm	2001
609	34	23.1	10P8	2,6	Ln	2003
609	34	23.2	10P8	1,9	Ln	2003
609	43	12	10P9	1,4	Dm	2003
609	43	17	10P9	1,6	Nd	2001

Kvartāla apgabals	Kvartāls	Nogabals	Audzes formula	Platība, ha	Meža tips	Mežizstrādes gads
609	68	38	10P9	1,8	Ln	2003
609	69	39	10M9	1,4	Db	2000
609	70	14	10P9	1,9	Mrs	2003

2.3.2. Parauglaukumu ierīkošanas metodika

Katrā no apsekotajiem nogabaliem tika ierīkots viens parauglaukums. Tā ierīkošana sākas ar centrālā mieta nospraušanu, kur tiek noteiktas arī parauglaukuma koordinātas. Parauglaukums sastāv no 3 slejām, kuru vidusasis atrodas 7 m attālumā viena no otras. Viena no slejām atrodas uz pievešanas ceļa. Uz katras no slejām atlikti 3 punkti, kas savstarpēji atrodas 7 m attālumā. 2.1.attēlā redzama shēma, kā tiek veidoti parauglaukumi un kāds ir sleju izvietojums (Attēls 2.1). Vidējā sleja tika ierīkota uz traktora atstātās slīdes, pārējās mežaudzes daļā, kas nav izmantota tehnikas pārvietošanai. Detalizētas izmēģinājumu objektu shēmas, tajā skaitā kritalu uzskaites un paraugu ievākšanas shematisks attēlojums dots 1., 2. un 3. pielikumā.



Attēls 2.1. Parauglaukuma shēma

2.3.3. Augsnes sablīvējuma mērījumi

Sablīvējuma mērīšanai izmantots Eijkelkamp digitālais penetrolgers, kas var uzmērīt augsnes pretestību līdz 80 cm dziļumam (Attēls 2.2). Augsnes pretestības mērījumi veikti līdz 80 cm dziļumam, izņemot vietas, kur augsnes pretestība bija pārāk liela, lai iespiestu penetrolgera zondi. Šādās vietās mērījumus veica līdz maksimālajam dziļumam, kādā varēja to iespiest. Katrā objektā tika veikti 27 sablīvējuma mērījumi. Mērījumi veikti pa slejām. Uz katras slejas atlikti 3 punkti, kas atrodas 7 m attālumā viens no otra, kuros veic katrā trīs mērījumus. Tiek piefiksēts, kurā no slejām atrodas pievešanas ceļš, lai vēlāk aprēķinos to varētu salīdzināt ar pievešanas procesā neskarto audzes daļu.

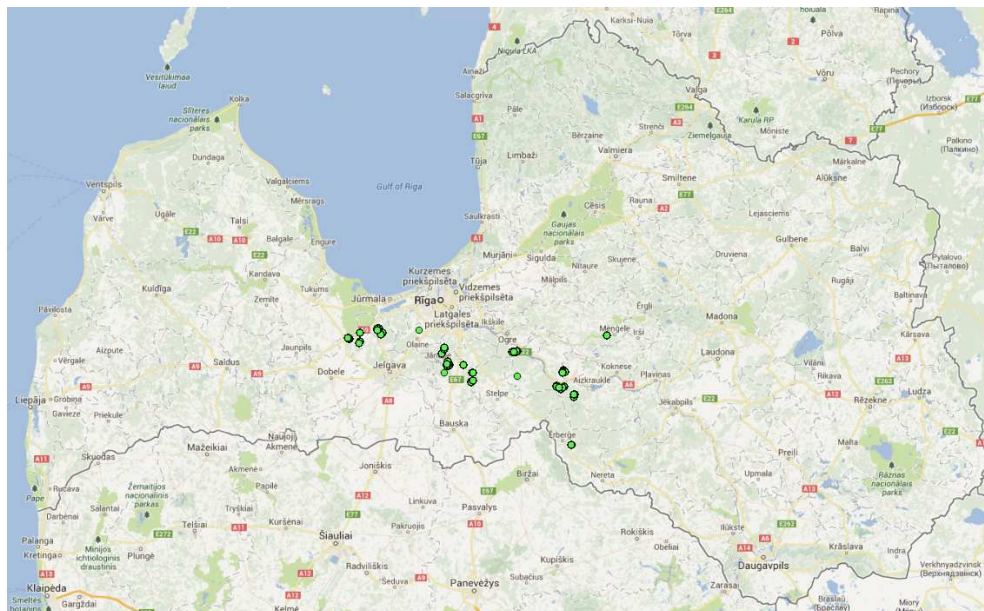


Attēls 2.2. Eijkelkamp digitālais penetrologers

Rezultāti doti megapaskālos (MPa). Pārreķins spiedienam no spēka (faktiski nomērītais lielums) uz pretestības mērvienībām veicams ar 1. vienādojumu.

$$MPa = \frac{Spēks (N)}{2 \text{ cm}^2 (\text{konusa laukums}) * 100} \quad (1)$$

Vienlaicīgi ar pretestības datu ieguvu, noteiktas arī attiecīgā punkta koordinātes, veidojot izmēģinājumu objektu karti (Attēls 2.3). Penetrācijas vietu izvietojums vienā audzē atbilstoši fiksētajām koordinātēm redzams 2.4.attēlā.



Attēls 2.3. Izmēģinājumu objektu karte



Attēls 2.4. Penetrācijas vietu izvietojums vienā audzē

2.3.4. Paaugas uzskaitē

Paauga uzskaitīti visos parauglaukumos pa slejām. Tiek uzskaitīti visi koki, kas atrodas ne tālāk kā 2 m no slejas vidusass, kas nosprausta ar stigmietiem. Kokiem mērīts augstums ar latas vai augstummēra VERTEX palīdzību. Kokiem, kas sasnieguši vismaz 2 m augstumu, mērīts caurmērs krūšu augstumā, izmantojot dastmēru. Uzskaitītas visas koku sugas, kas atrodas slejā. Veicot mērījumus, piefiksēta sleja, kurā atrodas pievešanas ceļš.

Pēc datu ievadīšanas elektroniskajās tabulās aprēķināts vidējā koku augstums gan neskartajā audzes daļā, gan slejā, kur veikti pievešanas darbi. Slejās, kur mērīts caurmērs un augstums paraugkokiem, pirms tam izveidota augstumlīkne katrai attiecīgajās slejās pārstāvētajai koku sugai un aprēķināts visu koku augstums. Analizēts koku skaits, augstums, sugu sastāvs kontroles audzes daļā un uz pievešanas ceļa.

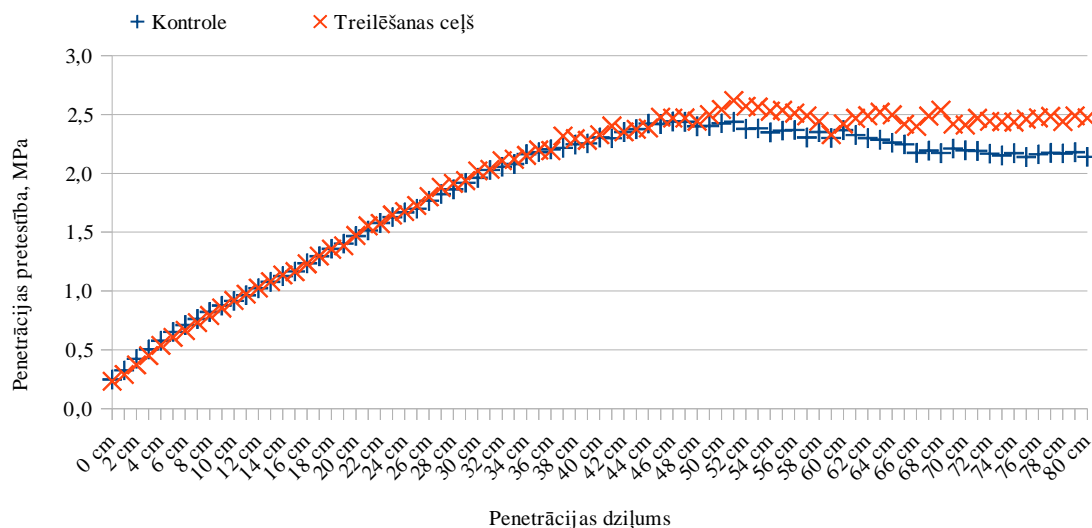
2.4. Pētījuma rezultāti

2.4.1. Veikto mērījumu un uzskaites kopsavilkums

Kopā apsekoti 59 nogabali Zemgales un Vidusdaugavas mežsaimniecībās. Katrā objektā ierīkots viens parauglaukums, kas sastāv no 3 slejām. Visās slejās veikta paaugas uzskaitē un sablīvējuma mērījumi.

2.4.2. Augsnes sablīvējums

Dažādos augšanas apstākļu tipos apsekoti kopā 59 objekti. Vidējie augsnes pretestības rādījumi visos objektos parādīti 2.5.attēlā. Atšķirība starp abām paraugkopām nav statistiski būtiska ($p > 0,05$).



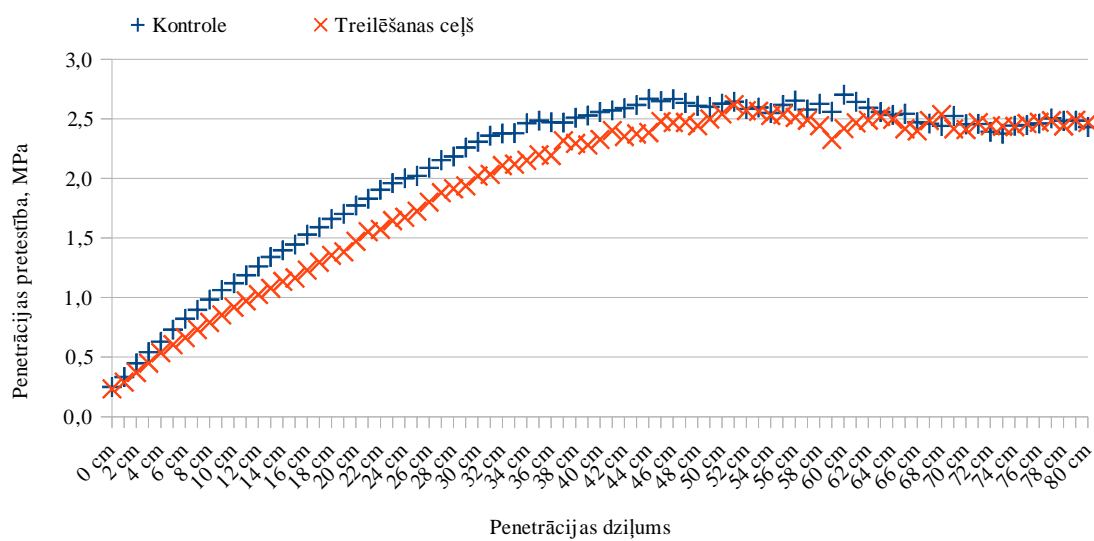
Attēls 2.5. Vidējā penetrācijas pretestība visos objektos

Apskatot visus objektus, nešķirojot atsevišķus meža tipus, var secināt, ka būtiskas atšķirības starp augsnes sablīvējumu uz pievešanas ceļiem un kontroles audzē nepastāv. Būtiskas atšķirības augsnes sablīvējumā sāk parādīties 50 cm dziļumā. Iespējams, ka tas saistīts ar augsnes sasalšanas dziļumu (caursalstošajos slāņos augsnes pretestība ātri izlīdzinās).

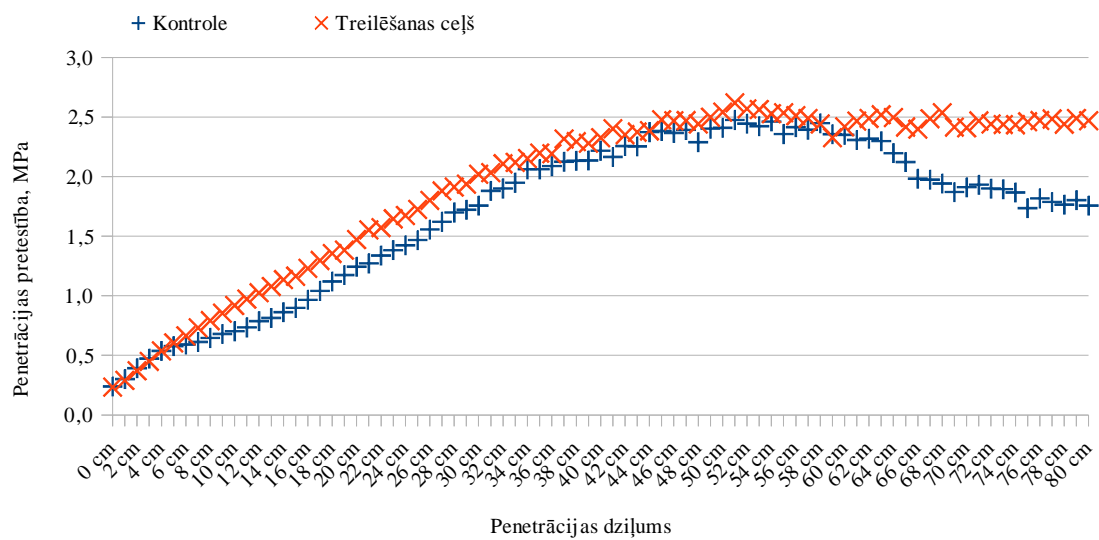
Pētījuma objekti izvietoti sausieņos, slapjainos, purvainos, kūdreņos un āreņos. Zemāk esošie grafiki parāda atšķirības, kādas pastāv katrā no meža augšanas apstākļu tipu rindām. Visvairāk objektu izvietoti sausieņos. 2.6.attēlā redzami sablīvējuma mērījumi sausieņos uz pievešanas ceļiem un audzes kontroles daļā. Statistiski būtiskas atšķirības starp iegūtajiem rezultātiem nav konstatētas.

Āreņos (Attēls 2.7) atšķirība starp kontroli un pievešanas ceļu ir statistiski būtiska ($p < 0,05$). Arī kūdreņos (Attēls 2.8) konstatēta būtiska atšķirība starp kontroli un treilēšanas ceļiem. Uz treilēšanas ceļiem sablīvējums ir būtiski lielāks visā augsnes slāņa biezumā. Līdzīga aina vērojama purvainos (Attēls 2.9). Slapjainos būtiski lielāks augsnes sablīvējums uz treilēšanas ceļiem konstatēts augsnes virskārtā (Attēls 2.10).

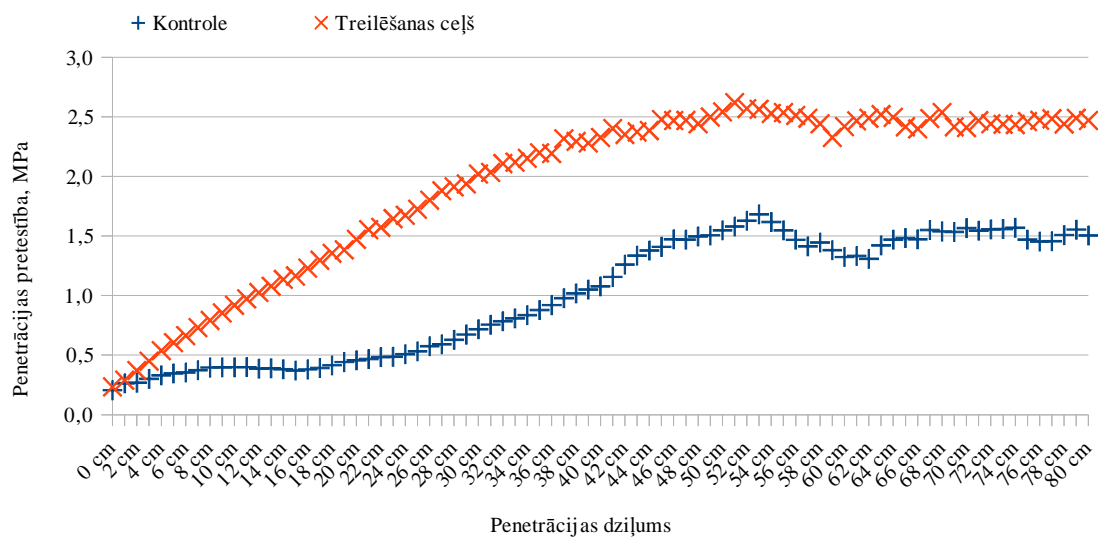
Vairāk nekā puse apsekoto objektu ir sausieņos, pētījumu objekti slapjainos, purvainos un kūdreņos ir 7-8 % no kopskaita, āreņi ir 22 % no apsekotajām audzēm (Attēls 2.11). Tas nozīmē, ka iegūtie rezultāti labi raksturo sausieņus, bet var nebūt pietiekoši mežaudžu uz dabiski mitrām un organiskām augsnēm raksturošanai.



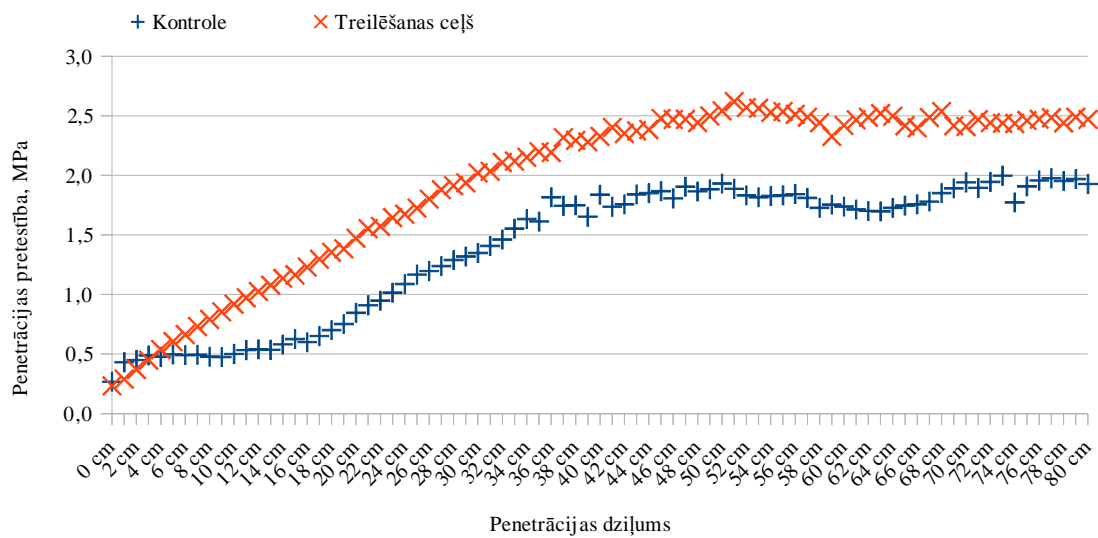
Attēls 2.6. Vidējā penetrācijas pretestība sausienos



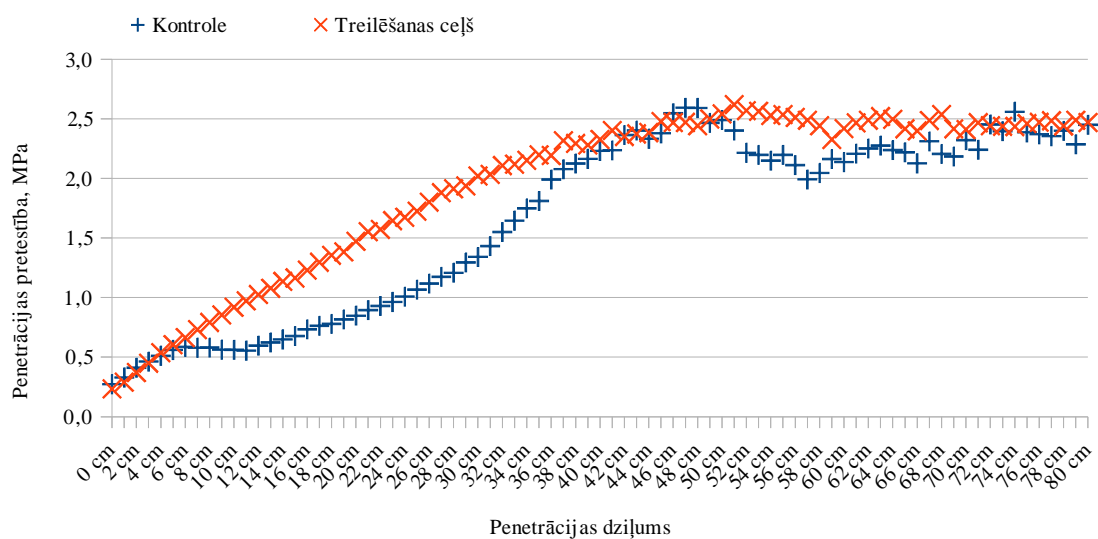
Attēls 2.7. Vidējā penetrācijas pretestība āreņos



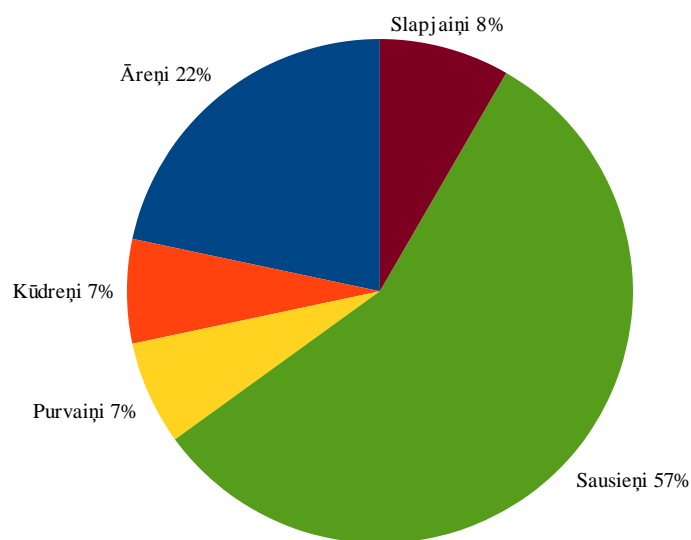
Attēls 2.8. Vidējā penetrācijas pretestība kūdreņos



Attēls 2.9. Vidējā penetrācijas pretestība purvaiņos

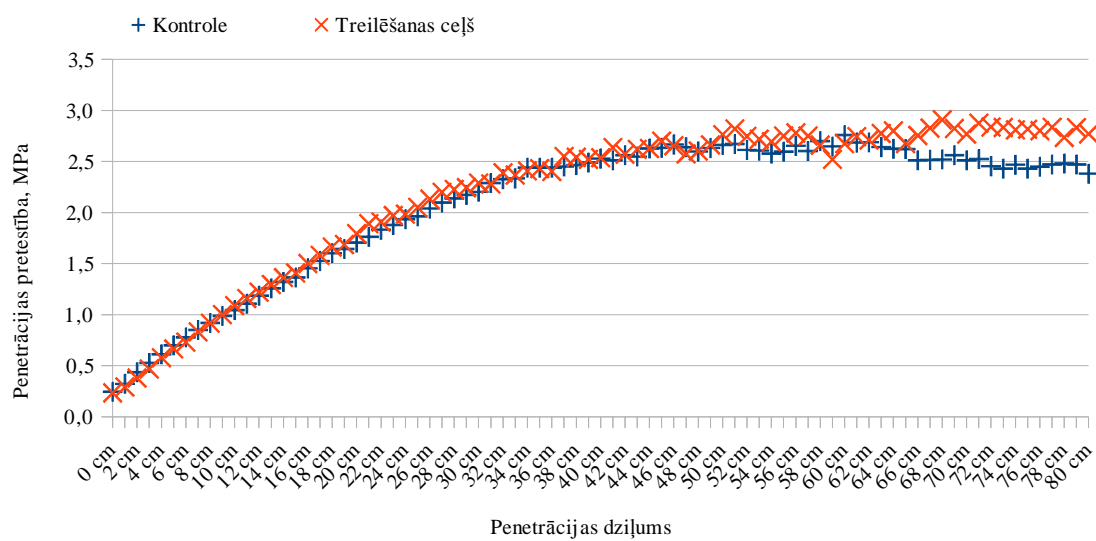


Attēls 2.10. Vidējā penetrācijas pretestība slapjajos

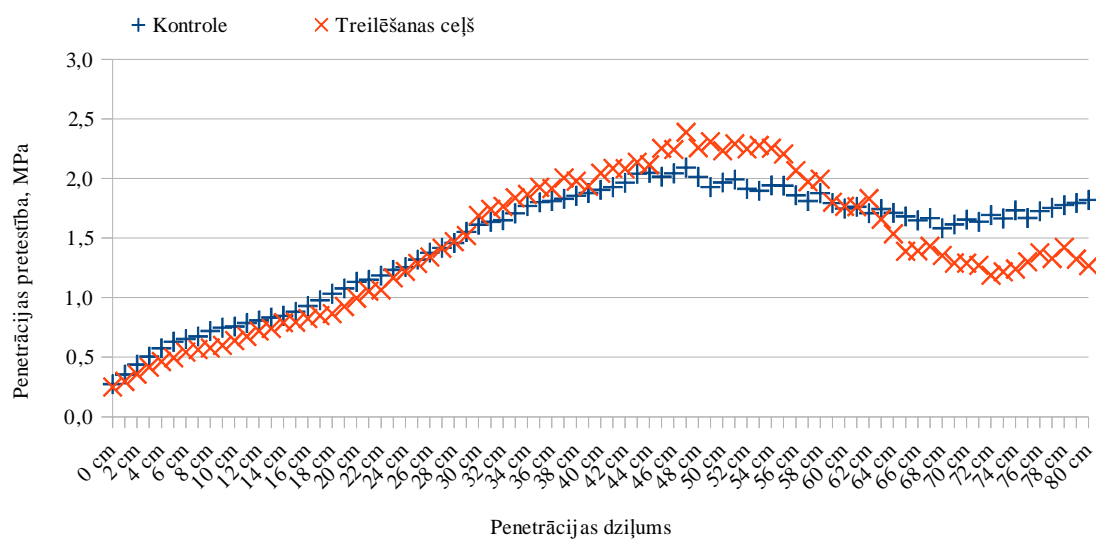


Attēls 2.11. Augšanas apstākļu tipu sadalījums izmēģinājumos

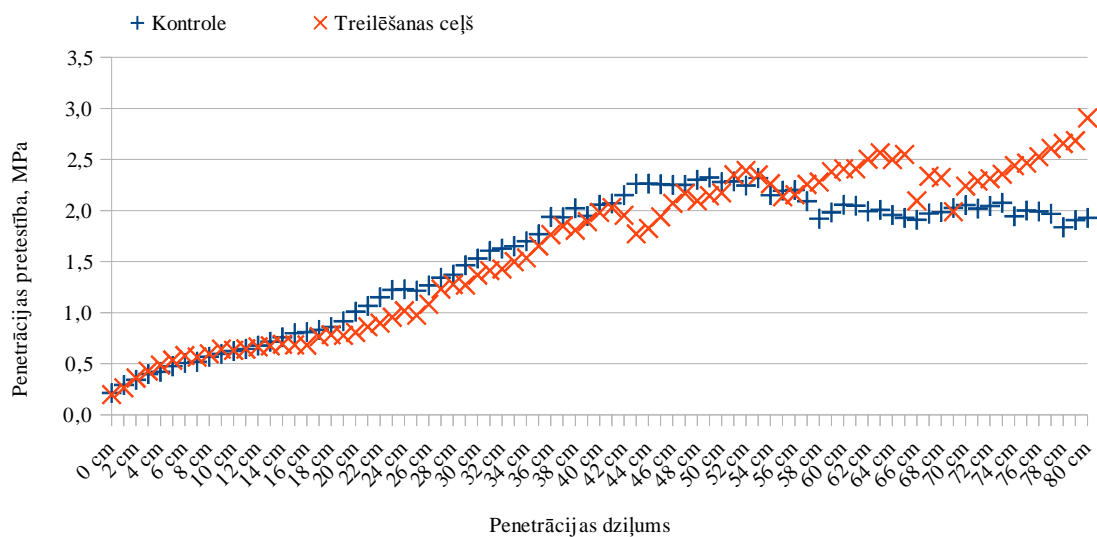
Apsektie pētījumu objekti aptver triju veidu valdošās koku sugas: parasto priedi, parasto egli un bērzu. Atkarībā no valdošās koku sugas, sablīvējuma mērījumu rezultāti redzami 2.12., 2.13. un 2.14. attēlā. Visos gadījumos statistiski būtiskas atšķirības nav konstatētas, lai gan priedes un bērza audzēs redzams, ka dziļāk par 50 cm uz treilēšanas ceļiem augsne ir vairāk sablīvēta.



Attēls 2.12. Vidējā penetrācijas pretestība parastās priedes audzēs

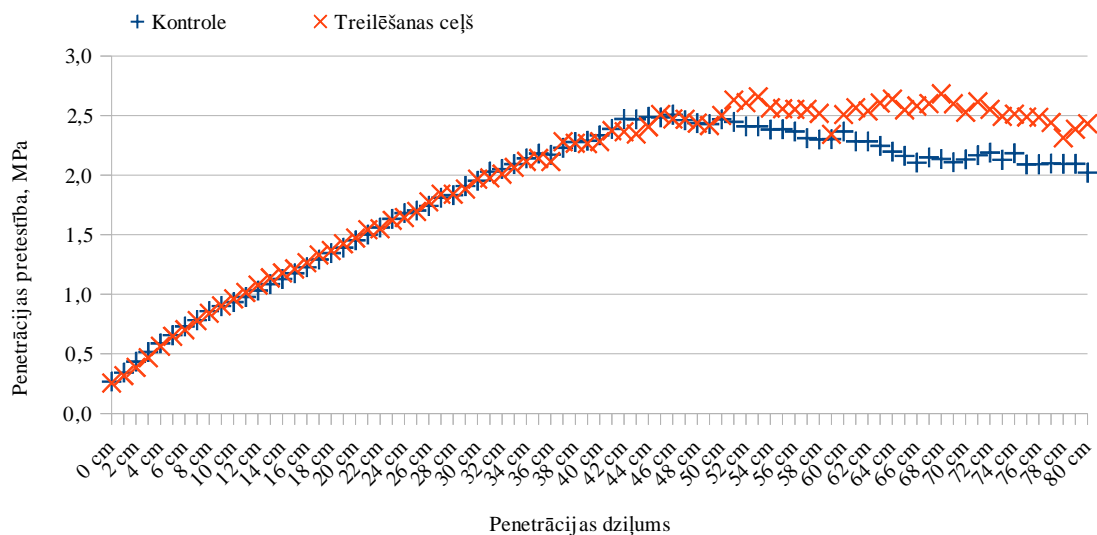


Attēls 2.13. Vidējā penetrācijas pretestība parastās egles audzēs

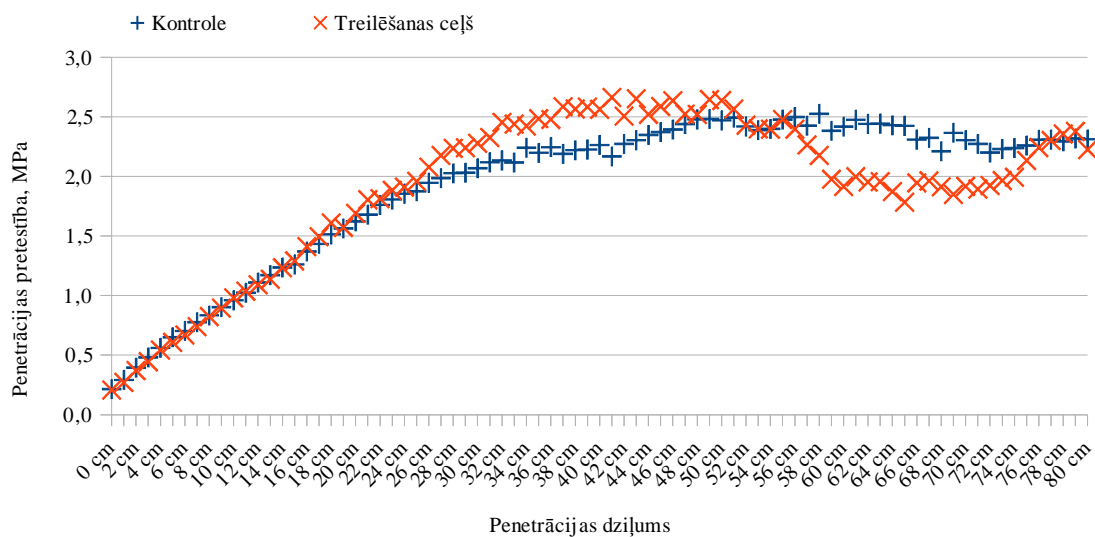


Attēls 2.14. Vidējā penetrācijas pretestība bērza audzēs

Apsektie objekti izstrādāti četros gadalaikos: vasarā, ziemā, rudenī un pavasarī. Visvairāk dati ievākti par nogabaliem, kur izstrāde veikta ziemā un vasarā. Šo divu izstrādes sezonu augsnes sablīvējuma grafiki redzami 2.15. un 2.16.attēlā. Būtiska atšķirība starp mērījumiem uz ceļiem un pārējā mežaudzes daļā nav konstatēta, taču vasarā izstrādātajās cismās parādās iepriekš sausieņu meža tipos konstatētā sablīvējuma palielināšanās uz treilēšanas ceļiem augsnes slānī, kas atrodas dziļāk par 50 cm.

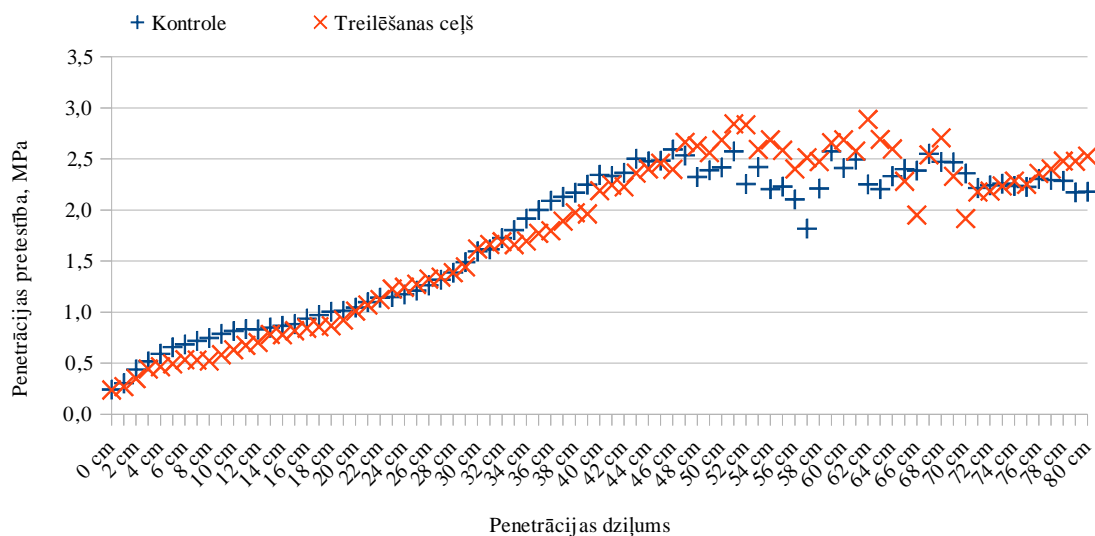


Attēls 2.15. Penetrācijas pretestība vasarā izstrādātajās audzēs

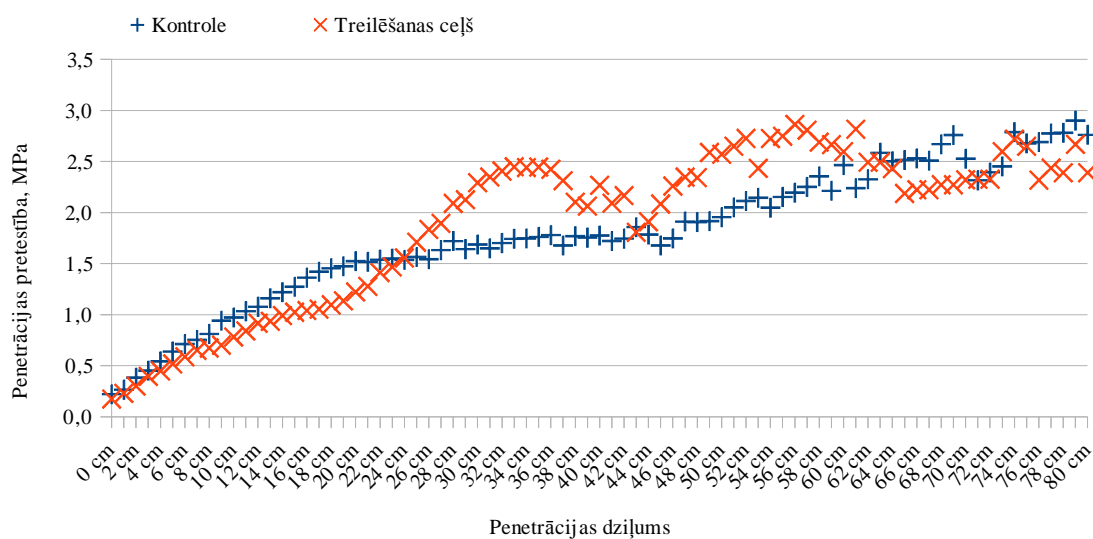


Attēls 2.16. Penetrācijas pretestība ziemā izstrādātajās audzēs

Arī pavasarī un rudenī izstrādātajās platībās nav konstatēta atšķirība augsnes sablīvējumā uz pievešanas ceļiem un kontroles platībās (Attēls 2.17 un Attēls 2.18). Lai gan apsekoto mežaudžu skaits nav pietiekošs, lai izdarītu viennozīmīgus secinājumus par augsnes sablīvējumu pavasarī un rudenī izstrādātās audzēs.

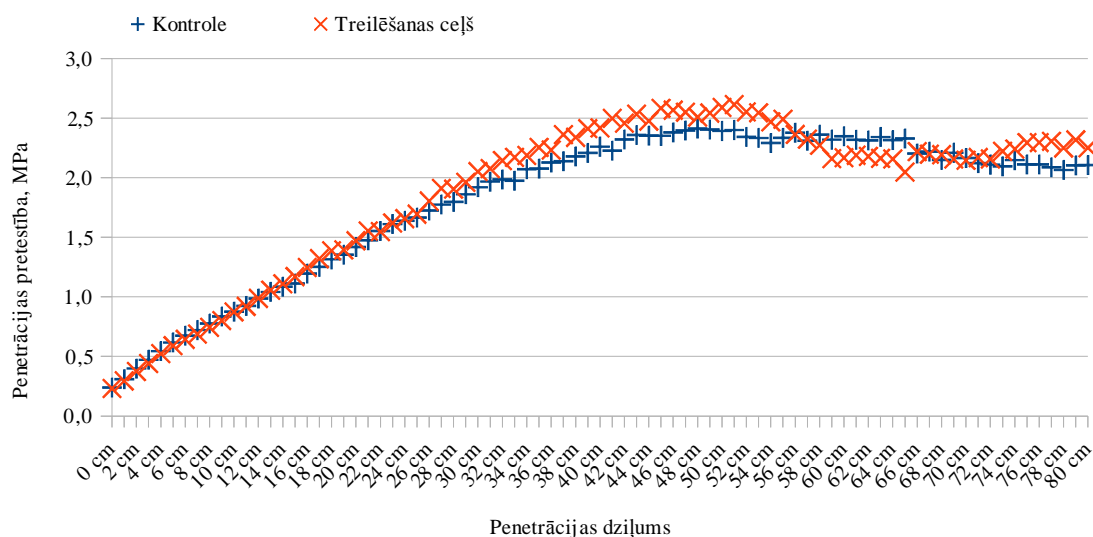


Attēls 2.17. Penetrācijas pretestība rudenī izstrādātajās audzēs

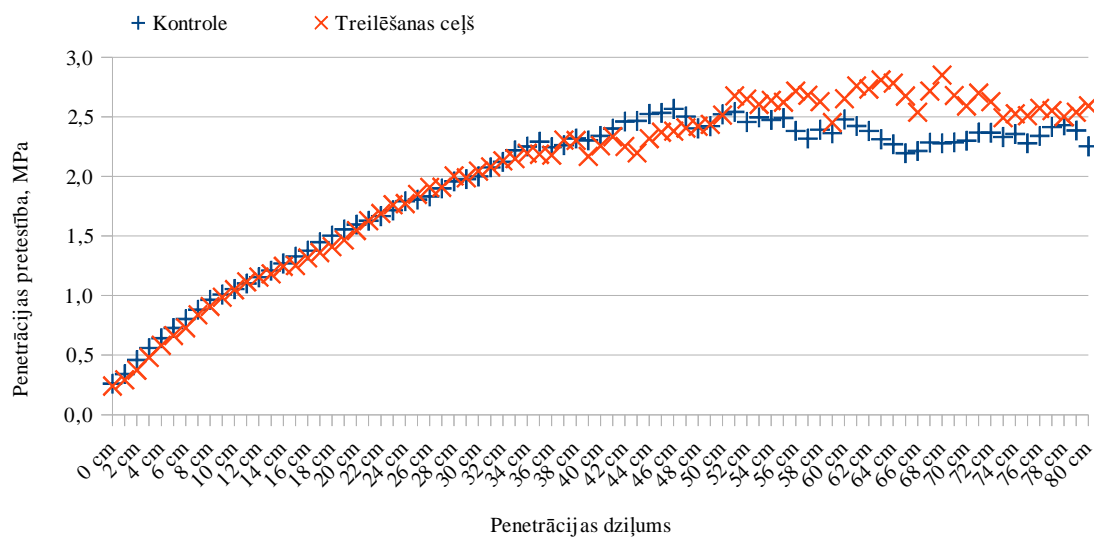


Attēls 2.18. Penetrācijas pretestība pavasarī izstrādātajās audzēs

Mežizstrādes veikšanai tika pielietota divu veidu tehnika: harvesters un benzīna motorzāģis. Abos gadījumos kokmateriālus pieveda ar pievedējtraktoru, t.i. būtisku spiedienu uz augsni radīja tikai pievedējtraktors. Analizēti arī objekti, kuriem nav zināma tehnika, ar kuru veikta izstrāde. Statistiski būtiska atšķirība augsnes sablīvējumā nav konstatēta nevienam no variantiem (Attēls 2.19 un Attēls 2.20), lai gan ar benzīna motorzāģi izstrādātajās audzēs parādās jau iepriekš konstatētā augsnes sablīvējuma palielināšanās dziļākajos augsnes slāņos. Ja salīdzina ziemā un vasarā ar benzīna motorzāģi izstrādātās cirsma, tad sablīvējuma palielināšanās dziļākajos augsnes slāņos raksturīga tikai vasarā izstrādātajām cirsām. Tas liecina, ka augsnes sablīvējumu, iespējams, radījusi meža tehnika.



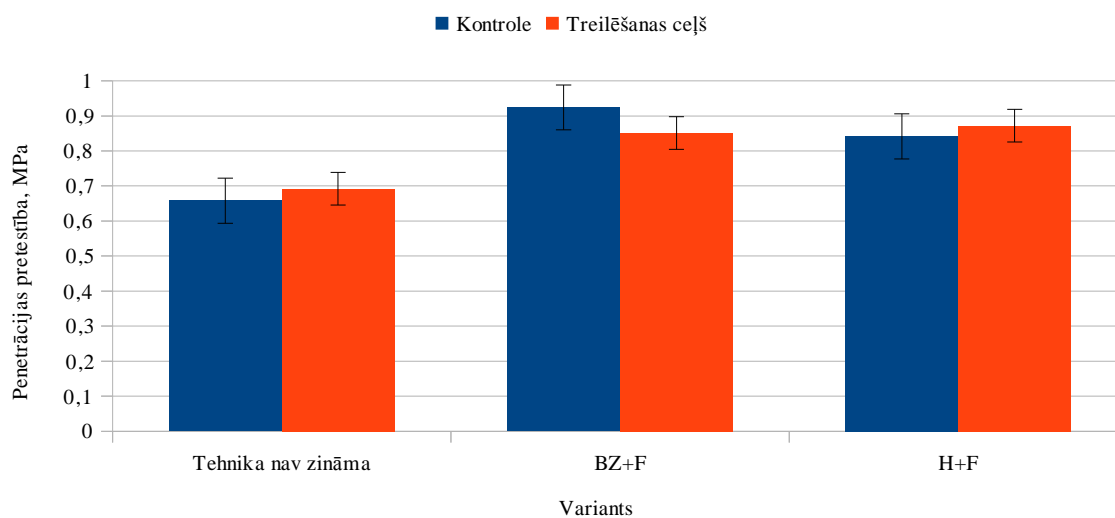
Attēls 2.19. Penetrācijas pretestība ar harvesteru izstrādātajās audzēs



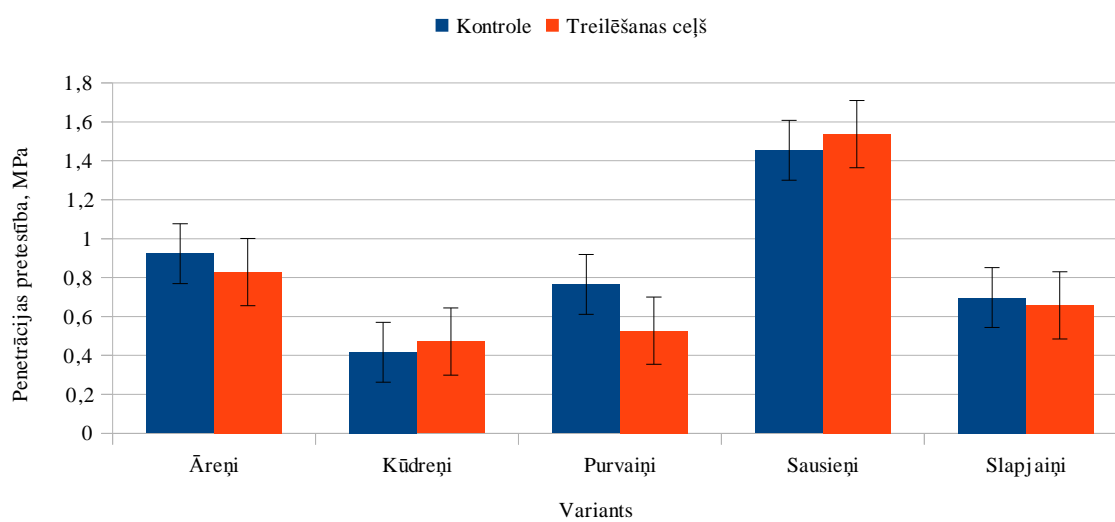
Attēls 2.20. Penetrācijas pretestība ar benzīna motorzāģi izstrādātajās audzēs

Salīdzinot augsnes sablīvējumu līdz 20 cm dziļumā, kur atrodas lielākā daļa koku saknes, būtiskas atšķirības atkarībā no izmantotās tehnikas nav konstatētas (Attēls 2.21).

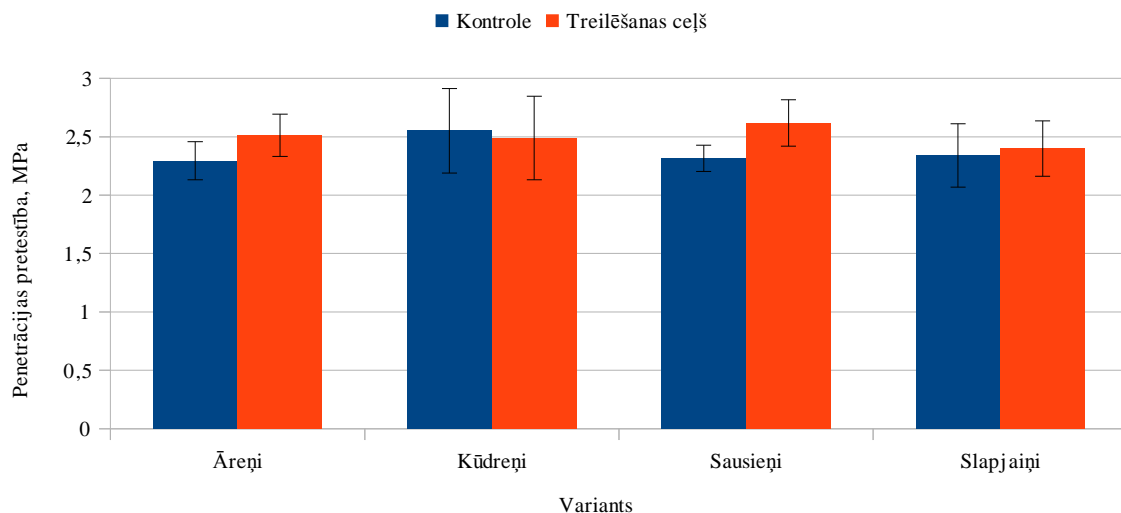
Arī augsnes virskārtas sablīvējuma mērījumi dažādos augšanas apstākļos nevienā no variantiem neuzrādīja statistiski būtisku atšķirību (Attēls 2.22). Tas nozīmē, ka būtiskākās izmaiņas, ko uzrādīja augsnes pretestības datu salīdzināšana 0-80 cm dziļumā, notiek dziļākajos augsnes slāņos, ko neskar sasalts. Augsnes sablīvēšanās visā slāņa biezumā vairāk raksturīga meža tipiem uz organiskām augsnēm, dziļāko augsnes slāņu sablīvēšanās – minerālaugsnēm, tajā skaitā sausieņu meža tipos (Attēls 2.23). Latvijā pietrūkst zināšanu par augsnes dziļāko slāņu sablīvēšanās sasaisti ar mežaudzes attīstības riskiem. Iespējams, ka šī ietekme ir niecīga, jo tik dziļi atrodas neliela daļa koku sakņu, taču augsnes sablīvēšanās uz pievešanas ceļiem var negatīvi ietekmēt mežaudžu noturību. Noturīga sablīvējuma palielināšanās visā augsnes slānī kūdreņos un purvaiņos var radīt būtisku negatīvu ietekmi uz nākamās aprites kociņu attīstību, tāpēc treilēšanas ceļu ietekme uz organiskām augsnēm jāpēta padziļināti, salīdzinot sīksakņu biomasu un veselības stāvokli uz treilēšanas ceļiem un pārējā audzes daļā. Vienlaicīgi jāmeklē risinājumi tehnikas ietekmes mazināšanai, strādājot uz organiskām augsnēm, piemēram, veicot pievešanu sasalts apstākļos vai izmantojot tehniku, kas rada salīdzinoši mazu spiedienu uz augsni (kāpurķēžu traktori). Nepieciešams novērtēt arī augsnes sablīvējuma sasaisti ar augsnes nestspēju (ko nosaka gan augsnes īpašības, gan hidroloģiskais režīms, gan augu sakņu sistēmas stāvoklis, gan kritalu daudzums).



Attēls 2.21. Penetrācijas pretestība atkarībā no izmantotās tehnikas



Attēls 2.22. Penetrācijas pretestība augsnes virskārtā (5-25 cm) atkarībā no augšanas apstākļiem

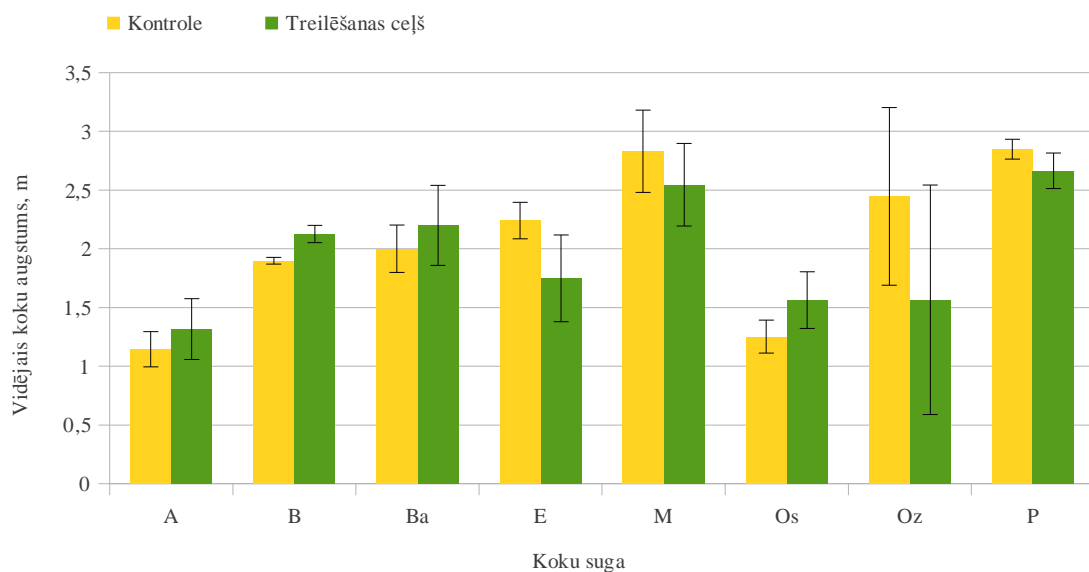


Attēls 2.23. Penetrācijas pretestība dziļākajos augsnes slāņos (50-80 cm) atkarībā no augšanas apstākļiem

2.4.3. Paaugas uzskaitē

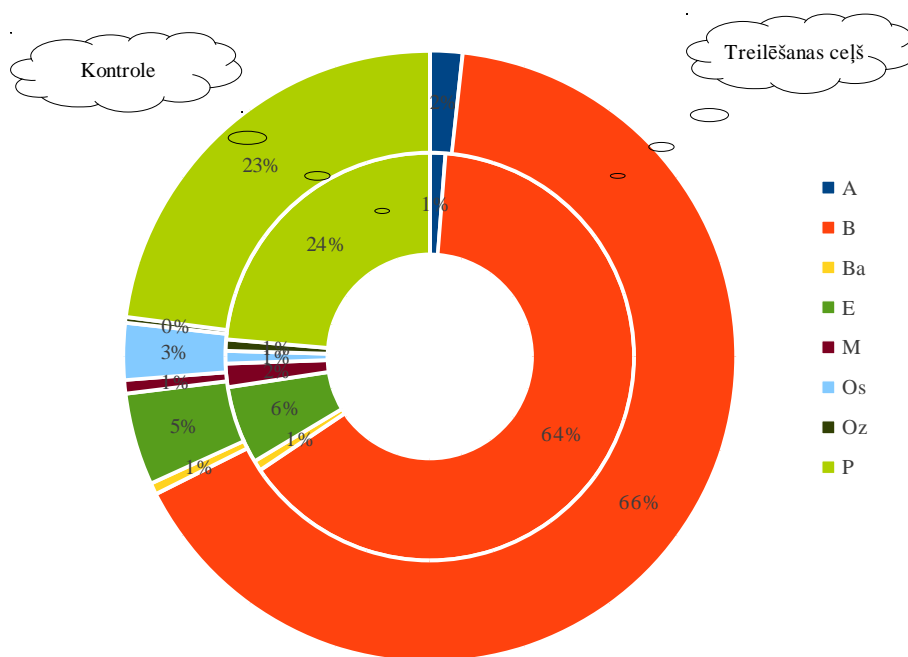
Pētījumā apsekoti tie paši 59 objekti, kur noteikts augsnes sablīvējums. Katrā parauglaukumā uzmērītas 3 slejas, no kurām viena atradās uz pievešanas ceļa. Tika uzmērīti augstumi visiem kokiem, kas atradās kādā no slejām, kā arī caurmēri kokiem, kas sasnieguši vismaz 2 m augstumu. Vienas slejas platība ir 56 m².

2.24. attēlā parādīti koku augstumi audzes kontroles daļā, kas attēloti dzeltenā krāsā, un augstumi uz pievešanas ceļa augošajiem kokiem, kas attēloti zaļā krāsā. Valdošās koku sugas apsekotajos objektos ir parastā priele, egļu un bērzs. Parasto priežu un egļu audzēs nepastāv statistiski būtiskas vidējā koka augstuma atšķirības atkarībā no tā, vai koki auguši uz pievešanas ceļa vai kontroles daļā. Atšķirīgi koku augstumi novērojami bērziem, kas lielākas dimensijas sasniedz uz pievešanas ceļiem.



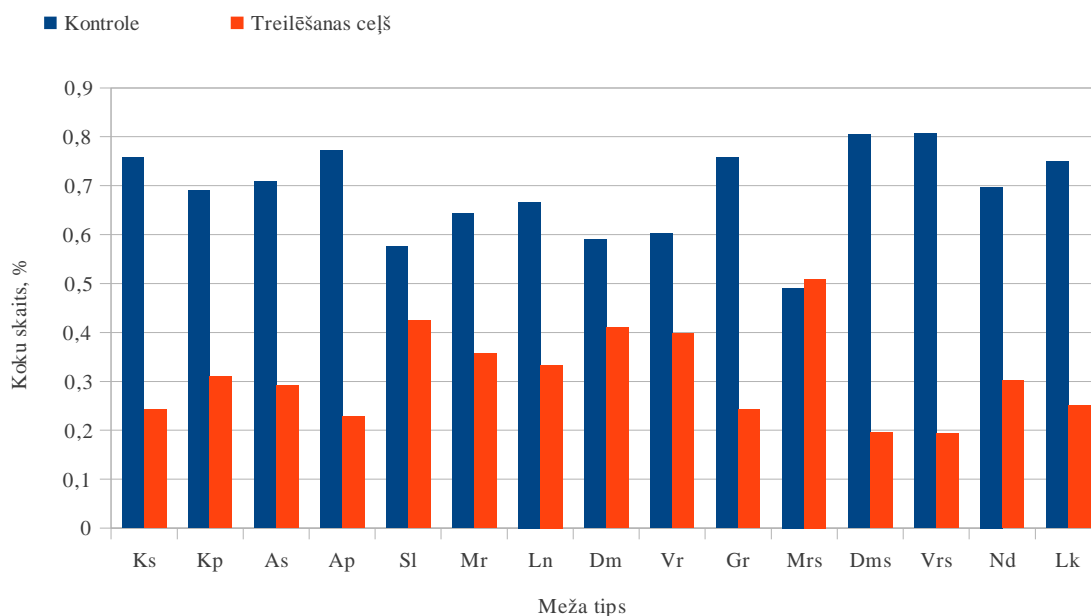
Attēls 2.24. Paaugas koku augstums atkarībā no koku sugas

2.25. attēla ārējais riņķis reprezentē koku sugu sastāvu uz pievešanas ceļa, bet iekšējais riņķis rāda dažādu sugu koku skaita sadalījumu kontroles slejās. Grafikā redzams, ka izplatītākā koku suga gan kontroles slejās, gan uz ceļiem ir bērzs. Tam seko parastā priele un parastā egļu. Kā piemistrojums konstatētas tādas sugas kā parastais ozols, parastais osis, baltalksnis un melnalksnis. Vērtējot visas audzes kopā, statistiski būtiska atšķirība koku skaita sadalījumā nav konstatēta.



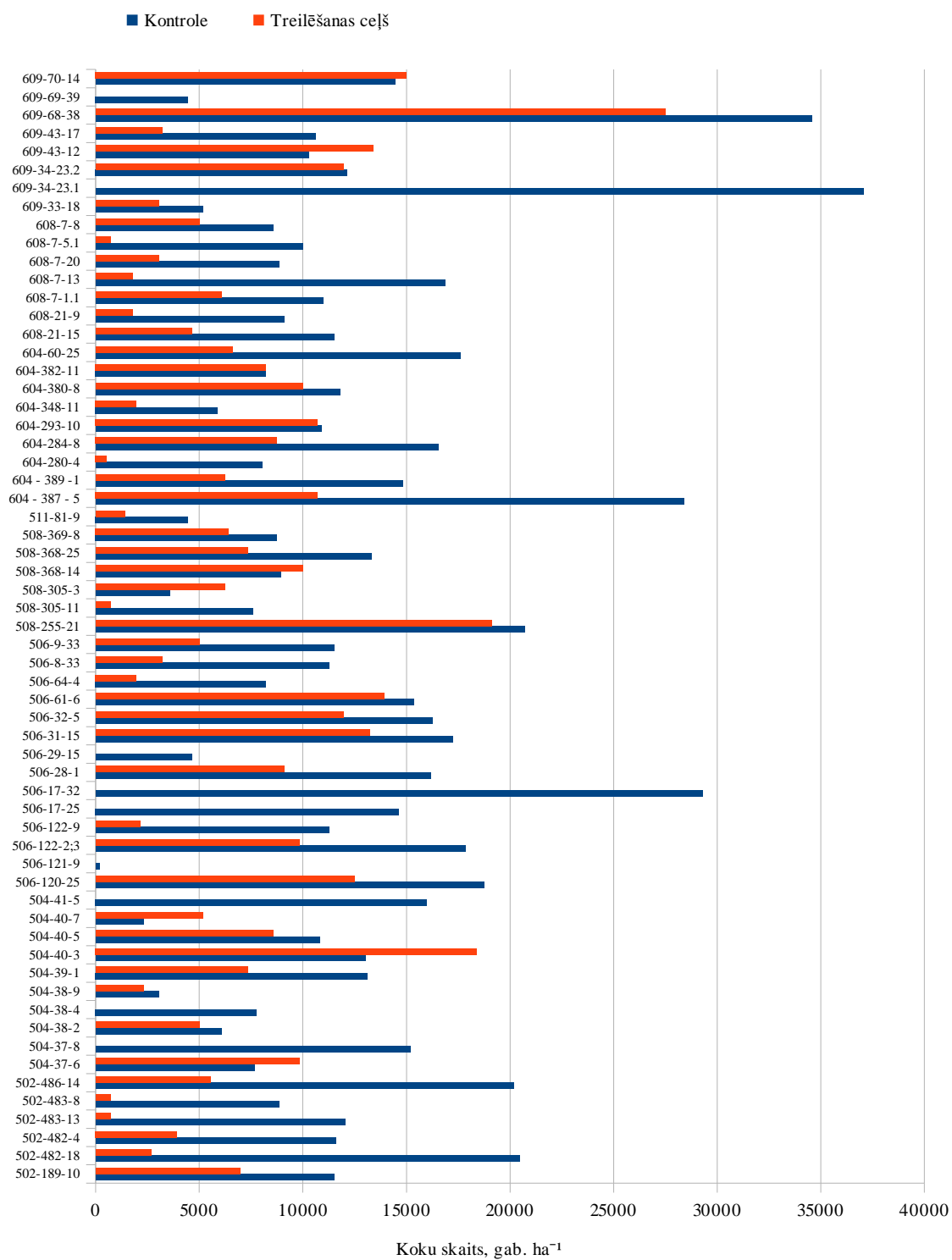
Attēls 2.25. Koku sugu procentuālais sadalījums pēc skaita

Koku skaits, kas uzmērīts katrā slejā, pārrēķināts uz 1 ha. Procentuāls koku skaita sadalījums audzes kontroles daļā un uz pievešanas ceļa redzams 2.26. attēlā, kur pētāmie objekti sagrupēti pa meža tipiem. Gandrīz visos meža tipos koku skaits uz ceļiem ir būtiski mazāks, nekā koku skaits pārējā audzes daļā. Īpaši izteikta šī sakarība ir slapjainu, purvainu, kūdreņu un āreņu meža tipos, kur, vairumā gadījumu mežizstrādes atliekas ieklātas ceļos, apgrūtinot paaugas veidošanos.



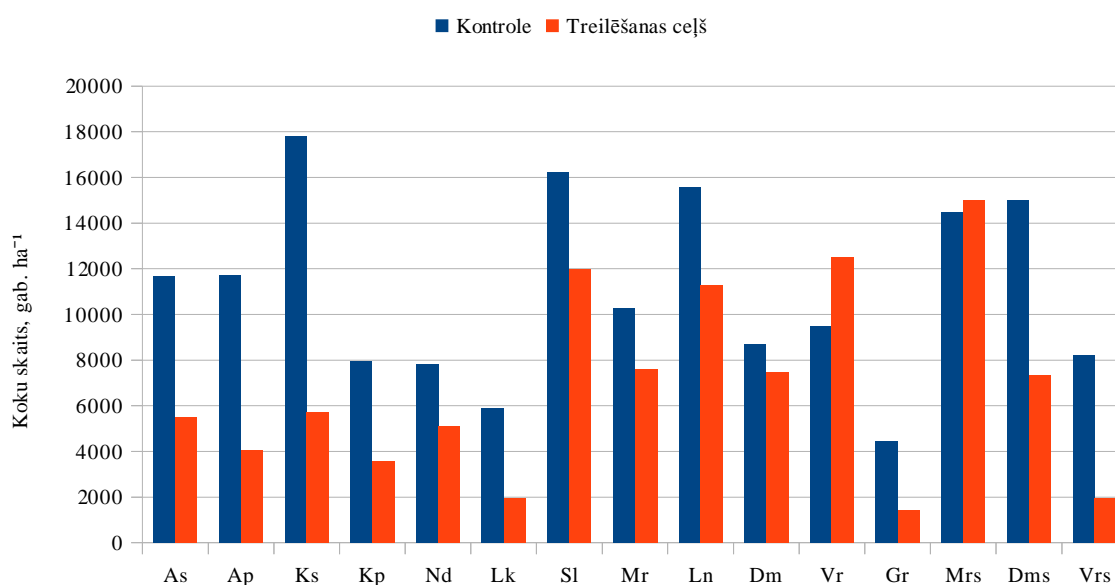
Attēls 2.26. Koku skaita procentuāls sadalījums pa meža tipiem

Vidējais kociņu skaits uz treilēšanas ceļiem un pārējā audzes daļā dažādos objektos parādīts 2.27 attēlā



Attēls 2.27. Koku skaits uz treilēšanas ceļiem un pārējā audzes daļā

Salīdzinot vidējo kociņu skaitu uz platības vienību kontroles slejās un uz treilēšanas ceļa meža tipu griezumā, redzams, ka visos meža tipos, izņemot gāršu, kociņu skaits uz treilēšanas ceļiem ir vismaz 2000 gab. ha⁻¹ (Attēls 2.28), attiecīgi, pietiekams, lai nodrošinātu meža atjaunošanas normatīvos noteikto minimālo koku skaitu. Lielākā daļa kociņu gan uz treilēšanas ceļiem, gan kontroles slejās, ir pašsējas kociņi.



Attēls 2.28. Koku skaits uz treilēšanas ceļiem un pārējā audzes daļā dažādos meža tipos

2.5. Diskusija

2.5.1. Augsnes sablīvējums uz pievešanas ceļiem

Apkopojot rezultātus par visiem izmēģinājumiem, redzams, ka augsnes sablīvējums uz pievešanas ceļiem un audzes kontroles daļā būtiski atšķiras mežaudzēs uz organiskām augsnēm un susinātām augsnēm. Sausieņu meža tipos izteikta atšķirība augsnes sablīvējumā parādās dziļākajos augsnes slāņos. Sablīvējumu neietekmē mežizstrādes tehnikas izvēle, taču var ietekmēt (dziļākie augsnes slāņi, organiskās augsnes) izstrādes sezona un citi faktori.

Iegūta nepietiekama informācija par tādiem meža augšanas apstākļiem kā slapjaini, purvaini un kūdreņi. Pētījumi šajos meža tipos jāpaplašina, it īpaši tāpēc, ka tieši šajos meža tipos konstatēta vislielākā augsnes sablīvējuma atšķirība. Pētījumu programma uz organiskām, pārmitrām un susinātām augsnēm ir jāpaplašina, novērtējot sablīvējuma ietekmi uz koku sakņu biomasu un sīksakņu vitalitāti uz treilēšanas ceļiem un pārējā audzes daļā.

Noturīgais sablīvējums augsnes dziļākajos slāņos var būt saistīts ar augsnes caursalšanu līdz aptuveni 50 cm dziļumam. Dziļākie augsnes slāņi var neietekmēt koku vitalitāti, taču tie var radīt ietekmi uz platības hidroloģisko režīmu, samazināt koku noturību pret vēju, kā arī apgrūtināt piekļuvi dziļākajos augsnes slāņos esošajām ūdens un barības vielu rezervēm. Šāda hipotēze nav apstiprināta Ziemeļvalstīs veiktos pētījumos, taču vairumā gadījumu pētnieki koncentrējas uz augsnes virskārtu, kur koncentrēta lielākā daļa sakņu biomasas, tāpēc izmaiņas dziļākajos augsnes slāņos var palikt nepamanītas.

Iegūtie rezultāti liecina par to, ka ir jāturpina jaunu risinājumu meklēšana un aprobēšana meža tehnikas ietekmes uz augsni mazināšanai, organizējot mežizstrādes darbus tā, lai riska teritorijās, kur var veidoties noturīgs sablīvējums, darbi notiktu sasaluma apstākļos vai arī tiktu izmantota tehnika, kas rada minimālu spiedienu uz augsni (kāpurķēžu pievedējtraktori). Latvijā nav pietiekami pētīta saistība starp augsnes nestspēju un paliekošā sablīvējuma veidošanos, lai gan nestspējai un tās sezonālajām izmaiņām varētu būt noteicošā loma ietekmes uz augsni struktūras izmaiņām. Tāpēc augsnes nestspējas izpēte un klasificēšana, veidojot atbalsta sistēmu meža darbu plānošanai, ir viens no svarīgākajiem pētījumu virzieniem meža tehnikas ietekmes uz vidi mazināšanai. Tajā pašā laikā ir jāturpina noturīgā sablīvējuma un tā ietekmes uz augu saknēm, minerālo barošanos un hidroloģisko režīmu izpēte, lai novērtētu faktiskos mežsaimnieciskās darbības ietekmes riskus.

2.5.2. Paaugas atjaunošanās

Analizējot iegūtos datus par paaugu, secināts, ka koku dimensijas vairumā gadījumu nav būtiski atšķirīgas audzes kontroles daļā un uz pievešanas ceļa. Tādas saimnieciski nozīmīgas sugas kā parastā priele un parastā egle sasniedz vienlīdz labus augstuma rādītājus gan uz pievešanas ceļa, gan arī kontroles daļā. Pievešanas ceļu ietekme vērojama uz bērzu, šī suga uz pievešanas ceļiem attīstās labāk, nekā kontroles slejās.

Sugu sastāvs nav būtiski atšķirīgs uz pievešanas ceļa un kontroles daļā. Abas šīs audzes daļas tiek pārstāvētas ar vienādu sugu sastāvu.

Attiecībā uz koku skaitu, var secināt, ka uz pievešanas ceļiem tas ir ievērojami mazāks. Visticamāk, ka visvairāk kociņu skaitu uz pievešanas ceļiem ietekmē zaru klājs, kas izmantots braukšanas apstākļu uzlabošanai.

2.6. Secinājumi

1. Vidējo augsnes sablīvējumu rādītāju atšķirības uz pievešanas ceļiem un audzes kontroles daļā ir statistiski būtiskas mežaudzēs uz organiskām augsnēm un minerālaugšņu dziļākajos slāņos. Augsnes sablīvējums var negatīvi ietekmēt koku augšanu, hidroloģisko režīmu un barības vielu pieejamību, taču risku kvantificēšanai nepieciešami padziļināti pētījumi.
2. Augsnes sablīvējums visticamāk nav par iemeslu nevienmērīgai paaugas attīstībai uz pievešanas ceļiem, jo augsnes virskārtā, kur koncentrēta lielākā daļa jauno kociņu saknīšu, nevienā no meža tipiēm nav konstatētas būtiskas atšķirības augsnes virskārtas sablīvējumā.

3. Izstrādes sezona ietekmē augsnes sablīvējumu minerālaugsnēs – ziemas apstākļos izstrādātās audzēs nav novērojama augsnes dziļāko slāņu sablīvēšanās. Pētījumu objektu skaits uz organiskām augsnēm nav pietiekošs secinājumu izdarīšanai par sezonas ietekmi uz augsnes sablīvējumu, taču patlaban nav pamata uzskatīt, ka meža tipos uz organiskām augsnēm parādītos citādas likumsakarības.
4. Koku dimensijas uz pievešanas ceļiem un pārējā audzes daļā būtiski neatšķiras, bērzi uz pievešanas ceļiem aug pat labāk. Turpretim, koku skaits uz pievešanas ceļiem ir būtiski mazāks. Acīmredzamākais iemesls atšķirībai koku skaitā ir zaru segums uz ceļa, kas aizkavē sēklu nonākšanu uz augsnes.
5. Koku sugu sastāvs uz pievešanas ceļiem un pārējā audzes daļā būtiski neatšķiras, attiecīgi, pētījumā nav konstatēts, ka treilēšanas ceļu esamība negatīvi vai, tieši pretēji, pozitīvi ietekmētu kādu no koku sugām jaunaudžu vecumā, ja neskaita bērzu, kam uz treilēšanas ceļiem ir bijuši lielāki augstuma pieauguma rādītāji.
6. Koku skaits uz treilēšanas ceļiem gandrīz visos meža tipos pārsniedz 2000 gab. ha⁻¹, nodrošinot meža atjaunošanas prasību izpildi.
7. Pētījumā konstatētais noturīgais augsnes sablīvējums zem tehnoloģiskajiem koridoriem minerālaugsnēs sausieņu meža tipos un visā augsnes slānī kūdreņos un purvainos liecina par nepieciešamību īstenot ietekmes uz vidi mazināšanas pasākumus, pilnveidojot prasības mežā izmantojamajai teknikai un uzlabojot plānošanu, ja izrādīsies, ka augsnes sablīvējums rada negatīvu ietekmi uz mežaudžu attīstību.

2.7. Izmantotā literatūra

1. Alaoui, A. & Diserens, E. 2011. Changes in soil structure following passage of a tracked heavy machine. *Geoderma* [online], 163(3-4), 283–290. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706111001157>. [Accessed 2011-12-19].
2. Ampoorter, E., Goris, R., Cornelis, W. M. & Verheyen, K. (2007). Impact of mechanized logging on compaction status of sandy forest soils. *Forest Ecology and Management* [online], 241(1-3), 162–174. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112707000291>. [Accessed 2011-12-19].
3. Ampoorter, E., Van Nevel, L., De Vos, B., Hermy, M. & Verheyen, K. 2010. Assessing the effects of initial soil characteristics, machine mass and traffic intensity on forest soil compaction. *Forest Ecology and Management* [online], 260(10), 1664–1676. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112710004482>. [Accessed 2011-12-19].
4. Bakker, H. 1990. *Bodemkunde van Nederland*. 2e [verb.] dr. Den Bosch: Malmberg. ISBN 9789020835557.

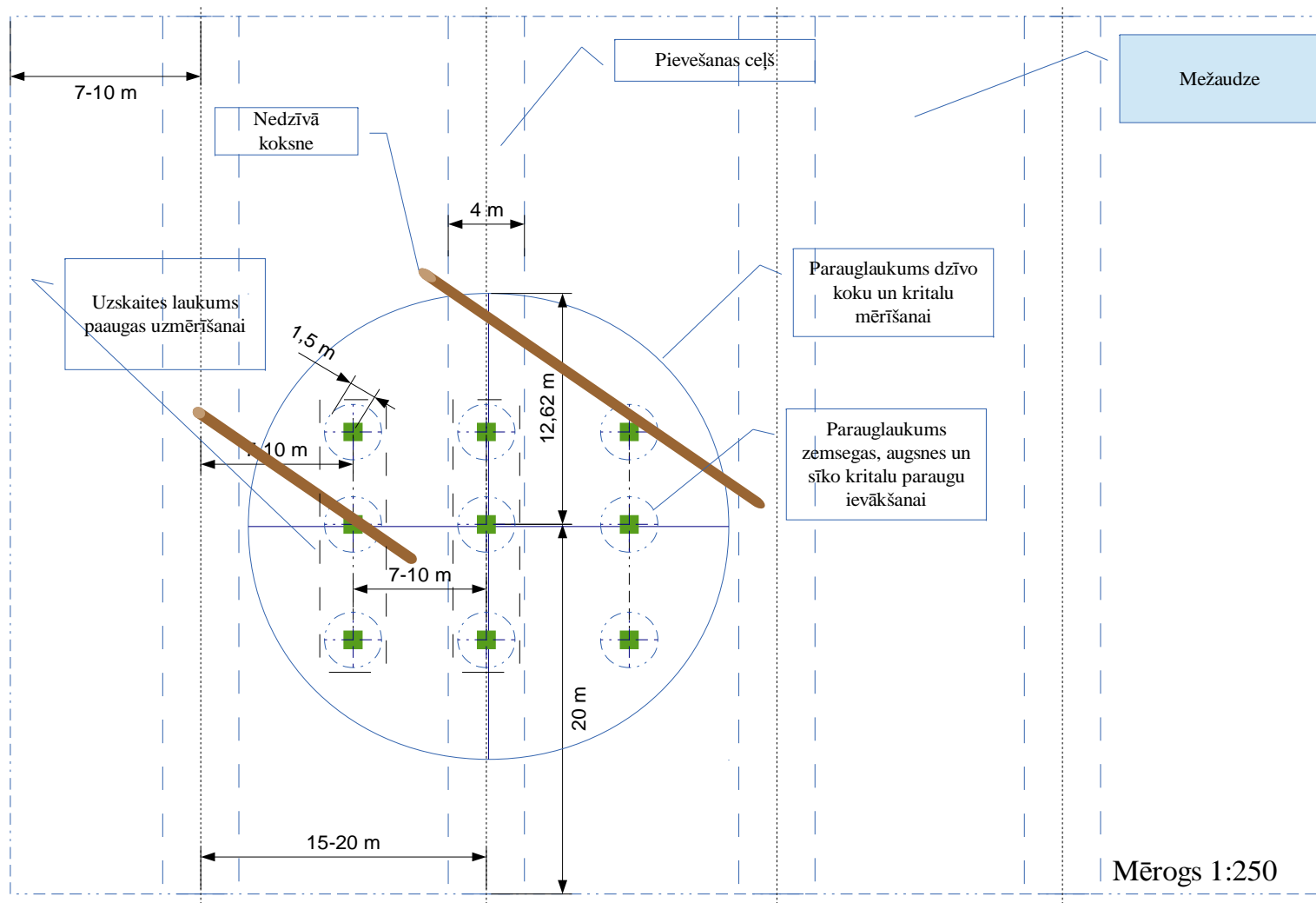
5. Czeratzki, W. 1972. Die Ansprüche der Pflanzen an den physikalischen Bodenzustand. *National Agricultural Library* 22(1).
6. EHLERS, W., WERNER, D. & MÄHNER, T. Wirkung mechanischer Belastung auf Gefüge und Ertragsleistung einer Löss-Parabraunerde mit zwei Bearbeitungssystemen. *Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde* [online], 163(3), 321–333. Available from: <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1505504>. [Accessed 2011-12-19].
7. Eijkelkamp. 2007. Operating instructions - 06.15.SA Penetrologger set. Eijkelkamp.
8. Froehlich, H. A. M. 1985. Soil Bulk Density Recovery on Compacted Skid Trails in Central Idaho. *Soil Science Society of America Journal* [online], 49(4), 1015. Available from: <https://www.soils.org/publications/sssaj/abstracts/49/4/SS0490041015>. [Accessed 2011-12-19].
9. Gaertig, T. (2001). *Bodengashaushalt, Feinwurzeln und Vitalität von Eichen*. Freiburg i. Br.: Inst. für Bodenkunde u. Waldernährungslehre d. Albert-Ludwigs-Univ. Freiburg i. Br.
10. Gameda, S., Raghavan, G. S. V., McKyes, E. & Theriault, R. 1987. Subsoil compaction in a clay soil. II. Natural alleviation. *Soil and Tillage Research* [online], 10(2), 123–130. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167198787900389>. [Accessed 2011-12-19].
11. Görbing, J. 1948. *Die Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau. Bd. 1. [Text.]*. Landbuch-Verl.
12. Groger, E. 1921. *Der Dampfpflug und seine wirtschaftliche und soziale Bedeutung unter Berücksichtigung des Lohnpflugbetriebes in Schlesien*. (Greifswalder Staatswissenschaftliche Abhandlungen; 9).
13. Hildebrand, E. E. 1983. Der Einfluß der Bodenverdichtung auf die Bodenfunktionen im forstlichen Standort. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 102, 111–125. Available from: <http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/5830/>. [Accessed 2011-12-19].
14. Inge, H. 1994. Subsoil compaction caused by heavy vehicles—a long-term threat to soil productivity. *Soil and Tillage Research* [online], 29(2-3), 105–110. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0167198794900469>. [Accessed 2011-12-19].
15. International Union of Soil Sciences. & Pagliai, M. 2002. *Sustainable land management- environmental protection : a soil physical approach*. Reiskirchen Germany: Catena Verlag. ISBN 9783923381487.
16. Jun, H., Way, T. R., Löfgren, B., Landström, M., Bailey, A. C., Burt, E. C. & McDonald, T. P. 2004. Dynamic load and inflation pressure effects on contact pressures of a forestry forwarder tire. *Journal of Terramechanics* [online], 41(4), 209–222. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022489804000400>. [Accessed 2011-12-19].
17. Keller, T. & Arvidsson, J. 2004. Relationship between the tyre inflation pressure, wheel load and stress distribution directly below the tyre soil interface and its effect on stress propagation in the soil., Freiburg, 2004. Freiburg.

18. Lazdiņa, D. 2008. *Mehanizētās ietvarstādu stādīšanas tehnoloģiju mežsaimnieciskais novērtējums*. Salaspils: Latvijas Valsts Mežzinātnes Institūts "SILAVA".
19. Lazdiņa, D., Lazdiņš, A. & Zimelis, A. (2008). Mechanized planting in Latvia – preliminary results. *Proceedings of The Nordic-Baltic Conference on Forest Operations*, Copenhagen, 2008. p 20. Copenhagen: Forest & Landscape Denmark University of Copenhagen. ISBN 978-87-7903-367-2.
20. Lazdiņš, A., Liepiņš, J. & Zimelis, A. 2008. Pievešanas apstākļu ietekme uz pievešanas mašīnu izmaksām galvenās izmantošanas cirtēs - augsnes sablīvēšanās mērījumu rezultāti. LVMI Silava.
21. Liepa, J., Lazdāns, V., Kariņš, Z., Epalts, E., Kāposts, V., Blija, T., Āboliņa, A., Laiviņa, S. & Lazdiņa, D. 2005. *Smagās meža tehnikas ietekme uz augsnes fizikālo īpašību izmaiņām*. Salaspils: LVMI Silava. (TOP-04-57).
22. Liepiņš, K., Lazdiņa, D. & Lazdiņš, A. 2011. *Jaunāko meža mehanizētās atjaunošanas tehnoloģiju izmēģinājumi Latvijā*. Salaspils: LVMI Silava. ISBN 978-9984-39-329-2.
23. Lurvink, M. 1996. NEN 5140:1996 nl - Geotechniek - Bepaling van de conusweerstand en de plaatselijke wrijvingsweerstand van grond - Elektrische sondeermethode. NEN.
24. Mullins, C. 1990. *Soil Analysis: Physical Methods*. Revised. Marcel Dekker Inc. ISBN 0824783611.
25. Nissen, B. 1999. *Vorhersage der mechanischen Belastbarkeit von repräsentativen Ackerboden der Bundesrepublik Deutschland*. Kiel: Schriftenreihe Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der Universität Kiel. (Ansatz; 50).
26. Ozpinar, S. & Cay, A. 2006. Effect of different tillage systems on the quality and crop productivity of a clay-loam soil in semi-arid north-western Turkey. *Soil and Tillage Research* [online], 88(1-2), 95–106. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198705001455>. [Accessed 2011-12-19].
27. Schothorst, C. J. 1968. *De relatieve dichtheid van humeuze gronden*. s.n.
28. Seyedbagheri, K. A. 1996. *Idaho forestry best management practices: compilation of research on their effectiveness*. DIANE Publishing. ISBN 9780788145704.
29. Soane, B. 1994) *Soil compaction in crop production*. Amsterdam ;;London: Elsevier. ISBN 9780444882868.
30. Taylor, H. M. & Brar, G. S. 1991. Effect of soil compaction on root development. *Soil and Tillage Research* [online], 19(2-3), 111–119. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/016719879190080H>. [Accessed 2011-12-19].
31. Vossbrink, J. & Horn, R. 2004. Modern forestry vehicles and their impact on soil physical properties. *European Journal of Forest Research* [online], 123(4), 259–267. Available from: <http://www.springerlink.com/content/6ptmphpwdxtn8nnl0/>. [Accessed 2011-12-19].
32. Waisel/Eshel/KA 2002. *Plant roots: the hidden half*. CRC Press. ISBN 9780824744748.

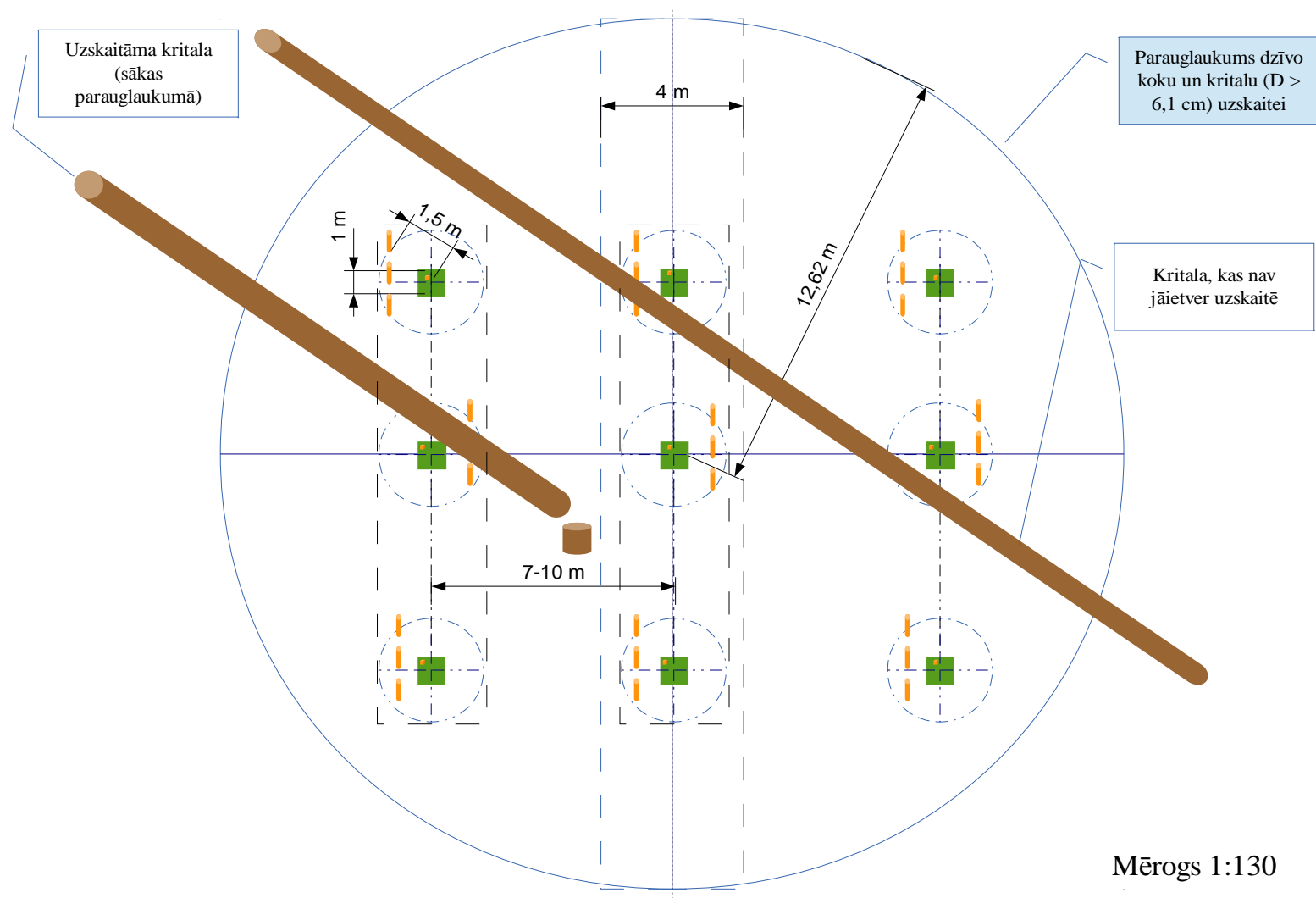
33. Wehner, T. 2001. Technikkonzepte und ihre Auswirkungen auf den Boden. *Schriftenreihe Freiburger Forstliche Forschung* 18, 97–107.
34. Wollny, E. 1898. Untersuchungen über den Einfluß der mechanischen Bearbeitung auf die Fruchtbarkeit des Bodens. *Forschungen auf dem Gebiet der Agrikultur-Physik* 20, 231–290.

2.8. Pielikumi

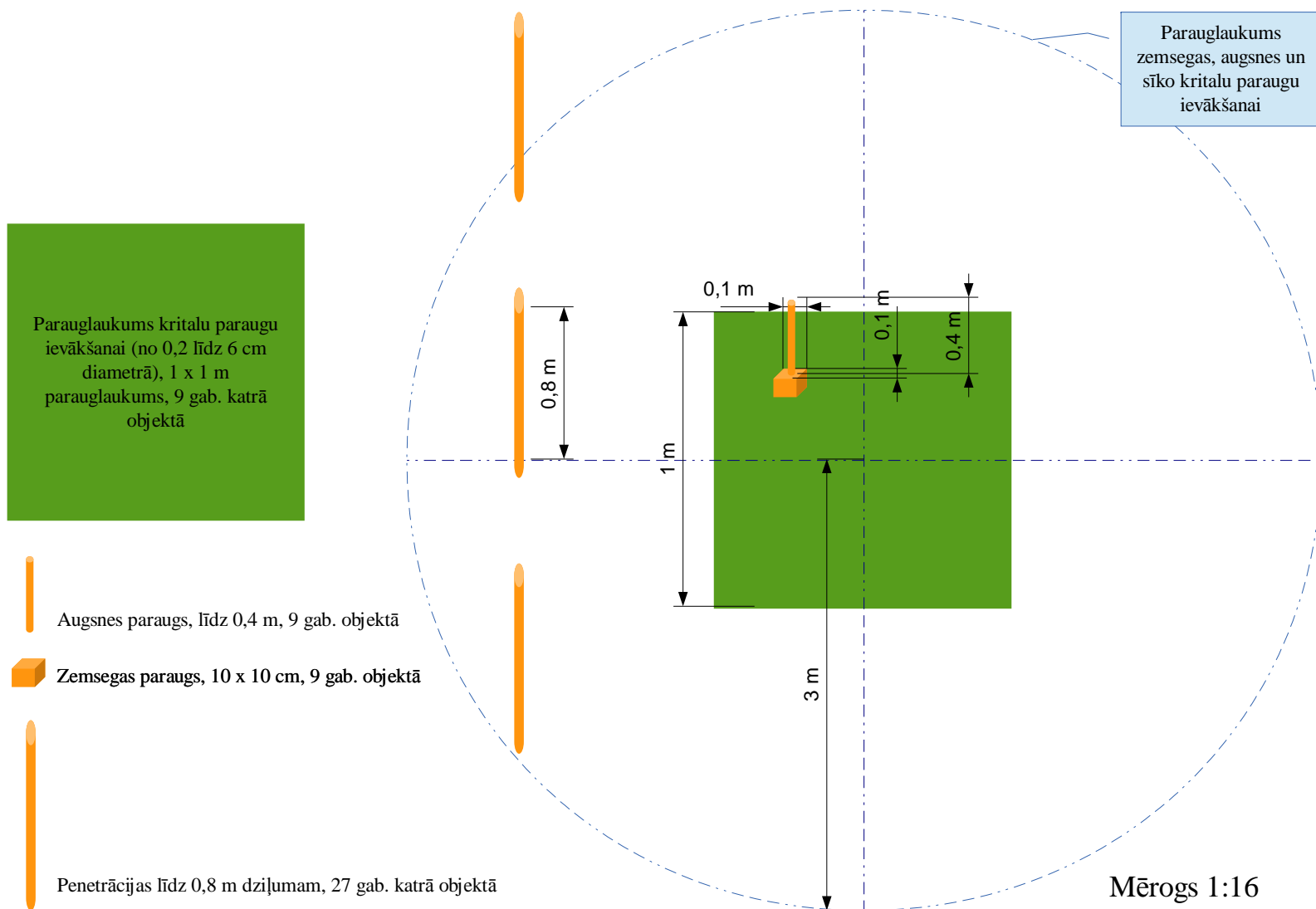
Pielikums 1. Parauglaukumu izvietojums mežaudzē starp pievešanas ceļiem



Pielikums 2. Parauglaukumu shēma



Pielikums 3. Zondēšanas un paraugu ievākšanas vietas pietuvinājumā



3. ***Ekoloģisko koku saglabāšanas ietekmes uz vidi vērtējums***

3.1. Problēmas pamatnostādnes un izzinātības pakāpe

3.1.1. Ekoloģisko koku saglabāšanas mērķi un izpildes vēsture

Dabas daudzveidībai nozīmīgu struktūru, t.sk., ekoloģisko koku (*retention trees*) saglabāšana kailcirtēs Ziemeļamerikā uzsākta pirms apm. 25 gadiem, Ziemeļeiropā pirms apm. 20 gadiem, bet Latvijā pirms 15 gadiem (1997.g.24.aprīļa VMD rīkojums „Galvenās cirtes norādījumi”).

Ekoloģisko koku, sausokņu un kritalu saglabāšanas primārais mērķis ir nodrošināt pēctecību (kontinuitāti) ekosistēmas struktūrā, funkcijās un kompozīcijā starp kokaudzes paaudzēm (ģenerācijām).

Ekoloģisko koku funkcionālā loma ir sekojoša:

- Nodrošina vidi sugām, kuras var izturēt / pārciest traucējumu (kailcirti), bet kurām vajadzīgi veci vai kaltsi koki, lai izdzīvotu saimnieciskajos mežos (piem., epifītiem, koksne dzīvojošiem insektiem un sēnēm);
- Potenciālie ligzdu koki nākotnē;
- Izplatīšanās salas (stepping stones);
- Barošanās vieta/medību vieta;
- Dzīves vieta (ligzdu koki).

1997.g. VMD rīkojums noteica, ka galvenajā cirtē atstājami:

- Atsevišķi (5-10 koki uz ha) vecākie vēja izturīgi koki: apses, priedes, ozoli, oši, kļavas, gobas un vīksnas,
- Dobumaini koki un sauso koku stubeņi
- Koki ar lielām ($d > 50\text{cm}$) putnu ligzdām un koku rinda ap tiem.

Atbilstoši MK noteikumiem (2013.g.), cērtot kokus, patlaban saglabā šādus augošus kokus:

- rēķinot uz cirsmas hektāru, vismaz piecus ekoloģiskos kokus – augtspējīgus iepriekšējās paaudzes kokus – vai, ja tādu nav, – augtspējīgus kokus, kuru caurmērs lielāks par valdošās koku sugas koku vidējo caurmēru nogabalā. Ieteicams vispirms izvēlēties ozolus, liepas, priedes, ošus, gobas, vīksnas, kļavas, melnalkšņus, apses un bērzus, kā arī, ja tādi ir, kokus ar deguma rētām;
- kokus ar lielām (vairāk nekā 50 centimetru diametrā) putnu ligzdām, ja tādi ir, kā arī koku rindu un pamežu ap tiem;
- dobumainus kokus, kuru dobuma diametrs ir lielāks par 10 centimetriem, ja tādi ir.

LVM iekšējie normatīvi akti (Dabas aizsardzības prasības meža darbos)² paredz, ka cērtot kokus, saglabāt vismaz 10 kokus, rēķinot vidēji uz cirsmas hektāru. Pārējās izvirzītās prasības ir atbilstošas MK noteikumiem.

P. Zālīša vadībā 1999.g., izvērtējot ekoloģisko koku saglabāšanos 182 izcirtumos saglabātajiem ekoloģiskajiem kokiem, konstatēts, ka vidēji saglabā 8 (1-40) kokus uz ha. 42% no izcirtumiem tiek atstātas priedes ar vidējo tilpumu 1,8 m³. Apses ekoloģiskie koki dominē 27% izcirtumu (vidējais koka tilpums 2,9m³). Ozoli kā dominējošie ekoloģiskie koki atstāti 17% no izcirtumiem (vidējais koka tilpums 1,9 m³). Bērzi kā dominējošā ekoloģiskie koki atstāti 8% no izcirtumiem (vidējais koka tilpums 1,3m³). Citu koku īpatsvars atstājamo koku starpā ir neliels (6%) un dilstošās rindas kārtībā to veido egle, melnalksnis, osis, liepa, kļava ar viena stumbra vidējo tilpumu 0,9m³ (Zālītis, 2000).

LVM izvērtējot ekoloģisko koku monitoringa rezultātus³ konstatējis, ka vidēji uz ha tiek saglabāti 11 koki uz cirsmas ha, bet apsekotajā paraugkopā 11,8 koki uz ha. 44% no saglabātajiem kokiem ir priede, 23% - apse, 13% - ozols u.c. c.l.k., 7,6% - bērzs, 6% - melnalksnis. Salīdzinot nocirsto apjomu ar saglabāto ekoloģisko koku apjomu, konstatējams, ka proporcionāli biežāk tiek saglabāti cietie lapukoki, melnalksnis, apse, priede, savukārt proporcionāli retāk egle, baltalksnis un bērzs. Secināts, ka 10 gadus pēc ciršanas dzīvo koku īpatsvars Oz, Os, u.c. citiem cietajiem lapu kokiem, liepai, kļavai un citiem mīkstajiem lapu kokiem ir 75%, bērzam 45%, eglei 28%. Galvenais bojāejas iemesls: nolauzti vai izgāzti.

VMD 2009. gadā 368 izcirtumos veicis ekoloģisko koku saglabāšanās pārbaudi privātajos mežos⁴. Pavisam apsekotajās teritorijās kopā atzīmēti 3820 koki, galvenokārt tās ir priedes (24%) un apses (19%). Konstatēts, ka visvairāk nokaltušas egles 49% (n=97). Pārējām sugām šis daudzums nepārsniedz 30% - piemēram, bērzam – 30%; priedei – 27% un apsei 21%. Vismazākais nokaltušo koku procentuālais daudzums ir ozolam – tikai 5% n=19). Dobumi konstatēti tikai 1% ekoloģisko koku (45 gab.) pie tam 2/3 no tiem bija nokaltuši. Ligzdas netika konstatētas nevienā no ekoloģiskajiem kokiem.

3.1.2. Ekoloģisko koku nozīme

Ekoloģiskie koki ir nozīmīgi ornitofaunai, gan kā ligzdošanas vietas izcirtumā nākamās paaudzes audzē (ligzdas, dobumi), gan kā barošanās vieta (koks no kura baroties - dzeņveidīgie u.c., koks, no kura vērot, - plēsīgie putni), gan arī kā sugas izplatīšanās salas (*stepping stones*). Lielākie ieguvēji cirmās, kurās atstāti ekoloģiskie koki, ir meža putni: dzeņi, dzilnas, meža baloži, dažas dienas un nakts plēsīgo putnu sugas. Izcirtumi un ekoloģiskie koki un tajos izkaltie dzeņu dobumi ir piemērota ligzdvieta meža baložiem, kuru skaits, pateicoties šiem kokiem un dobumiem, pēdējos gados pieaudzis vairākas reizes. Meža baložiem izcirtumi ir līdzīgi to dabiskajai ligzdošanas vietai – dabiski izretotām mežaudzēm ar liela diametra kokiem (Pēterhofs, 2012). Dzilnu un dzeņu dobumus labprāt izmanto arī pūces: meža pūce, bikšainais apogs un apodziņš. Šo putnu skaits mežā lielā mērā ir atkarīgs no dzeņu izkaltajiem dobumiem. Jo vairāk dzeņu, jo vairāk dobumu un vairāk ligzdvieta pūcēm. Priežu mežu masīvu izcirtumos bieži uzturas un riesto rubeņi – šie putni labprāt sēž tur atstātajos ekoloģiskajos kokos, lai labāk pārredzētu apkārtni. Pavisam parasts izcirtumu iemītnieks patlaban ir klijāns – šie putni sēž atstāto

² http://www.lvm.lv/lat/mezs/dabas_aizsardziba/normativie_akti/

³ http://www.lvm.lv/tools/download.php?name=files%2Ftext%2FEkokoku_monitorings.pdf

⁴ <http://www.vmd1.gov.lv/index.php?sadala=35&id=1154&ord=56>

ekoloģisko koku zaros un uzglūn medījumam. Zināmi arī gadījumi, kad peļu klijāni un pat jūras ērglis izveidojis ligzdu šādos kokos. Lielākā daļa no minētajām putnu sugām Latvijā tiek uzskatītas par retām un īpaši aizsargājamām (Pēterhofs 2012). Pētījumi Igaunijā liecina, ka lielu dobumainu koku saglabāšana var veicināt urālpūces *Strix uralensis* (Lohmus 2003).

Pētījumi par saglabājamo koku saistību ar bezmugurkaulnieku sugu sastāvu pēdējos gados strauji pieaug, bet joprojām ir visai fragmentāri un nepilnīgi (Rosenvald, Lohmus 2008). Saglabātie koki kalpo par dzīves vidi koksnei dzīvojošām sēnēm (Runnel et al. 2013).

Ekoloģiskajiem kokiem ir nozīmīga loma epifītu un epiksīlu izdzīvošanā. Uz koku mizas augošo sūnu sugu sastāvs ir atkarīgs no:

- koka sugas;
- koka vecuma;
- meža tipa vai atsevišķa koka novietojuma.

Visvairāk epifītu sastop uz lapu kokiem ar saplaisājušu, maz lobījušos mizu: ošiem, vīksnām, kļavām, liepām. Uz kokiem ar gludu, maz lobījušos mizu - apsēm, baltalkšņiem sūnas sastopamas nelieliem laukumiem.

Izšķirošais vides faktors epifītu attīstībā ir gaisa mitrums. Epifītiskā veģetācija var atšķirties uz vienas un tās pašas koku sugas oligotrofos vai mezotrofos un eitrofos augšanas apstākļos. Pirmajā gadījumā tā ir nabadzīga, bet otrajā, kur intensīvi iztvaiko bagātais lakstaugu stāvs un pamežs, sastop daudzveidīgu epifītisko veģetāciju. Tāpat epifīti bagātīgi aug uz koku stumbriem dziļās upju ielejās un strautu gravās, kur gaiss ir mitrāks.

Visvairāk lapu sūnu sugu - 74 - konstatētas uz koku pamatnēm. Daudzas no tām ir parastas meža zemsedzes sugas. Tās sastop arī uz tādu koku pamatnēm, uz kuriem īstie epifīti sastopami maz - bērza, priedes, egles.

Uz koku stumbriem un zariem pavisam atrastas 27 lapu sūnu sugas, no kurām tikai 5 ir obligātie epifīti, bet pārējās sastopamas arī uz citiem substrātiem (Аболинь 1968).

Dažas epifītiskās sūnu sugas iekļautas reto un aizsargājamo sūnu sarakstā vai raksturo cilvēka darbības maz ietekmētus mežus: viļņainā un gludā nekera (*Neckera pennata*, *N. complanata*), vairākas kažoceņu sugas (*Anomodon attenuatus*, *A. longifolius*, *A. viticulosus*), Baumgartnera pārzobe (*Zygodon baumgartneri*), arī aknu sūnas tamarisku frulānija (*Frullania tamarisci*), doblapu leženeja (*Lejeunea cavifolia*), dakšveida mecgērija (*Metzgeria furcata*) (Āboliņa 1994; Suško 1998). Tās ir izdalītas kā dabisku mežu indikatorsugas arī Zviedrijā (Hallingbäck 1991). Jūtīgās epifītu sugas Zviedrijā biežāk sastopamas mežos uz nogāzēm, kur aug daudz vecu platlapu koku un ir liels koku un krūmu sugu skaits (Gustafsson et al. 1992). Līdzīgi rezultāti iegūti arī Latvijā, pētot epifītus gravu un nogāžu mežos (Mežaka, Znotiņa 2006; Mežaka, Znotiņa, Piterāns 2005). Pētījumi par epifītu saglabāšanos uz ekoloģiskajiem kokiem Latvijā veikti pirmoreiz.

Igaunijā konstatēts, ka 5 – 6 gadus pēc cirtes ķērpju daudzveidība uz saglabātajiem kokiem pieaug, bet briofītu daudzveidība stabilizējas līmenī, kāds bija 3 gadus pēc cirtes. Tomēr saglabātos kokus reti kolonizē retās sugas un to apdraud saglabāto koku atmiršana (Lohmus & Lohmus 2010).

3.2. Pētījuma mērķi

1. Noskaidrot saglabāto ekoloģisko koku izdzīvošanas dinamiku;
2. Noskaidrot ekoloģisko koku ietekmi uz nākamās paaudzes kokiem;
3. Noskaidrot saglabāto ekoloģisko koku funkcionalitāti bioloģiskās daudzveidības aspektā.

Darba uzdevumi 2013.g.:

1. Izvērtēt ekoloģisko koku izdzīvošanu dažādās Latvijas vietās pēc aerofotoattēlu analīzes datiem.
2. Izvērtēt ekoloģisko koku izdzīvošanu un stāvokli un ietekmi uz nākošās paaudzes kokiem.
3. Atkārtoti apsekot 2000.g. ierīkotos parauglaukumus un noskaidrot ekoloģisko koku nozīmīgumu epifītu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā.
4. Atkārtoti apsekot 2000.g. ierīkotos parauglaukumus un noskaidrot ekoloģisko koku nozīmīgumu kukaiņu daudzveidības saglabāšanā.

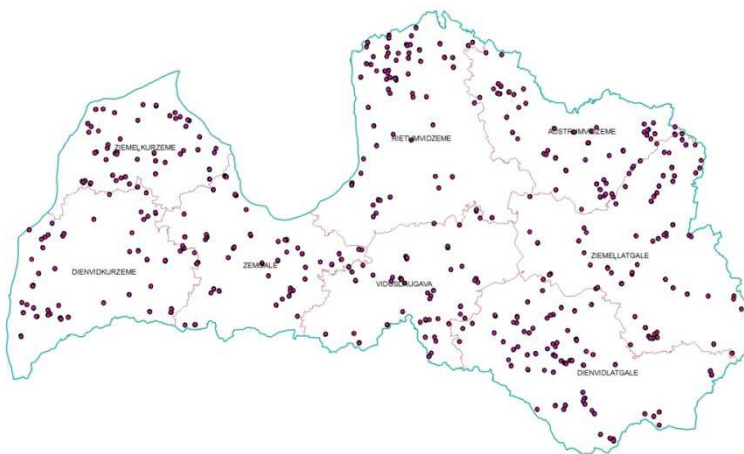
3.3. Ekoloģisko koku saglabāšanās un atmiršanas dinamika

3.3.1. Ortofoto attēlu izmantošana ekoloģisko koku stāvokļa novērtējumā

3.3.1.1. Materiāls un metodika

Vizuālai novērtēšanai atlasāmo objektu saraksts veidots pēc sekojoša principa: izmantojot LVMI Silava rīcībā esošo 2.aerofotografēšanas cikla (2003.-2005.gads) krāsainās ortofotokartes mērogā 1:10000, kuru uzņemšanas datumi atspoguļoti LĢIA mājas lapā (www.lgia.gov.lv), atlasītas platības, kurās kailcirte veikta vienu gadu pirms aerofotografēšanas, t.i., 2002.g. cirsmas teritorijās, kurās aerofotografēšana veikta 2003.gadā, un attiecīgi 2003.g. cirsmas – 2004.g. aerofotografēšanas teritorijās, 2004.g. cirsmas – 2005.g. aerofotografēšanas teritorijās.

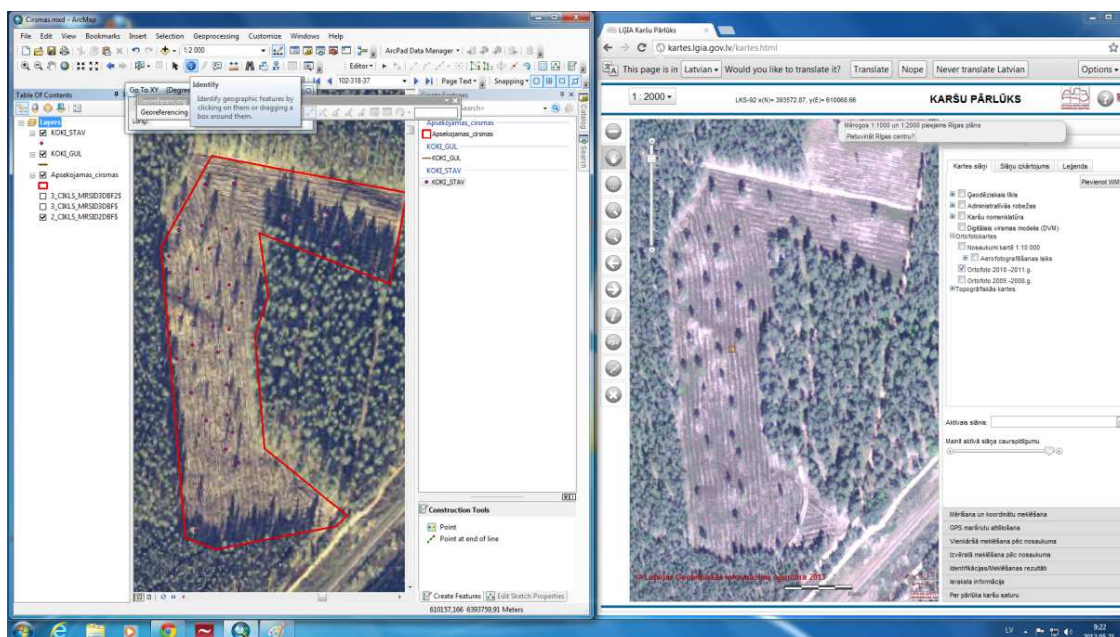
Katrā LVM mežsaimniecībai no atbilstošo nogabalu poligonu saraksta pēc nejaušības principa (MS Excel funkcija rand()), atlasītas 50 audzes/izcirtumi, kopā 400 platības (izvietojumu skat. Attēls 3.1).



Attēls 3.1. Atlasīto pētniecisko objektu izvietojums Latvijas teritorijā

Izlozētajā poligonā, izvērtējot vizuāli, balstoties uz ortofotoattēlu dešifrēšanas pamatprincipiem (Березин, 1963), datorprogrammā ArcGIS 10.1. ieciparoti pirmajā novērtēšanas reizē

(2.aerofotogrāfēšanas cikla ortofotokartē) redzami augošie koki kā punkti, bet izgāztie koki kā līnijas. Pēc tam, izmantojot 3.aerofotogrāfēšanas cikla (2007.-2008.) ortofotokartes (teritorijām, kurām tās nav mūsu rīcībā tika izmantotas internetā pieejamās kartes (<http://kartes.lgia.gov.lv/kartes.html>))(Attēls 3.2), novērtēts cik daudzi no 2.cikla attēlos atpazītajiem stāvošajiem kokiem ir izgāzti. Šajā gadījumā izgāztais koks tika ieciparots kā līnija ar kopējām sākuma koordinātēm kā augošam kokam, izmantojot funkciju *snap*. Gadījumos, ja ekoloģiskais koks netika atpazīts 2.cikla kartē, bet bija identificējams 3.cikla kartē, tas tika ieciparots kā saglabātais koks arī 2.cikla kartē. Ja 3.cikla kartē redzama kritala no 2.cikla kartē neidentificēta koka, tad „izveidots” koks arī pirmajai novērtējuma reizei. Koku ciparošana veikta mērogā 1:2000.



Attēls 3.2. Ekoloģisko koku atpazīšana dažādu periodu ortofotokartēs. (c) Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra

Kopā ekoloģisko koku ciparošana veikta 400 cismām.

Tālāk analizēts stāvošu koku daudzums cismās un izgāzto koku daudzums ar mērķi noskaidrot ekoloģisko koku izdzīvošanas reģionālās atšķirības.

Datu analīzē izmantota vienfaktora dispersijas analīze. Gradācijas klases savstarpēji salīdzinātas, izmantojot Tjukija HSD testu.

3.3.1.2. Rezultāti

Vidējais identificēto ekoloģisko koku skaits uz ha dažādos Latvijas reģionos (ainavzemēs)

Kopā analizētajos nogabalos kā augoši ekoloģiskie koki noteikti 5038 koki, savukārt par kritālām nosaukti 803 koki (Tabula 3.1). Vidēji tas ir 6,4 augoši koki uz ha un 1 kritāls uz ha.

Tabula 3.1

Ortofototēlos atpazīto ekoloģisko koku skaits dažādās LVM mežsaimniecībās

Mežsaimniecība	Augoši	Kritalas	Kopā	Platība, ha	Augoši koki/ha	Kritalas/ha	Kopā/ha
Austrumvidzeme	670	72	742	94,9	7,1	0,8	7,8
Dienvidkurzeme	578	149	727	102,3	5,7	1,5	7,1
Dienvidlatgale	556	38	594	107,7	5,2	0,4	5,5
Rietumvidzeme	640	42	682	107,6	5,9	0,4	6,3
Vidusdaugava	534	109	643	83,5	6,4	1,3	7,7
Zemgale	835	173	1008	103,3	8,1	1,7	9,8
Ziemeļkurzeme	669	178	847	91,8	7,3	1,9	9,2
Ziemeļlatgale	556	42	598	98,1	5,7	0,4	6,1
Kopā	5038	803	5841	794,6	6,4	1,0	7,4

Veicot dispersijas analīzi, konstatēts, ka ir būtiskas atšķirības starp konstatēto stāvošo ekoloģisko koku skaitu uz ha dažādās LVM mežsaimniecībās $F(7, 376)=3,1022$, $p=0,00342$). Salīdzinot gradācijas klases (Mežsaimniecības) izmantojot Tjukija HSD testu, konstatēts, ka Zemgales mežsaimniecībā ir būtiski lielāks noteikto ekoloģisko koku skaits uz ha nekā Dienvidlatgales un Dienvidkurzemes MS ($\alpha=0,05$). Arī, novērtējot kritalu skaitu uz ha, konstatētas būtiskas atšķirības starp LVM mežsaimniecībām $F(7, 376)=7,5520$, $p=0,00001$). Būtiski vairāk kritalu ir Ziemeļkurzemes, Zemgales, Dienvidkurzemes un Vidusdaugavas MS salīdzinājumā ar Dienvidlatgales un Rietumvidzemes un Ziemeļlatgales MS un MS, salīdzinājumā ar Dienvidlatgales un Rietumvidzemes MS.

Tabula 3.2

Tjukija HSD testa rezultāti - kritalas

Tukey HSD test; variable kr-ha

Homogenous Groups, alpha = .05000; Error: Between MS = 2.2019, df = 376.00

Cell No.						
	MS	kr-ha Mean	1	2	3	4
3	DIENVIDLATGALE	0.365983	****			
4	RIETUMVIDZEME	0.389617	****			
8	ZIEMEĻLATGALE	0.569636	****	****		
1	AUSTRUMVIDZEME	0.680469	****	****	****	
5	VIDUSDAUGAVA	1.287842	****	****	****	****
2	DIENVIDKURZEME	1.445514		****	****	****
6	ZEMGALE	1.479533			****	****
7	ZIEMEĻKURZEME	1.923148				****

Katra no LVM mežsaimniecībām, kas izveidotas kā administratīvas vienības, atrodas vairākās tipoloģiski atšķirīgās ainavzemēs (Ramans 1994), kas atšķiras gan pēc reljefa formām, mežainuma, gan pēc meža tipu dažādības, tādēļ papildus analīzei pa administratīvajām vienībām veikta analīze pa ainavzemēm. Analizējot atpazīto ekoloģisko koku skaitu uz ha dažādās ainavzemēs, konstatēts, ka

pētāmo audžu izvietojums ir nevienmērīgs, piem., Austrumvidzemē ir tikai analizēta 2,6 ha liela platība, bet Piejūrā 132,1 ha, tādēļ pašlaik analizē izmantotas tikai tās ainavzemes, kurās novērtēti vismaz 50 ha. Veicot dispersijas analīzi konstatēts, ka pastāv būtiskas atšķirīgas starp gradācijas klasēm (analizētajām ainavzemēm) ($F(6, 291)=2,5783$, $p=0,01893$). Tjukija HSD tests norāda, ka būtiski atšķiras Augšzeme no Austrumzemgales un Gaujas zemes.

Tabula 3.3

Ortofotoattēlos atpazīto ekoloģisko koku skaits dažādās ainavzemēs

Ainavzeme	Augoši	Kritālas	Kopā	Platība, ha	Augoši koki/ha	Kritālas/ha	Kopā/ha
Aiviekstes zeme	721	83	804	123,2	5,85	0,67	6,53
Augšzeme	320	11	331	68,3	4,69	0,16	4,85
Austrumkursā	559	185	744	92,7	6,03	2,00	8,03
Austrumlatgale	68		68	17,3	3,93	0,00	3,93
Austrumvidzeme	20	1	21	2,6	7,69	0,38	8,08
Austrumzemgale	665	107	772	87,9	7,57	1,22	8,78
Dienvidvidzeme	199	20	219	29,4	6,77	0,68	7,45
Gaujaszeme	405	41	446	51,3	7,89	0,80	8,69
Latgales augstiene	150	3	153	26,9	5,58	0,11	5,69
Piejūra	875	215	1090	132,1	6,62	1,63	8,25
Rietumkursā	126	17	143	22,2	5,68	0,77	6,44
Rietumzemgale	63		63	12,6	5,00	0,00	5,00
Ventaszeme	306	68	374	39,8	7,69	1,71	9,40
Vidzemes augstiene	146	20	166	18,5	7,89	1,08	8,97
Ziemeļvidzeme	415	32	447	69,8	5,95	0,46	6,40
Kopā	5038	803	5841	794,6	6,34	1,01	7,35

Tabula 3.4

Tjukija HSD testa rezultāti - augoši koki

Tukey HSD test; variable aug-ha

Homogenous Groups, alpha = .05000; Error: Between MS = 15.160, df = 291.00

Cell No.				
	Ainavzeme	aug-ha Mean	1	2
2	Augšzeme	4.976062		****
7	Ziemeļvidzeme	6.310980	****	****
1	Aiviekstes zeme	6.312962	****	****
3	Austrumkursā	6.498812	****	****
6	Piejūra	7.081031	****	****
4	Austrumzemgale	7.838027	****	
5	Gaujaszeme	8.402694	****	

Salīdzinot kritalu skaitu uz ha dažādās ainavzemēs, arī konstatētas būtiskas atšķirības ($F(6, 291)=6.8496$, $p=0,00000$). Visvairāk kritalu uz ha konstatētas Piejūrā un Austrumkursā, kur to ir būtiski vairāk nekā Aiviekstes zemē, Ziemeļkurzemē un Augšzemē.

Tabula 3.5

Tjukija HSD testa rezultāti - kritalas

Tukey HSD test; variable kr-ha-1

Homogenous Groups, alpha = .05000; Error: Between MS = 2.4500, df = 291.00

Cell No.	Ainavzeme	kritalas-ha-1 Mean	1	2
2	Augšzeme	0.151103	****	
7	Ziemeļvidzeme	0.437833	****	
1	Aiviekstes zeme	0.703398	****	
5	Gaujaszeme	0.860092	****	****
4	Austrumzemgale	1.104296	****	****
6	Piejūra	1.582177		****
3	Austrumkursā	2.005731		****



Attēls 3.3. Analizēto cirsmu izvietojums ainavzemēs

3.3.2. Ekoloģisko koku apsekojumi dabā

3.3.2.1. Materiāls un metodika

No atlasīto cirsmu (400 gab.) datu bāzes katrā LVM mežsaimniecībā izlozētas 10 jaunaudzes (kopā 80 gab.), kuras apsekotas dabā, un apsekojuma rezultāti salīdzināti ar ortofotoattēlu dešifrēšanas rezultātiem ar mērķi noskaidrot, cik pamatoti ekoloģisko koku skaita izmaiņu novērtējumā izmantot pašreiz pieejamos attālās izpētes (krāsainos ortofoto) datus, kā arī novērtēt ekoloģisko koku stāvokli sugu līmenī.

Stāvošajiem (arī tiem, kas nav atzīmēti kartē) ekoloģiskajiem kokiem fiksēts:

- koka Nr. kartē un jaunais Nr., katrā cirsma sākot ar 1;
- meža tips;
- suga;
- stāvoklis – dzīvs; sausoknis; stumbeņis;

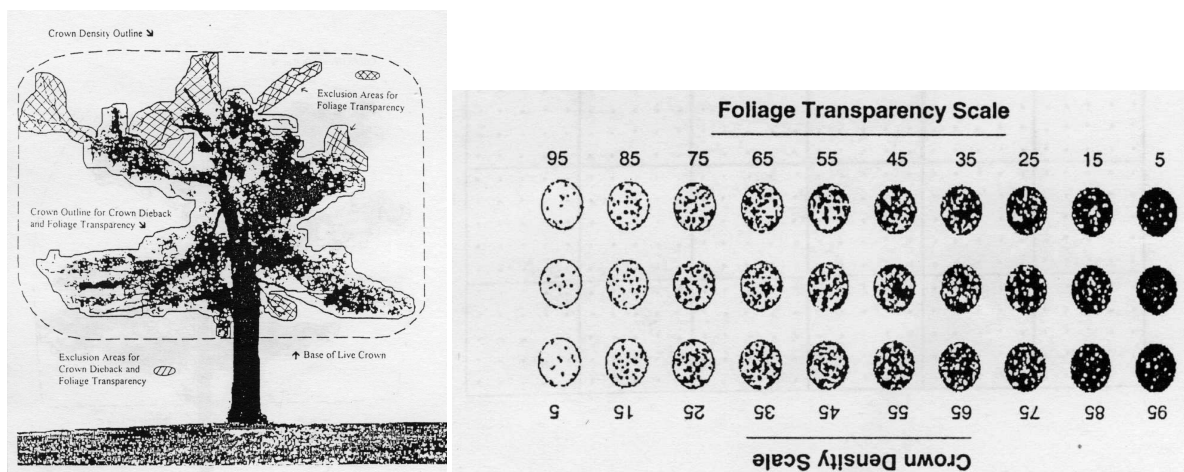
- paaudze: 1-koks ir tās pašas paaudzes koks, kā lielākā daļa ekoloģisko koku; 2-koks ir ievērojami jaunāks; 6-koks ir ievērojami vecāks;
- krūšaugstuma caurmērs (precizitāte 0.1cm) divos virzienos;
- sausokņiem un stubņiem fiksēta mizas esamība un sadalīšanās pakāpe (x.tabula);
- vainaga caurspīdīgums (Attēls 3.4) (rudenī lapu koki nav vērtēti);
- vainaga forma (rudenī lapu koki nav vērtēti);
- koka bojājumus (Tabula 3.7);
- koordinātes (tikai kartē neesošiem kokiem, vai ja koks kartē ir stipri nobīdīts).

Koka, vainaga sākuma un pirmā zaļā zara augstums (0.1m) novērtēts vismaz 10 dzīviem dažādu dimensiju kokiem no valdošās sugas un pa 5 no katras citas sugas. Dzīvo koku neesamības gadījumā koku garums vērtēts tām kritālām, kuras saglabājušās pilnā garumā.

Izgāztajiem ekoloģiskajiem kokiem fiksēts:

- koka Nr. kartē un jaunais Nr., katrā cīsmā sakot ar 1;
- meža tips;
- izgāztā stumbra virziens (precizitāte 1°);
- suga;
- krūšaugstuma caurmērs (precizitāte 0.1cm) divos virzienos;
- mizas esamību un sadalīšanās pakāpi (Tabula 3.6);
- kukaiņu un sēņu bojājumus;
- koordinātes (tikai kartē neesošiem kokiem, vai ja koks kartē ir stipri nobīdīts).

Datu analizē izmantota dispersijas analīze, gradācijas klašu salīdzināšanai - Tjukija HSD tests. Cirkulāro datu izvērtēšana veikta, izmantojot datorprogrammu Axis 1.1. (Pisces conservation Ltd). Koku krišanas virzienu vienmērības novērtēšana veikta, izmantojot Omnibusa testu un Kuipera statistisko rādītāju (Arsham, 1988).



Attēls 3.4. Vainaga caurspīdīguma (Foliage Transparency Scale) šablons

Tabula 3.6

Kritalu sadalīšanās pakāpes

Kods	Apraksts
1	ar mizu;
2	cieta koksne bez mizas;
3	koksne nedaudz mīksta, tajā var viegli iedurt nazi 1cm dziļumā;
4	koksne mīksta, nazis viegli ieiet 5 cm dziļumā;
5	koksne ļoti mīksta, tā viegli drūp rokās

Tabula 3.7

Bojājumu kodi

	Kods	Skaidrojums
Bojājuma lokalizācija	0	Bojājumu nav
	1	Redzamās saknes un celms 30 cm augstumā no augsnes virskārtas
	2	Saknes un stumbra apakšējā daļa
	3	Stumbra apakšējā daļa (apakšējā stumbra puse starp celmu un dzīvā vainaga sākumu)
	4	Stumbra apakšējā un augšējā daļa
	5	Stumbra augšējā daļa (augšējā stumbra pusē starp celmu un dzīvā vainaga sākumu)
	6	Stumbrs dzīvā vainaga daļā
	7	Zari
	8	Pumpuri un dzinumi (pēdējais pieaugums)
	9	Lapotne
Bojājuma veids	1	Vēzis
	02X	Puni, augļķermeņi (021) un citi progresējušas sabrukšanas indikatori: mīksta koksne (022), plaisas (023), dobumi (024), vaļējas brūces, kas saskaras ar zemi (025), putni (026), kukaiņi (027)
	3	Vaļējas brūces (bez mizas, bet bez redzamām trupes pazīmēm)
	4	Sasveķojumi
	11	Nolūzis stumbrs vai saknes tuvāk par 1 m no stumbra
	12	Vējslotas uz stumbra
	13	Nolūzušas vai atmirušas saknes (> 1 m no stumbra)
	21	Apikālās dominantes zudums, atmirusi galotne
	22	Nolūzuši vai atmiruši zari
	23	Pārmērīga zarošanās vai vējslotas
	24	Bojāta lapotne, pumpuri vai dzinumi
	25	Lapotnes dehromācija
	33	dedzis
	44	atsveķots
	55	atmiruši izkrituši zari
	66	ligzdas
	31	Citi

3.3.2.2. Rezultāti

Ekoloģisko koku skaits, satuss

Veicot atpazīšanu pēc ortofoto 80 nogabalos ar kopējo platību 168,9 ha, kopumā konstatēti 1318 koki ($8,2 \text{ koki ha}^{-1}$). No tiem stāvoši bijuši 86,7% (1225) koku; pirmajā novērtējumā stāvoši, bet otrajā guļoši – 8,8% (125) koku; savukārt jau pirmajā novērtējumā guļoši – 2,7% (38) koku (Tabula 3.8).

Veicot atpazīšanu dabā, no stāvošajiem kokiem atrasti 78,0 % (955) koki kā stāvoši, vēl 10,9% (134) koki ir konstatēti kā kritālas. 3% koku atradās blakus nogabalā. No 8,1% (99) koku, kas netika vērtēti, daļa bija sazāgēti un aizvesti, citi konstatēti dabā kā paaugas koki, vai arī mežsaimnieciskās darbības rezultātā likvidēti (tīrot grāvju trases, vai būvējot ceļu).

Dabā ir atrasti 63,2% (24) guļošo koku, pārējie 14 koki nav vērtēti.

No sākotnēji pēc ortofoto novērtējuma stāvošajiem, bet vēlāk guļošajiem kokiem 73,6% (92) atrasti dabā kā guļoši, vēl 12,0% (15) koku bijuši stumbeņi, bet 13,6% (17) koku nav vērtēti iepriekš minēto apsvērumu dēļ.

Kopumā var secināt, ka no pēc ortofoto atpazītajiem kokiem, dabā ir atrasti un nogabala robežās atrodas aptuveni 88% koku.

Tabula 3.8

Ortofoto atpazīto koku novērtējums dabā

Atpazīts kartē	Konstatēts dabā				
	blakus nogabalā	guļošs	nav vērtēts	stāvošs	Kopā
guļošs		24	14		38
nav redzams		184	2	989	1175
stāvošs	37	134	99	955	1225
stāvošs/guļošs	1	92	17	15	125
Kopā	38	434	132	1959	2563

Dabā ir konstatēti vēl 1175 koki, kas nav atpazīti veicot ortofoto vērtēšanu, jeb 49,1% no kopējā koku daudzuma, kas konstatēti dabā. 84,2% (989) no tiem bijuši stāvoši, 15,7% (184) – guļoši, bet 2 koki konstatēti kā svaigi celmi (Tabula 3.8).

Priedes un apses ir atpazītas vislabāk kā koki ortofoto attēlos - attiecīgi 64,4% un 59,6% gadījumu (abula 3.9).

Lielākais vidējais caurmērs starp atstātajām koku sugām konstatēts apsei – $51,1 \pm 0,53$ cm, kam seko goba ar $46,0 \pm 3,21$ cm un priede ar $40,7 \pm 0,30$ cm (abula 3.9.). Visām koku sugām ortofoto attēlos neatpazīto koku vidējais caurmērs ir mazāks nekā atpazīto koku caurmērs. Iespējams, ka daļa uzskaitīto koku nav atstāti kā ekoloģiskie koki, jo to caurmērs varētu būt mazāks nekā normatīvajos aktos noteiktais atstājamo koku caurmērs (lielāks nekā vidējais valdošās koku sugas caurmērs). Sevišķi tas attiecas uz ozoliem, kuru uzmērīto koku vidējais caurmērs ir viens no mazākajiem – $30,1 \pm 1,21$ cm. Turklāt 56,7% ozolu bija ievērojami jaunāki nekā lielākā daļa ekoloģisko koku konkrētajos nogabalos. Savukārt neliela daļa (0,3%) no uzmērītajiem kokiem jau pirms ciršanas bija beigti un tika atstāti kā sausokņi un stumbeņi, nevis kā dzīvi ekoloģiskie koki. Bet daļa no ciršanas brīdī atstātajiem kokiem, iespējams, nav atrasta, jo, ja koks nebija atpazīts ortofoto attēlā, bet dabā bija nocirsts pēc kailcirtes veikšanas, tad atrast šādu celmu bija praktiski neiespējami, sevišķi, ja tas nocirsts dažus gadus pēc kailcirtes.

abula 3.9

Ortofoto atpazīto un neatpazīto koku caurmēri krūšaugstumā pa koku sugām

Suga	N	Konstatēts ortofoto						Neatpazīts ortofoto						Kopā			
		D _{1,3}						N		D _{1,3}						Skaitis	
		Vid	Min	Max	STDEV	SE		N	%	Vid	Min	Max	STDEV	SE		N	%
Priede	616	42.9	19.6	72.6	8.53	0.34	340	35.6	36.7	11.0	68.8	9.27	0.50	956	39.9	40.7	0.30
Egle	20	36.6	19.8	60.6	13.33	2.98	68	77.3	26.8	12.6	60.5	10.99	1.33	88	3.7	29.0	1.30
Bērzs	88	40.8	16.6	59.1	8.74	0.93	100	53.2	31.6	10.0	60.4	11.14	1.11	188	7.9	35.9	0.81
Melnalksnis	47	44.8	26.7	73.2	9.36	1.37	66	58.4	37.0	16.7	59.3	9.27	1.14	113	4.7	40.3	0.94
Apse	257	52.9	30.8	89.2	9.95	0.62	174	40.4	48.4	18.4	85.6	11.97	0.91	431	18.0	51.1	0.53
Baltalksnis							11	100	17.7	12.1	28.6	5.23	1.58	11	0.5	17.7	1.58
Ozols	62	37.0	14.4	97.7	15.84	2.01	101	62.0	25.8	12.4	98.7	13.62	1.36	163	6.8	30.1	1.21
Osis	27	35.8	22.8	56.7	9.50	1.83	64	70.3	31.2	11.5	61.0	12.70	1.59	91	3.8	32.5	1.26
Liepa	74	33.0	15.7	60.2	6.90	0.80	206	73.6	26.6	12.8	55.6	6.48	0.45	280	11.7	28.3	0.43
Goba	17	50.0	22.5	96.4	19.88	4.82	16	48.5	41.8	27.6	81.5	16.33	4.08	33	1.4	46.0	3.21
Citi	12	28.7	17.2	41.1	8.33	2.40	27	69.2	24.9	13.5	45.6	8.74	1.68	39	1.6	26.1	1.39
Kopā	1220						1173							2393			

No 616 priedēm, kas atpazītas ortofoto, jau pēc pirmā ortofoto vērtējuma 2,6% konstatētas kā guļošas (Tabula 3.8). Pēc otrā ortofoto vērtējuma kā guļošas konstatētas vēl 8,8% priežu. No tām, pēc vērtējuma dabā kā kritalas konstatētas 90,7% priežu, bet pārējās konstatētas kā stumbeņi kopā ar no stumbeņa nolauzto kritalu (turpmāk tekstā kā stumbeņi). No tiem 88,6% priežu, kuras otrajā vērtējumā bijušas dzīvas, pēc novērtējuma dabā aizgājušas bojā vēl 21,2% priežu, turklāt lielākā daļa – 63,8% bijušas kritalas. Pārējās bija stumbeņi vai sausokņi. Kopumā kā dzīvas konstatētas 69,8% priežu, bet no beigtajām priedēm 74,7% ir kritalas, 18,3% stumbeņu, bet 7,0% sausokņi.

No 257 apsēm, kas atpazītas ortofoto, pēc pirmā ortofoto vērtējuma 1,9% konstatētas kā kritalas. Pēc otrā ortofoto vērtējuma kā guļošas konstatētas 13,2% apšu. No tām pēc vērtējuma dabā kā kritalas konstatētas 82,4% apšu, bet pārējās konstatētas kā stumbeņi. No tiem 84,8% apšu, kuras otrajā vērtējumā bijušas dzīvas, pēc novērtējuma dabā aizgājušas bojā vēl 46,3% apšu. 44,6% bija stumbeņi, 43,6% kritalas, bet 11,9% sausokņi. Kopumā kā dzīvas konstatētas 45,5% apšu, bet no beigtajām apsēm 55,0% ir kritalas, 36,4% stumbeņu, bet 8,6% sausokņi.

No 88 bērziem, kas atpazīti ortofoto, pēc pirmā ortofoto vērtējuma 2,3% bērzu konstatēti kā guļoši. Pēc otrā ortofoto vērtējuma kā guļoši konstatēti vēl 17,0% bērzu. Savukārt no tiem 80,7% bērzu, kuri otrajā vērtējumā bijuši dzīvi, pēc vērtējuma dabā aizgājuši bojā vēl 21,1% bērzu. Kopumā kā dzīvi konstatēti 63,6% bērzu, bet no beigtajiem bērziem 68,8% ir kritalas, 28,1% stumbeņu, bet 3,1% sausokņi.

No 47 melnalkšņiem, kas atpazīti ortofoto attēlos, arī pēc otrā ortofoto vērtējuma visi konstatēti kā stāvoši. Pēc novērtējuma dabā, konstatēts, ka 6 (12,8%) melnalkšņi ir gājuši bojā.

No ortofoto attēliem atpazītas 20 egles, no kurām lielākā daļa (16 egles) pēc novērtējuma dabā joprojām ir dzīvas. No ortofoto atpazītās egles, iespējams, cismās atstātas kā otrā stāva vai lielākās paaugas egles, jo, lai gan to vidējais caurmērs ir $34,6 \pm 3,4$ cm, tomēr vidējais augstums ir tikai $18,2 \pm 1,8$ m.

No kopumā 180 ozoliem, ošiem, liepām un gobām, kas atpazītas ortofoto, kā guļoši pēc otrā ortofoto vērtējuma konstatēti 2 koki. Pēc novērtējuma dabā izdzīvojuši ir 95,2% ozolu, 66,7% ošu, 97,3% liepu un 88,2% gobu.

Ortofoto atpazīto koku novērtējums dabā pa sugām

Konstatēts dabā	Konstatēts ortofoto							
	guļošs		stāvošs/guļošs		stāvošs		kopā	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Priede	16	2.6	54	8.8	546	88.6	616	
beigts	16		54		116	21.2	186	30.2
kritala	16		49	90.7	74	63.8	139	74.7
sausoknis					13	11.2	13	7.0
stumbenis			5	9.3	29	25.0	34	18.3
dzīvs					430	78.8	430	69.8
Egle	1	5.0	1	5.0	18	90.0	20	
beigts	1		1		2	11.1	4	20.0
kritala	1						1	25.0
stumbenis			1	100	2	100	3	75.0
dzīvs					16	88.9	16	80.0
Bērzs	2	2.3	15	17.0	71	80.7	88	
beigts	2		15		15	21.1	32	36.4
kritala	2		13	86.7	7	46.7	22	68.8
sausoknis					1	6.7	1	3.1
stumbenis			2	13.3	7	46.7	9	28.1
dzīvs					56	78.9	56	63.6
Melnalksnis					47	100	47	
beigts					6	12.8	6	12.8
kritala					2	33.3	2	33.3
stumbenis					4	66.7	4	66.7
dzīvs					41	87.2	41	87.2
Apse	5	1.9	34	13.2	218	84.8	257	
beigts	5		34		101	46.3	140	54.5
kritala	5		28	82.4	44	43.6	77	55.0
sausoknis					12	11.9	12	8.6
stumbenis			6	17.6	45	44.6	51	36.4
dzīvs					117	53.7	117	45.5
Ozols			1	1.6	61	98.4	62	
beigts			1		2	3.3	3	4.8
kritala			1	100			1	33.3
sausoknis					1	50.0	1	33.3
stumbenis					1	50.0	1	33.3
dzīvs					59	96.7	59	95.2
Osis			1	3.7	26	96.3	27	
beigts			1		8	30.8	9	33.3
kritala			1	100	5	62.5	6	66.7
sausoknis					3	37.5	3	33.3
dzīvs					18	69.2	18	66.7
Liepa					74	100	74	
beigts					2	2.7	2	2.7
kritala					1	50.0	1	50.0
stumbenis					1	50.0	1	50.0
dzīvs					72	97.3	72	97.3
Goba					17	100	17	
beigts					2	11.8	2	11.8
sausoknis					1	50.0	1	50.0
stumbenis					1	50.0	1	50.0
dzīvs					15	88.2	15	88.2
kopā	24	2.0	106	8.8	1078	89.2	1208	

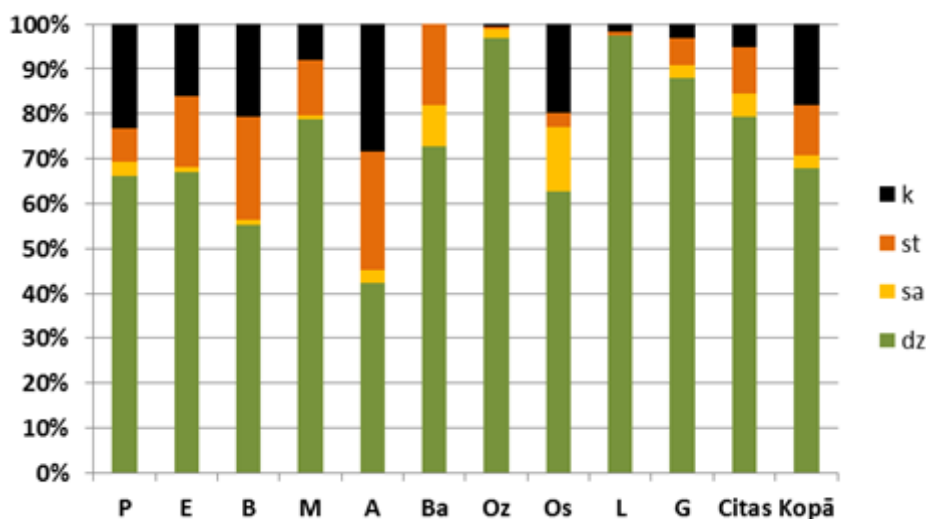
Kopumā dabā konstatēti (kuriem bija iespējams uzmērīt krūšaugstuma caurmēru) $14,2 \pm 2,57$ koki ha^{-1} no kuriem $2,6 \pm 0,56$ koki ha^{-1} ir guļoši, bet $11,6$ koki ha^{-1} - stāvoši. Divi no nogabaliem ir īpatnēji, jo tajos ir atstāti attiecīgi 113,1 un 40,0 koki ha^{-1} (šķērslaukums attiecīgi 8,1 un $10,7 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$, krāja attiecīgi 73,5 un $141,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) (Tabula 3.11).

Cirsu taksācijas rādītāji

Objekts (KvAppg-Kv-Nog)	Plat	MT	Atstātās koku sugas		Šķērslaukums m ² ha ⁻¹						Krāja m ³ ha ⁻¹						Koku skaits ha ⁻¹					
			Skaits	Galvenās sugas	Dzīvie	Beigti				Kopā	Dzīvie	Beigti				Kopā*	Dzīvie	Beigti				Kopā
						Sa	St	K	Kopā			Sa	St*	K	Kopā*			Sa	St	K	Kopā	
102_198_4	3.6	Mrs	1	P	0.4	0.00	0.05	0.32	0.37	0.8	5.0	0.00	0.07	3.55	3.62	8.7	3.3	0.0	0.3	2.8	3.1	6.4
102_318_37	1.7	Ks	3	P;B	0.5	0.04	0.12	1.15	1.32	1.8	5.6	0.50	0.12	14.45	15.07	20.7	3.5	0.6	1.2	10.0	11.8	15.3
104_147_14	2.6	Dm	3	P;E	1.7	0.10	0.18		0.28	2.0	24.7	0.63	0.88		1.51	26.2	8.8	0.8	1.2		1.9	10.8
106_387_8	1.6	Kp	5	B;E;P	1.9	0.06	0.07	0.15	0.28	2.2	21.0	0.75	0.03	1.17	1.94	23.0	13.8	0.6	0.6	0.6	1.9	15.6
108_206_11	2.6	Ln	2	P	0.9	0.04	0.11	0.06	0.20	1.1	11.0	0.39	0.29	0.77	1.45	12.5	7.3	0.8	1.5	0.4	2.7	10.0
108_393_5	1.0	Mrs	1	P	1.8	0.05			0.05	1.9	21.4	0.55			0.55	22.0	14.0	1.0			1.0	15.0
109_63_3	4.2	Dm	3	P;A	1.3	0.04	0.08	0.14	0.26	1.5	17.0	0.45	0.39	1.72	2.57	19.6	7.6	0.5	0.7	1.2	2.4	10.0
111_22_11	1.5	Ap	9	A;Os;M;Ulm	8.1	0.17	1.19	1.26	2.61	10.7	117.0	2.27	3.47	18.39	24.13	141.2	27.3	0.7	6.7	5.3	12.7	40.0
111_359_4	3.4	Gr	4	A	2.4	0.12	0.20	0.30	0.62	3.1	36.5	1.77	0.62	4.36	6.76	43.3	10.9	0.6	1.2	2.4	4.1	15.0
111_492_2	1.2	Vr	5	A;K	1.3		1.86	0.69	2.55	3.8	12.7		8.44	9.93	18.37	31.1	11.7		10.8	4.2	15.0	26.7
202_15_14	4.0	Ln	4	P;M	0.7		0.06	0.30	0.35	1.1	8.0		0.08	3.78	3.85	11.8	3.8		0.5	2.8	3.3	7.0
202_174_27	1.5	Dm	4	P;A	2.6	0.42	0.36	0.07	0.85	3.4	35.0	4.77	2.04	1.03	7.83	42.8	10.7	0.7	1.3	0.7	2.7	13.3
204_47_13	1.8	Sl	2	P	1.4		0.10	0.24	0.34	1.7	14.0		0.35	2.39	2.74	16.8	8.9		1.1	2.8	3.9	12.8
207_368_1	1.0	Vr	2	A;Oz	1.3		0.19	0.48	0.66	2.0	16.6		0.74	4.24	4.99	21.6	8.0		1.0	3.0	4.0	12.0
208_176_32	1.5	Vr	3	A;Oz	2.6						2.6					36.7	12.7					12.7
209_134_14	1.4	Am	3	P;Os	1.0			0.13	0.13	1.2	9.9			1.17	1.17	11.0	8.6			2.1	2.1	10.7
209_167_14	2.0	As	2	P	1.1		0.15	0.12	0.26	1.4	13.1		0.68	1.28	1.95	15.1	6.5		1.5	1.0	2.5	9.0
209_342_15	3.0	Dms	4	P;E	0.4		0.06	0.27	0.32	0.7	5.0		0.21	3.25	3.45	8.4	2.3		0.7	2.7	3.3	5.7
210_261_3	2.8	Dm	5	P;Oz;B	1.5		0.33	0.13	0.46	1.9	17.2		1.59	1.56	3.15	20.3	8.6		2.1	1.4	3.6	12.1
211_182_9	1.8	Vrs	2	A;P	0.8			0.08	0.08	0.8	10.2			0.90	0.90	11.1	3.9			1.1	1.1	5.0
302_148_14	1.5	As	4	A;B;P	0.9		0.27	0.42	0.68	1.6	12.9		0.83	5.33	6.16	19.1	4.7		3.3	2.7	6.0	10.7
303_255_11	1.5	Kp	5	Os;A	2.2		0.43	0.36	0.80	3.0	31.5		2.11	4.40	6.51	38.0	11.3		4.0	4.0	8.0	19.3
304_233_5	2.1	Vr	6	A;Os	1.1	0.31	1.13	0.10	1.55	2.6	15.3	4.56	5.79	1.45	11.80	27.1	8.1	2.4	6.7	1.4	10.5	18.6
304_64_7	1.5	Am	1	P	1.1	0.08	0.06		0.14	1.2	10.5	0.78	0.29		1.07	11.6	8.0	0.7	0.7		1.3	9.3
305_209_17	2.2	Ks	4	P	0.9			0.35	0.35	1.2	11.0			4.73	4.73	15.8	7.3			3.2	3.2	10.5
305_59_3	1.9	Gr	8	L;Os;Oz	1.3	0.02		0.14	0.17	1.5	13.3	0.21		2.03	2.24	15.5	13.2	0.5		1.1	1.6	14.7
306_23_8	1.9	Ln	2	P	0.9		0.36	0.20	0.56	1.4	9.6		1.11	2.16	3.27	12.8	4.7		2.6	1.6	4.2	8.9
306_51_10	2.3	Mr	2	P	0.7		0.16	0.08	0.24	0.9	6.9		0.54	0.73	1.27	8.1	5.2		1.7	1.3	3.0	8.3
309_284_13	1.6	Dm	1	P	3.4						3.4					44.0	19.4					19.4
310_157_11	2.0	Dms	4	P;A	1.7		0.48	0.13	0.61	2.3	21.0		2.33	1.72	4.05	25.0	8.0		3.0	1.0	4.0	12.0
402_374_6	3.1	Ap	4	M;Ulm;B;L	1.5		0.08	0.10	0.19	1.7	17.9		0.36	1.14	1.50	19.4	9.7		0.6	0.6	1.3	11.0
403_152_10	3.8	Dms	3	P;A	0.4	0.18	0.37	0.78	1.32	1.8	5.7	2.12	2.10	10.33	14.55	20.2	3.2	1.6	2.4	6.3	10.3	13.4
403_155_6	2.0	Mrs	2	P	1.3		0.09	0.05	0.13	1.5	16.4		0.25	0.52	0.78	17.2	10.0		1.0	0.5	1.5	11.5
403_268_5	2.3	Ks	2	A;P	1.7	0.14	0.11	0.69	0.94	2.6	25.0	1.67	0.54	9.32	11.53	36.5	5.2	0.4	0.9	5.2	6.5	11.7
403_82_2	2.8	Vr	3	A	0.5		0.31	0.66	0.97	1.5	7.5		1.07	5.41	6.48	13.9	3.2		1.8	3.6	5.4	8.6
407_24_5	4.8	Dm	3	P	0.2		0.08	0.51	0.59	0.8	2.7		0.18	6.29	6.46	9.1	1.7		0.8	4.6	5.4	7.1
407_479_5	1.0	Nd	1	P	0.4			0.40	0.40	0.8	3.3			3.10	3.10	6.4	4.0			4.0	4.0	8.0
408_187_2	3.3	Sl	1	P	1.1	0.04	0.03	0.20	0.27	1.4	10.4	0.29	0.12	1.76	2.17	12.6	8.5	0.6	0.3	1.8	2.7	11.2
408_497_1	3.0	Ks	4	P	1.3	0.13	0.08	0.27	0.48	1.8	15.7	1.42	0.36	3.22	5.00	20.7	10.0	1.3	1.0	3.0	5.3	15.3
410_13_2	1.8	Ln	3	P	0.7	0.02	0.16	0.03	0.21	0.9	8.6	0.19	0.74	0.32	1.25	9.8	6.7	0.6	2.8	0.6	3.9	10.6
501_382_4	1.3	Grs	4	A;Os;L	1.8			0.18	0.18	2.0	28.0			1.91	1.91	29.9	9.2			2.3	2.3	11.5
501_393_15	1.4	Vrs	3	A;P;E	1.6	0.13	1.47	0.71	2.30	3.9	20.8	1.94	7.44	9.02	18.39	39.2	10.0	0.7	12.1	4.3	17.1	27.1
503_389_18	2.0	Mr	2	P;B	1.6		0.23	0.23	1.9	17.9	1.04			1.04	18.9	10.0	2.0		2.0	2.0	2.0	12.0
504_197_11	1.6	Ln	2	P	1.4		0.05	0.35	0.39	1.8	18.3		0.10	3.64	3.74	22.0	10.0		0.6	4.4	5.0	15.0
504_312_14	1.2	Dms	3	M;B	1.7		0.07	0.07	0.14	1.9	21.3		0.38	0.77	1.15	22.4	13.3		0.8	0.8	1.7	15.0
506_121_26	1.2	Dm	2	P	1.2	0.07		0.31	0.39	1.6	14.3	0.87		3.98	4.84	19.2	8.3	0.8		2.5	3.3	11.7
507_152_14	1.1	Kp	5	M;A	0.7	0.43	0.47	1.09	1.99	2.7	8.9	5.97	1.72	13.31	21.00	29.9	4.5	0.9	2.7	8.2	11.8	16.4
507_258_11	1.4	Nd	3	P	0.5	0.04	0.08	0.56	0.68	1.2	5.2	0.33	0.25	5.48	6.06	11.3	5.7	0.7	2.9	9.3	12.9	18.6
511_154_5	1.6	Gr	7	K;Oz;M;Os	1.1	0.35		0.03	0.38	1.5	13.2	3.81		0.28	4.09	17.3	10.0	3.1		0.6	3.8	13.8
511_255_9	1.9	Vr	9	Oz;A;P;B	1.5	0.12	0.19	0.59	0.90	2.4	15.6	1.52	1.30	6.67	9.48	25.1	13.7	1.1	2.1	4.2	7.4	21.1
601_91_6	3.2	Ks	8	Os;M;E	1.5	0.10	0.05	0.09	0.24	1.7	15.1	0.86	0.58	0.99	2.42	17.6	14.1	2.2	0.3	0.9	3.4	17.5
605_88_4	1.3	Dm	9	A;B	0.6	0.06	1.90	1.05	3.01	3.6	7.8	0.71	9.76	15.55	26.03	33.8	5.4	0.8	10.8	3.8	15.4	20.8
606_349_14	4.3	Vr	5	Oz;B	0.7	0.03	0.19	0.44	0.65	1.4	7.3	0.27	0.46	5.19	5.92	13.2	9.3	0.2	1.4	2.8	4.4	13.7
608_114_5	4.2	Gr	6	A;Oz;Os	1.0	0.15	0.14	0.74	1.03	2.1	13.7	2.15	0.53	9.84	12.51	26.3	5.5	0.7	1.2	4.3	6.2	11.7
608_223_8	1.5	Dm	6	Oz;P	1.7		0.08	0.09	0.17	1.8	18.4		0.32	1.02	1.34	19.7	14.7		1.3	0.7	2.0	16.7
608_3_17	1.0	Vr	2	Oz;Os	0.8	0.06			0.06	0.9	9.0	0.79			0.79	9.8	11.0	1.0			1.0	12.0
609_178_3	1.6	Ap	5	L																		

Mazākais konstatēto koku skaits ir $5,0 \text{ koki ha}^{-1}$. 13 nogabalos ir konstatēti mazāk par 10 kokiem ha^{-1} . Dzīvo koku daudzums ir vidēji $9,6 \pm 2,37 \text{ koki ha}^{-1}$ ($15,5 \pm 2,96 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$). Kritalu daudzums vidēji ir $3,80 \pm 1,05 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ (svārstās no 0 līdz $18,39 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$), bet kopējā atmirušo koku krāja ir vidēji $5,3 \pm 1,3 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ (no 0 līdz $26,03 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$) (kopējā krājā nav ierēķināta krāja, ko veido no stumbeņiem nokritušo galotņu krāja). Trijos nogabalos nav konstatēts neviens beigts koks (Tabula 3.13.).

Vērtējot visus dabā konstatētos kokus pēc skaita, 67,7% koku ir dzīvi. No beigtajiem kokiem 56,2% ir kritalas, 34,8% stumbeņi un 8,9% sausokņi (Attēls 3.5).



Attēls 3.5. Koku īpatsvars pa sugām pēc to stāvokļa dabā (dz-dzīvs; sa-sausoknis; st-stumbeņi; k-kritala)

Visvairāk cirmās konstatētas priedes -kopumā 956 (39,9% no kopējā koku skaita), no kurām 66,0% priežu ir dzīvas (Tabula 3.12) (Attēls 3.5). Lielākais dzīvo priežu īpatsvars konstatēts sausieņu mežu tipu rindā – $73,4 \pm 4,09\%$, bet mazākais purvaiņu-kūdreņu mežu tipu grupā – $54,4 \pm 7,72\%$. No beigtajām priedēm 68,6% ir kritalas, 21,5% stumbeņi, bet vēl 9,8% -kā sausokņi (2.att.). No kopējā beigto priežu īpatsvara būtiski lielāks kritalu īpatsvars konstatēts purvaiņu-kūdreņu meža tipu grupā – $78,1 \pm 9,49\%$, salīdzinot ar sausieņiem – $57,1 \pm 8,89\%$. Arī slapjainu-āreņu mežu tipu grupā konstatētas vairāk kritalas ($73,7 \pm 7,48\%$) nekā sausieņos. Sausieņos konstatēts vairāk stumbeņu – $31,1 \pm 8,32\%$, salīdzinot ar slapjajiem-āreņiem ($20,3 \pm 6,84\%$), un purvaiņiem-kūdreņiem $8,2 \pm 6,29\%$. Sausokņu daudzums pa mežu tipu grupām būtiski neatšķiras.

Otra visvairāk konstatētā koku suga cirmās ir apse – kopumā 431 (18,0% no kopējā koku skaita), no kurām dzīvas ir 42,2% (mazākais dzīvo koku īpatsvars starp uzmērītajiem kokiem). Lielākais dzīvo koku īpatsvars konstatēts slapjainu-āreņu meža tipu grupā- $47,4 \pm 6,74\%$, tomēr atšķirība no citām mežu tipu grupām nav būtiska. No beigtajām apsēm 49,0% konstatētas kā kritalas, 45,8% kā stumbeņi un 5,2% kā sausokņi. Arī apsei lielākais kritalu īpatsvars no kopējā beigto koku skaita konstatēts purvaiņu-kūdreņu meža tipu grupā – $63,3 \pm 17,25\%$, tomēr atšķirība nav būtiska. Līdz ar to mazākais stumbeņu īpatsvars arī ir purvaiņu-kūdreņu mežu tipu grupā – $30,0 \pm 16,40\%$. Sausokņu daudzums pa mežu tipu grupām būtiski neatšķiras.

Trešā visvairāk konstatētā suga ir liepa –280 (28,6% no kopējā koku skaita). Liepām ir lielākais dzīvo koku skaits – 97,5%. Salīdzinot ar priedēm un apsēm, kas ir konstatētas 80% un 63,8% no apsekotajām cirmām, liepas ir konstatētas tikai 12,5% jeb 10 cirmās, turklāt vienā no cirmām ir vairāk nekā puse - 57,5% (161 koki) no visām konstatētajām liepām (Tabula 3.13.).

Koku īpatsvars pa sugām un stāvokļiem un meža tipu grupām

	dzīvs		beigts								kopā	
			sa		st		k		kopā			
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Priede	631	66,0	32	9,8	70	21,5	223	68,6	325	34,0	956	39,9
purvaini_kūdreņi	87	54,4	10	13,7	6	8,2	57	78,1	73	45,6	160	16,7
sausieņi	329	73,4	14	11,8	37	31,1	68	57,1	119	26,6	448	46,9
slapjaini_āreņi	215	61,8	8	6,0	27	20,3	98	73,7	133	38,2	348	36,4
Egle	59	67,0	1	3,4	14	48,3	14	48,3	29	33,0	88	3,7
purvaini_kūdreņi	31	83,8			3	50,0	3	50,0	6	16,2	37	42,0
sausieņi	7	58,3			2	40,0	3	60,0	5	41,7	12	13,6
slapjaini_āreņi	21	53,8	1	5,6	9	50,0	8	44,4	18	46,2	39	44,3
Bērzs	104	55,3	2	2,4	43	51,2	39	46,4	84	44,7	188	7,9
purvaini_kūdreņi	32	62,7			8	42,1	11	57,9	19	37,3	51	27,1
sausieņi	40	51,3			22	57,9	16	42,1	38	48,7	78	41,5
slapjaini_āreņi	32	54,2	2	7,4	13	48,1	12	44,4	27	45,8	59	31,4
Melnalksnis	89	78,8	1	4,2	14	58,3	9	37,5	24	21,2	113	4,7
purvaini_kūdreņi	12	57,1			3	33,3	6	66,7	9	42,9	21	18,6
sausieņi	5	83,3			1	100			1	16,7	6	5,3
slapjaini_āreņi	72	83,7	1	7,1	10	71,4	3	21,4	14	16,3	86	76,1
Apse	182	42,2	13	5,2	114	45,8	122	49,0	249	57,8	431	18,0
purvaini_kūdreņi	17	36,2	2	6,7	9	30,0	19	63,3	30	63,8	47	10,9
sausieņi	65	37,6	5	4,6	51	47,2	52	48,1	108	62,4	173	40,1
slapjaini_āreņi	100	47,4	6	5,4	54	48,6	51	45,9	111	52,6	211	49,0
Baltalksnis	8	72,7	1	33,3	2	66,7			3	27,3	11	0,5
purvaini_kūdreņi					1	100			1	100	1	9,1
sausieņi			1	50,0	1	50,0			2	100	2	18,2
slapjaini_āreņi	8	100								0,0	8	72,7
Ozols	158	96,9	3	60,0	1	20,0	1	20,0	5	3,1	163	6,8
purvaini_kūdreņi	2	100									2	1,2
sausieņi	116	95,9	3	60,0	1	20,0	1	20,0	5	4,1	121	74,2
slapjaini_āreņi	40	100	0								40	24,5
Osis	57	62,6	13	38,2	3	8,8	18	52,9	34	37,4	91	3,8
purvaini_kūdreņi	10	55,6		0,0	1	12,5	7	87,5	8	44,4	18	19,8
sausieņi	14	66,7	3	42,9	1	14,3	3	42,9	7	33,3	21	23,1
slapjaini_āreņi	33	63,5	10	52,6	1	5,3	8	42,1	19	36,5	52	57,1
Liepa	273	97,5			2	28,6	5	71,4	7	2,5	280	11,7
purvaini_kūdreņi												
sausieņi	27	100									27	9,6
slapjaini_āreņi	246	97,2			2	28,6	5	71,4	7	2,8	253	90,4
Goba	29	87,9	1	25,0	2	50,0	1	25,0	4	12,1	33	1,4
purvaini_kūdreņi	1	100									1	3,0
sausieņi	12	80,0	1	33,3	2	66,7			3	20,0	15	45,5
slapjaini_āreņi	16	94,1					1	100	1	5,9	17	51,5
Citas	31	79,5	2	25,0	4	50,0	2	25,0	8	20,5	39	1,6
purvaini_kūdreņi	1	33,3			1	50,0	1	50,0	2	66,7	3	7,7
sausieņi	24	88,9	2	66,7	1	33,3			3	11,1	27	69,2
slapjaini_āreņi	6	66,7			2	66,7	1	33,3	3	33,3	9	23,1
Kopā	1621	67,7	69	8,9	269	34,8	434	56,2	772	32,3	2393	
purvaini_kūdreņi	193	56,6	12	8,1	32	21,6	104	70,3	148	43,4	341	14,2
sausieņi	639	68,7	29	10,0	119	40,9	143	49,1	291	31,3	930	38,9
slapjaini_āreņi	789	70,3	28	8,4	118	35,4	187	56,2	333	29,7	1122	46,9

Bērzs ir konstatēts 57,5% cirsmu, tomēr no kopējā uzskaitīto koku skaita veido tikai 7,9%. Bērzam ir otrs zemākais izdzīvojušo koku īpatsvars – 55,3%. Lielākais izdzīvojušo koku īpatsvars konstatēts purvainu-kūdreņu mežu tipu grupā– 62,7±13,27%, tomēr atšķirība no citām mežu tipu grupām nav būtiska. No beigtajiem bērziem 51,2% konstatēti kā stumbeņi, 46,4% kā kritālas un 2,4% kā sausokņi.

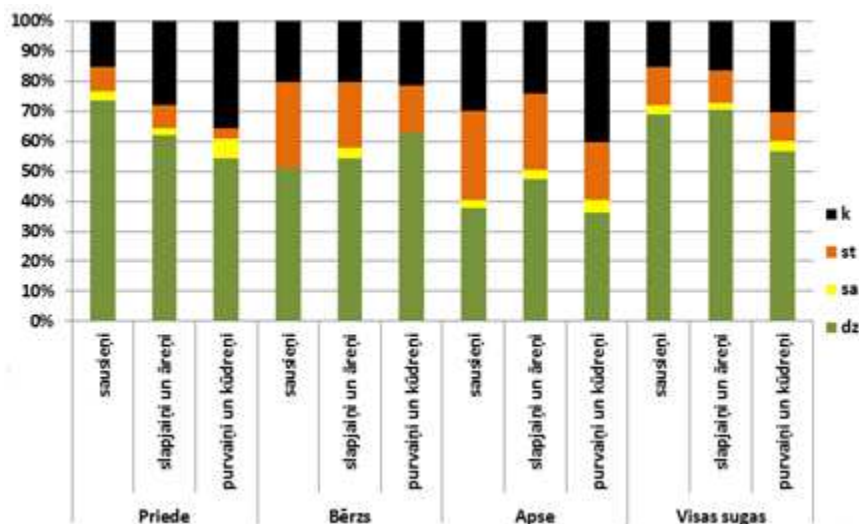
Ozoli konstatēti 30% cirsmu, bet no kopējā uzmērīto koku skaita veido 6,8%. Jāatzīmē, ka 30,1% no visiem ozoliem konstatēti vienā cīsmā. Ozoliem ir otrs lielākais izdzīvojušo koku īpatsvars – 96,9%.

Tabula 3.13

Koku sugu īpatņu skaits un īpatsvars pa apsekotajām cirmām

Cirma	P		E		B		M		A		Ba		Oz		Os		L		G		Cita		Kopā
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	N
102_198_4	23	2.4																					23
102_318_37	21	2.2			4	2.1															1	2.6	26
104_147_14	24	2.5	3	3.4	1	0.5																	28
106_387_8	5	0.5	7	8.0	10	5.3	2	1.8	1	0.2													25
108_206_11	24	2.5							2	0.5													26
108_393_5	15	1.6																					15
109_63_3	35	3.7			2	1.1			5	1.2													42
111_22_11			2	2.3	3	1.6	9	8.0	22	5.1			2	1.2	11	12.1	1	0.4	9	27.3	1	2.6	60
111_359_4					1	0.5	1	0.9	48	11.1			1	0.6									51
111_492_2					1	0.5	1	0.9	15	3.5			3	1.8					12	36.4			32
202_15_14	23	2.4			1	0.5	3	2.7													1	2.6	28
202_174_27	13	1.4			1	0.5			5	1.2			1	0.6									20
204_47_13	22	2.3			1	0.5																	23
207_368_1									9	2.1			3	1.8									12
208_176_32			1	1.1					15	3.5			3	1.8									19
209_134_14	12	1.3													2	2.2			1	3.0			15
209_167_14	17	1.8	1	1.1																			18
209_342_15	13	1.4	2	2.3	1	0.5			1	0.2													17
210_261_3	12	1.3	2	2.3	7	3.7			2	0.5			11	6.7									34
211_182_9	2	0.2							7	1.6													9
302_148_14	3	0.3	1	1.1	4	2.1			8	1.9													16
303_255_11					1	0.5	2	1.8	10	2.3	1	9.1			15	16.5							29
304_233_5	2	0.2					3	2.7	17	3.9			2	1.2	14	15.4					1	2.6	39
304_64_7	14	1.5																					14
305_209_17	19	2.0	1	1.1	1	0.5							2	1.2									23
305_59_3	1	0.1			1	0.5			2	0.5			4	2.5	5	5.5	13	4.6	1	3.0	1	2.6	28
306_23_8	16	1.7			1	0.5																	17
306_51_10	18	1.9			1	0.5																	19
309_284_13	31	3.2																					31
310_157_11	18	1.9	1	1.1			1	0.9	4	0.9													24
402_374_6					4	2.1	21	18.6									4	1.4	5	15.2			34
403_152_10	44	4.6	1	1.1					6	1.4													51
403_155_6	21	2.2							2	0.5													23
403_268_5	9	0.9							18	4.2													27
403_82_2	2	0.2	1	1.1					21	4.9													24
407_24_5	32	3.3	1	1.1									1	0.6									34
407_479_5	8	0.8																					8
408_187_2	37	3.9																					37
408_497_1	41	4.3	1	1.1	3	1.6			1	0.2													46
410_13_2	17	1.8							1	0.2											1	2.6	19
501_382_4			1	1.1					6	1.4					4	4.4	4	1.4					15
501_393_15	11	1.2	5	5.7					22	5.1													38
503_389_18	12	1.3			12	6.4																	24
504_197_11	22	2.3			2	1.1																	24
504_312_14					2	1.1	15	13.3	1	0.2													18
506_121_26	13	1.4			1	0.5																	14
507_152_14			1	1.1	1	0.5	11	9.7	4	0.9					1	1.1							18
507_258_11	22	2.3			2	1.1			2	0.5													26
511_154_5					1	0.5	2	1.8	1	0.2			3	1.8	2	2.2					13	33.3	22
511_255_9	4	0.4			4	2.1			9	2.1	2	18.2	16	9.8	1	1.1	2	0.7	1	3.0	1	2.6	40
601_91_6	5	0.5	7	8.0	5	2.7	15	13.3	1	0.2					20	22.0	2	0.7			1	2.6	56
605_88_4	1	0.1			9	4.8			11	2.6			1	0.6	1	1.1			1	3.0	3	7.7	27
606_349_14			1	1.1	24	12.8			5	1.2			25	15.3	4	4.4							59
608_114_5			1	1.1	2	1.1	2	1.8	34	7.9			5	3.1	5	5.5							49
608_223_8	7	0.7			1	0.5	1	0.9	2	0.5			13	8.0	1	1.1							25
608_3_17													8	4.9	4	4.4							12
609_178_3	3	0.3	5	5.7			1	0.9	11	2.6							161	57.5					181
609_18_7	3	0.3	23	26.1	1	0.5			13	3.0													40
610_236_7	2	0.2					9	8.0	2	0.5			1	0.6	1	1.1	3	1.1					18
611_88_11	8	0.8	2	2.3			1	0.9					3	1.8									14
704_57_5	19	2.0			1	0.5																	20
705_411_5	16	1.7																					16
707_69_19	18	1.9	1	1.1	6	3.2			4	0.9	8	72.7									2	5.1	39
707_91_8	25	2.6																					25
708_39_23	18	1.9																					18
709_22_16	2	0.2	8	9.1			2	1.8	4	0.9			1	0.6			89	31.8			2	5.1	108
711_73_1	2	0.2			3	1.6			11	2.6			49	30.1			1	0.4			1	2.6	67
712_144_11	24	2.5	2	2.3									3	1.8									29
712_199_20	3	0.3			13	6.9			3	0.7													19
713_167_6	11	1.2	2	2.3	1	0.5	2	1.8	2	0.5													18
803_275_16			1	1.1	1	0.5	5	4.4	28	6.5			2	1.2					3	9.1	1	2.6	41
804_173_30	17	1.8			4	2.1																	21
806_136_32	24	2.5							1	0.2											1	2.6	26
809_208_3	28	2.9							1	0.2													29
809_208_7	9	0.9			6	3.2																	15
810_28_17			1	1.1			3	2.7	11	2.6													15
810_8_17	6	0.6			2	1.1			11	2.6											6	15.4	25
812_202_15	17	1.8			16	8.5			2	0.5											2	5.1	37
812_48_12	2	0.2			11	5.9			4	0.9													17
812_92_49	8	0.8	2	2.3	8	4.3	1	0.9	3	0.7													22
Kopā	956		88		188		113		431		11		163		91		280		33		39		2393
Max		4.6		26.1		12.8		18.6		11.1		72.7		30.1		22.0		57.5		36.4		33.3	
Sastopamība,%		80.0		37.5		57.5		28.8		63.8		3.8		30.0		20.0		12.5		10.0		21.3	

Kopumā sausieņu un slapjajņu-āreņu mežu tipu grupās konstatēts samērā līdzīgs dzīvo koku īpatsvars attiecīgi $68,7 \pm 2,98\%$ un $70,3 \pm 2,67\%$, bet purvainu-kūdreņu mežu tipu grupā dzīvo koku īpatsvars ir būtiski mazāks – $56,6 \pm 5,26\%$ (Tabula 3.6 Attēls 3.6.). Purvainu-kūdreņu mežu tipu grupā konstatēts arī būtiski lielāks kritalu īpatsvars no kopējā beigto koku īpatsvara – $70,3 \pm 7,36\%$, salīdzinoši ar slapjajņiem-āreņiem $56,2 \pm 5,33\%$ un sausieņiem $49,1 \pm 5,74\%$. Savukārt sausokņu īpatsvars mežu tipu grupās ir līdzīgs – vidēji $8,9\%$.



Attēls 3.6. Koku īpatsvars pa sugām un meža tipu grupām pēc to stāvokļa dabā (dz-dzīvs; sa-sausoknis; st-stumbeņis; k-kritala).

Salīdzinot dzīvo un beigto koku skaitu pa reģioniem var konstatēt, ka Kurzemes reģionā ir līdzīgs beigto priežu īpatsvars kā pārējā teritorijā – attiecīgi $36,5 \pm 5,94\%$ un $33,1 \pm 3,48\%$ (Tabula 3.14). Bērzam mazāks beigto koku īpatsvars ir Kurzemes reģionā, salīdzinot ar pārējo teritoriju, attiecīgi $37,1 \pm 16,0\%$ un $46,4 \pm 7,9\%$. Apsei būtiski mazāk beigto koku ir konstatēts Kurzemes reģionā $41,3 \pm 12,16\%$, salīdzinot ar pārējo teritoriju – $60,6 \pm 4,99\%$.

Tabula 3.14

Dzīvo un beigto koku īpatsvars pa reģioniem

Suga	Atrašanās vieta			
	Kurzeme ^a		Pārējā teritorija ^b	
	N	%	N	%
Priede	252	26.4	704	73.6
beigts	92	36.5	233	33.1
dzīvs	160	63.5	471	66.9
Bērzs	35	18.6	153	81.4
beigts	13	37.1	71	46.4
dzīvs	22	62.9	82	53.6
Apse	63	14.6	368	85.4
beigts	26	41.3	223	60.6
dzīvs	37	58.7	145	39.4

Apzīmējumi: a- Ziemeļkurzemes un Dienvidkurzemes mežsaimniecība; b- pārējās mežsaimniecības.

Priedei, eglei, bērzam un apsei mazāk izgāz individuus ar mazāku augstuma un caurmēra (h/d) attiecību. Sakarība nav statistiski būtiska tikai bērzam (Tabula 3.15).

Tabula 3.15

Augstuma un caurmēra attiecības pa sugām dzīvajiem kokiem un kriticalām

Suga	Stāvoklis					
	dzīvs			kritala		
	N	h/d	SE	N	h/d	SE
Priede	584	0.61	0.005	135	0.75	0.010
Egle	40	0.61	0.022	10	0.82	0.089
Bērzs	91	0.65	0.015	12	0.69	0.031
Apse	159	0.55	0.007	54	0.62	0.016

Ekoloģisko koku bojājuma pakāpe

Ekoloģisko koku bojājuma pakāpes novērtējums veikts, balstoties uz indivīda „veselības” stāvokļa novērtējumu, tādējādi netieši sniedzot prognozi par koku turpmāko izdzīvošanu, pieņemot, ka bojājumi norāda uz traucējumiem normālajos koku fizioloģiskajos procesos.

Izvērtējot ekoloģisko koku bojājuma pakāpi, konstatēts, ka no 2013.g. dzīvajiem ekoloģiskajiem kokiem, bojāti ir 1153 jeb 73,3% (Tabula 3.16). Taču pastāv ievērojamas atšķirības starp sugām. Visaugstākais bojāto ekoloģisko koku īpatsvars ir apsei (88,8%), savukārt viszemākais ir priedei (60%). Pārējām sugām bojāto koku īpatsvars ņemot vērā standartklūdu (SE) ir starp šiem diviem lielumiem.

Visbiežāk dzīvajiem ekoloģiskajiem kokiem konstatēti sekojoši bojājumi:

priedei – vaļējas brūces un sasveķojumi, eglei – sasveķojumi, bērzam vaļējas brūces, melnalksnim, ozolam, osim, liepai – pārmērīga zarošanās, apsei –puni un augļķermenī (Tabula 3.17).

Tabula 3.16

2013.g. dzīvo ekoloģisko sadalījums pa bojājuma grupām

Koku suga	Nav bojāts	Ir bojāts	Kopā	Bojāts, %	Bojāts, SE %
Priede	252	378	630	60,0	2,0
Egle	20	26	46	56,5	7,3
Bērzs	26	72	98	73,5	4,5
Melnalksnis	16	73	89	82,0	4,1
Apse	20	158	178	88,8	2,4
Baltalksnis			0		-
Ozols	33	125	158	79,1	3,2
Osis	11	46	57	80,7	5,2
Liepa	26	233	259	90,0	1,9
Goba, vīksna	3	26	29	89,7	5,7
Blīgzna	0	3	3	100,0	0,0
Kļava	10	10	20	50,0	11,2
Pīlādzis	1	3	4	75,0	21,7
Vilkābele	1	0	1	0,0	0,0
Mežābele	1	0	1	0,0	0,0
Kopā	420	1153	1573	73,3	1,1

Tabula 3.17

Dažādu bojājumu veidu sastopamība dzīvajiem ekoloģiskajiem kokiem

Bojājumu veids	Koku sugas															Kopā
	Priede	Egle	Bērzs	Melnalksnis	Apse	Baltalksnis	Ozols	Osis	Liepa	Goba, vīksna	Blīgzna	Kļava	Pīlādzis	Vilkābele	Mežābele	
Vēzis	5	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
Puni, augļķermeņi	59	1	24	4	125	0	5	8	12	5	2	0	2	0	0	247
Miksta koksne	2	0	2	0	2	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	12
Plaisas	15	1	9	4	22	0	23	14	11	3	1	1	1	0	0	105
Dobumi	6	0	4	0	17	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	30
Valējas brūces, kas saskaras ar zemi	3	0	1	1	1	0	2	2	2	2	1	0	0	0	0	15
Putni	4	1	6	2	37	2	4	2	2	1	2	1	0	0	0	64
Kukaiņi	27	2	18	2	55	3	6	11	5	3	2	1	0	0	0	135
Valējas brūces (bez mizas, bet bez redzamas trupes pazīmes)	147	7	29	24	79	0	30	14	38	13	0	8	3	0	0	392
Sasveķojumi	144	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	161
Nolūzis stumbrs vai saknes tuvāk par 1m no stumbra	3	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	6
Vējslotas uz stumbra	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Apikālās dominantes zudums, atmirusi galotne	26	6	12	10	3	0	13	2	45	7	2	4	0	0	0	130
Nolūzuši vai atmiruši zari	6	2	22	12	15	0	17	18	46	8	0	0	1	0	0	147
Pārmērīga zarošanās vai vējslotas	1	0	8	49	1	0	94	19	211	12	1	2	0	0	0	398
Dedzis	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Atsveķots	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Atmiruši, izkrituši zari	25	0	1	0	6	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	34
Ligzdas	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2

Izvērtējot koku vainagu stāvokli, konstatēts, ka vainagu caurspīdīgums lielāks par 60% ir aptuveni 4% dzīvo ekoloģisko koku (Tabula 3.18).

Tabula 3.18

Dzīvo ekoloģisko koku sadalījums pa vainagu caurspīdīguma grupām

Suga	Vainagu caurspīdīgums, %			Kopā
	<20	21-60	60<	
Priede	11	544	25	580
Egle	19	17	2	38
Bērzs	0	24	4	28
Melnalksnis	1	30	0	31
Apse	1	60	3	64
Baltalksnis	0	0	0	0
Ozols	4	8	0	12
Osis	1	2	0	3
Liepa	0	10	0	10
Goba, vīksna	5	10	0	15
Blīgzna	0	0	0	0
Kļava	0	0	0	0
Pīlādzis	0	1	0	1
Vilkābele	0	0	0	0
Mežābele	0	0	0	0
Kopā	42	706	34	782

Ekoloģisko koku funkcionālā loma

Daļa no bojājumiem norāda uz šo ekoloģisko koku funkcijām ekosistēmas procesos. Par tādiem šī projekta ietvaros esam uzskatījuši:

- Augļķermeņi,
- Dobumi
- Putnu barošanās pēdas
- Kukaiņu bojājumi
- Ligzdas.

Uz dzīvajiem kokiem piepes konstatētas uz apses – 70,2% apšu, retāk bērziem - 24% bērzu, bet priedēm - tikai 9.4% priežu (Tabula 3.19) Dobumi konstatēti gandrīz 10% apšu un tikai 1% priežu. Arī dzenveidīgo putnu barošanās pēdas visbiežāk konstatētas uz apsēm (21% apšu), savukārt ksilofāgo

kukaiņu darbības pēdas konstatētas uz 31% apšu un 18% bērzu. Savukārt uz kritālām, stumbeņiem un sausokņiem 30- 50% koku ir redzamas ksilofāgo kukaiņu darbības pēdas, un uz 23% atmirušo koku ir redzamas dzenveidīgo putnu barošanās pēdas.

Tabula 3.19

Dzīvo un atmirušo ekoloģisko koku funkcionālā loma

Suga	Dzīvi						Sausokņi, stumbeņi, kritālas					
	Auglkermeņi u.c. trupes pazīmes	Dobumi	Putnu barošanās pēdas	Ksilofāgo kukaiņu darbības pēdas	Putnu ligzdas	Dzīvi kopā, gab.	Auglkermeņi u.c. trupes pazīmes	Dobumi	Putnu barošanās pēdas	Ksilofāgo kukaiņu darbības pēdas	Putnu ligzdas	Sausokņi, stumbeņi, kritālas kopā gab.
Priede	59	6	4	27	1	630	13	14	38	95	0	319
Egle	1	0	1	2	0	46	5	1	9	14	0	28
Bērzs	24	4	6	18	0	98	34	2	32	42	1	83
Melnalksnis	4	0	2	2	0	89	7	2	13	14	0	21
Ape	125	17	37	55	0	178	88	20	76	123	0	249
Baltalksnis						0	1	0	2	3	0	3
Ozols	5	0	4	6	0	158	0	1	1	3	0	5
Osīs	8	1	2	11	0	57	7	1	1	8	0	25
Liepa	12	0	2	5	0	259	0	0	0	0	0	5
Goba, vikсна	5	2	1	3	1	29	1	1	0	2	0	4
Blīgzna	2	0	2	2	0	3	0	0	1	2	0	2
Kļava	0	0	1	1	0	20	1	0	0	0	0	1
Pīlādzis	2	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0
Viikābele	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Mežābele	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Nenosakama suga	0	0	0	0	0	0	2	0	3	3	0	4
Kopā	247	30	62	132	2	1573	159	42	176	309	0	749

Ekoloģisko koku kritālu virziens

Latvijā līdzīgi kā citur mērenajā zonā nozīmīgus koku bojājumus vējgāžu un vējlaužu veidā rada: ārpustropiskās zonās cikloni, negaisa vētras un virpuļviesuļi. Cikloni parasti skar lielas teritorijas (to diametrs var būt vairāki tūkstoši km un vienā vietā tie var būt līdz pat 3 diennaktīm), un tie parasti pūš no DR, R, ZR. Lokālo negaisa vētru diametrs visbiežāk ir 10-ti km, ilgums līdz 30 minūtēm vienā vietā, taču tajās vēja virziens var būt no dažādām debespusēm. Virpuļviesuļi jeb tornado parasti ir līdz 2 km plati, 400 m gari, ilgums vienā vietā - dažas minūtes). Šajā gadījumā vēja virziens pat nelielā teritorijā ir atšķirīgs. Izvērtējot koku gāšanās virzienus, būtu iespējams prognozēt 1) cik nozīmīga ir meža sienu saglabāšana rietumu pusē ekoloģisko koku ilglaicības nodrošināšanai; 2) vai, izvietojot ekoloģiskos kokus, iespējams radīt „tiltu”, kas potenciāli varētu savienot sugas, kurām ir neliels izplatīšanās attālums. Tā kā Kurzemē ir kopumā spēcīgāki ciklonu vēji, salīdzinātas divas grupas – Kurzeme un pārējā Latvijas daļa.

Salīdzinātas sekojošas grupas: P, B, A ekoloģisko koku kritālas, pa reģioniem (Kurzeme, pārējā Latvijas teritorija), priedes, kas izgāztas 3-5 gadus pēc cirtes veikšanas, un priedes, kas izgāztas 6-10 gadus pēc cirtes veikšanas.

Veicot Omnibusa testu krišanas virziena vienmērības noteikšanai, konstatēts, ka ar 95% vai 99% varbūtību var apgalvot, ka koki nevienā no analizētajām grupām, kurā ir vismaz 30 kritālas, nav krituši visos virzienos vienmērīgi (Tabula 3.20).

Tabula 3.20

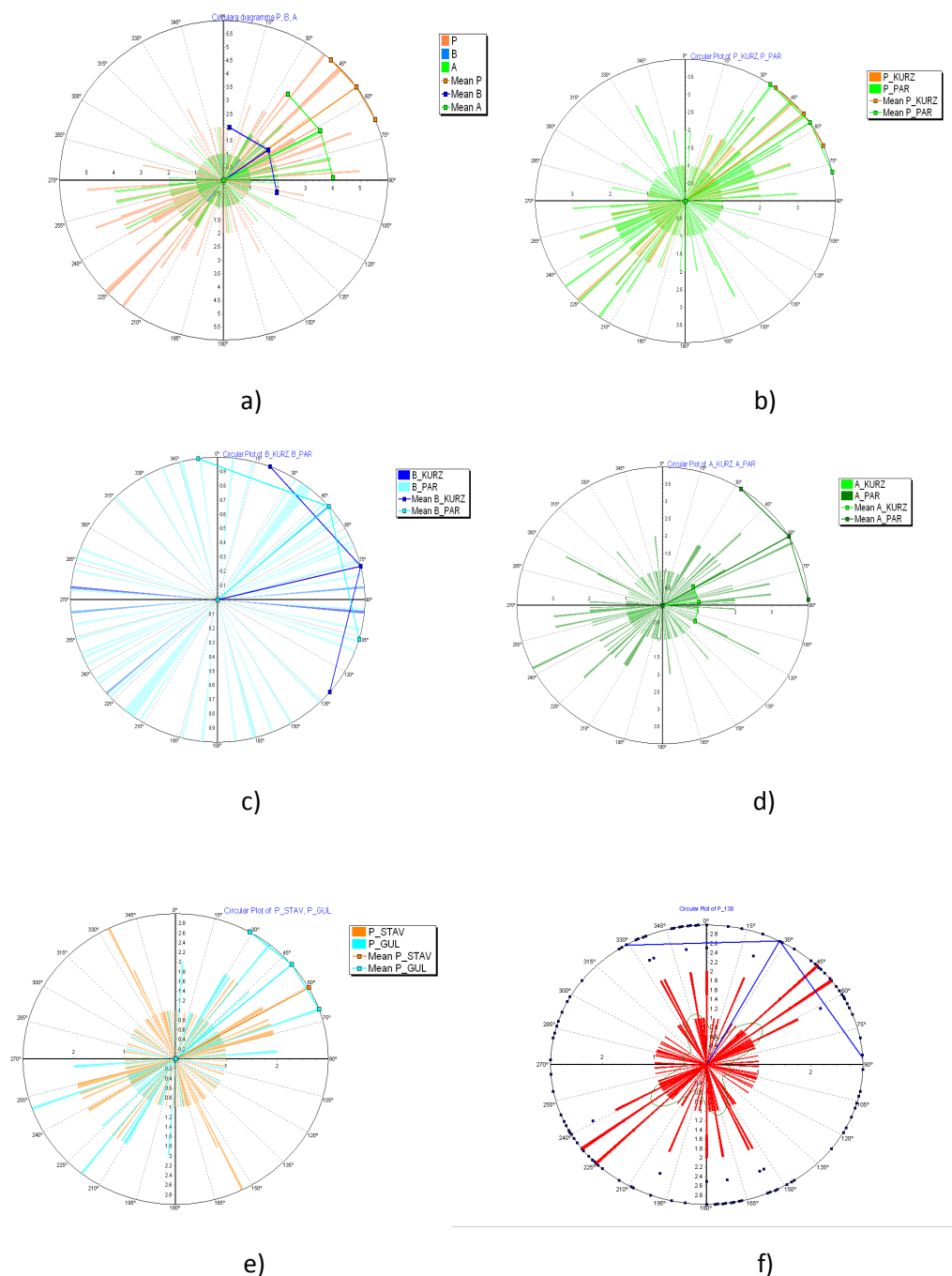
Omnibusa testa rezultāti ekoloģisko koku krišanas virziena vienmērības novērtējumam

Rādītāji	P	B	A	P Kurzemē	P pārējā LV	B Kurzemē	B pārējā LV	A Kurzemē	A pārējā LV	P stāvoša*	P guloša**
Random Omnibus Ungrouped	4.38262	1.74733	2.46187	3.81398	2.85546	1.50796	1.52116	1.47372	2.42728	1.80254	2.93611
Probability	0.01	0.05	0.01	0.01	0.01	0.5	0.5	0.5	0.01	0.05	0.01

Statistikas rādītāju kopsavilkums ekoloģisko koku krišanas virziena raksturošanai

Rādītāji	P	B	A	P Kurzemē	P pārējā LV	B Kurzemē	B pārējā LV	A Kurzemē	A pārējā LV	P stāvoša*	P guloša**
Novērojumu skaits	218	31	117	64	154	3	28	9	108	73	48
Vidējais virziens	54.26	54.86	62.31	52.03	56.32	76.42	49.21	84.61	60.09	60.65	49.51
Zemākais 95% vidējais	40.94	6.29	36.09	37.06	34.52	20.86	352.35	57.48	32.59	-99	28.96
Augšējie 95% vidējais	67.57	103.43	88.53	66.99	78.13	130.43	106.06	116.99	87.6	-99	70.06
Vidējais rezultējošais garums	0.37	0.31	0.27	0.61	0.27	0.78	0.29	0.36	0.27	0.12	0.54
Cirkulārā dispersija	0.63	0.69	0.73	0.39	0.73	0.22	0.71	0.64	0.73	0.88	0.46
Cirkulārā standartnovirze	80.49	87.47	92.65	56.72	92.12	40.75	90.14	81.86	92.39	117.4	63.23
Mediānas virziens	52	48	63	47.5	53	84	47	77	62	68	46.5
Zemākā 95% Mediānas	45	34	52	40	44	-99	31	-99	48	58	37
Augstākā 95% Mediāna	59	67	72	64	61	-99	73	-99	73	74	65
Cirkulārā izkliede	172.43	259.94	340.61	63.63	316.91	32.32	292.77	136.41	343.51	1311.54	88.21
Asimetrijas rādītājs	5.18	4.26	-6.85	6.53	3.73	-95.93	6.65	38.73	-7.41	8.67	-5.92
Ekscesa rādītājs	20.08	12.16	-12.05	8.83	16.9	-722.93	13	-24.96	-8.71	21.33	-1.25

Analizējot detālāk koku krišanas virziena statistiskos rādītājus (Tabula 3.21), konstatēts, ka kritalas, kuras veidojušās nolūstot vai izgāžoties ekoloģiskajiem kokiem, P, B, A, lielākoties ir kritušas ziemeļaustrumu virzienā (vidējais krišanas virziens ir 54 līdz 62°). Nav konstatēta arī būtiska atšķirība krišanas virzienā Kurzemē augošajām priedēm salīdzinājumā ar citiem Latvijas reģioniem ($Y_{stat}=0,422$, $p=0,516$). Tāpat nav konstatētas būtiskas atšķirības krišanas virzienā starp priedēm, kuras kritušas laika periodā līdz 5 gadiem pēc nociršanas vai kuras nokritušas starp 6 un 10 gadu pēc cirtes ($Y_{stat} 0,433$, $p=0,51$), tomēr jānorāda, ka „vidējais rezultējošais garums” priedēm, kas nogāztas pēdējo 3 gadu laikā ir 0,12, salīdzinājumā ar 0,54 agrāk nogāztajām priedēm, kas norāda, ka nesen gāztās priedes ir gāztas ne tikai galvenokārt no dienvidrietumu vējiem (kas bija dominējošie 2005.g. janvāra vētrā), bet to gāšanos ir ietekmējušas vietējās negaisa vētras, tādējādi ekoloģisko koku saglabāšanai tuvu rietumu pusē esošajai meža sienai nav tik būtiska nozīme. Tomēr kopumā tendence rāda, ka, ja vēlas, lai koku krišanas gadījumā veidotu „tiltu” sugām ar ierobežotu izplatīšanās attālumu, tie izvietojami DR –ZA virzienā.



Attēls 3.7. Izgāzto ekoloģisko koku krišanas virziens (atsevišķa paraugkopas elementa, vidējais (mean) un būtiskums ar 95% varbūtību: a) P - priede, B – bērzs, A- apse visi gāztie koki; b) gāztās P Kurzemē un pārējā Latvijā; c) gāztie B Kurzemē un pārējā Latvijā; d) gāztās A Kurzemē un pārējā Latvijā; e) 3-5 gadus pēc cirtes gāztās P (P_GUL) un 6-10 gadus pēc cirtes gāztās priede (P_STAV); f) priežu krišanas virziens Rietumvidzemes, Ziemeļlatgales un Dienvidlatgales MS parauglaukumos.

Interesanti, ka, analizējot Austrumvidzemes, Dienvidlatgales un Ziemeļlatgales mežsaimniecību teritorijās apsekotājās audzēs izgāztos priedes ekoloģiskos kokus, to vidējais gāšanās virziens ir 27⁰ (Attēls 3.7), kas ievērojami atšķiras no citiem reģioniem (apm. 50-60⁰) kas izskaidrojams ar relatīvi lielu koku skaitu, kas gāzti ZR virzienā. To visticamāk ir ietekmējušas lokālas vasaras vētras.

3.3.3. Ekoloģisko koku ietekme uz meža atjaunošanos (jaunaudžu strukturālā daudzveidība)

3.3.3.1. Materiāls un metodika

Ekoloģisko koku ietekme uz nākamās paaudzes kokiem vērtēta tajos pašās audzēs (80 gab.), kurās vērtēts ekoloģisko koku stāvoklis.

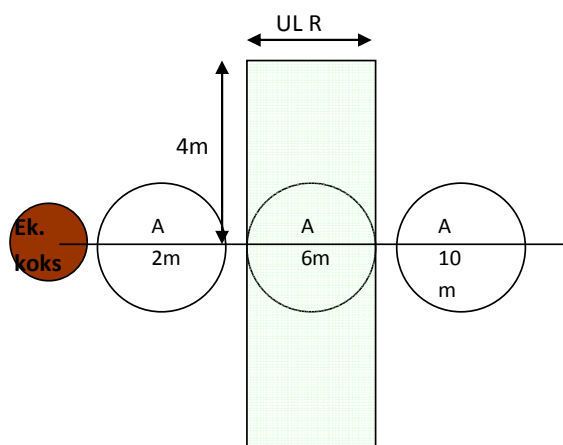
Atjaunošanās novērtēšanai katrā audzē uzmērīta atjaunošanās apkārte 2 - 6 (parasti 4) ekoloģiskajiem kokiem. Atjaunošanās uzskaitē veikta, laukumus izvietojot no koka 4 kardinālos virzienos (Z;A;D;R). Apļveida uzskaites laukumu centri izvietoti 2m; 6m; 10m; 14m attālumā no ekoloģiskā koka. No viena ekoloģiskā koka atjaunošanās uzmērīta 2 vai 4 kardinālajos virzienos. Uzmērot kokam tikai 2 kardinālos virzienus, tie izvietoti pretējos virzienos (Z un D vai A un R). Vienā nogabalā uzmērīti 8 – 16 kardinālie virzieni (32 – 64 uzskaites laukumi).

Ja atjaunojušos kociņu vidējais augstums nogabalā mazāks par 3m, ierīkoti 5m² (R=1,28m) lieli uzskaites laukumi, ja atjaunojušos kociņu augstums lielāks – tad 10m² (R=1,78m).

Atjaunošanās novērtēšanai izvēlēti dzīvi (pēc iespējas veselīgāki) dažādu sugu (pārsvarā valdošās koku sugas) un dimensiju ekoloģiskie koki. Koki izvēlēti tā, lai tie atrastos pēc iespējas tālāk no citiem ekoloģiskajiem kokiem, audzes malas, grāvjiem un atstātajām paaugas grupām. Ja uzmērīti netālu esošie koki, tad kardinālo virzienu līnijas izvietotas tā, lai tās nekrustotos, un vienā uzskaites laukumā uzmērītais kociņš netiktu uzmērīts arī citā uzskaites laukumā.

Katrā uzskaites laukumā fiksēts:

- meža tips;
- atjaunošanās kociņu suga. Pie atjaunošanās uzskaitītas sekojošās koku sugas – P; E; B; A; M; Ba; Oz; Os;
- atjaunošanās kociņu stāvs (pie viena stāva pieder koki, kas ir vismaz ½ no vidējā kociņu stāva augstuma). Katrai sugai iespējami 3 stāvi;
- skaits pa sugā (tiek skaitīts viens koks uz 0.25 m²). Fiksēts tikai pirmā stāva kokiem un valdošās koku sugas otrā stāva kokiem (otram stāvam nefiksē, ja audze ir kopta un otrais stāvs ir atvases (B, A, u.t.t.).
- valdošās koku sugas 2 augstāko koku caurmēru un augstumu. Ja nav izteiktas valdošās sugas, tad uzmēra vairāku koku sugu kociņiem. Ja uzskaites laukumā nav neviena valdošās koku sugas kociņa, tad augstumu un caurmēru uzmēra uzskaites laukumam tuvāk esošajam valdošās koku sugas kociņiem (šos kociņus izvēloties taisnstūra laukumā (Attēls 3.8));
- zemsedzes procentuālais segums un vidējais augstums (rudēnī mērītajiem laukumiem nav fiksēts);
- saglabātās vecās paaugas procentuālo segumu, vidējo augstumu un sugas;
- pameža procentuālo segumu, vidējo augstumu un sugas;
- treilēšanas ceļa procentuālo segumu (ja iespējams atpazīt);
- mineralizētās augsnes procentuālo segumu (ja iespējams atpazīt);
- ja no uzskaites laukuma centra līdz citam ekoloģiskajam kokam vai cirsmas malai attālums mazāks par 14m, tad fiksē virzienu (Z;ZA;A;DA;D;DR;R;ZR) un attālumu (0,1m) līdz tam;
- ekoloģiskajam kokam uz katru mērīto kardinālo virzienu fiksē vainaga platumu.



Attēls 3.8. UL izvietojuma shēma

Datu atlase un pieņēmumi:

- izmanto tikai tos uzskaites laukumus, kuros attālums no ekoloģiskā koka ir mazāks nekā uzskaites laukuma attālums no audzes malas un kuros attālums līdz audzes malai ir vismaz 10 m,
- datu analīzē par meža tipu visiem uzskaites laukumiem pieņem pie ekoloģiskā koka novērtēto meža tipu,
- datu analīzē pieņem, ka uzskaites laukuma virzienam (Z;A;D;R) nav būtiskas ietekmes uz koku augstumu, jo ekoloģiskā koka radītais noēnojums ir īslaicīgs un ekoloģiskā koka sakņu sistēmas radītā konkurence ir vienāda visos virzienos,
- analīzē iekļauj datus par priedi, egli, bērzu un apsi, jo pārējās koku sugas ir novērtētas nepietiekoši daudz uzskaites laukumos.

Zemsedze

Zemsedzes projektīvais segums un zemsedzes vidējais augstums novērtēti 1582 uzskaites laukumos 44 nogabalos.

Veģetācijas (sīkkrūmu, lakstaugu) projektīvais segums procentuāli (precizitāte $\pm 5\%$) un vidējais augstums (precizitāte $\pm 0.1\text{m}$) vērtēti ekoloģiskā koka uzskaites laukumos, kas ierīkoti atjaunošanās uzskaitē, tas ir, 2m, 6m, 10m un 14m attālumā no koka.

Uzskaites laukumi, atkarībā no ekoloģisko koku tuvuma, izdalīti četrās funkcionālās grupās (2,6,10,14), piemēram, ja uzskaites laukuma tuvumā atrodas vēl cits koks, tad attālums ņemts no tuvākā koka. Savukārt tos uzskaites laukumus, kas ierīkoti tuvāk par 10m no nogabala malas, neanalizēja, jo rezultāti neatspoguļotu ekoloģiskā koka ietekmi, bet malas ietekmi uz zemsedzes augstumu un projektīvo segumu. Datu analīzē apvienoti pēc veģetācijas līdzīgie mežu tipi - šaurlapju kūdrenis un šaurlapju ārenis, kā arī platlapju kūdrenis un platlapju ārenis.

Uzskaites laukumu dati salīdzināti, izmantojot dispersijas analīzi.

Paauga un pamežs

Paaugas un pameža katras sugas projektīvais segums un vidējais augstums novērtēts visos 3054 atjaunošanās uzskaites laukumos 80 nogabalos.

Paaugas un pameža sugas vērtētas uzskaites laukumos, ja to projektīvais segums procentuāli (precizitāte $\pm 5\%$) lielāks par pieciem procentiem. Datu analīzē pameža sugas, kas sastopamas tikai dažos uzskaites laukumos, apvienotas vienā grupā. Pameža procentuālais sadalījums atkarībā no procentuālā seguma sadalīts piecās grupās:

- 0% – uzskaites laukumā nav uzskaitīts neviens indivīds;
- 10% – uzskaites laukumā pameža projektīvais segums aizņem 5%-15%;
- 25% – uzskaites laukumā pameža projektīvais segums aizņem 20%-30%;
- 40% – uzskaites laukumā pameža projektīvais segums aizņem 35%-45%;
- 50% – 100% – uzskaites laukumā pameža projektīvais segums aizņem 50%-100%;

Uzskaites laukuma dati salīdzināti, izmantojot pazīmes procentuālo īpatsvara analīzi.

3.3.3.2. Rezultāti

Atjaunošanās uzmērīta apkārt 262 ekoloģiskajiem kokiem - 160 priedēm, 48 apsēm, 12 melnalkšņiem, 10 bērziem, 8 ozoliem, 8 liepām, 7 gobām, 5 ošiem, 2 eglēm un 1 kļavas. Jaunās paaudzes koku augstums un caurmērs uzmērīts 4405 kociņiem - 2012 priedēm, 640 eglēm, 1452 bērziem un 301 apsei.

Datu analīzē, lai raksturotu ekoloģiskā koka ietekmi uz jaunās (nākamās) paaudzes koku augstumu, izmanto jaunās paaudzes koku relatīvo augstumu – katras koku sugas uzskaites laukuma 1-2 augstāko koku augstuma attiecība pret attiecīgās koku sugas pie viena ekoloģiskā koka mērīto uzskaites laukumu maksimālo augstumu (tālāk tekstā vienkāršības labad – augstums).

Priede. Aritmētiski vidējais jaunās paaudzes koku augstums attāluma grupās līdz 10 metriem savstarpēji atšķiras būtiski (starpība lielāka par 1,96 standartkļūdām), bet starp attāluma grupām 10 un 14 metriem nav būtiskas augstuma starpības. Meža tipa vai tipu grupas ietvaros ekoloģiskā koka būtiska negatīva ietekme uz jaunās paaudzes koku augstumu ir tikai 2 metru attāluma grupā. (Tabula 3.22).

Egle. Attālumam no atstātā ekoloģiskā koka nav būtiskas ietekmes uz jaunās paaudzes koku augstumu, jo lielākajā daļā gadījumu starpības starp attāluma grupām nav būtiskas, bet būtiskajām starpībām ir gadījuma raksturs nevis loģiskas tendences.

Bērzs. Aritmētiski vidējais jaunās paaudzes koku augstums 2 metru attāluma grupā ir būtiski mazāks nekā pārējās attāluma grupās. Neatkarīgi no meža tipa būtiskas augstuma starpības ir arī starp 6 un 14 metru grupām, bet meža tipa vai tipu grupas ietvaros starp šīm attāluma grupām nav konstatētas būtiskas augstuma starpības.

Apse. Aritmētiski vidējais jaunās paaudzes koku augstums starp attāluma grupām neatšķiras būtiski, tomēr 2 metru attāluma grupā tas ir ievērojami mazāks nekā pārējās attāluma grupās.

Tātad priedei, bērzam un apsei konstatēta ekoloģiskā koka būtiska negatīva ietekme uz jaunās paaudzes koku augstumu ir līdz 4 metru attālumam, lai gan negatīvas tendences atsevišķos gadījumos

konstatētas līdz 8 metru attālumam (norādītie attālumi starp analizētajām grupām). Savukārt eglei attālumam no ekoloģiskā koka nav būtiskas ietekmes uz jaunās paaudzes koku augstumu.

Tabula 3.22

Jaunās paaudzes koku relatīvais augstums (H_i/H_{max}) atkarībā no uzskaites laukuma attāluma līdz ekoloģiskajam kokam

Suga		Priede				Egle				Bērzs				Apse			
Attālums no ekoloģiskā koka, m		2m	6m	10m	14m	2m	6m	10m	14m	2m	6m	10m	14m	2m	6m	10m	14m
Meža tips	Sl	vid	0.30	0.43	0.60	0.60											
		se	0.04	0.04	0.05	0.04											
	Mr	vid	0.50	0.55	0.65	0.64											
		se	0.02	0.03	0.02	0.03											
	Ln	vid	0.61	0.67	0.66	0.63				0.35	0.54	0.68	0.74				
		se	0.02	0.03	0.03	0.03				0.04	0.08	0.06	0.07				
	Dm	vid	0.61	0.71	0.71	0.74	0.57	0.63	0.67	0.69	0.67	0.72	0.82	0.81			
		se	0.03	0.03	0.03	0.04	0.06	0.04	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.03			
	Vr;Gr	vid					0.78	0.65	0.60	0.49	0.68	0.73	0.76	0.77	0.63	0.75	0.80
		se					0.04	0.07	0.06	0.05	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05
	Mrs;Dms	vid	0.48	0.57	0.62	0.61	0.57	0.72	0.74	0.66	0.54	0.69	0.72	0.71			
		se	0.03	0.02	0.02	0.03	0.05	0.05	0.05	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03			
	Vrs;Grs	vid					0.47	0.72	0.76	0.74	0.57	0.72	0.77	0.76			
		se					0.05	0.07	0.08	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04			
	Nd	vid									0.51	0.56	0.62	0.55			
		se									0.05	0.05	0.06	0.06			
	Am;Km	vid	0.47	0.67	0.65	0.66											
		se	0.05	0.04	0.05	0.05											
	As;Ks	vid	0.58	0.75	0.68	0.66	0.60	0.65	0.68	0.67	0.63	0.71	0.71	0.80	0.49	0.66	0.68
		se	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.02	0.02	0.03	0.06	0.06	0.15
	Ap;Kp	vid									0.58	0.69	0.76	0.69	0.74	0.78	0.72
		se									0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03	0.05
	Kopā	vid	0.52	0.60	0.65	0.64	0.59	0.67	0.70	0.65	0.58	0.69	0.73	0.75	0.62	0.71	0.74
		se	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04

vid - aritmētiski vidējais relatīvais (H_i/H_{max}) augstums; se - standartklūda

N- priede-1055; egle-352; bērzs – 858; apse-157.

Zemsedzes augstuma aritmētiski vidējās vērtības variē no 0.30±0.12m (±standartklūda) lānā līdz pat 1.01±0.4m platlapju kūdreņī

Dati atspoguļo, ka visos 2m uzskaites laukumos zemsedzes augstums ir mazāks nekā tajos uzskaites laukumos, kas ierīkoti tālāk no ekoloģiskā koka, piemēram, lānā 2m zemsedzes vidējais aritmētiskais augstums ir 0.31±0.03m, bet 14m attālumā no ekoloģiskā koka - 0.5±0.03m. Lielākajā daļā meža tipu uzskaites laukumos var novērot sakarību - jo tālāk uzskaites laukums no ekoloģiskā koka, jo augstāks zemsedzes vidējais augstums (Tabula 3.30)

Zemsedzes augstums atkarībā no meža tipa un attāluma grupas no ekoloģiskā koka, m

MT	Rādītāji	Attālums no ekoloģiskā koka, m				Kopā
		2	6	10	14	
SI	Vid	0.33	0.40	0.44	0.42	0.39
	SE	0.05	0.02	0.04	0.04	0.09
	N	24	39	18	13	94
Mr	Vid	0.26	0.33	0.32	0.30	0.30
	SE	0.03	0.03	0.03	0.04	0.12
	N	57	54	53	40	204
Ln	Vid	0.31	0.37	0.47	0.50	0.40
	SE	0.03	0.03	0.07	0.08	0.20
	N	61	62	50	39	212
Dm	Vid	0.49	0.60	0.56	0.62	0.57
	SE	0.09	0.10	0.10	0.14	0.28
	N	24	32	29	21	106
Vr	Vid	0.65	0.74	0.79	0.79	0.74
	SE	0.10	0.09	0.11	0.15	0.25
	N	18	21	16	16	71
Gr	Vid	0.37	0.46	0.48	0.56	0.46
	SE	0.10	0.12	0.15	0.26	0.29
	N	15	17	14	11	57
Mrs	Vid	0.33	0.38	0.35	0.37	0.36
	SE	0.02	0.02	0.03	0.03	0.08
	N	45	47	40	30	162
Dms	Vid	0.38	0.53	0.59	0.54	0.51
	SE	0.06	0.12	0.14	0.12	0.24
	N	22	17	19	18	67
Vrs	Vid	0.70	0.74	0.69	0.74	0.72
	SE	0.08	0.09	0.11	0.12	0.22
	N	22	24	19	13	78
Grs	Vid	0.57	0.63	0.66	0.80	0.65
	SE	0.24	0.20	0.24	0.28	0.35
	N	9	10	10	6	35
Nd	Vid	0.48	0.56	0.64	0.50	0.55
	SE	0.16	0.16	0.23	0.17	0.39
	N	16	20	17	16	69
As; Ks	Vid	0.76	0.88	0.98	1.02	0.90
	SE	0.10	0.10	0.11	0.11	0.43
	N	75	74	58	50	255
Ap; Kp	Vid	0.94	1.04	1.02	1.09	1.01
	SE	0.11	0.11	0.13	0.15	0.40
	N	55	46	32	28	160

Vid - aritmētiski vidējais zemsedzes augstums, m

SE - 1.96*standartklūda

MT- meža tips

N- uzskaites laukumu skaits

Veicot dispersijas analīzi, statistiski būtiska atšķirība starp zemsedzes vidējo augstumu un uzskaites laukuma attālumu no ekoloģiskā koka novērojama oligotrofos meža tipos – silā, mētrājā un lānā (Tabula 3.24). Tuvāk ekoloģiskam kokam (2m) sastopama zemsedze ar zemāku vidējo augstumu nekā 14m attālumā no koka. Mezatrofos un eitrofos meža tipos zemsedzes kopējā augstuma izmaiņās nav novērotas šādas statistiski būtiskas sakarības, apstiprinot, ka izmaiņas viena meža tipos ir bijušas niecīgas. Kā izņēmums ir šaurlapju kūdrēnis un šaurlapju ārenis, kur pastāv statistiski būtiska atšķirība starp uzskaites laukumiem, kas atrodas tālāk no ekoloģiskā koka. Taču statistiskās atšķirības rezultātos

skaidrojamas kā nenožīmīgas, jo starpība starp veģetācijas vidējo augstumu uzskaites laukumos ir tikai 0.1m.

Tabula 3.24

Dispersijas analīze būtiskuma rādītāji atkarība no zemsedzes projektīvā seguma, meža tipa un attāluma grupas no ekoloģiskā koka, m

MT	Attālums no ekoloģiskā koka, m					
	2			6		10
	6	10	14	10	14	14
Sl	*	*	*			
Mr	*					
Ln		*	*	*	*	
Dm						
Vr						
Gr						
Mrs						
Dms						
Vrs						
Grs						
Nd						
As; Ks				*	*	
Ap; Kp						

MT- meža tips

*- statistiski būtiska atšķirība

Zemsedzes kopējais projektīvais segums silā sasniedz $41.01 \pm 0.12\%$, kas ir divas reizes mazāks kā, piemēram, platlapju kūdrenī - $90.78 \pm 2.62\%$. Dispersijas analīzes rezultātā, salīdzinot zemsedzes projektīvo segumu un parauglaukuma attālumu no ekoloģiskā koka, statistiski būtiskas atšķirības ir līdzīgas kā augstuma analīzē. (Tabula 3.25, Tabula 3.26) Oligotrofos meža tipos ekoloģiskajam kokam tuvākajos parauglaukumos (2m) aizzēlums ir vidēji par 20% skrajāks nekā 6m attālumā no koka. Līdz ar to aizzēlums var radīt konkurenci tikai tiem jaunajiem kociņiem, kas atrodas tālāk no ekoloģiskā koka.

Projektīvā seguma atšķirības novērojamas arī šaurlapju kūdrenī un šaurlapju ārenī, kas skaidrojams kā nejaušība, jo statistiskās atšķirības neatspoguļo būtisku atšķirību dabā (10%). Vairumā gadījumu meža tipa ietvaros izmaiņas ir nenožīmīgas, jo projektīvie segumi novērtēti vizuāli, kur iespējama liela varbūtība kļūdīties.

Zemsedzes segums atkarībā no meža tipa un attāluma grupas no ekoloģiskā koka, %

MT	Rādītāji	Attālums no ekoloģiskā koka, m				Kopā
		2	6	10	14	
Sl	Vid	26.04	43.08	51.94	47.31	41.01
	SE	7.65	6.70	8.83	13.39	4.57
	N	24	39	18	13	94
Mr	Vid	43.95	62.69	71.04	72.38	61.52
	SE	6.04	6.48	4.99	6.82	3.41
	N	57	54	53	40	204
Ln	Vid	55.66	73.23	77.70	79.49	70.38
	SE	6.90	5.24	4.96	6.63	3.27
	N	61	62	50	39	212
Dm	Vid	64.79	74.84	70.69	71.67	70.80
	SE	10.82	8.13	8.84	8.77	4.56
	N	24	32	29	21	106
Vr	Vid	82.22	84.29	81.25	79.38	81.97
	SE	8.61	8.98	11.19	12.87	5.06
	N	18	21	16	16	71
Gr	Vid	59.67	67.35	76.07	73.18	68.60
	SE	15.17	14.87	12.71	20.86	7.80
	N	15	17	14	11	57
Mrs	Vid	57.89	70.96	69.25	65.83	65.96
	SE	5.53	5.06	4.96	6.27	2.81
	N	45	47	40	30	162
Dms	Vid	64.09	77.35	76.84	81.94	74.47
	SE	10.11	10.09	11.54	7.27	5.14
	N	22	17	19	18	76
Vrs	Vid	83.64	86.88	86.32	81.92	85.00
	SE	7.93	6.10	7.96	10.90	3.89
	N	22	24	19	13	78
Grs	Vid	43.89	45.00	47.00	65.83	48.86
	SE	23.20	17.83	21.33	24.85	10.65
	N	9	10	10	6	35
Nd	Vid	82.81	76.25	74.41	78.44	77.83
	SE	8.72	10.03	13.20	10.46	5.32
	N	16	20	17	16	69
As; Ks	Vid	77.60	84.46	90.69	87.20	84.40
	SE	4.93	3.51	2.86	4.70	2.16
	N	75	74	58	50	257
Ap; Kp	Vid	87.82	91.52	91.09	95.00	90.78
	SE	4.88	5.15	6.33	3.23	2.62
	N	55	46	32	28	161

Vid - aritmētiski vidējais zemsedzes augstums, m

SE - 1.96*standartklūda

MT- meža tips

N- uzskaites laukumu skaits

Tabula 3.26

Dispersijas analīze būtiskuma rādītāji atkarība no zemesdzes projektīvā seguma, meža tipa un attāluma grupas no ekoloģiskā koka, %

MT	Attālums no ekoloģiskā koka, m					
	2			6		10
	6	10	14	10	14	14
Sl	*	*				
Mr	*	*	*			
Ln	*	*	*			
Dm						
Vr						
Gr						
Mrs	*	*				
Dms						
Vrs						
Grs						
Nd						
As; Ks		*	*			
Ap; Kp						

MT- meža tips

*- statistiski būtiska atšķirība

Paaugas un pameža rezultāti

Lai gan paaugas un pameža sugas uzskaitītas visos uzskaites laukumos, objektīvu datu salīdzināšanas analīzi ar atjaunošanos datiem nav iespējams veikt, jo gandrīz visos objektos veikta kopšana. Tāpēc rezultātiem, tāpat kā veģetācijas datiem, ir tikai reprezentatīva - aprakstoša nozīme.

Kopumā visos objektos uzskaitītas 10 paaugas un 14 pameža sugas. Aplūkojot pameža un paaugas sugu sastopamību dažādos meža tipos, visbiežāk pameža un paaugas sugu sastopamas gāršā (81.36%), bet vismazāk- silā- 3.38% (Tabula 3.27).

Tabula 3.27

Pameža un paaugas sugu procentuālā sastopamība meža tipos,%

MT	Sl	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr	Mrs	Dms	Vrs	Grs	Nd	Am	As	Ap	Km	Ks	Kp
Paaugas un pameža sastopamība,%	3.38	7.77	17.53	48.85	76.00	81.36	8.11	25.08	77.37	75.00	58.25	2.08	41.15	50.87	43.75	61.45	71.93

Pameža procentuālajā sadalījumā atkarībā no sugas procentuālā seguma var novērot, ka 63% no visiem uzskaites laukumiem nav sastopama neviena no pameža sugām. Krasas atšķirības vērojamas starp meža tipiem- oligotrofos meža tipos apmēram tikai 10% uzskaites laukumu sastopama kāda no pameža sugām, savukārt eitrofos mežos- vairāk kā pusē uzskaites laukumu (Tabula 3.28).

Pameža procentuālais sadalījums atkarībā no procentuālā seguma meža tipos, %

MT	Pameža procentuālais sadalījums atkarībā no procentuālā seguma, %				
	0%	10%	25%	40%	50%-100%
Sl	100%	0%	0%	0%	0%
Mr	94%	6%	0%	0%	0%
Ln	83%	16%	1%	0%	0%
Dm	52%	41%	6%	1%	0%
Vr	25%	46%	18%	6%	4%
Gr	20%	59%	17%	2%	2%
Mrs	94%	5%	0%	0%	0%
Dms	79%	18%	2%	1%	1%
Vrs	26%	58%	11%	3%	3%
Grs	33%	42%	22%	0%	3%
Nd	50%	42%	7%	1%	1%
Am	98%	2%	0%	0%	0%
As	61%	34%	3%	1%	2%
Ap	50%	39%	7%	1%	2%
Km	56%	44%	0%	0%	0%
Ks	43%	48%	5%	2%	2%
Kp	30%	49%	16%	4%	2%
Kopā	63%	32%	7%	1%	1%

MT-meža tips

Visbiežāk sastopamās pameža sugas ir kārkli (*Salix sp.*), kas, piemēram, slapjajā gāršā aizņem 63.89 ± 8.01 (\pm īpatsvara reprezentatīvā kļūda) lielu procentuālo īpatsvaru, krūkļi (*Rhamnus frangula*), pīlādži (*Sorbus aucuparia*) un lazdas (*Corylus avellana*).

Silā, mētrājā, mētru ārenī, kur pēc literatūras datiem parasti pamežs nav sastopams vai arī ir ļoti rets, uzmērītie dati arī apstiprina šo sakarību. Salīdzinot savstarpēji eitrofos meža tipus vislielākais sugu procentuālais īpatsvars novērojams gāršā, vērī, slapjajā gāršā (Tabula 3.29).

Pameža sugu sastopamība un procentuālais īpatsvars atkarībā no meža tipa

MT	Rādītāji	Pameža sugu procentuālais īpatsvars,%								N
		Kārkli	Kadiķi	Pilādži	Krūkļi	Lazdas	Ievas	Sausērzī	Irbenes, segliņi, plūškoki, mežābele alpu vērene	
Sl	Īpatsvars,%	0	0	0	0	0	0	0	0	148
	Īpatsvara repr. kļ	0	0	0	0	0	0	0	0	
Mr	Īpatsvars,%	2.83	0	0	3.18	0	0	0	0	283
	Īpatsvara repr. kļ	0.99	0	0	1.04	0	0	0	0	
Ln	Īpatsvars,%	6.87	1.72	7.90	1.72	0	0	0.34	0	291
	Īpatsvara repr. kļ	1.48	0.762	1.58	0.76	0	0	0.34	0	
Dm	Īpatsvars,%	24.62	0.77	8.08	8.85	13.08	0.77	0	1.92	260
	Īpatsvara repr. kļ	2.67	0.542	1.69	1.76	2.09	0.54	0	0.85	
Vr	Īpatsvars,%	34.00	0	12.80	7.60	38.40	2.40	1.60	1.20	250
	Īpatsvara repr. kļ	3.00	0	2.11	1.68	3.08	0.97	0.79	0.69	
Gr	Īpatsvars,%	37.29	0	10.17	18.64	15.25	1.69	20.34	6.78	59
	Īpatsvara repr. kļ	6.30	0	3.93	5.07	4.68	1.68	5.24	3.27	
Mrs	Īpatsvars,%	3.15	0	1.351	0.90	0	0.45	0	0	222
	Īpatsvara repr. kļ	1.17	0	0.77	0.63	0	0.45	0	0	
Dms	Īpatsvars,%	13.50	0	3.22	2.57	2.89	0.32	0	0	311
	Īpatsvara repr. kļ	1.94	0	1.00	0.90	0.95	0.32	0	0	
Vrs	Īpatsvars,%	45.79	0	13.68	10.00	15.79	3.68	0	2.63	190
	Īpatsvara repr. kļ	3.61	0	2.49	2.18	2.65	1.37	0	1.16	
Grs	Īpatsvars,%	63.89	0	2.78	2.78	16.67	0	0	0	36
	Īpatsvara repr. kļ	8.01	0	2.74	2.74	6.21	0	0	0	
Nd	Īpatsvars,%	25.24	0	1.94	33.98	0	0	0	0	103
	Īpatsvara repr. kļ	4.28	0	1.36	4.67	0	0	0	0	
Am	Īpatsvars,%	0	0	2.08	0	0	0	0	0	48
	Īpatsvara repr. kļ	0	0	0.02	0	0	0	0	0	
As	Īpatsvars,%	13.28	0	11.98	13.28	4.95	0.26	0	1.56	384
	Īpatsvara repr. kļ	1.73	0	1.66	1.73	1.11	0.26	0	0.63	
Ap	Īpatsvars,%	9.13	0	6.957	5.65	6.52	21.74	2.61	10.00	230
	Īpatsvara repr. kļ	1.90	0	1.68	1.52	1.63	2.72	1.05	1.98	
Km	Īpatsvars,%	0	0	6.25	37.5	0	0	0	0	16
	Īpatsvara repr. kļ	0	0	6.05	12.10	0	0	0	0	
Ks	Īpatsvars,%	29.52	0	12.05	18.67	0	6.02	0	3.01	166
	Īpatsvara repr. kļ	3.54	0	2.53	3.02	0	1.85	0	1.33	
Kp	Īpatsvars,%	5.26	0	21.05	7.02	24.56	28.07	0	3.51	57
	Īpatsvara repr. kļ	2.96	0	5.40	3.38	5.70	5.95	0.00	2.44	

MT- meža tips

N- uzskaites laukumu skaits

Īpatsvara repr. Kļ- īpatsvara reprezentatīvā kļūda

Rezultātos atspoguļojas katram meža tipam raksturīgākās sugas, kaut gan kopšanas ietekmē visticamāk to projektīvais segums un procentuālais īpatsvars ir ievērojami mazāks nekā pirms kopšanas. Tāpēc arī lielākajā daļā pamežs un paauga nav ietekmējošais faktors, kas varētu ietekmēt jauno kociņu atjaunošanos.

3.3.4. Secinājumi

1. RGB ortofotoattēlos M1:10000 atpazīti aptuveni puse no dabā identificējamajiem kokiem. Biežāk netiek atpazīti relatīvi mazāki koki, kā arī grupās atstāti ekoloģiskie koki.
2. Priede saglabāta 80% no cirsmām, apse 64% no cirsmām, bērzs 57% cirsmu.
3. Būtiski zemāka izdzīvošanas pakāpe 10 gadu periodā ir apsei (42%), salīdzinot ar vidējo rādītāju 67%.
4. Priedei bojā gājušie koki visbiežāk ir izgāzti (67%), savukārt apsei un bērzam vienlīdz liels ir izgāzto un nolauzto koku īpatsvars.
5. Izgāzto koku H/D attiecība ir augstāka nekā dzīvo koku H/D attiecība.
6. Dažāda veida bojājumi, kas varētu ietekmēt koku dzīvotspēju, konstatēti 89% apšu, 60% priežu. Paaugstināts vainagu caurspīdīgums (>60%) konstatēts 4% dzīvo ekoloģisko koku.
7. Dobumi konstatēti 10% dzīvo apšu un tikai 1% priežu. Savukārt dzeņveidīgo barošanās pēdas redzamas uz 23% atmirušo koku, bet uz 30-50% redzamas ksilofāgo kukaiņu barošanās pēdas.
8. Lielākajā daļā Latvijas ekoloģiskie koki ir gāzti ZA virzienā, taču Latvijas austrumu daļā ir relatīvi liels koku skaits, kas gāzti arī citos virzienos, kas nozīmē, ka šajā Latvijas daļā ir nozīmīgas arī negaisa vētras, salīdzinot ar Latvijas rietumu un centrālo daļu, kurā nozīmīgākas ir ciklonu izraisītās vētras.
9. Ekoloģiskie koki atstāj būtisku ietekmi uz jaunās paaudzes kociņiem priedei, bērzam un apsei līdz 4m attālumā, savukārt eglei šāda sakarība nav konstatēta.
10. Ekoloģisko koku tiešā tuvumā zemsedze ir ar mazāku projektīvo segumu tikai oligotrofajos meža tipos.

3.3.5. Izmantotā literatūra

1. Березин А.М. 1963. Методы дешифрирования лесов по аэроснимкам. Изд-во Академии наук СССР [Ленинградское отд-ние], 1963 - 138 с.
2. Ramans K. 1994. Ainavrajonēšana. Grām.: G. Kavacs (red.) Latvijas daba: enciklopēdija, 1. sēj.
3. Rīga, Latvijas enciklopēdija, 23
4. Arsham, H. 1988. Kuiper's P-value as a measuring tool and decision procedure for the goodness-of-fit test. J. Appl. Statist. 15, 131-135.
5. Zālītis P., 2000. Mežsaimniecības pasākumu ietekmes uz vidi novērtēšanas metodikas izstrāde. LVMI Silava. ZM VMD pasūtīta pētījuma pārskats. 93.lpp.
6. Rosenthal, R., Lohmus A, 2008. For what, when, and where is green-tree retention better than clear-cutting? A review of the biodiversity aspects Review Article *Forest Ecology and Management*, Volume 255, Issue 1, 20 February 2008, Pages 1-15
7. Lohmus A, 2003. Do Ural owls (*Strix uralensis*) suffer from the lack of nest sites in managed forests? *Biological Conservation* 110 (2003) 1–9 Lohmus A., Lohmus P., 2010. Epiphyte communities on the trunks of retention trees stabilise in 5 years after timber harvesting, but remain threatened due to tree loss. *Biological Conservation* 143 (2010) 891–898
8. Runnel K., Rosenthal R., Lohmus A. 2013. The dying legacy of green-tree retention: Different habitat values for polypores and wood-inhabiting lichens. *Biological Conservation* 159 (2013) 187–196
9. Perhans K., Appelgren L., Jonsson F., Nordin U., Söderström B., Gustafsson L. 2009 Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes *Biological Conservation*, Volume 142, Issue 5, May 2009, Pages 1125-1133

3.4. Ekoloģisko koku epifītiskās veģetācijas novērtējums

3.4.1. Darba metodika

Datu ievākšanai par ekoloģisko koku epifītisko veģetāciju ir izstrādāta veidlapa, kas sastāv no divām daļām (sk. 1. pielikumu). Pirmajā daļā atzīmē vispārīgus datus par izcirtumu: virsmežniecību, mežniecību, kvartālu, nogabalu, izcirstā meža tipu, platību, cirtes gadu. Reģistrē arī ziņas par meža atjaunošanos - atjaunojas dabiski vai kultūrā; ar kādām sugām, kāds ir to vidējais augstums un segums. Tālāk apraksta ekoloģisko koku, norādot sugu, augstumu, caurmēru krūšaugstumā, attālumu no tuvākās mežaudzes sienas; norāda, vai koks atstāts biogrupā vai atsevišķs. Atzīmē, kāda ir koka vitalitāte, kas raksturīgs tā mizai. Reģistrē koka bojājumus vai īpatnības, ja tādi ir.

Veidlapas otrā daļa veltīta epifītiskās veģetācijas raksturošanai. Tiek uzskaitītas visas sūnu un ķērpju sugas, norādot to segumu procentos atsevišķi koka ziemeļu un dienvidu pusē, koka stumbru nosacīti sadalot 3 posmos:

- koka pamatne 0-0,5 m augstumā no zemes;
- stumbra lejasdaļa 0,5-2 m augstumā;
- stumbra augšdaļa virs 2 m.

Atsevišķi vēlreiz atzīmē retās un aizsargājamās sugas, kā arī dabisko meža biotopu (DMB) signālsugas, ja tādas ir. Ar signālsugām šai gadījumā saprot visu DMB indikatorsugu un speciālo sugu kopumu, līdzīgi, kā tas veikts Zviedrijā (Nitare (ed.) 2000).

Inventarizāciju iespējams veikt jebkurā gadalaikā bezsniega un bezsala apstākļos. Ieteicams izdarīt novērtēšanu pirmajā gadā pēc ciršanas un pēc tam reizi gadā vai retāk.

Sugu nomenklatūra: sūnām – Āboliņa, 2001, ķērpjiem – Piterāns, 2001.

3.4.2. Izmēģinājuma inventarizācijas rezultāti 1999. gadā

Mežoles, Launkalnes un Valguma mežniecībās pēc izstrādātās metodikas apsekoti pavisam četrdesmit pieci kailcirtēs atstātie ekoloģiskie koki, tai skaitā 16 priedes, 16 apses, 10 bērzi, 2 melnalkšņi un 1 egle. Atzīmētas 34 sūnu sugas, tai skaitā 29 lapu sūnas un 5 aknu sūnas un 17 ķērpju sugas. Sūnām nereti ir pazemināta vitalitāte, pie tam ar pazeminātu vitalitāti sastop gan pret mikroklimata izmaiņām jutīgās sugas - viļņaino nekeru *Neckera pennata*, tievo gludlapi *Homalia trichomanoides*, gan bieži sastopamās epifītiskās sūnu sugas - lielo pūkcepureni *Ortotrichum speciosum*, ciprešu hipnu *Hypnum cupressiforme*, gan meža zemsedzes sugas, kas aug uz koku pamatnēm, piemēram, lielo spuraini *Rhytidiadelphus triquetrus*.

Sūnu sastopamība atšķiras ziemeļu un dienvidu pusē koka stumbram. Sūnu segums uz koka pamata Z pusē atzīmēts līdz 90 %, bet D pusē - līdz 70 %, stumbra lejasdaļā - Z pusē līdz 75 %, D pusē - līdz 20 %, bet augšdaļā - Z pusē līdz 10 %, bet D pusē līdz 40 %. Var secināt, ka stumbra augšdaļā ekspozīcijai vairs nav lielas nozīmes epifītu izplatībā, jo tur sastopamas tikai sausumizturīgas sugas, piemēram, ķērpji *Hypogymnia physodes*, *Platismatia glauca*. Epifītiskās sūnas augstāk par 2 m konstatētas tikai uz apsēm, bet uz priedēm to nav arī augstāk par 0,5 m. Ķērpji sastopami diezgan vienmērīgi pa visu stumbru, to sugu skaits un segums maz atkarīgs no debes puses un augstuma uz stumbra (Tabula 3.30.). Uz vienīgās apsektās egles epifīti netika konstatēti.

Atšķirīgas atziņas par epifītiskās veģetācijas izplatību iegūtas Dānijā (Rasmussen 1975). Konstatēts, ka epifītu izplatība uz ošu stumbriem nav atkarīga no debess puses. Bagātīgākā epifītiskā veģetācija ir uz ošu pamatiem un stumbru "augšējās" puses, ja koks ir noliecies no vertikāla stāvokļa.

Mūsu pētījumā atzīmētas tikai divas epifītiskās sūnu signālsugas - viļņainā nekera un tievā gludlape, kas sastopamas uz apsēm. Uz apsēm atzīmēta arī bagātākā epifītu flora - 25 sūnu sugas un 10 ķērpju sugas. Tomēr tā ļoti atšķiras dažādos apsekotajos izcirtumos, kur ir dažādi augšanas apstākļi. Tā kā apsekotie izcirtumi nebija vecāki par 3 gadiem, pagaidām grūti spriest par epifītu tālāko attīstību.

Tabula 3.30

Epifītu sugu sastopamība uz dažādām koku sugām 1999. gadā

Epifītisko sūnu sugu skaits						
Koku suga	Z			D		
	0,5 m	0,5-2 m	>2 m	0,5 m	0,5-2 m	>2 m
Priede	5	0	0	1	0	0
Apse	25	12	8	19	8	4
Bērzs	10	4	0	2	0	0
Melnalksnis	5	2	0	5	0	0
Epifītisko ķērpju sugu skaits						
Priede	9	7	5	7	5	5
Apse	5	10	4	6	7	5
Bērzs	5	7	7	6	6	6
Melnalksnis	2	2	2	2	3	3

3.4.3. Secinājumi pēc pirmās uzskaites

1. Izmantojot izstrādāto metodiku, iespējams objektīvi novērtēt un salīdzināt epifītisko sūnu un ķērpju veģetāciju izcirtumos uz ekoloģiskajiem kokiem.

2. Lai noskaidrotu ekoloģisko koku lomu epifītu sugu saglabāšanā, nepieciešamas uzskaites ciršanas gadā un vēlāk atkārtoti, līdz izveidojas jauna mežaudze.

3.4.4. Ekoloģisko koku epifītiskā veģetācija – 1999. gada un 2013. gada datu salīdzinājums

2013. gada augustā - oktobrī atkārtoti apsekoti astoņi 1999. gadā pētītie objekti. Epifītiskā veģetācija pētīta sešos objektos, jo divos objektos Mežoles meža novadā ekoloģiskie koki ir gājuši bojā dabas apstākļu ietekmē (bebru darbība, vējgāzes). Pētīti kopā 30 koki – 19 priedes (tostarp trīs nokaltušas), 5 apses, 4 kļavas un 2 bērzi (viens nokaltis). Apsekotajos objektos atzīmētas 24 epifītisko sūnu, tostarp 20 lapu sūnu un 4 aknu sūnu, 14 ķērpju, kā arī divas lakstaugu sugas, kas auga uz ekoloģisko koku pamatnēm. Tālāk salīdzināti četri objekti, divi Ķemeru Nacionālajā parkā un divi Mežoles meža novadā.

1. Ķemeru NP Valguma mežniecība, 1999. g. 115. kv. 15. nog., 2013. g. 101. kv. 4. nog., jauktu koku As.

Objekts atrodas netālu no apdzīvotām mājām, un domājams, ka mežs šeit aug uz zemes, kas agrāk izmantota lauksaimniecībā. Saglabājušies sekli nosusināšanas grāvji, kurus vietām ietekmē bebru darbība. Izcirtums dabiski atjaunojas ar parasto egli, melnalksni, purva un āra bērzu. Zemsedzes veģetācija ir mainīga atkarībā no mitruma un apgaismojuma, bez izteiktiem dominantiem,. Vietām sastopami higrofīti – *Cirsium oleraceum*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria*, *Carex remota*, bet citur arī vidējiem mitruma un augsnes auglības apstākļiem raksturīgas meža zemsedzes sugas – *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris filix-mas*, *Galebdolon luteum*, *Oxalis acetosella*. Reljefs līdzens, ar mitrākām, vietām - avotainām ieplakām.

1999. gadā epifīti vērtēti uz viena egles un četriem bērzu stumbriem, tostarp viena bērza stumbeņa. 2013. gadā šie koki nav atrodamī, tāpēc vērtētas četras kļavas un viena priede. Līdz ar to objektīvs epifītu daudzuma salīdzinājums uz atsevišķiem stumbriem un ekoloģisko koku sugām nav iespējams, bet var raksturot epifītu sugu sastāvu objektā kopumā. 3.31.tabulā parādīta sūnu un ķērpju sugu skaita dinamika dažādā augstumā uz ekoloģisko koku stumbriem.

Tabula 3.31

Epifītu sugu skaita izmaiņas jauktu koku šaurlapju ārenī.

Novietojums uz stumbra, epifītu grupa	Sugu skaits	
0-0,5 m H	1999.	2013.
Sūnas	9	12
Ķērpji	2	1
0,5-2 m H		
Sūnas	2	5
Ķērpji	3	7
> 2 m H		
Sūnas	0	5
Ķērpji	4	7

Uz koku pamatnēm 0-0,5 m augstumā 2013. gadā atrastas septiņas sūnu sugas, kas netika konstatētas 1999. gadā: *Amblystegium serpens*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Brachythecium rutabulum*, *Orthotrichum speciosum*, *Pylaisia polyantha*, *Radula complanata*, *Ulotia crispa*. Atkārtoti nav atrastas 4 sūnu sugas: *Dicranum scoparium*, *Hypnum pallescens*, *Plagiothecium laetum* un viena ķērpju suga *Hypogymnia physodes*.

Stumbru lejasdaļā 0,5-2 m augstumā atrastas četras sūnu sugas, kas netika konstatētas 1999. gadā: *Hypnum cupressiforme*, *Lophocolea heterophylla*, *Orthotrichum speciosum*, *Ulotia crispa*, kā arī 5 ķērpju sugas (sugas, kas nav izveidojušas apotēcijus, noteiktas tikai līdz ģintij): *Cladonia sp.*, *Lecanora sp.*, *Lecidella sp.*, *Melanelia sp.* un *Parmelia sulcata*. Atkārtoti nav atrastas divas sūnu un viena ķērpju suga: *Dicranum montanum*, *Plagiothecium laetum* un *Platizmatia glauca*.

Uz stumbriem augstāk par 2 m 1999. gadā epifītu bija ļoti maz – atzīmētas tikai 4 ķērpju sugas, bet sūnas nav konstatētas. Līdz ar to no jauna atrasts lielākais sugu skaits – piecas sūnu un 3 ķērpju sugas. Tās ir sūnas *Dicranum scoparium*, *Hypnum cupressiforme*, *Orthotrichum speciosum*, *Radula complanata* un *Ulotia crispa*, kā arī ķērpji *Melanelia sp.*, *Lecanora sp.* un *Parmelia sulcata*.

Secinājums. Pētītajā objektā ievērojami palielinājusies epifītisko ķērpju un sūnu sugu daudzveidība. Tam ir arī subjektīvs iemesls – pirmajā uzskaitē apskatīti tikai koki ar skābu mizas reakciju (egle, bērzs), bet atkārtotajā - ar dažādu - gan skābu (priede), gan arī bāzisku – parastā kļava. Pirmajā uzskaitē nav konstatēta neviena reta vai aizsargājama suga vai DMB signālsuga. Atkārtotā uzskaitē atzīmēta viena DMB indikatorsuga – sūna *Ulota crispa*. Pārējās sugas ir bieži sastopamas uz dažādu koku stumbriem un zariem, dažas arī uz citiem substrātiem – trupošas koksnes vai augsnes un akmeņiem, piemēram, *Amblystegium serpens*, *Brachytheciastrum velutinum*, *Brachythecium rutabulum*, *Hypnum cupressiforme*, un ir tikai fakultatīvi epifīti.

2. Kemeru NP Valguma mežniecība, 1999. g. 75. kv. 8. nog., 2013. g. 44. kv. 11. nog., priežu Dm.

Objekts atrodas daudzveidīga meža masīva centrā, gar nogabala rietumu malu tek dabisks strauts. Izcirtums atjaunots ar parasto priedi. Zemsedzes veģetācijā dominē vidēji auglīgiem skujkoku mežiem raksturīgas augu sugas – lakstaugu un sīkrūmu stāvā *Calamagrostis arundinacea*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*, klajākās vietās arī *Pteridium aquilinum*, bet sūnu stāvā *Dicranum* spp., *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum* spp.. Reljefs paugurains.

1999. gadā epifīti vērtēti uz viena bērza un četriem priedes stumbriem. 2013. gadā arī vērtētas četras priedes un bērzs. Viena no priedēm un bērzs novērtēti atkārtoti. 3.32 tabulā parādīta sūnu un ķērpju sugu skaita dinamika dažādā augstumā uz ekoloģisko koku stumbriem.

Tabula 3.32

Epifītu sugu skaita izmaiņas priežu damaksnī.

Novietojums uz stumbra, epifītu grupa	Sugu skaits	
	1999.	2013.
0-0,5 m H		
Sūnas	4	3
Ķērpji	2	3
0,5-2 m H		
Sūnas	1	2
Ķērpji	3	4
> 2 m H		
Sūnas	0	0
Ķērpji	1	2

Uz koku pamatnēm 0-0,5 m augstumā 2013. gadā atrasta viena sūnu suga, kas netika konstatēta 1999. gadā – *Hypnum cupressiforme* un viena ķērpju suga *Hypogymnia physodes*. No jauna atzīmēti arī ķērpji *Cladonia chloropaea* un *C. coniocraea*, bet jādomā, ka šīs sugas pirmajā uzskaitē nav noteiktas apotēciju trūkum dēļ, jo atzīmēta tikai *Cladonia* sp.. Atkārtoti nav atrastas divas sūnu sugas: *Dicranum scoparium* un *Pohlia nutans*, kā arī viena ķērpju suga *Parmeliopsis ambigua*. Aknu sūna *Ptilidium pulcherrimum* uz bērza 1999. gadā tika atzīmēta kā „nokaltusi”, bet 2013. gadā tā ir atjaunojusies.

Stumbru lejasdaļā 0,5-2 m augstumā atrasta viena sūnu suga, kas netika konstatēta 1999. gadā – *Ptilidium pulcherrimum*, kā arī 2 ķērpju sugas *Cladonia coniocraea* un *Vulpicida pinastri*. Atkārtoti nav atrastas tikai viena ķērpju suga - *Parmeliopsis ambigua*.

Uz stumbriem augstāk par 2 m 1999. gadā epifītu bija un 2013. gadā joprojām ir ļoti maz – abās uzskaitēs atzīmēta tikai *Hypogymnia physodes*, bet 2013. gadā vēl arī *Cladonia* sp..

Secinājums. Pētītajā objektā epifītisko ķērpju un sūnu sugu daudzveidība gandrīz nav mainījusies, bet ir uzlabojusies epifītu vitalitāte un palielināties projektīvais segums uz stumbriem. Abās uzskaitēs nav konstatēta neviena reta vai aizsargājama suga vai DMB signālsuga. Visas atzīmētās sugas ir bieži sastopamas uz skujkoku stumbriem, nereti arī uz trupošas koksnes.

3. Meža pētīšanas stacijas Mežoles meža novads, 1999. gadā Mežoles mežn. 108. kv. 20., 21. nog. („Kazarmu apses”), jauktu koku Vr.

Objekts atrodas vietējas nozīmes grants ceļa malā. Izcirtums atjaunojies ar parasto egli (līdz 7 m H), bērzu (līdz 10 m H), parasto kļavu (līdz 15 m H), baltalksni (līdz 8 m H), kā arī atsevišķiem parastās liepas un parastā gobas eksemplāriem. Krūmu stāvā dominē līdz 3 m augstas lazdas, sastop arī *Lonicera xylosteum*, *Salix caprea*, *Daphne mezereum*. Zemsedzi veido augļīgiem mežiem raksturīgas sugas – lakstaugi *Athyrium filix-femina*, *Aegopodium podagraria*, *Pulmonaria obscura*, *Galebdolon luteum*, *Galium odoratum* un sūnas *Plagiomnium undulatum*, *Plagiochila asplenoides*. Mitrum apstākļi nevienmērīgi, vietām mitrākās vietās sastop *Calamagrostis canescens*, *Filipendula ulmaria*, *Lysimachia vulgaris*, *Myosoton aquaticum*.

Kā ekoloģiskie koki izcirtumā atstātas tikai apses. Gan 1999., gan 2013. gadā epifītiskā veģetācija vērtēta uz piecām apsēm. Viena apse vērtēta atkārtoti. 3.33.tabulā parādīta sūnu un ķērpju sugu skaita dinamika dažādā augstumā uz ekoloģisko koku stumbriem.

Tabula 3.33

Epifītu sugu skaita izmaiņas jauktu koku vēri

Novietojums uz stumbra, epifītu grupa	Sugu skaits	
	1999.	2013.
0-0,5 m H		
Sūnas	11	16
Ķērpji	1	2
Lakstaugi	0	2
0,5-2 m H		
Sūnas	8	10
Ķērpji	3	2
> 2 m H		
Sūnas	3	6
Ķērpji	0	1

Uz koku pamatnēm 0-0,5 m augstumā 2013. gadā atrastas astoņas sūnu sugas, kas netika konstatēta 1999. gadā – *Amblystegium subtile*, *Brachythecium rutabulum*, *Cirriphyllum piliferum*, *Climacium dendroides*, *Eurhynchium angustirete*, *Orthotrichum speciosum*, *Plagiochila porelloides* un *Plagiomnium affine*, kā arī viena ķērpju suga *Lecanora sp.*. Atkārtoti nav atrastas trīs sūnu sugas: *Dicranum scoparium*, *Dicranum sp.* un *Hypnum cupressiforme*.

Stumbru lejasdaļā 0,5-2 m augstumā atrastas četras sūnu sugas, kas netika konstatēta 1999. gadā – *Ablystegium serpens*, *A. subtile*, *Hypnum cupressiforme* un *Orthotrichum obtusifolium*. Atkārtoti nav atrasta tikai viena ķērpju suga – *Graphis scripta* un viena sūnu suga *Hypnum pallescens*.

Uz stumbriem augstāk par 2 m atzīmētas trīs iepriekš nekonstatētas sūnu sugas *Ablystegium serpens*, *A. subtile* un *Sanionia uncinata*, kā arī viena ķērpju suga *Lecanora* sp.

Secinājums. Pētītajā objektā ievērojami palielinājusies epifītisko sūnu sugu daudzveidība, bet ķērpju daudzveidība gandrīz nav mainījusies. Abās uzskaitēs atzīmētas DMB indikatorsugas *Neckera pennata*, *Homalia trichomanoides* un *Ulota crispa*. Īssetas nekerai *Neckera pennata* un tievajai gludlapei *Homalia trichomanoides* ir palielinājies projektīvais segums uz apšu stumbriem.

4. Meža pētīšanas stacijas Mežoles meža novads, 1999. gadā Mežoles mežn. 74. kv. 5. nog. („Pie nekailciršu parauglaukuma”), priežu Ln (zemsedze vairāk atbilst Mrs).

Objekts atrodas meža ceļa ziemeļu malā. Izcirtums atjaunots ar parasto priedi. Dabiski atjaunojas arī āra un purva bērzs, parastā egle, parastā apse. Zemsedzi veido nabadzīgiem vai vidēji auglīgiem mežiem ar mainīgu mitruma režīmu raksturīgas sugas, galvenokārt sīkrūmi *Vaccinium vitis-idaea*, *V. myrtillus*, *V. uliginosum*, *Calluna vulgaris* un graudzāles *Molinia caerulea*, *Calamagrostis epigeios*. Sūnu stāvā dominē bieži sastopamas meža zemsedzes sugas *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum polysetum*, *Ptilium crista-castrensis*, *Sphagnum capillifolium* *Polytrichum juniperinum*. Reljefs gandrīz līdzens ar lēzeniem pacēlumiem un ieplakām, mikroreljefs ciņains.

Kā ekoloģiskie koki izcirtumā atstātas tikai priedes. Gan 1999., gan 2013. gadā epifītiskā veģetācija vērtēta uz piecām priedēm. Divas priedes vērtētas atkārtoti. 3.34. tabulā parādīta sūnu un ķērpju sugu skaita dinamika dažādā augstumā uz ekoloģisko koku stumbriem.

Tabula 3.34

Epifītu sugu skaita izmaiņas priežu slapjajā mētrājā.

Novietojums uz stumbra, epifītu grupa	Sugu skaits	
0-0,5 m H	1999.	2013.
Sūnas	0	3
Ķērpji	5	4
0,5-2 m H		
Sūnas	0	0
Ķērpji	5	6
> 2 m H		
Sūnas	0	0
Ķērpji	4	5

Uz koku pamatnēm 0-0,5 m augstumā 2013. gadā atrastas trīs sūnu sugas, kas netika konstatētas 1999. gadā – *Dicranum scoparium*, *Pleurozium schreberi* un *Ptilidium pulcherrimum* un viena ķērpju suga *Hypogymnia physodes*. Atkārtoti nav atzīmēta viena ķērpju suga *Usnea hirta*.

Stumbru lejasdaļā 0,5-2 m augstumā sūnas nav konstatētas. No jauna atzīmētas divas ķērpju sugas *Melanelia* sp. un *Vulpicida pinastri*. Atkārtoti nav atrastas divas ķērpju sugas – *Cladonia* sp. un *Pseudevernia furfuracea*.

Arī uz stumbriem augstāk par 2 m ne 1999. gadā, ne 2013. gadā sūnas nav konstatētas, bet no jauna uz trim kokiem atzīmēts tikai ķērpis *Pseudevernia furfuracea*, ko uzskata par samērā tīra gaisa indikatoru.

Secinājums. Pētītajā objektā epifītisko ķērpju sugu daudzveidība gandrīz nav mainījusies, bet stumbru lejasdaļā ir atrastas trīs sūnu sugas, kas netika atzīmētas pirmajā uzskaitē. Abās uzskaitēs nav konstatēta neviena reta vai aizsargājama suga vai DMB signālsuga. Visas atzīmētās sugas ir bieži sastopamas uz skujkoku stumbriem, nereti arī uz trupošas koksnes.

3.4.5. Kopējie secinājumi par salīdzinātajiem objektiem

1. Pētītajos objektos 13 gadu laikā gandrīz nav mainījusies epifītisko ķērpju sugu sastopamība, bet ir palielinājusies epifītisko sūnu sugu daudzveidība un projektīvais segums, ir uzlabojusies sūnu vitalitāte.
2. Ekoloģiskie koki izcirtumos kopumā pozitīvi vērtējami no sūnu un ķērpju sugu daudzveidības saglabāšanas viedokļa. Ja arī koks aiziet bojā, tā koksne (sausoknis – stumbe – kritala) kalpo kā dzīvotne epiksīlajām sugām.
3. Epifītisko sūnu sugu daudzveidība saglabāšanā lielākā nozīme ir izcirtumos saglabātajiem lapu kokiem (mūsu pētījumā - parastajai apsei, parastajai kļavai), bet ķērpjiem ir svarīgi gan lapu, gan skuju koki.
4. Atsevišķi augoši ekoloģiskie koki ir maz noderīgi pret mikroklimata izmaiņām jutīgu epifītisko sugu saglabāšanai. Lai aizsargātu šādas sugas, jā saglabā viss nogabals vai vismaz koku biogrups.

3.4.6. Izmantotā literatūra

1. Āboliņa A., 1994. Latvijas retās un aizsargājamās sūnas. LU Ekoloģiskā centra apgāds "Vide", Rīga, 24 lpp.
2. Āboliņa A., 2001. Latvijas sūnu saraksts. Latvijas Veģetācija, Rīga, 47.-87. lpp.
3. Gustafsson L., Fiskesjö A., Hallingbäck T., Ingelög T., Pettersson B., 1992. Semi-natural deciduous broadleaved wood in Southern Sweden - habitat factors of importance to some bryophyte species. Biological Conservation 59:175-181.
4. Hallingbäck T., 1991. Mossor som indikatorer på skyddsvärd skog. Svensk. Bot. Tidskr. 85:321-332.
5. Mežaka, A., Znotiņa, V., 2006. Epiphytic bryophytes in old growth forests of slopes, screes and ravines in north-west Latvia. Acta Universitatis Latviensis 710: 103–116.
6. Mežaka, A., Znotiņa, V., Piterāns, A., 2005. Distribution of epiphytic bryophytes in five Latvian natural forest stands of slopes, screes and ravines. Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis 5(2): 101–108.
7. Nitare J. (ed.) 2000. Signalarter. Indikatorer på skyddsvärd skog. Flora över kryptogamer. Skogsstyrelsens Förlag, 384. p.
8. Piterāns A. 2001. Latvijas ķērpju konspekts. Latvijas Veģetācija, Rīga, 5.-46. lpp.
9. Rasmussen L., 1975. The bryophytic epiphyte vegetation in the forest, Slotved Skov, Northern Jutland. Lindbergia 3:15-38.
10. Suško U., 1998. Latvijas dabiskie meži. Pētījums par bioloģiskās daudzveidības struktūrām, atkarīgajām sugām un meža vēsturi. WWF - Pasaules Dabas fonds. Rīga, 186 lpp.
11. Аболинь А., 1968: Листостебельные мхи Латвийской ССР. - Рига, "Зинатне", 329 с.

3.4.7. Pielikumi

1. pielikums

Ekoloģisko koku epifītiskās veģetācijas novērtējums

Koka numurs

Virsmeniecība

Mežniecība

Kv.

Nog.

Izcirtuma raksturojums

Izcirstā meža tips

Platība, ha

Cirtes gads

Meža atjaunošanās, norādot sugas:

Augstums

Segums %

Kultūrā

Dabiskā atjaunošanās

Koka raksturojums

Suga

Augstums

Caurmērs 1,3m H

Attālums no mežaudzes

Biogrups

Vitalitāte: laba

☐

vidēja

☐

pazemināta

☐

Koka mizas raksturojums

Gluda

☐

rievaina

☐

dziļi rievaina

☐

atsevišķas rievās

☐

tāss

☐

kreve

☐

Koka bojājumi

Koka īpatnības

Epifitiskās veģetācijas raksturojums

Suga, %	Z pusē	D pusē
1. Koka pamats 0-0,5 m H		
2. Stumbra lejasdaļa 0,5-2 m H		
3. Stumbra augšdaļa virs 2 m H		

Retās un aizsargājamās sugas

Piezīmes

Datums

Inventarizētāja paraksts:

2. pielikums

Epifītisko sūnu un ķērpju sugu segums % uz stumbriem 1999. un 2013. gadā.

Apzīmējumi: suga atzīmēta tikai 1999. gadā – brūns; suga atzīmēta tikai 2013. gadā – violets; suga atzīmēta abās uzskaitēs – nav iekrāsojuma; nok. – suga nokaltusi.

1. tabula

Objekts	Valguma mežn. 115-15, 1999.										Valguma mežn. 101-4, 2013.									
Koka Nr.	A		B		C		D		E		1		2		3		4		5	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
0-0,5 m																				
<i>Amblystegium serpens</i>											9	5	1							
<i>Brachytheciastrum velutinum</i>														10						
<i>Brachythecium salebrosum</i>					2									30	10					
<i>Brachythecium rutabulum</i>											10	1								
<i>Cladonia sp.</i>			5		1		1										1	1		
<i>Dicranum montanum</i>			10	5													1			
<i>Dicranum scoparium</i>			10																	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	1												80	10					15	5
<i>Hypnum pallescens</i>						1														
<i>Hypogymnia physodes</i>				1	3	1	1													
<i>Lophocolea heterophylla</i>							1										1			
<i>Orthotrichum speciosum</i>																			1	2
<i>Plagiothecium curvifolium</i>							1										1			
<i>Plagiothecium laetum</i>									1											
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>				nok	1															
<i>Pylaisia polyantha</i>																				1

Objekts	Valguma mežn. 115-15, 1999.										Valguma mežn. 101-4, 2013.									
Koka Nr.	A		B		C		D		E		1		2		3		4		5	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
<i>Radula complanata</i>																			10	1
<i>Tetraphis pellucida</i>			10																	
<i>Ulota crispa</i>																				1
0,5-2 m																				
<i>Cladonia sp.</i>																	3	1		
<i>Dicranum montanum</i>			5																	
<i>Evernia prunastri</i>				1									1	20					1	1
<i>Hypnum cupressiforme</i>																			1	
<i>Hypogymnia physodes</i>			5	10	20		1	1					5	20						
<i>Lecanora sp.</i>											1									
<i>Lecidella sp.</i>											1		1						1	
<i>Lophocolea heyerophylla</i>																	1			
<i>Melanelia sp.</i>															5	1				1
<i>Orthotrichum speciosum</i>																			3	1
<i>Parmelia sulcata</i>													30		10	5			1	1
<i>Plagiothecium laetum</i>			nok																	
<i>Platizmatia glauca</i>			1																	
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>			nok										1		5					
<i>Ulota crispa</i>															1	1				
>2 m																				
<i>Cladonia sp.</i>			1														1	1		
<i>Dicranum scoparium</i>																	1			
<i>Evernia prunastri</i>			1										70	50	50	20			1	1
<i>Hypnum cupressiforme</i>																			50	
<i>Hypogymnia physodes</i>			20	10	10		1						5	5	1					

Objekts	Valguma mežn. 115-15, 1999.										Valguma mežn. 101-4, 2013.									
Koka Nr.	A		B		C		D		E		1		2		3		4		5	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
<i>Melanelia sp.</i>																				1
<i>Orthotrichum speciosum</i>																			15	
<i>Parmelia sulcata</i>													5	5	20	5				
<i>Lecanora sp.</i>															5					
<i>Platizmatia glauca</i>			50	1																
<i>Radula complanata</i>																			1	
<i>Ulota crispa</i>															1					

2. tabula

Objekts	Valguma mežn. 75-8, 1999.										Valguma mežn. 44-11, 2013.									
Koka Nr.	A4		B4		C4		D4		E4		1=C		2		3		4		5	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
0-0,5																				
Cladonia sp.	5		1		1		1	1	1	1					10	1			20	10
Cladonia clorophaea											1	5								
Cladonia coniocraea											1	5	30	20			15	5		
Dicranum montanum	5	1	1	1	1	1		1	1		1		3	1	1					
Dicranum scoparium					1				1											
Hypnum cupressiforme																	1			
Hypogymnia physodes													1							
Parmeliopsis ambigua						1	1	1	1	1										
Pohlia nutans					1															
Ptilidium pulcherrimum	nok												10							
0,5-2																				
Cladonia sp.	2								1						1	1	5	1	1	1
Cladonia coniocraea											1	1	5	10						
Vulpicida pinastri											1									
Dicranum montanum	1												1							
Hypogymnia physodes	1	1					1	1					5	5						
Parmeliopsis ambigua							1	1	1											
Ptilidium pulcherrimum													3							
>2																				
Cladonia sp.													1				1			
Hypogymnia physodes	1	1											1	10						

3. tabula

Objekts, gads	Mežole, Kazarmu apses 1999.										Mežole, Kazarmu apses 2013.									
Koka Nr.	A		B		C		D		E		1		2		3		4=C		5	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
0-0,5																				
<i>Amblystegium serpens</i>		1		2		1	1	1	1	1				1						10
<i>Amblystegium subtile</i>											5	10			10	30		10		
<i>Lecanora sp.</i>					1						1	1		1				1		
<i>Brachythecium rutabulum</i>											1	5	5	20	1	10	50	50		5
<i>Brachythecium salebrosum</i>	3	10	2	5			20	5	1	5	1				1	1				
<i>Cirriphyllum piliferum</i>																				10
<i>Climacium dendroides</i>											5	2								
<i>Dicranum scoparium</i>	1																			
<i>Dicranum sp.</i>								1												
<i>Eurhynchium angustirete</i>															2		10			
<i>Galeobdolon luteum</i>																	1			
<i>Homalia trichomanoides</i>	50	3	40	3	20	1	1	1	30	10	70	50	60	50		1	1		70	20
<i>Hypnum cupressiforme</i>						10	2													
<i>Lecidella sp.</i>														1	1	1		1		1
<i>Neckera pennata</i>	1		1		1				1		3	1	30	3	10	1	5			
<i>Orthotrichum speciosum</i>												1								
<i>Oxalis acetosella</i>													1		1					
<i>Plagiochila porelloides</i>											1		2		1					
<i>Plagiomnium affine</i>											1									
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	1		1		1						1				1		1		1	
<i>Pylaisia polyantha</i>		1									1	1		1		1		1		
<i>Radula complanata</i>		1			1				1		3	1		1			5	1	2	
<i>Sanionia uncinata</i>	20		1		1	1	1		3	2				1	10					5

Objekts, gads	Mežole, Kazarmu apses 1999.										Mežole, Kazarmu apses 2013.									
Koka Nr.	A		B		C		D		E		1		2		3		4=C		5	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
0,5-2																				
<i>Amblystegium serpens</i>											2	1								
<i>Amblystegium subtile</i>													1	1						
<i>Lecanora sp.</i>	50				20		5		30	70	10	10	4	2	5	1	5	1	5	3
<i>Graphis scripta</i>					5															
<i>Hypnum cupressiforme</i>																				1
<i>Hypnum pallescens</i>	1																			
<i>Lecidella sp.</i>					2		1		10	5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Neckera pennata</i>	20						1				1		30		10	5	30			
<i>Orthotrichum obtusifolium</i>												1								
<i>Orthotrichum speciosum</i>	1								1		1				1	1	1	1	1	1
<i>Pylaisia polyantha</i>	1										3	1	10	1	1	5	1	1		1
<i>Radula complanata</i>	5	1	1		3		1		3	1			10	1	5	1	1	1	5	1
<i>Sanionia uncinata</i>	5	1			1		1		2	1					5					
<i>Ulota crispa</i>	1								1				1							
>2																				
<i>Amblystegium serpens</i>											1	1								
<i>Amblystegium subtile</i>															1		1			
<i>Lecanora sp.</i>											1	1								
<i>Orthotrichum speciosum</i>									1		1	1	1	1		1	1	1	1	1
<i>Pylaisia polyantha</i>	1										1	1	1		1	1	1	1		
<i>Radula complanata</i>	1				1		1						1				1	1		1
<i>Sanionia uncinata</i>																	1			

4. tabula

Objekts/ Gads	Mežole 74-5, 1999										Mežole 74-5, 2013									
Koka Nr.	A		B		C		D		E		1		2		3		4=B		5=C	
Ekspozīcija/ H uz stumbra/ Suga	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D	Z	D
0-0,5																				
Cladonia sp.		1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	10	10	1	5	3	1	1	3	1
Dicranum scoparium													1							
Hypogymnia physodes		1	10	3	10	1	1	1	5	3			30	1	20	1	15	3	15	1
Parmeliopsis ambigua			1	1			1		1	1	1	5	1		1		1			
Platizmatia glauca			5	1	1	1	1		1	1	1		3	1			5	1	1	
Pleurozium schreberi											1		1		1		1		1	
Ptilidium pulcherrimum													1		3					
Usnea hirta	1		1			1			1											
0,5-2																				
Cladonia sp.							1	1												
Hypogymnia physodes	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5		10	1	5	1	1	1
Melanelia subargentifera												1								
Parmeliopsis ambigua			1		1		1		1	1	2	1	1				1	1	1	1
Platizmatia glauca			3	1	1	1	1		1	1	1	1	5		1		3	1	1	
Pseudevernia furfuracea										1										
Usnea hirta	1	1	1	1								1	1							1
Vulpicida pinastri															1					
>2																				
Hypogymnia physodes	1	1	1	1	1	1	1		1	1			1		1		1	1	1	1
Parmeliopsis ambigua							1				1	1	1				1	1		
Platizmatia glauca			1	1	1				1	1	1	1	1		1		1	1	1	
Pseudevernia furfuracea											1	1	2	1				3		
Usnea hirta	1	1	1	1													1			

3.5. Ekoloģisko koku ietekme uz bezmugurkaulnieku daudzveidību

3.5.1. Ievads

Ir vispārzināms fakts, ka kailcirtes kopumā negatīvi ietekmē daudzas bezmugurkaulnieku sugas. Neskatoties uz to, ka pirmajos pāris gados cirmās pēc meža nociršanas parādās diezgan liela ksilofāgo un ksilofīto sugu daudzveidība, daudzas meža ekosistēmās ļoti nozīmīgas sugas izzūd vai strauji samazinās skaitā. Visvairāk cieš higrofīlās un higrofītās sugas, kuras izcirtumos pēc meža izciršanas visbiežāk aizvieto kserofītās sugas. Lai samazinātu meža ciršanas negatīvo ietekmi uz meža bioloģisko daudzveidību cirmās, tiek atstāti tā saucamie ekoloģiskie koki. Vienlaicīgi nav pētījumu par to, kā kaitēkļi ietekmē ekoloģiskos kokus. Vai tie netiek vairāk pakļauti kaitēkļu ietekmei? Vai higrofilo sugu samazināšanos izcirtumos nekompensē ienākošās kserofīlās sugas?

Pēc pašreizējiem noteikumiem cirmās, rēķinot uz cirmsas hektāru, jā saglabā vismaz 5 ekoloģiskie koki, savukārt LVM savos normatīvajos aktos paredzējis vismaz 10 ekoloģisko koku saglabāšanu uz cirmsas hektāra. Ekoloģiskajiem kokiem ir zināma nozīme mikroklimata uzturēšanā un tie kalpo kā sugu koncentrēšanās vietas. Latvijas apstākļos ekoloģisko koku nozīme meža bioloģiskās daudzveidības uzturēšanā ir maz pētīta. Ir izstrādāta pētījumu metodoloģija (Zālītis, Spuņģis 2000), kura šajā pētījumā tika aprobēta. Bez mugurkaulnieku pētīšanas un uzskaites metodikas mērķis ir izstrādāt tādas meža apsaimniekošanas metodes, lai nodrošinātu tādu mežsaimniecisko darbību, kas vismazāk ietekmē meža bioloģisko daudzveidību. Pētījumi par ekoloģisko koku nozīmi arī citur pasaulē uzsākti nesen (pēdējos 15-20 gados). Lai izstrādātu ieteikumus, nepieciešami ilgstoši lauka pētījumi. Tas norādīts daudzās publikācijās. Latvijā šāda veida pētījumi ir veikti tikai 2000 g. un šī gada vasarā.

Šī gada pētījums tika veikts jūlijā – augustā dažādās Latvijas vietās. Tika izmantotas logu, augsnes un līmes lamatas. Katrā no pētāmajām audzēm izvietotas divas logu lamatas, 6 augsnes lamatas (2 atkārtojumi pa 3 lamatām) un 5 līmes lamatas.

Ievāktais materiāls tika apstrādāts laboratorijas apstākļos. Ievāktais materiāls tika noteikts līdz sugas vai ģints līmenim. Atsevišķos gadījumos sīkie īpatņi tika noteikti tikai līdz dzimtas līmenim.

3.5.2. Rezultāti

3.35. tabulā apkopoti pētījumu rezultāti – ievākto taksonu un ievākto īpatņu skaits sadalījumā pa parauglaukumiem.

Taksonu un ievākto īpatņu skaits parauglaukumos

Parauglaukuma Nr.	Lamatas, Nr.	Taksonu skaits	Ievākto eksemplāru skaits	Komentāri
108-206-11	L1	6	11	<i>Ampedus nigrinus</i> - RS
108-206-11	L2	11	13	
108-206-11	A1	3	4	
108-206-11	A2	6	12	
305-105-3	L1	5	8	
305-105-3	L2	4	5	
305-105-3	A1	17	33	Izteikti higrofilas sugas
305-105-3	A2	3	12	Izteikti higrofilas sugas
511-154-5	L1	19	53	<i>Antherophagus nigricornis</i> - RS
511-154-5	L2	23	61	<i>Mycetophagus quadripustulatus</i> – DMI, <i>Dorcotoma sp.</i> – RS
511-154-5	A1	5	10	
511-154-5	A2	13	28	Ir higrofilas sugas
Mežole-55-12	L	2	3	
Mežole-55-12	A1	3	3	
Mežole-55-12	A2	4	5	
810-8-17	A1	3	5	
810-8-17	L1	19	27	Vairākas nozīmīgas saproskilofitas sugas
810-8-17	L2	18	55	Vairākas nozīmīgas saproskilofitas sugas
810-8-17	A2	10	19	
408-497-1	A1	21	72	Ir higrofilas sugas
408-497-1	A2	25	83	
408-497-1	L1	11	150	
208-176-32	A1	3	11	
208-176-32	A2	9	28	
208-176-32	L1	7	17	
208-176-32	L2	4	4	
608-114-5	L1	15	82	
Mežole-22-11	A1	2	3	
Mežole-22-11	A2	2	3	
Mežole-22-11	L	15	24	
Valgums-45-10	L	3	3	
Valgums-45-10	A1	9	34	
Valgums-45-10	A2	16	45	Ir higrofilas sugas
Mežole-83-4	A1	10	24	
Mežole-83-4	A2	13	29	
Mežole-83-4	L	11	195	
Mežole-2-9	L	2	7	
Mežole-2-9	A1	10	32	
Mežole-2-9	A2	11	23	
609-178-3	L1	19	49	
609-178-3	L2	17	31	
609-178-3	A1	12	51	
609-178-3	A2	14	99	Ir higrofilas sugas
712-144-11	L1	7	13	
712-144-11	L2	7	7	<i>Uloma rufa</i> - RS
712-144-11	A1	6	16	
410-13-2	A2	7	9	Pārsvarā kserofilas sugas

Parauglaukuma Nr.	Lamatas, Nr.	Taksonu skaits	ievākto eksemplāru skaits	Komentāri
410-13-2	A1	9	9	
410-13-2	L1	7	12	
410-13-2	L2	5	5	Ir retas saproksilofītas sugas
Valgums-101-4	L	13	22	Ir higrofilas sugas
Valgums-101-4	A1	19	94	Daudz higrofilu sugu
Valgums-101-4	A2	12	67	Ir higrofilas sugas
504-197-11	A2	12	50	Daudz higrofilu sugu
504-197-11	A1	12	55	Ir higrofilas sugas
504-197-11	L1	5	5	Ir RS, <i>Prionychus ater</i> - DMI
504-197-11	L2	6	7	
202-15-14	A1	10	27	Ir gan higrofilas, gan kserofilas sugas
202-15-14	A2	7	41	
202-15-14	L2	6	6	
202-15-14	L1	9	18	
Valgums-44-11	A1	14	71	Daudz higrofilu sugu
Valgums-44-11	A2	11	54	Daudz higrofilu sugu
Valgums-44-11	L	14	28	Ir RS
Mežole-82-11	A1	10	26	Daudz higrofilu sugu
Mežole-82-11	A2	20	80	Daudz higrofilu sugu, liela sugu daudzveidība
Mežole-82-11	L	3	4	
810-28-17	A1	6	10	
810-28-17	A2	7	11	
810-28-17	L	8	17	
707-91-8	L1	12	19	Ir RS
707-91-8	A1	5	8	Ir higrofilas sugas
707-91-8	A2	8	16	
608-114-5	A1	19	71	Daudz higrofilu sugu
608-114-5	A2	11	29	Daudz higrofilu sugu
608-114-5	L	1	1	
108-393-5	L1	13	19	Daudz saproksilofītu sugu
108-393-5	L2	2	6	
108-395-5	A1	16	64	Daudz kserofītu sugu
108-395-5	A2	4	5	
Mežole-55-28	L	11	15	
Mežole-55-28	A1	17	47	Daudz higrofilu sugu
Mežole-55-28	A2	14	40	Daudz higrofilu sugu
304-64-7	A2	1	9	
304-64-7	A1	4	17	
304-64-7	L1	7	17	
304-64-7	L2	13	34	<i>Notorrhina muricata</i> – DMI, <i>Peltis grossa</i> – DMI, <i>Ampedus erythrogonus</i> – DMI, Ir RS, ir saproksilofītas sugas
KOPĀ			2647	

Lamatas: L – logu, A – augsnes. Komentāri: RS – reta suga, DMI – dabisko meža biotopu indikators vai speciālists

3.5.3. Secinājumi

1. 2013. gada sezonas pētījums NEAPSTIPRINĀJA gan izstrādātajā metodikā (Zālītis, Spuņģis 2000) gan zinātniskajā literatūrā minēto hipotēzi, ka izcirtumos, mainoties klimatiskajiem u.c. apstākļiem, būtiski samazinās higrofilo sugu daudzums un īpatņu skaits. Vairumā parauglaukumu, bet it īpaši parauglaukumos Valgumā, Mežolē, 608-114-5, 202-15-14 u.c., kur dominēja vai parādījās tādas higrofilās sugas kā *Agonum (Europhilus) fuliginosus*, *Patrogus atrorufus* u.c. lemesli tam var būt vairāki: neliela izcirtuma platība, mitrie meža nogabali netālu no izcirtuma, higrofilo sugu migrācijai labvēlīgi laika apstākļi u.c. Konkrētais fakts nenozīmē, ka metodikā ir nepamatoti norādīts uz izcirtumu negatīvo ietekmi uz meža bioloģisko daudzveidību. Tas drīzāk liecina par izvēlēto parauglaukumu specifiskām īpatnībām. Lai to apstiprinātu, nepieciešami regulāri un ilgstošāki pētījumi. Bija daži parauglaukumi (piem. 108-393-5, 202-15-14) kuros novērota lielāka kserofilo sugu lielāka koncentrācija vai gan kserofilās, gan higrofilās sugas kopā, taču šādu parauglaukumu skaits bija daudz mazāks, nekā to, kuros konstatētas galvenokārt higrofilās sugas. Situācijas precizēšanai turpmāk nepieciešams ievākt datus arī par parauglaukumu augsni un mitruma īpatnībām, kā arī izcirtuma lielumu. Visticamāk higrofilo sugu lielais īpatsvars izskaidrojams ar to migrāciju caur izcirtumu, nevis šajos gadījumos ar ekoloģisko koku nozīmi.
2. Vairākos parauglaukumos (Mežole, 304-64-7 u.c.) konstatēta liela saproksilofīto (trūdošā koksne dzīvojošu) sugu bioloģiskā daudzveidība. Visticamāk šīs sugas pārlidošanas laikā ekoloģiskos kokus izmanto kā nosēšanās vietu. Daudzām vaboļu sugām raksturīgi, ka lidojuma laikā sastopot šķērslī, tās nolaižas. Iespējams, tas izskaidrojams arī ar to, ka daži no ekoloģiskajiem kokiem parasti ir nokaltuši, kas piesaista saproksilofītus. Kritušiem un stāvošiem kokiem ir ļoti liela nozīme meža bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanai, īpaši, ja tie atrodas izcirtumos vai mežmalās, tad tajos koncentrējas lielāka sugu daudzveidība.
3. Vairākos parauglaukumos uz ekoloģiskajiem kokiem tika konstatētas dažas Latvijā retas vai samērā reti sastopamas sugas tādas kā *Dorcotoma* ģints ķirmji, *Ampedus nigrinus*, *Notorrhina muricata*, *Antherophagus nigricornis*, *Salpingus ruficollis* u.c. sugas.
4. Vairākos parauglaukumos (Mežole, 304-64-7 u.c.) uz ekoloģiskajiem kokiem ir konstatēti dabisko meža biotopu indikatori vai speciālisti, piem. *Notorrhina muricata*, *Mycetophagus quadripustulatus*, *Pryonichus ater*, *Ampedus erythrogonus*, *Peltis grossa* u.c., kas liecina par to, ka izcirtumu apkārtnē ir dabiskie meža biotopi.
5. Atsevišķos parauglaukumos, piem. 108-393-5 konstatēta suga *Pterostichus quadrioveolatus*, kuru bieži izmanto kā mežu degumu indikatoru. Taču ir novērots, ka šī suga bieži ekspansīvi savairojas arī sausos kserofītos izcirtumos. Iespējams, ka šo sugu varētu uzskatīt kā vienu no kserofīto biotopu indikatoriem, kas pēc meža izciršanas parādās izcirtumos un indicē lokālās faunas izmaiņas.
6. Salīdzinot augsnes un logu lamatās ievāktu materiālu, jāsecina, ka augsnes lamatas labāk parādīja higrofilo sugu klātbūtni pie ekoloģiskajiem kokiem, savukārt logu lamatas labāk raksturo saproksilofīto sugu sastāvu. Lamatu kompleksa izmantošana ir vēlama šādos pētījumos. Jāpiedomā pie līmes lamatu modificēšanas, jo lielāko daļu tajās ievāktā materiāla bija apēduši putni un pēc palikušajiem kukaiņu ķermeņu fragmentiem tos nebija iespējams identificēt. Iespējams, lamatām jāizmanto nevis balts, bet koka stumbra fonam pieskaņots fona papīrs.

7. Lai veiktu citus secinājumus par ekoloģisko koku nozīmi meža bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā, nepieciešami regulāru un ilgstošāki pētījumi, kas jāveic visu sezonu vai sezonas sākumā – maijā, jūnijā, kad mežā vislielākā bezmugurkaulnieku daudzveidība. Šīs sezonas pētījums pagaidām neļauj izdarīt seīnājumus par optimālāko atstājamo ekoloģisko koku skaitu uz hektāru meža Latvijas apstākļos. Jāņem vērā arī šī gada vasaras īpatnības, kad karstajā laikā dienas laikā ap kokiem nebija tik liela bezmugurkaulnieku aktivitāte, kā tas ir citās sezonās.

3.5.4. Pielikums

Ievākto vaboļu sugu sastāvs un īpatņu skaits dažādos parauglaukumos, sadalījumā pa lamatu tipiem

810-28-17 logs 1

707-91-8 logs 2

608-114-5 logs 2

Tukši

609-178-3 logs 1

Cyllodes ater – 5

Cychramus variegatus – 2

Endomychus coccineus – 1

Mordella holomelaena – 1

Mordella sp. – 1

Anaspis frontalis – 5

Lagria hirta – 1

Anisotoma sp. – 1

Meligethes sp. – 8

Meligethes viridescens – 9

Meligethes aeneus – 2

Anthaxia quadripunctata – 2

Antaxia godeti – 1

Buprestis haemorrhoidalis – 1

Pyrrhocroa coccinea – 1

Pseudocystela cerambioides – 1

Brachypterus urticae – 3

Atomaria sp. – 1

Staphylinidae - 3

609-178-3 logs 2

Trichius fasciatus – 1

Oiceoptoma thoracica – 1

Nicrophorus vespilloides – 1

Leptura quadrifasciata – 2

Leptura melanura - 5

Anoploclera livida – 2

Anoploclera maculicornis – 1

Anoploclera reyi – 2

Cyphon variabilis – 2

Cyphon padi – 1

Cyphon pubescens – 1

Cyphon sp – 1

Dasytes plumbaeus – 1

Cychramus luteus – 2

Brachypterus urticae – 6

Mordella sp. – 1

Mordellistena sp. – 1

609-178-3 augsne 1

Silpha tristis – 5

Anoplotrupes stercorosus – 2

Nicrophorus vespilloides – 3

Phosphuga atrata – 1

Pterostichus aethiops – 1

Pterostichus melanarius – 8

Staphylinus erythropterus – 12

Ocypus sp – 1

Phylonthus sp. – 1

Drusilla canaliculata – 9

Sciodrepoides sp. – 6

Pterostichus oblongopunctatus - 2

609-178-3 augsne 2

Silpha tristis – 2

Oiceoptoma thoracica – 1

Anoplotrupes stercorosus – 8

Pterostichus aethiops – 2

Pterostichus melanarius – 10

Pterostichus oblongopunctatus - 1

Nicrophorus vespilloides – 28

Nicrophorus investigator – 1

Staphylinus erythropterus – 15

Ocypus – 1

Phylonthus – 6

Drusilla canaliculata – 2

Staphylinidae – 12

Sciodrepoides sp – 10

712-144-11 logs 1

Trichius fasciatus – 4

Leptura quadrifasciata – 1

Leptura melanura – 1

Strophosoma capitata – 3

Meligethes viridescens – 2

Lagria hirta – 1

Mordella sp. – 1

712-144-11 logs 1

Tricodes apiarius – 1

Uloma rufa – 1

Lagria hirta – 1
Mordella holomelaena – 1
Strophosoma capitata – 1
Staphylinidae – 1
Anisotoma humeralis – 1

410-13-2 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 1
Oiceoptoma thoracica – 1
Ocypus sp. 2
Calathus micropterus – 1
Sciaphilus asperatus – 1
Stenus sp. – 2
Staphylinidae – 1

712-144-11 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 8
Nicrophorus vespilloides – 1
Staphylinus erythropterus – 2
Staphylinidae – 2
Cercion sp – 2
Sciodrepoides sp – 2
Apion sp. – 1

712-144-11 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 9
Aleochara curtula – 1
Staphylinidae – 2
Cercion sp. – 2
Orthoperus sp. – 1
Scolytidae sp - 1

410-13-2 logs 1

Serica brunnea – 1
Leptura melanura – 1
Sciaphilus asperatus – 1
Otiorrhynchus ovatus – 1
Mordella holomelaena – 6
Staphylinidae – 1
Apion sp. – 1

410-13-2 logs 2

Serica brunnea – 1
Platystomus albinus – 1
Mordella sp. - 1
Tomoxia bucephala – 1
Anisotoma sp. – 1

410-13-2 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 1
Carabus violaceus – 1

Calathus micropterus – 1
Patrobus atrorufus – 1
Otiorrhynchus scaber – 1
Stenus sp. – 1
Staphylinidae - 1
Quedius sp. – 1
Ocypus sp. – 1

Valgums-101-4 logs

Cetonia aurata – 1
Phosphuga atrata – 1
Serica brunnea – 1
Nicrophorus vespilloides – 8
Anoplodera rubra – 1
Cyphon pubescens – 1
Cyphon variabilis – 1
Cyphon hylaris – 1
Dasytes sp. – 2
Atomaria sp – 1
Cis sp. – 2
Staphylinidae – 3
Scydmaenidae - 1

Valgums-101-4 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 6
Nicrophorus vespilloides – 15
Pterostichus melanarius – 3
Quedius sp – 1
Cyphon sp – 6
Cyphon variabilis – 1
Cyphon hylaris – 1
Cyphon padi – 3
Sciodrepoides sp. – 18
Staphylinidae – 10
Coccinella septempunctata – 2
Phyllopertha horticola - 1

Valgums-101-4 augsne 1

Carabus granulatus – 2
Carabus nemoralis – 1
Anoplotrupes stercorosus – 8
Pterostichus melanarius – 18
Pterostichus aethiops – 1
Cychrus caraboides – 2
Nicrophorus vespilloides – 9
Agonum fuliginosus – 2
Agonum obscurum - 1
Calathus micropterus – 2
Calathus melanocephalus – 3
Drusilla canaliculata – 3
Phylonthus sp – 2

Ocypus sp. – 1
Epaphius secalis – 2
Trecus quadristriatus – 3
Catops sp. -4
Sciodrepoides – 7
Staphylinidae - 23

504-197-11 augsne 2

Carabus arvensis – 3
Anoplotrupes stercorosus – 3
Trypocopris vernalis – 4
Pterostichus melanarius – 17
Pterostichus aethiops – 1
Poecilus lepidus – 2
Poecilus versicolor – 2
Calathus erratus – 12
Harpalus quadripunctatus – 1
Staphylinus erythropterus – 1
Staphylinidae – 3
Hylobius abietis – 1

202-15-14 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 7
Nicrophorus vespilloides – 1
Pterostichus melanarius – 7
Poecilus lepidus – 1
Ocypus sp – 3
Staphylinus erythropterus – 5
Harpalus quadripunctatus – 1
Staphylinidae – 1
Microlestes sp. – 1
Syntomus foveolatus – 1

202-15-14 logs 2

Trichius fasciatus – 1
Leptura quadrifasciata – 1
Antaxia quadrifasciata – 1
Mordella holomelaena – 1
Oedemera virescens – 1
Tricodes apiarius - 1

202-15-14 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 2
Pterostichus melanarius – 4
Agonum obscurum – 29
Staphylinus erythropterus – 1
Staphylinidae – 2
Hylobius abietis – 1
Tachyporus sp. - 2

202-15-14 logs 1

Hylobius abietis – 1
Trichius fasciatus – 2
Anoplodera rubra – 4
Leptura melanura – 3
Anoplodera maculicornis – 3
Anoplodera reyi – 1
Anoplodera sanguinolenta – 1
Scolytidae – 1
Meligethes sp. - 2

Valgums-44-11 augsne 1

Carabus hortensis – 1
Carabus glabratus – 1
Anoplotrupes stercorosus – 17
Nicrophorus investigator – 1
Nicrophorus vespilloides – 16
Pterostichus melanarius – 13
Dermestes lanarius? – 1
Lagria hirta – 1
Aleochara sp. – 1
Sciaphilus asperatus – 1
Otiorrhynchus ovatus – 1
Orthoperus sp. – 1
Staphylinidae – 15
Atomaria sp. - 1

Valgums-44-11 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 8
Nicrophorus vespilloides – 21
Nicrophorus investigator – 1
Staphylinus erythropterus – 1
Lagria hirta – 2
Sciodrepoides sp. – 9
Aleochara curtula – 1
Apion sp. – 2
Meligethes viridescens – 2
Meligethes sp. – 7
Curculionidae – 1

Valgums-44-11 logs

Leptura quadrifasciata – 1
Ampedus balteatus – 1
Ampedus pomonae – 1
Apoderus coryli – 1
Orchestes sp. – 1
Apion sp – 1
Trechus quadristriatus – 1
Lathridiidae – 12
Meligethes – 2

Scymnus frontalis – 1
Coccinella septempunctata – 3
Coccinella quinquepunctata – 1
Hylobius abietis – 1
Scolytidae – 1

Mežole-82-11 augsne 1

Pterostichus aethiops - 1
Anoplotrupes stercorosus – 1
Badister bullatus – 1
Patrobus atrorufus – 1
Leistus rufescens – 1
Trechus quadristriatus – 9
Epaphius secalis – 2
Amara brunnea – 2
Amara communis – 1
Tachynus sp. – 7

Mežole-82-11 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 1
Carabus violaceus – 1
Patrobus atrorufus – 5
Stomis pumicatus - 3
Pterostichus nigrita – 1
Pterostichus oblongopunctatus – 4
Pterostichus niger – 1
Carabus granulatus – 1
Carabus hortensis – 1
Cychrus caraboides - 1
Agonum assimile 4
Trechus quadristriatus – 12
Bembidion lampros – 3
Notiophilus aquaticus – 1
Notiophilus biguttatus – 2
Tachynus sp. -7
Phylonthus sp. – 5
Staphylinidae – 17
Sciodrepoides sp. – 8
Strophosoma capitata – 2

Mežole-82-11 logs

Nicrophorus vespilloides – 1
Agathidium sp. -1
Anisotoma sp – 2

810-28-17 augsne 1

Quedius sp – 1
Agonum obscurum – 3
Phylonthus sp. – 1
Bembidion lampros – 1
Bembidion quadrimaculatum – 1

Staphylinidae - 3

810-28-17 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 1
Pterostichus oblongopunctata – 1
Catops sp. – 1
Atomaria sp. – 2
Drusilla canaliculata – 1
Stenus sp – 1
Staphylinidae – 1

810-28-17 logs

Anoplodera reyi – 1
Cantharis fulvicollis – 1
Pyropterus affinis – 1
Lagria hirta – 1
Dasytes sp - 6
Dasytes niger – 3
Phylonthus sp -1
Meligethes sp. -3

504-197-11 logs 1

Hylobius abietis – 1
Pryonychus ater – 1
Anoplodera rubra – 1
Mycetochara flavipes – 1
Strophosoma capitata – 1

504-197-11 logs 2

Byrrhus fasciatus – 1
Byrrhus pilula – 1
Straphosoma capitata – 1
Harpalus quadripunctatus – 1
Anoplodera maculicornis 2
Anoplodera reyi - 1

707-91-8 logs 1

Trichius fasciatus – 3
Lagria hirta – 2
Dasytes niger – 4
Scolytidae – 1
Chrysanthia sp - 1
Leptura quadrifasciata – 1
Leptura melanura - 2
Anoplodera rubra – 1
Anoplodera sanguinolenta – 1
Anoplodera maculicornis – 1
Salpingus ruficollis – 1
Schizotus pectinicornis - 1

504-197-11 augsne 1

Trypocopris vernalis – 1
Anoplotrupes stercorosus – 1
Nicrophorus vespilloides – 4
Hylobius abietis – 1
Carabus arvensis – 2
Pterostichus aethiops – 3
Pterostichus melanarius – 23
Staphylinus erythropterus – 2
Poecilus lepidus – 1
Calathus erratus – 12
Byrrhus fasciatus – 3
Staphylinidae – 2

608-114-5 augsne 1

Oiceoptoma thoracica – 7
Anoplotrupes stercorosus – 4
Pterostichus melanarius – 1
Pterostichus niger – 9
Pterostichus oblongopunctatus – 6
Carabus nemoralis – 2
Carabus hortensis – 3
Calathus micropterus – 2
Calathus melanocephalus – 2
Stomis pumicatus – 1
Nicrophorus vespilloides – 12
Nicrophorus vespillo – 2
Crepidodera sp. – 1
Glischrochilus hortensis – 1
Glischrochilus sp. – 1
Phylonthus sp. – 3
Sciodrepoides – 7
Catops sp. – 3
Staphylinidae – 4

608-114-5 augsne 2

Pterostichus melanarius – 1
Pterostichus oblongopunctatus – 9
Calathus melanocephalus – 2
Calathus micropterus – 1
Stomis pumicatus – 1
Cychrus caraboides – 1
Carabus granulatus – 1
Carabus nemoralis – 3
Trechus quadristriatus – 1
Drusilla canaliculata – 1
Staphylinidae – 8

108-393-5 logs 1

Oiceoptoma thoracica – 2
Thanatophilus sinuatus – 2
Anoplotrupes rubra – 1

Leptura quadrifasciata – 1
Strangalia attenuata – 1
Hylobius pinastri – 1
Coccinella sexpunctata – 2
Coccinella hieroglyphica – 1
Cis boleti – 1
Diaperis boleti – 1
Endomychus coccineus – 1
Mycetophagus quadripustulatus – 4
Phylonthus sp. – 1

108-393-5 logs 2

Oiceoptoma thoracica – 4
Thanatophilus sinuatus – 2

108-393-5 augsne 1

Calathus erratus – 34
Pterostichus lepidus – 6
Calathus melanocephalus – 4
Harpalus rubripes – 1
Harpalus quadripunctatus – 2
Harpalus aeneus – 2
Pterostichus oblongopunctatus – 3
Pterostichus quadrifoveolatus – 1
Pterostichus niger – 2
Carabus arvensis – 1
Byrrhus fasciatus – 1
Byrrhus sp. – 1
Amara aenea – 1
Bradycellus similis – 1
Miscodera arctica – 1

108-393-5 augsne 2

Broscus cephalotes – 2
Anoplotrupes stercorosus – 1
Nicrophorus vespilloides – 1
Thanatophilus sinuatus – 1

108-393-5 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 2

707-91-8 augsne 1

Pterostichus aethiops – 1
Carabus arvensis – 1
Staphylinus erythropterus – 1
Drusilla canaliculata – 1
Staphylinidae – 4

707-91-8 augsne 2

Ocypus sp. – 2
Stenus sp. – 1

Strophosoma capitata – 2
Thea vigintiduopunctata – 1
Hylobius abietis – 2
Thanatophilus rugosus – 1
Thanatophilus sinuatus – 2
Nicrophorus vespilloides -5

Mežole-55-28 logs

Oiceoptoma thoracica – 4
Thanatophilus sinuatus – 1
Nicrophorus investigator – 1
Nicrophorus vespilloides – 1
Serica brunnea – 1
Ocypus sp. – 1
Monochamus galloprovincialis – 1
Lagria hirta – 1
Mordella holomelaena – 1
Glyschrochilus hortensis – 1
Cyphon sp. - 2

Mežole-22-11 augsne 2

Anoplotrupes stercorus – 12
Carabus glabratus – 1
Carabus violaceus – 1
Notiophilus palustris – 1
Notiophilus biguttatus – 1
Nicrophorus vespilloides – 1
Pterostichus melanarius – 8
Byrrhus fasciatus – 1
Byrrhus sp. – 1
Staphylinidae – 9
Atomaria sp. -3
Trypocopris vernalis – 1
Pterostichus aethiops – 1
Trechus quadristriatus - 1
Catops sp. – 3
Catops nigrita – 1
Cyphon sp. – 1

Mežole-55-28 augsne 1

Pterostichus aethiops – 2
Calathus micropterus – 1
Calathus erratus – 1
Trechus quadristriatus – 1
Nicrophorus vespilloides – 7
Nicrophorus vespillo – 1
Nicrophorus investigator – 3
Anoplotrupes stercorus – 3
Trixagus sp. – 1
Pyropterus affinis – 1
Sciodrepoides sp. – 12

Aleochara curtula – 2
Phylonthus – 2
Staphylinidae – 3

304-64-7 augsne 2

Pterostichus melanarius – 9

304-64-7 logs 1

Nicrophorus vespilloides – 5
Dasytes ater – 5
Dasytes sp. – 2
Chrysanthia geniculata – 2
Cis sp. – 1
Scolytidae – 1
Cyphon sp. – 1

304-64-7 logs 2

Lagria hirta – 6
Triplax scutellaris – 1
Agathidium sp. – 1
Cis sp. – 9
Ampedus balteatus – 1
Ampedus erythrogonus - 1
Mordella sp. – 1
Corticicara gibbosa – 4
Corticarina sp. – 3
Dorcotoma sp. – 3
Dasytes niger – 2
Peltis grossa – 1
Notorrhina muricata – 1

304-64-7 augsne 1

Nicrophorus vespilloides – 2
Pterostichus melanarius – 4
Calathus erratus – 5
Pterostichus niger – 6

108-206-11 logs 1

Oiceoptoma thoracica – 2
Dasytes niger – 5
Dasytes sp. – 1
Ampedus nigrinus – 1
Mordella holomelaena – 1
Trixagus sp. – 1

108-206-11 logs 2

Oiceoptoma thoracica – 1
Hylobius abietis – 1
Phylonthus sp. – 1
Lagria hirta – 1
Dasytes plumbaeus – 1

Corticicara gibbosa – 1
Corticarina sp. – 1
Cyphon padi – 1
Cyphon sp. – 1
Meligethes sp. – 2
Phylonthus sp. – 2

108-206-11 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 2
Hylobius abietis – 1
Hylobius pinastri – 1
Pissodes sp. – 1
Calathus micropterus – 2
Staphylinidae – 4

108-206-11 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 1
Drusilla canaliculata – 1
Calathus micropterus – 2

305-105-3 logs 1

Nicrophorus vespilloides – 3
Nicrophorus vespillo – 1
Mordella sp. – 1
Mordella holomelaena – 2
Triplax scutellaris – 1

305-105-3 logs 2

Oiceoptoma thoracica – 2
Nicrophorus vespilloides – 1
Lagria hirta – 1
Meligethes sp. – 1

305-105-3 augsne 1

Oiceoptoma thoracica – 1
Pterostichus melanarius – 1
Trechus quadristriatus – 1
Nicrophorus vespilloides – 1
Pterostichus aethiops – 1
Mordellistena sp. – 2
Sitona sp. – 1
Drusilla canaliculata – 2
Stenus sp. – 2
Staphylinidae – 5
Sciodrepoides sp. – 9
Catops sp. – 1
Dasytes ater – 1
Dasytes sp. – 2
Otyorrhynchus ovatus – 1
Adrastus pallens – 1

Trixagus sp. – 1

305-105-3 augsne 2

Pterostichus aethiops – 1
Pterostichus melanarius – 2
Agonum fuliginosum – 1
Agonum obscurum – 1
Calathus erratus – 1
Drusilla canaliculata – 1
Stenus sp. – 1
Aleochara sp. – 1
Staphylinidae – 3

511-154-5 logs 2

Leptura quadrifasciata – 3
Lagria hirta – 1
Rhagonycha fulva – 2
Anobium sp. – 1
Mordella holomelaena – 4
Mordella sp. – 5
Dasytes niger – 4
Dasytes plumbaeus – 2
Dasytes sp. – 7
Meligethes aeneus – 3
Meligethes viridescens – 6
Meligethes sp. – 7
Glyschrochilus sp. – 1
Adrastus pallens – 5
Ampedus balteatus – 1
Corticarina sp. – 1
Corticaria sp. – 1
Mycetophagus quadripustulatus – 1
Batophila rubi – 2
Cyphon sp. – 1
Dorcotoma sp. – 1
Oedemera lurida – 1
Staphylinidae – 1

511-154-5 logs 1

Serica brunnea – 1
Leptura quadrifasciata – 6
Leptura melanura – 2
Adrastus pallens – 6
Notoxus monoceros – 2
Antherophagus nigricornis – 1
Atomaria sp. – 1
Cryptophagus sp. – 1
Dasytes ater – 4
Dasytes sp. – 3
Meligethes aeneus – 6
Meligethes viridescens – 9

Meligethes sp. – 3
Mordella holomelaena – 3
Mordella sp. – 1
Mordellistena sp. – 1
Corticarina sp. – 1
Thea vigintiduopunctata – 1
Staphylinidae - 1

511-154-5 augsne 1

Trechus quadristriatus – 1
Tachynus sp. – 1
Drusilla canaliculata – 1
Aleochara sp. – 1
Staphylinidae - 6

511-154-5 augsne 2

Oiceoptoma thoracica – 1
Nicrophorus vespilloides – 4
Nicrophorus vespillo – 3
Pterostichus strenuus – 1
Pterostichus minor – 1
Agonum fuliginosum – 1
Agonum sexpunctatum - 1
Calathus micropterus – 3
Asaphidium flavipes – 1
Tachyta nana - 1
Aleochara sp. – 4
Staphylinidae – 6
Cercyon sp – 1

Mežole-55-12 logs

Nicrophorus vespilloides – 2
Cychramus luteus – 1

Mežole-55-12 augsne 1

Haltica sp. – 1
Staphylinidae – 1
Dyschirius globosus - 1

Mežole-55-12 augsne 2

Pterostichus niger – 2
Cercion sp – 1
Olibrus sp. – 1
Staphylinidae – 1

810-8-17 augsne 1

Carabus cancellatus – 1
Anoplotrupes stercorosus – 3
Staphylinidae – 1

810-8-17 logs 1

Nicrophorus vespilloides – 1
Nicrophorus investigator – 1
Oiceoptoma thoracica – 1
Trichius apiarius – 1
Anoplotrupes rubra – 1
Euchnemidae – 3
Sphaeriestes sp. – 1
Dasytes sp. – 5
Ceutorrhynchus sp. – 1
Anthrenus moseorum – 1
Cyphon padi – 1
Cyphon sp. – 1
Oedemera subrobusta – 1
Saperda carcharias – 1
Mordella holomelaena – 2
Mordella sp. – 2
Batophila rubi – 1
Crepidodera sp. - 2

810-8-17 logs 2

Ampedus erythrogonus – 1
Mordella holomelaena – 3
Mordella sp. – 6
Agathidium sp. – 1
Meligethes viridescens – 4
Meligethes sp. - 6
Dasytes ater – 8
Dasytes sp – 14
Goniocenta rufipes – 1
Haltica sp. – 1
Longitarsus sp. – 2
Cyphon sp. – 1
Corticaria sp. – 1
Hylobius abietis – 1
Byctiscus betulae – 1
Coccinella septempunctata – 1
Propylea quatuordecimpunctata – 2
Scaphidium quadrimaculatum – 1

408-497-1 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 3
Nicrophorus vespilloides – 1
Pterostichus oblongopunctata – 1
Pterostichus melanarius – 25
Pterostichus niger – 8
Pterostichus minor – 1
Stomis pumicatus – 1
Calathus micropterus – 4
Staphylinus erythropterus – 3
Quedius sp. – 3

Phylonthus sp. – 1
Stenus sp. – 1
Tachyporus sp. – 2
Drusilla canaliculata – 3
Staphylinidae – 6
Leiodidae – 1
Anisotoma humeralis – 1
Prosternon tessellatum – 1
Sciodrepoides sp. – 3
Meligethes aeneus – 1
Haltica sp. - 1

208-176-32 augsne 1

Drusilla canaliculata – 6
Staphylinidae – 4
Meligethes sp. – 1

208-176-32 augsne 2

Pterostichus aethiops – 2
Pterostichus melanarius – 14
Ophonus rufibarbis – 1
Meligethes sp. – 2
Stenus sp. – 1
Phylonthus sp. - 2
Drusilla canaliculata – 4
Staphylinidae – 1
Sciodrepoides sp. - 1

608-114-5 logs 1

Oiceoptoma thoracica – 5
Serica brunnea – 2
Nicrophorus vespilloides – 33
Nicrophorus vespillo – 1
Phylonthus sp. – 2
Meligethes sp. – 15
Glyschrochilus hortensis – 3
Glyschrochilus sp. – 13
Apion sp – 2
Otiorrhynchus tristis – 1
Lagria hirta – 1
Rhagonycha fulva – 1
Oedemera lurida – 1
Longitarsus sp – 1
Psyllodes sp. - 1

208-176-32 logs 1

Nicrophorus vespilloides – 2
Lagria hirta – 1
Meligethes viridescens – 9
Meligethes aeneus – 2
Meligethes sp. – 1

Phratora vitellinae – 1
Eulema erichsoni – 1

208-176-32 logs 2

Anoploclera rubra – 1
Otiorrhynchus ovatus – 1
Chrysanthia - 1
Phratora vitellinae - 1

Mežole-22-11 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 2
Nivrophorus vespillo – 1

208-176-32 augsne 2

Pterostichus melanarius – 1
Pterostichus aethiops – 2

Valgums-45-10 logs

Trichius fasciatus – 1
Protaetia metallica - 1
Serica brunnea – 1

Valgums-45-10 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 3
Carabus glabratus – 1
Lagria hirta – 1
Drusilla canaliculata – 2
Stenus sp. – 1
Curculionidae – 2
Apion sp. - 1

Mežole-22-11 logs

Cetonia aurata – 2
Hylobius abietis – 3
Hylobius pinastri – 1
Pissodes sp. – 1
Nicrophorus vespilloides – 1
Leptura melanura – 3
Anoploclera rubra – 2
Monochamus sutor – 1
Rhagium inquisitor – 2
Spondylis buprestoides – 3
Meligethes viridescens – 5
Meligethes aeneus – 2
Meligethes sp. – 1
Cyphon sp. – 1
Calathus micropterus - 1

Valgums-45-10 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 11
Carabus glabratus – 1

Pterostichus niger – 1
Quedius sp. – 4
Catops nigrita – 1
Drusilla canaliculata – 2
Staphylinidae - 12
Cyphon sp. – 1
Meligethes sp. – 1

408-497-1 augsne 2

Oiceoptoma thoracica – 1
Carabus glabratus – 1
Thanatophilus sinuatus – 3
Anoplotrupes stercorosus – 4
Nicrophorus vespillo – 4
Nicrophorus vespilloides – 12
Pterostichus aethiops – 3
Pterostichus melanarius – 23
Poecilus versicolor – 1
Calathus micropterus – 2
Harpalus rufipes – 1
Harpalus luteicornis – 1
Agonum fuliginosum – 2
Agonum obscurum – 1
Cyphon padi – 2
Cyphon sp. – 1
Atomaria sp. – 1
Epurea sp. – 1
Drusilla canaliculata – 2
Ocypus sp. – 3
Quedius sp. – 4
Philonthus sp. – 4
Aleochara curtula – 3
Aleochara sp. – 2
Staphylinidae – 1

408-497-1 logs 2

Nicrophorus humator – 2
Oiceoptoma thoracica – 23
Thanatophilus sinuatus – 24
Nicrophorus vespillo – 9
Nicrophorus vespilloides – 45
Nicrophorus investigator – 4
Trichius fasciatus – 1
Philonthus sp. – 4
Aleochara curtula – 3
Phratora atrovirens – 1
Leptura melanura - 4

Mežole-83-4 augsne 1

Nicrophorus vespilloides – 1
Phosphuga atrata – 3

Oiceoptoma thoracica – 1
Pterostichus aethiops – 1
Trechus quadristriatus - 4
Epaphius secalis – 3
Tachynus sp. – 7
Sciodrepoides sp. – 2
Cercyon sp. – 1
Lathrididae – 1

Mežole-83-4 augsne 2

Nicrophorus vespilloides – 3
Pterostichus melanarius – 1
Pterostichus aethiops – 2
Stomis pumicatus – 1
Clivina fossor – 2
Epaphius secalis – 2
Trechus quadristriatus - 4
Calathus micropterus – 1
Dicheirotichus rufithorax – 1
Tachynus sp – 7
Sciodrepoides sp. – 4
Cercyon sp. – 1
Atomaria sp. - 1

810-8-17 augsne 2

Anoplotrupes stercorosus – 6
Nicrophorus vespilloides – 1
Carabus cancellatus – 1
Harpalus quadripunctatus – 1
Serica brunnea – 1
Hylobius pinastri – 1
Ocypus sp. – 1
Staphylinidae – 5
Agathidium sp. – 1
Scymnus sp. – 1

Mežole-83-4 logs

Oiceoptoma thoracica – 52
Nicrophorus vespilloides – 108
Nicrophorus investigator – 1
Meligethes sp. – 15
Glischrochilus hortensis – 1
Byturus tomentosus – 4
Corticarina sp. – 5
Corticaria gibbosa – 2
Orthoperus sp. – 2
Propylea quatuordecimpunctata – 1
Staphylinidae – 4

Mežole-2-9 augsne 1

Anoplotrupes stercorosus – 2

Nicrophorus investigator – 1
Pterostichus melanarius – 1
Carathus erratus – 6
Ocypus sp. – 4
Aleochara sp. – 1
 Staphylinidae – 12
 Stenus sp. – 2
 Scolytidae – 2
 Cyphon padi – 1

Mežole – 2 – 9 augsne 2

Pterostichus niger – 1
Calthus micropterus – 3

Calathus erratus - 1
Patrobus atrorufus – 1
Agonum fuliginosum – 1
Dyschirius politus – 1
Staphylinus erythropterus – 2
Staphilinidae – 9
Byrrhus fasciatus – 1
Atomaria sp. – 2
Epurea sp. – 1

Mežole -2-9 logs

Anoplodera rubra – 5
Scolytidae – 2

4. *Erozijas risku izvērtēšana*

4.1. Teorētiskais pamatojums

4.1.1. Principi meža zonējuma izstrādei no erozijas draudu viedokļa

Meža teritoriju zonējums no **potenciālo** erozijas draudu viedokļa ir izmantojams stratēģiskai plānošanai, un ir noderīgs riska faktoru novērtēšanai un riska teritoriju izdalīšanai, pieņemot, ka saimnieciskās darbības vai kādu nevēlamu notikumu, piem., ugunsgrēku, rezultātā pilnībā tiek iznīcināts augājs un zemsedze, tādējādi atsedzot augsnes minerālo daļu.

Izstrādājot meža zonējumu no potenciālo erozijas draudu viedokļa, būtu jāņem vērā šādi rādītāji:

- 1) *klimats* (nokrišņu gada daudzums, diennakts maksimālais nokrišņu daudzums, sadalījums pa sezonām, mēnešiem, lietusgāžu intensitāte, ūdens krājums sniegā, vēja režīms (ātrumu, virzienu struktūra laikā un telpā),
- 2) *reljefs* (nogāžu slīpums, garums un forma, relatīvie augstumi t.sk. vietējo erozijas bāžu dziļums),
- 3) *augšnes raksturojums* (augšņu sadalījums pa tipiem, meh. sastāvu, struktūru).

Izstrādājot **reālo** augsnes erozijas draudu zonējumu saimnieciskās darbības plānošanai, papildus iekļaujami sekojoši rādītāji:

- 1) *Augāja raksturojums objektā* (klājums, stāvojum, sugas) un saimnieciskās darbības potenciālās ietekmes novērtējums, kas izpaužas kā augsnes daļēja atsegšana, piem., sagatavojot augsni, daļēji vai pilnībā novācot augāju – kokaudzi, paaugu, zemsedzi;
- 2) *Novērtējamā objekta lielums* (forma, platība);
- 3) *Blakus esošu objektu (teritoriju) novērtējums*. Blakus esošo teritoriju relatīvais augstums, audžu struktūra, kokaudzes augstums.

Par svarīgākajiem riska faktoriem, kas var apdraudēt meža augsnes aizsargājošo funkciju izpildi, uzskatāmi:

- Kokaudzes un zemsedzes iznīcināšana vējam atklātās vietās un/vai nogāzēs;
- Augšnes sablīvēšana un struktūras iznīcināšana:
 - a) Mežizstrādes rezultātā;
 - b) Mākslīgas izcelsmes vai dabisku ugunsgrēku rezultātā;
 - c) Rekreatīvo slodžu (izmīņāšanas t. sk. arī velosipēdistu izbraukāšanas) rezultātā.

Erozijas riska novērtēšanai izmantojamas divas pieejas: aprēķināto erozijas risku raksturojot kvalitatīvi (relatīvi), balstoties uz pagājušajā gadā pārskata tabulu. Savukārt izmantojot specializētās datorprogrammas, iespējams erozijas risku kvantificēt – aprēķinot iespējamo erozijas rezultātā zaudēto augsnes apjomu kvantitatīvi, kg ha⁻¹, prognozēt tā uzkrāšanos vai iznesi no audzes. Šī uzdevuma risināšanai tika pārbaudīta ASV Nacionālajā augsnes erozijas centrā izstrādā datorprogramma WEPP. Tās pārbaudei ģenerēti virkne nogāžu profilu un pārbaudīts augsnes erozijas apjoms atkarībā no augsnes mehāniskā sastāva u.c. augsnes īpašībām. Zemāk dots datorprogrammas WEPP vispārējs apraksts, kā arī tās pielāgošanas Latvijas apstākļiem apraksts.

4.2. Augsnes erozijas modelēšana, izmantojot datorprogrammu WEPP, balstot to uz pielāgotiem Latvijas meteoroloģiskajiem datiem, reljefa un augsnes datiem

4.2.1. Datorprogrammas WEPP vispārējs apraksts

Datorprogramma WEPP (Water Erosion Prediction Project) izstrādāta ASV Nacionālajā augsnes erozijas pētniecības laboratorijā (The National Soil Erosion Research Laboratory) (<http://www.ars.usda.gov/Research/docs.htm?docid=10621>). Modelis ir balstīts uz procesu aproksimāciju (*process-oriented*), tādēļ to var ekstrapolēt arī uz citiem reģioniem. Ja „līst lietus”, virszemes noteces noteikšanai tiek izmantoti augsnes, reljefa un augāja rādītāji. Ja prognozēts, programma atbilstoši aprēķina plaknes, vadziņu, kā arī kanālu augsnes atdalīšanu un nogulsnešanu. WEPP modelī ir sekojošas konceptuālās komponentes, kuras tiek izmantotas augsnes daļiņu atdalīšanās un nogulsnešanās modelēšanai:

1. Klimats – (nokrišņi, temperatūra, saules radiācija, vējš);
2. Ziemas rādītāji (sasalums – atkušņi, sniega akumulācija, sniega kušana);
3. Apūdeņošana (vagu, lietēšana);
4. Hidroloģija (infiltrācija, notece);
5. Ūdens bilance (evapotranspirācija, drenēšana);
6. Augsne (augšnes tipi);
7. Augājs (lauksaimniecības kultūras, mežs, ganības);
8. Atlieku apsaimniekošana un sadalīšanās;
9. Augšnes apstrādes ietekme uz infiltrāciju un eroziju;
10. Erozija (plaknes, vadziņu, kanālu);
11. Nogulsnešanās (vadziņu, kanālu, ūdenskrātuvi);
12. Nogulšņu izsēšanās, daļiņu šķirošanās.

Programma darbojas divos režīmos: individuāls nogāzes profils, sateces baseins/ lauks (max 256 ha). Nogāzes profila režīmā iespējams lietotājam definēt izvērtējamo profilu un novērtēt noskalošanos un nogulšņu uzkrāšanos dažādās profila vietās. Tas ļauj modelēt arī augsnes aizsardzības pasākumus.

Sateces baseina/ lauka analīzes režīmā var modelēt papildus plaknes erozijai arī nogulšņu atdalīšanos, transportu un izgulsnēšanos kanālu sistēmā, t.i., plaknes, vadziņu un efemēro gravu veidošanos.

Šī projekta ietvaros izmantota WEPP modeļa versija WEPP model version 2012.8 (watershed hillslope model Windows interface 2012.800).

Lietotājs var definēt:

- Klimatu;
- Nogāzes profilu
- Augsni
- Augāju/apsaimniekošanu.

Lai izmantotu programmu Latvijas apstākļos, ir izmantojamas 2 pieejas – ģenerēt klimata datus LV meteostacijām vai atrast piemērotākos meteostaciju datus (līdzīgākos Latvijas apstākļiem) jau esošajā ASV klimata datu datu bāzē). Šī projekta ietvaros mēs izmantojam abas pieejas: izmantojam ASV Mičiganas pavalsts Alpena meteostacijas datus, kā arī sagatavojām meteo datus 20 Latvijas meteostacijām.

4.2.2. Ilglaicīgo meteoroloģisko datu ieguve no Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra un statistisko datu aprēķināšana izmantojot vispārpieņemtas kvantitatīvās statistiskās metodes

Klimatisko datu modelēšanā rīkā CLIGEN nepieciešami ilglaicīgie mēnešu meteoroloģisko datu statistiskie rādītāji katrai meteostacijai, ieskaitot nokrišņu vidējo, standartnovirzi un asimetrijas rādītāju; dienu ar nokrišņiem sekošanu dienai ar nokrišņiem (*wet-wet*) un dienu ar nokrišņiem sekošanu dienai bez nokrišņiem (*wet-dry*) varbūtības; vidējā maksimālā un vidējā minimālā gaisa temperatūra, saules radiācija, vēja ātrums un virziens. Izmantojot šos mēnešu statistiskos parametrus, CLIGEN ģenerē dienas meteo datus definētajam laika periodam.

Lai varētu ģenerēt klimata rādītājus, kurus izmanto datorprogramma WEPP, Latvijas vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra mājas lapā iegūta informācija par sekojošiem rādītājiem:

- Gaisa temperatūra;
- Nokrišņi, starp periodiem;
- Relatīvais mitrums;
- Vēja virziens;
- Vēja ātrums.

No šiem rādītājiem, izmantojot datorprogrammu MS Excel, aprēķināts katra mēneša aritmētiskais vidējais Tmax, Tmin, mēneša nokrišņu daudzuma aritmētiskais vidējais, standartnovirze un asimetrijas rādītājs; Rādītāji izveidoti 20 meteostacijām, balstoties uz 20-40 gadu ikdienas meteodatiem, atkarībā no brīvi pieejamo datu apjoma.

Papildus nepieciešamais rādītājs saules radiācija pieņemts kā viens konstants rādītājs atbilstoši Zosēnu meteostacijai.

Tāpat vienādas visām meteostacijām pieņemtas vidējā maksimālā 30 minūšu šķidro nokrišņu intensitātes vērtības un laiks, kurā pēc lietuses sākšanās lietuses intensitāte sasniedz maksimumu.

Dati sagatavoti CLIGEN formātā.

4.2.3. Nozīmīgāko modelējamo alternatīvu (reljefs, augsne, meteo apstākļi, augsnes apstrāde) izveide balstot uz ekspertu metodi

Šī pētījuma ietvaros ūdens radītās erozijas analīzei ģenerētas sekojošas alternatīvas:

Klimats 1.variants - nokrišņi 700 mm gadā; 2.variants - 900 mm gadā.

Nogāžu garums un forma:

1. S-veida nogāze 30.5m gara, nogāzes slīpums 30% (16,7°), erozijas bāze - 4,5m;

2. S-veida nogāze 61m gara, nogāzes slīpums 30% (16,7°), erozijas bāze – 9m;
3. S veida nogāze 152m gara, nogāzes slīpums 30% (16,7°), erozijas bāze - 22,5m.

Šāda nogāžu forma un slīpums izvēlēts kā visbiežāk minētais slīpums, pie kura pārtraucama mežsaimnieciskā darbība, lai nepieļautu augsnes eroziju.

Apsaimniekošanas alternatīvas:

1. Mežs – vainagu klājums 90%, augsni klāj daudzgadīgie augi
2. Mežs 5 gadīgs ar daudzgadīgu zemsedzi, vainagu klājums 50%
3. Treilēšanas ceļi, kas ik gadus tiek traucēti

Augsnes veidi:

Variants	Augsnes veids	Augsnes nosaukums WEPP
1	Vielgs māls mežā (CL_F)	Forest clay loam
2	Smilšmāls mežā (L_F)	Forest loam
3	Smaga mālsmilts mežā (SL_F)	Forest sandy loam
4	Puteļļains smilšmāls mežā (SiL_F)	Forest silt loam
5	Smaga mālsmilts pievešanas ceļā (SL_S)	Skid sandy loam
6	Viegls māls pievešanas ceļā (CL_S)	Skid clay loam
7	Smilšmāls pievešanas ceļā (L_S)	skid loam
8	Puteļļains smilšmāls pievešanas ceļā (SiL_S)	skid silt loam

Modelēšana veikta, aprēķinot vidējās 30 gadu perioda vērtības.

Aprēķināti sekojoši rādītāji katram no 144 variantiem (2 klimata varianti; 3 nogāžu garumi; 3 apsaimniekošanas alternatīvas; 8 augsnes varianti):

1. Lietus notece, mm gadā;
2. Vidējais augsnes zudums, kg m⁻²;
3. Maksimālā augsnes zuduma punkts, m no nogāzes virsotnes;
4. Nogulsšanās sākumpunkts, m no nogāzes virsotnes;
5. Maksimālais augsnes nogulsšanās punkts, m no nogāzes virsotnes;
6. Vidējais augsnes nogulsšanās apjoms profilā kg m⁻².
7. Augsnes apjoms, kas izskalojas no profila t ha⁻¹ gadā.

4.2.4. Erozijas modelēšanas rezultāti

Tā kā šie ir modelēti dati un katra alternatīva ir tikai aprēķinātas vidējās vērtības, nav pamata aprēķināt atšķirību būtiskumu, bet lietderīgi izvērtēt tendences.

Kā jau bija gaidāms, mitrāka klimata gadījumā virszemes notece ir lielāka: ja 700mm gadā variantā virszemes notece ir visos variantos vidēji 7,3mm gadā, tad 900mm variantā – 13mm gadā (Tabula 4.1).

Garākās nogāzēs proporcionāli pieaug virszemes noteces daudzums.

Apsaimniekošanas alternatīvas – vislielākā virszemes notece kopumā, kā jau bijā gaidāms, ir prognozēta uz pievešanas ceļiem, taču būtiski ir tas, ka mežā virszemes notece atkarībā no nogāzes garuma mainās nedaudz (vidēji saglabājās 4 līdz 5mm gadā līmenī), bet uz pievešanas ceļiem (TC) virszemes notece ir tieši proporcionāla nogāzes garumam.

Augsne zem treilēšanas ceļiem ir ar 2-3 reizes lielāku virszemes noteci nekā meža augsne. Vislielākā virszemes notece ir māla augsnēs (4,5mm gadā), un putekļaina smilšmāla augsnēs.

Tabula 4.1

Vidējā lietus notece, mm gadā

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešanas ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			4.51	0.77	1.25	0.44	19.86	11.06	12.01	8.60	7.31
	30		2.51	0.21	0.41	0.15	15.03	7.87	7.97	5.89	5.00
		mežs	3.26	0.03	0.29	0.00	13.59	9.12	5.19	6.58	4.76
		mežs 50%	2.49	0.00	0.18	0.00	8.56	4.97	4.27	4.26	3.09
		TC	1.92	0.80	1.02	0.58	29.39	12.11	17.86	8.44	9.02
	61		3.97	0.41	0.79	0.31	19.29	10.47	11.06	7.76	6.76
		mežs	3.66	0.02	0.27	0.00	13.21	8.94	5.85	6.80	4.84
		mežs 50%	2.79	0.00	0.19	0.00	9.61	5.29	5.37	4.21	3.43
		TC	6.78	1.61	2.50	1.22	44.58	21.69	27.32	15.80	15.19
	154		7.06	1.70	2.56	0.87	25.26	14.86	17.00	12.16	10.18
		mežs	4.04	0.28	0.61	0.00	12.00	8.13	6.70	6.36	4.77
		mežs 50%	3.55	0.26	0.71	0.00	10.87	5.95	6.56	4.65	4.07
		TC	17.48	6.10	8.23	3.47	67.10	39.25	47.64	33.07	27.79
900			6.93	0.76	1.62	0.28	36.06	19.76	23.91	14.96	13.03
	30		3.00	0.31	0.38	0.13	27.02	11.16	14.65	7.13	7.97
		mežs	4.35	0.45	0.29	0.05	22.16	11.24	10.13	7.68	7.04
		mežs 50%	2.78	0.00	0.40	0.00	17.26	6.96	9.38	4.36	5.14
		TC	2.17	0.78	0.47	0.48	51.23	19.47	29.63	12.27	14.56
	61		5.09	0.32	0.61	0.20	35.13	17.99	22.78	13.09	11.90
		mežs	4.45	0.19	0.37	0.03	24.45	13.95	14.19	10.53	8.52
		mežs 50%	3.47	0.00	0.39	0.00	20.41	10.33	13.34	7.50	6.93
		TC	9.19	1.10	1.35	0.78	74.42	37.24	50.05	26.70	25.10
	154		12.70	1.66	3.88	0.49	46.03	30.14	34.30	24.68	19.23
		mežs	7.41	0.19	1.30	0.01	25.50	16.74	17.99	12.64	10.22
		mežs 50%	6.93	0.01	1.34	0.00	24.62	15.54	18.13	11.78	9.79
		TC	29.78	6.44	11.71	1.96	109.00	72.47	82.64	62.32	47.04
		Kopā	5.72	0.77	1.43	0.36	27.96	15.41	17.96	11.78	10.17

TC – treilēšanas ceļš.

Izvērtējot vidējos augsnes zudumus kg m^{-2} (Tabula 4.2), konstatēts, ka mitrāka klimata apstākļos augsnes zudums ir lielāks: ja 700mm gadā variantā visos variantos vidēji $0,16 \text{ kg m}^{-2}$, tad 900mm variantā – $0,24 \text{ kg m}^{-2}$.

Garākās nogāzes proporcionāli pieaug augsnes zudums.

Apsaimniekošanas alternatīvas – vislielākais augsnes zudums kopumā, kā jau bijā gaidāms, ir prognozēts uz pievešanas ceļiem, taču būtiski ir tas, ka mežā augsnes zudums atkarībā no nogāzes

garuma mainās nedaudz (vidēji 0,01 kg m⁻² līmenī), bet uz pievešanas ceļiem (TC) virszemes notece ir tieši proporcionāla nogāzes garumam.

Augsne zem treilēšanas ceļiem ir ar 2-3 reizes lielāku augsnes zudumus nekā meža augsne. Vislielākais augsnes zudums ir putekļaina smilšmāla augsnēs un māla augsnēs, bet faktiski 1.5 mazāks mālsmits un smilšmāla gadījumā.

Tabula 4.2

Vidējais augsnes zudums kg m⁻²

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešanas ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			0.07	0.03	0.05	0.03	0.31	0.19	0.41	0.19	0.16
	30		0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.02	0.06	0.01	0.02
		mežs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		TC	0.02	0.01	0.01	0.01	0.20	0.04	0.21	0.05	0.07
	61		0.03	0.01	0.01	0.01	0.17	0.08	0.21	0.07	0.07
		mežs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		TC	0.11	0.04	0.06	0.04	0.64	0.31	0.84	0.26	0.29
	154		0.16	0.07	0.14	0.06	0.69	0.48	0.94	0.48	0.38
		mežs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02	0.01	0.01
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
		TC	0.65	0.29	0.55	0.26	2.71	1.90	3.74	1.93	1.50
900			0.12	0.04	0.07	0.02	0.46	0.27	0.68	0.25	0.24
	30		0.01	0.01	0.01	0.00	0.07	0.02	0.09	0.01	0.03
		mežs	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	0.01	0.01
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		TC	0.03	0.02	0.02	0.01	0.22	0.06	0.32	0.03	0.09
	61		0.03	0.01	0.02	0.01	0.25	0.09	0.30	0.07	0.10
		mežs	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.03	0.01	0.01
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
		TC	0.11	0.05	0.06	0.05	0.92	0.33	1.16	0.25	0.37
	154		0.33	0.09	0.17	0.05	1.06	0.71	1.64	0.67	0.59
		mežs	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.04	0.01	0.02
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
		TC	1.30	0.36	0.70	0.19	4.18	2.80	6.50	2.66	2.33
		Kopā	0.09	0.03	0.06	0.02	0.38	0.23	0.54	0.22	0.20

Izvērtējot vidējo maksimālā augsnes zuduma punkta atrašanās vietu m no nogāzes virsotnes, Tabula 4.3), konstatēts, ka tas nav atkarīgs no klimata mitruma.

Apsaimniekošanas alternatīvas – konstatēts, ka faktiski visos gadījumos s-veida profila gadījumā maksimālais noskalošanās punkts ir aptuveni nogāzes vidū. Nav arī ievērojama atšķirību starp dažādām augsnēm.

Tabula 4.3

Maksimālā augsnes zuduma punkts, m no nogāzes virsotnes

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešanas ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			40.08	20.14	40.49	19.89	41.43	41.02	41.27	40.8 7	35.65
	30		11.89	7.70	14.71	7.70	15.47	14.40	15.01	14.4 0	12.66
		mežs	10.67	15.24	14.94	15.24	15.24	14.63	15.54	14.9 4	14.56
		mežs 5g.	13.41	0.00	15.24	0.00	15.54	12.50	13.72	13.4 1	10.48
		TC	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.5 4	15.54
	61		30.63	15.39	30.18	15.39	31.09	30.94	31.09	30.4 8	26.90
		mežs	30.48	30.48	29.26	30.48	31.09	31.09	31.09	30.4 8	30.56
		mežs 5g.	31.09	0.00	30.48	0.00	31.09	31.09	31.09	29.8 7	23.09
		TC	31.09	31.09	31.09	31.09	31.09	31.09	31.09	31.0 9	31.09
	154		77.72	37.34	76.58	36.58	77.72	77.72	77.72	77.7 2	67.39
		mežs	77.72	71.63	76.20	68.58	77.72	77.72	77.72	77.7 2	75.63
		mežs 5g.	77.72	0.00	76.20	0.00	77.72	77.72	77.72	77.7 2	58.10
		TC	77.72	77.72	77.72	77.72	77.72	77.72	77.72	77.7 2	77.72
			39.70	38.79	39.73	20.45	41.32	41.15	41.38	41.1 2	37.95
900	30		11.66	15.01	15.17	7.47	15.16	14.63	15.32	14.7 1	13.64
		mežs	10.97	15.24	15.24	14.33	15.24	14.02	15.24	15.2 4	14.44
		mežs 5g.	12.19	14.94	14.94	0.00	15.54	14.33	15.54	14.6 3	12.76
		TC	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.54	15.5 4	15.54
	61		29.72	28.19	29.72	15.39	31.09	31.09	31.09	30.9 4	28.40
		mežs	31.09	30.48	30.48	30.48	31.09	31.09	31.09	31.0 9	30.86
		mežs 5g.	31.09	24.99	29.26	0.00	31.09	31.09	31.09	31.0 9	26.21
		TC	31.09	31.09	31.09	31.09	31.09	31.09	31.09	31.0 9	31.09
	154		77.72	73.15	74.29	38.48	77.72	77.72	77.72	77.7 2	71.82
		mežs	77.72	71.63	76.20	76.20	77.72	77.72	77.72	77.7 2	76.58
		mežs 5g.	77.72	71.63	70.10	0.00	77.72	77.72	77.72	77.7 2	66.29
		TC	77.72	77.72	77.72	77.72	77.72	77.72	77.72	77.7 2	77.72
		Kopā	39.89	29.46	40.11	20.17	41.37	41.08	41.32	40.9 9	36.80

Izvērtējot vidējo nogulsņēšanās sākumpunktu m no nogāzes virsotnes (Tabula 4.4), konstatēts, ka tas ir atkarīgs no klimata mitruma – mitrāka klimata gadījumā nogulsņēšanās sākas 2-5m tuvāk profila lejasdaļai.

Apsaimniekošanas alternatīvas – konstatēts, ka faktiski visos gadījumos s-veida profila pievešanas ceļu gadījumā nogulsņēšanās sākas ievērojami tuvāk nogāzes profila beigām, nekā mežā.

Tabula 4.4

Nogulsņēšanās sākumpunkts, m no nogāzes virsotnes

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešana ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			79.8	38.6	79.0	29.2	78.5	78.7	78.6	77.9	67.5
	30		29.7	13.8	29.3	10.4	29.7	30.0	29.7	29.1	25.2
		mežs	29.3	27.1	29.3	15.5	29.0	29.6	28.7	29.6	27.2
		mežs 5g.	30.2	0.0	29.9	0.0	29.9	30.2	30.2	30.2	22.6
		TC	29.3	28.0	28.0	26.2	30.2	30.2	29.9	26.5	28.5
	61		60.0	28.3	59.6	22.4	59.0	59.4	59.3	59.4	50.9
		mežs	59.7	53.6	58.5	31.1	57.3	59.1	57.3	59.1	54.5
		mežs 5g.	60.4	0.0	60.4	0.0	59.7	59.7	60.4	60.4	45.1
		TC	59.7	59.7	59.1	58.5	59.7	59.7	59.1	58.5	59.3
	154		149.7	73.5	148.2	54.9	146.7	146.7	146.7	145.2	126.4
		mežs	149.4	149.4	146.3	82.3	146.3	144.8	146.3	146.3	138.3
		mežs 5g.	150.9	0.0	150.9	0.0	147.8	149.4	147.8	147.8	112.0
		TC	147.8	144.8	144.8	137.2	144.8	143.3	143.3	138.7	143.4
900			79.4	74.2	79.0	30.1	78.7	79.2	78.2	78.7	72.2
	30		30.0	28.3	29.0	11.0	29.7	30.0	29.7	29.8	27.2
		mežs	29.3	29.3	29.6	26.2	29.0	29.6	28.7	29.6	28.9
		mežs 5g.	30.2	28.4	30.2	3.1	29.9	30.2	30.2	29.9	25.7
		TC	30.2	29.0	26.8	23.8	30.2	30.2	29.9	29.9	28.7
	61		59.9	56.7	59.6	24.8	59.3	59.7	59.3	59.6	54.9
		mežs	58.5	56.7	59.1	39.6	57.9	59.1	57.3	59.1	55.9
		mežs 5g.	60.4	56.7	60.4	0.0	59.7	60.4	60.4	60.4	52.3
		TC	60.4	59.7	59.1	59.7	59.7	59.7	59.1	58.5	59.5
	154		148.2	137.5	148.6	54.5	147.8	147.8	145.5	146.7	134.5
		mežs	144.8	128.0	146.3	108.2	146.3	141.7	146.3	146.3	138.1
		mežs 5g.	150.9	141.7	150.9	15.2	149.4	149.4	149.4	149.4	128.2
		TC	146.3	146.3	146.3	140.2	146.3	141.7	141.7	141.7	144.4
		Kopā	79.6	56.4	79.0	29.7	78.6	78.9	78.4	78.3	69.9

Izvērtējot vidējo maksimālās nogulsņēšanās punktu m no nogāzes virsotnes (Tabula 4.5), konstatēts, ka tas ir atkarīgs no klimata mitruma – mitrāka klimata gadījumā maksimālā nogulsņēšanās sākas 2-5m tuvāk profila lejasdaļai.

Apsaimniekošanas alternatīvas – konstatēts, ka nav striktu sakarību s-veida profila gadījumā nogulsņēšanās maksimuma atkarībai no apsaimniekošanas alternatīvas.

Tabula 4.5

Maksimālais augsnes nogulsņēšanās punkts, m no nogāzes virsotnes

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešana ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			81.2	40.5	81.1	40.3	81.3	81.3	81.3	81.0	71.0
	30		30.3	14.7	29.9	14.3	30.5	30.5	30.5	29.6	26.3
		mežs	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
		mežs 5g.	30.5	0.0	30.5	0.0	30.5	30.5	30.5	30.5	22.9
		TC	29.6	28.4	28.4	26.5	30.5	30.5	30.5	26.8	28.9
	61		61.0	30.5	61.0	30.5	61.0	61.0	61.0	61.0	53.3
		mežs	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
		mežs 5g.	61.0	0.0	61.0	0.0	61.0	61.0	61.0	61.0	45.7
		TC	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
	154		152.4	76.2	152.4	76.2	152.4	152.4	152.4	152.4	133.4
		mežs	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
		mežs 5g.	152.4	0.0	152.4	0.0	152.4	152.4	152.4	152.4	114.3
		TC	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
900			81.3	81.2	81.0	40.4	81.3	81.3	81.3	81.3	76.1
	30		30.5	30.2	29.6	14.1	30.5	30.5	30.5	30.5	28.3
		mežs	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5	30.5
		mežs 5g.	30.5	30.5	30.5	1.0	30.5	30.5	30.5	30.5	26.8
		TC	30.5	29.3	27.1	24.1	30.5	30.5	30.5	30.5	29.1
	61		61.0	61.0	61.0	30.5	61.0	61.0	61.0	61.0	57.2
		mežs	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
		mežs 5g.	61.0	61.0	61.0	0.0	61.0	61.0	61.0	61.0	53.3
		TC	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0	61.0
	154		152.4	152.4	152.4	76.7	152.4	152.4	152.4	152.4	142.9
		mežs	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
		mežs 5g.	152.4	152.4	152.4	1.0	152.4	152.4	152.4	152.4	133.5
		TC	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4	152.4
		Kopā	81.2	60.8	81.1	40.4	81.3	81.3	81.3	81.1	73.6

Izvērtējot vidējo nogulsņēšanās apjomu profilā kg m^{-2} (Tabula 4.6), konstatēts, ka tas ir atkarīgs no klimata mitruma – mitrāka klimata gadījumā arī profila ietvaros nogulsņējas vairāk nekā sausākos apstākļos.

Apsaimniekošanas alternatīvas – absolūtās vienībās nogulsņēšanās apjoms vislielākais ir treilēšanas ceļu gadījumā, bet tas saistīts ar lielāku noskalošanās apjomu.

Tabula 4.6

Vidējais augsnes nogulsšanās apjoms profilā kg m⁻²

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešana ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			-0.55	-0.16	-	-	-2.59	-1.10	-2.55	-0.76	-1.02
	30		-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.27	-0.04	-0.20	-0.01	-0.07
		mežs	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.17	-0.06	-0.05	-0.02	-0.04
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00
		TC	-0.03	-0.01	0.01	0.00	-0.88	-0.11	-0.75	-0.02	-0.22
	61		-0.18	-0.07	0.07	0.05	-1.12	-0.40	-1.23	-0.25	-0.42
		mežs	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.15	-0.06	-0.05	-0.02	-0.04
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.01	0.00	-0.01	-0.01
		TC	-0.72	-0.27	0.28	0.22	-4.29	-1.54	-4.87	-0.99	-1.65
	154		-1.46	-0.42	0.88	0.29	-6.39	-2.86	-6.21	-2.02	-2.56
		mežs	-0.03	0.00	0.01	0.00	-0.15	-0.07	-0.06	-0.03	-0.04
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.03	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
		TC	-5.79	-1.67	3.50	1.16	-25.35	-11.34	-24.74	-8.05	-10.20
900			-1.25	-0.27	0.50	0.22	-4.51	-2.16	-4.54	-1.31	-1.79
	30		-0.04	-0.01	0.00	0.50	-0.38	-0.06	-0.36	-0.02	-0.05
		mežs	-0.02	-0.01	0.01	0.00	-0.21	-0.07	-0.07	-0.03	-0.05
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.02	-0.02	-0.01	0.00	0.12
		TC	-0.15	-0.02	0.01	0.00	-1.28	-0.13	-1.35	-0.05	-0.37
	61		-0.30	-0.07	0.07	0.11	-2.24	-0.37	-2.12	-0.19	-0.69
		mežs	-0.02	-0.01	0.01	0.00	-0.21	-0.08	-0.08	-0.04	-0.05
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	-0.02	-0.02	-0.01	-0.01
		TC	-1.19	-0.28	0.28	0.45	-8.70	-1.36	-8.39	-0.72	-2.67
	154		-3.39	-0.73	1.41	0.27	-10.89	-6.06	-11.14	-3.71	-4.63
		mežs	-0.03	0.00	0.01	0.00	-0.21	-0.08	-0.11	-0.04	-0.06
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	1.00	-0.06	-0.02	-0.02	-0.01	0.11
		TC	-13.54	-2.93	5.65	0.91	-43.23	-24.14	-44.41	14.77	-18.70
		Kopā	-0.90	-0.22	0.41	0.05	-3.55	-1.63	-3.54	-1.03	-1.40

Izvērtējot augsnes apjomu, kas izskalojas no profila T ha⁻¹ (Tabula 4.7), konstatēts, ka tas ir atkarīgs no klimata mitruma – mitrāka klimata gadījumā no profila aizskalojas vairāk nekā sausākos apstākļos (0.9tha⁻¹ un 1.26tha⁻¹)

Apsaimniekošanas alternatīvas – absolūtās vienībās no profila visvairāk aizplūst treilēšanas ceļu gadījumā. Ļoti nozīmīgs ir nogāzes garums. Salīdzinot 30 m nogāzi ar 150m garu nogāzi, vidēji noplūst 0,9 un 2 t ha⁻¹, taču ir ļoti ievērojamas atšķirības pa augšņu tipiem.

Tabula 4.7

Augsnes apjoms, kas izskalojas no profila t ha⁻¹ gadā.

Nokrišņi, vid. mm	Nogāzes garums,m		Mežs F				Pievešana ceļš S				Kopā
		Apsaimniekošana	CL_F	L_F	SiL_F	SL_F	CL_S	L_S	SiL_S	SL_S	
700			0.44	0.17	0.29	0.07	1.89	1.21	2.29	0.92	0.91
	30		0.03	0.02	0.02	0.01	0.53	0.14	0.50	0.08	0.17
		mežs	0.02	0.00	0.01	0.00	0.31	0.14	0.14	0.06	0.08
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.01	0.01	0.01
		TC	0.10	0.06	0.08	0.03	1.72	0.35	1.84	0.24	0.55
	61		0.22	0.06	0.09	0.05	1.36	0.69	1.60	0.49	0.57
		mežs	0.02	0.00	0.01	0.00	0.27	0.13	0.14	0.06	0.08
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.02	0.01	0.01
		TC	0.86	0.22	0.34	0.18	5.07	2.58	6.24	1.88	2.17
	154		1.07	0.45	0.78	0.16	3.77	2.80	4.77	2.21	2.00
		mežs	0.03	0.00	0.01	0.00	0.21	0.10	0.16	0.05	0.07
		mežs 5g.	0.01	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.05	0.02	0.02
		TC	4.23	1.78	3.09	0.66	14.76	11.05	18.84	8.74	7.89
900			0.64	0.20	0.36	0.08	2.64	1.65	3.20	1.27	1.26
	30		0.07	0.03	0.03	0.01	0.62	0.19	0.67	0.08	0.21
		mežs	0.04	0.01	0.00	0.00	0.40	0.16	0.19	0.07	0.11
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.03	0.03	0.01	0.02
		TC	0.22	0.12	0.11	0.05	1.95	0.54	2.45	0.21	0.71
	61		0.25	0.09	0.09	0.05	1.87	0.74	2.11	0.52	0.71
		mežs	0.04	0.00	0.00	0.00	0.39	0.16	0.26	0.07	0.12
		mežs 5g.	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.03	0.03	0.01	0.02
		TC	0.94	0.35	0.37	0.19	6.94	2.75	8.13	1.98	2.71
	154		1.61	0.48	0.97	0.20	5.43	4.01	6.80	3.22	2.84
		mežs	0.04	0.00	0.01	0.00	0.35	0.15	0.32	0.08	0.12
		mežs 5g.	0.01	0.00	0.00	0.00	0.12	0.05	0.07	0.02	0.03
		TC	6.37	1.92	3.88	0.78	21.13	15.78	26.77	12.77	11.17
		Kopā	0.54	0.19	0.33	0.08	2.26	1.43	2.74	1.10	1.08

4.3. Modeļteritorijas izvēle iespējami augstu augsnes erozijas iespēju (ņemot vērā nogulumu kartogrāfisko materiālu), kurā veikta galvenā cirte pirms 1-4 gadiem

4.3.1. Teritoriju izvēle: Reljefa formas, to raksturojums un kvartāra nogulumi

Lauka apsekojumiem izvēlētās teritorijas prioritāti noteica pieejamie dati par nogulumu tipu izplatību un reljefa saposmjuuma analīze. Galvenā uzmanība tika pievērsta plakanvirsas pauguru, pirmmasīvu un stūra masīvu izplatības areāliem Vidzemes Centrālajā un Latgales augstienē. Minētās reljefa formas ir sevišķi pakļautas lineārās erozijas draudiem, tā kā to nogāžu garumi parasti pārsniedz 100m garumu. Mazāka uzmanību pievērsta galciofluviālām akumulācijas reljefa (osi, kēmi un kēmu terases) formām. (Enciklopēdija Latvijas daba 1.sēj. „augšņu erozija” 83.lpp. R.Āva).

Analizējot reljefa izolīnu zīmējumu PSRS topogrāfiskajā kartē mērogā 1:10 000, prioritāro reljefa formu robežās tika pievērsta uzmanība ne tikai pauguru relatīvajam augstumam un nogāžu garumam un slīpumam, bet arī lineāro erozijas formu atainojumam, kam raksturīgas vismaz 2 līdz 3 secīgas V-veida izlocītas augstuma horizontāles, kur leņķis līnijas locījuma vietā ir mazāks par 120°. Metode tiek plaši izmantota reljefa morfoloģijas pētījumos kas saucas „contour-crenulation method” izmantota arī pētījumos Latvijā (Soms J. 2010 pēc Strahler, 1957 and Morisawa, 1957 modified by Bauer, 1980).

Lai novērtētu ūdens erozijas procesu intensitāti lokālās situācijās t.i. iespējami spēcīgāk ūdens erozijai pakļautās vietās nogāzes platībā, tika izmantota augsni veidojošo faktoru un augsnes apraksta metodoloģija („Augšņu diagnostika un apraksts” A. Kārklīņa red., 2008).

Galvenās reljefa mezoformas (šeit un turpmāk Kārklīņš, 2008) – netieši norāda uz augsni veidojošo cilmiežu granulometrisko sastāvu un tāpēc tās var izmantot ūdens erozijas procesu intensitātes provizorisks novērtējumā.

Galvenās reljefa formas – norāda uz reljefa formu artikulāciju un saposmjuumu. Tā tiek izdalītas, lai raksturotu nogāžu kritumu un virsmas augstumu maksimālo starpību noteiktā teritorijā.

Novietojums – tiek aplūkots 2 reljefa apstākļu grupās: viļņota -pauguraina un līdzena reljefa apstākļos. Pētījuma gaitā izmantoti 1.grupas novietojuma tipi, kas atkarībā no novietojuma nogāzē paredz iespēju izšķirt 7 tipus.

Mikrotopogrāfija – norāda uz mikroreljefa dažādību viena novietojuma robežās un ievērojami var ietekmēt virszemes noteces raksturu.

Nogāzes forma – liecina par virszemes noteces raksturu, intensitāti. Izšķir 9 variantus, kas veidojas, kombinējoties nogāzes formas novērtējumam vertikālā un horizontālā virzienā.

Ekspozīcija – paredz izteikt debespūšu apzīmējumus, kas noteikti ar 23° soli, sākot no 0°.

Lai iegūtu priekšstatu par nogāzes slīpuma rakstura izmaiņām, ar klinometru tika noteikts vidējais slīpums visai nogāzei un slīpums katram pēc virsmas formas viendabīgam nogāžu posmam. Mērījumi tika veikti ar mērījumu precizitāti $\pm 0,5^\circ$.

Erozijas pamatiedalījums – tiek noteikts erozijas veids, atsevišķi nodalot tehnogēnās erozijas izpausmes.

Erozijas platība – tiek iedalīta 6 klasēs atkarībā no erodētās platības īpatsvara noteiktā teritorijā. Pētījuma kontekstā – novietojuma robežās.

Erozijas pakāpe – atkarībā no augsnes virsējo horizontu izjaušanas pakāpes tiek izšķirtas 4 klases.

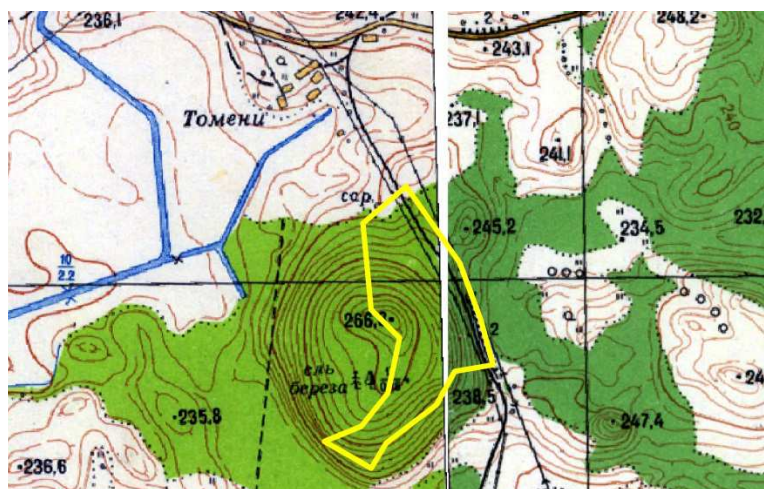
4.3.2. Augšņu granulometriskais sastāvs

Augsnes granulometriskais sastāvs tika noteikts lauka apstākļos paraugam, kas tika iegūts, izmantojot 50cm garu nesajauktu paraugu ievākšanas zondi. Augsnes paraugs parasti iekļāva vismaz divus augsnes ģenētiskos horizontus, kas deva iespēja izsekot augsnes granulometriskā sastāva izmaiņām, to secīgi fiksējot cilmieža virzienā, kā arī pievēršot uzmanību Ah horizonta biezumam un krāsai. Konstatētais granulometriskais sastāvs ļāva noteikt arī nogulumu ģenētisko tipu (glacigēns, glaciolimniskis, glaciofluviāls) un to salīdzināt ar nogulumu tipu Latvijas ģeoloģiskajā kartē (*Latvijas ģeoloģiskā karte mērogā 1 : 200 000. 43.lapa –Limbaži, 44.lapa – Alūksne, 45.lapa –Viļaka 53.lapa – Ainaži un 54.lapa – Valka; paskaidrojuma teksts un kartes. Valsts ģeoloģijas dienests, Rīga*)

Cirsmu platību nogāzēs, kur tika konstatētas mežtehnikas risas, viens augsnes paraugs tika ņemts raksturīgā risu vietā, bet otrs paraugs - tajā pašā novietojumā ārpus risas. Lauka apstākļos tika salīdzināts augsnes granulometriskais sastāvs un novērtēts mehāniskās erozijas pakāpe, t.i., vai ir izjaukta augsnes horizontu struktūra.

4.3.3.Erozijas novērtējums nesen veiktas galvenās cirtes platībās modelteritorijās

4.3.3.1. Teritorija Nr.1 „Vidzemes Centrālās augstienes pirmasivs – Gaiziņa apkārtnē” (Privātais mežs)



Attēls 4.1. „Tomēnu kalna cirsmas” attēlojums topogrāfiskajā kartē

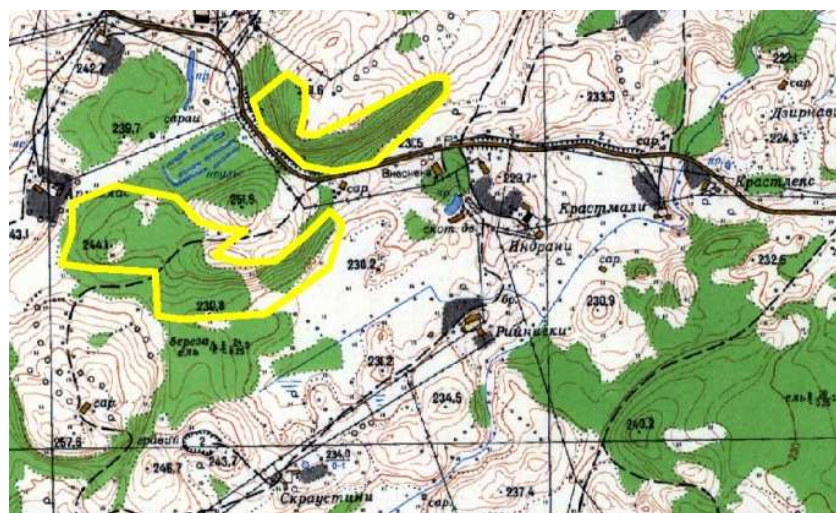
Tomēnu kalna cirsmā privātā mežā nocirsta 2012. gadā. Nogāzes slīpums nogāzes vidusdaļā un augšdaļā 17-26°, bet zemākajā daļā 8-12°. Cirsmā aizzēlusi ar lakstaugiem, bet kokaudze atjaunojusies ar lapu kokiem: apsi, bērzu, baltalksni un kļavu.

Paugura rietumu nogāzes lēzenākajā daļā, vietā, kur izveidojušās risas, virsmas, kuras slīpums apm. 8°, novērotas apm. 15cm dziļas strūklveida erozijas pēdas. Citviet uz nogāzes izveidotajās risās novērota augsnes noskalošanās ūdens sanesumu veidā (Attēls 4.2).



Attēls 4.2. Kreisajā pusē - risas ar erozijas pēdām Tomēnu kalnā; labajā pusē - sajaukti augsnes horizonti ar atsegtu augsni pretstatā koku krūmu segumam to apkārtnē

4.3.3.2. Teritorija Nr.2 „Viesienas pauguri Gaiziņa pirmmasīvā” (Privātais mežs)



Attēls 4.3. „Viesienas pauguru” cirsmu kontūras topogrāfiskajā kartē

2011. gada cirsmā atrodas uz paugura DR,D un DA nogāzes. Paugura relatīvais augstums 27m. Nogāzes garums 80m. Virsmas slīpums nogāzes augšējā daļā 16°, bet vidusdaļā un lejas daļā

24°. Cirsma aizzēlusi ar lakstaugiem. Kokaudze atjaunojusies pārsvarā ar apsi. Neskatoties uz nogāzes slīpumu nav konstatētas ūdens erozijas procesa pēdas.

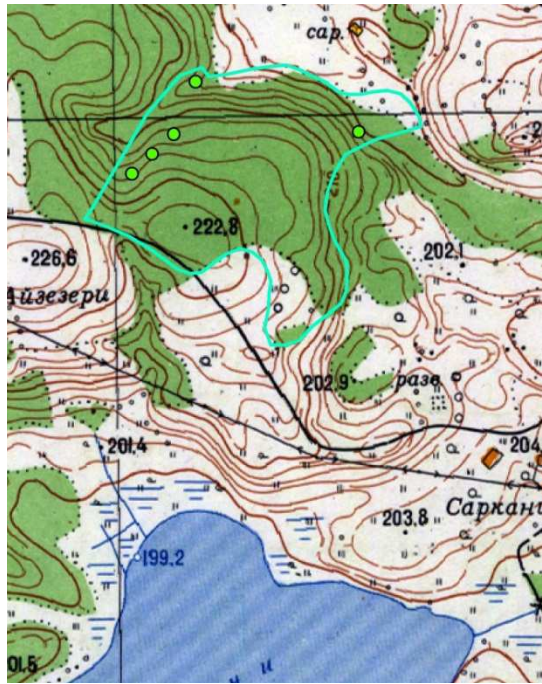


Attēls 4.4. Cirsma uz Viesienas paugura nogāzes. Kokaudzes atjaunošanās nav notikusi vienīgi pievešanas ceļu vietās

4.3.3.3. Teritorija Nr 3. „Sengravu saposmots morēnas paugurs Amatas labajā krastā” (Privātais mežs)

Cirsmas platība atrodas uz sarežģītas konfigurācijas morēnas paugurmasīva. Maksimālais relatīvais augstums starp paugurmasīva augstāko daļu un Z pakāji ir apm. 20m. Paugura virsmu saposmo apm. 12m dziļa sengrava. Apmēram 20° stāvā Z nogāze pāriet 3-6 ° stāvā dažādos virzienos vērsta nogāzē, kuru nomaina 6-13° stāva Z nogāze, kas turpinās līdz pat paugurmasīva augstākai virsotnei. (kartes fragmentā reljefa sarežģītā artikulācija nav redzama). Cirsma izstrādāta 2012. gada jūlijā un augustā.

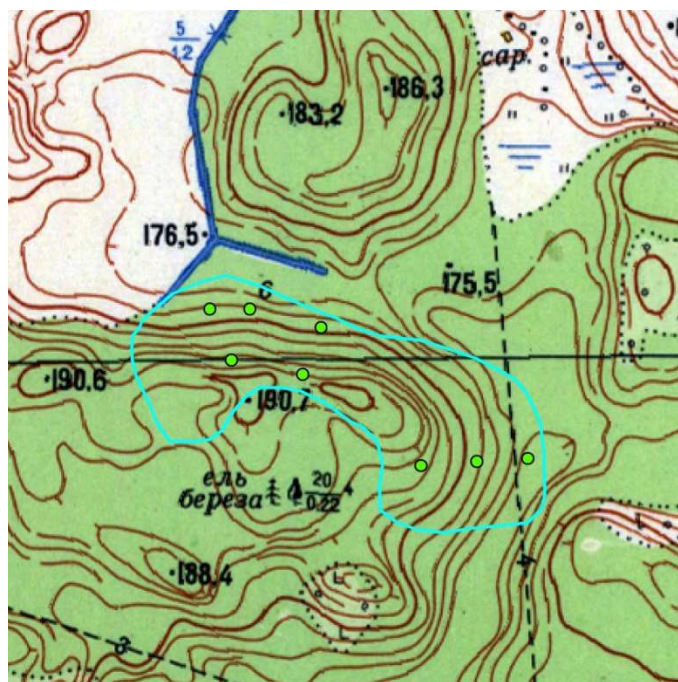
Cirsmas platība 90% apmērā aizzēlusi un apmēram 60% apmērā atjaunojusies ar lapu koku sugām - apsi, baltalksni. Sengravas nogāzes nav aizzēlušas un tajās nav notikusi kokaudzes atjaunošanās. Tomēr pēc acumēra novērojumiem stāvajās nogāzēs ūdens erozija nav notikusi, kaut arī to slīpums pārsniedz 25°. Par intensīvāku virszemes noteci pēc mežaudzes nociršanas liecina dažādas izmēra augsnes daļiņu sakopojums apmēram 30m² platībā gravas iznesu konā, tomēr nav konstatēta nonestā materiāla izcelsmes vieta. Vielu pārnese novērota pa risām cirsmas D daļā, kur nogāzes slīpums nepārsniedz 6-8°. Arī šeit līdzīgi kā citos objektos risās atrodošās nocirsto koku saknes un ciršanas atliekas ierobežo erozijas procesu intensitāti (pēc vizuāla novērtējuma).



Attēls 4.5. Sengravas saposmotās cirsma platības attēlojums topogrāfiskajā kartē Amatas ielejas labajā krastā

4.3.3.4. Teritorija Nr 4. „Dambakalns - morēnas paugurs Piebalgas paugurainē” (Privātais mežs)

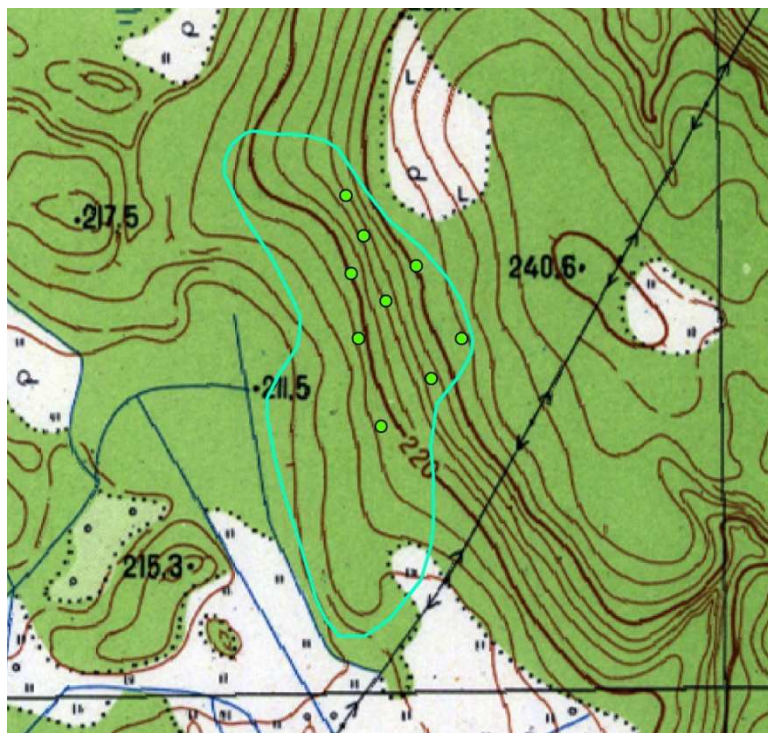
Teritorija Dambakalns atrodas uz morēnas paugura Z un A nogāzes. Maksimālais relatīvais augstums apm. 17m. Z nogāzes vidējais slīpums 19° , bet A nogāzē 17° . Nogāzes saliktas, to stāvākā ir lejas daļa, kas pāriet mazāk stāvā nogāzes augšdaļā. Kokmateriāli no cirsma izvesti 2013.gada aprīlī, kā rezultātā nogāzēs iebraukātas 30-70cm dziļas risas, kurās novērota augsnes noskalošanās, ko pastiprina augsnes sablīvēšana, kas kavē infiltrāciju.



Attēls 4.6. Damabakalna cirsma platības attēlojums topogrāfiskajā kartē

4.3.3.5. Teritorija Nr 5. „Platovirsas paugura R nogāzes cirsma Amatas kreisajā krastā” (Privātais mežs)

Anckīņkalna R stāvākās nogāzes daļas garums apmēram 140m. Relatīvais augstums 26m, bet vidējais slīpums pārsniedz 15° . Cirsma izstrādāta 2012.gada decembrī, bet 2013. gada vasarā tās Z daļa vismaz 70% apmērā atjaunojusies ar apsi. Virszemes noteces aktivizēšanās novērota cirsmas D daļā vietās, kur nogāzes krituma virzienā mežtehnika, nobraucot nost no pievešanas ceļiem, sablīvējusi augsni, izveidojot līdz 5cm dziļas risas. Cirsmas apsekošanu veicām augustā, tāpēc nav izslēgts, ka rudens periodā, pateicoties nokrišņiem, erozijas process kļūs intensīvāks. Tāpat minētajā cirsmas daļā tika konstatēta minimāla aizzēluma pakāpe, jauno kociņu un pameža trūkums, kas kavētu erozijas procesu aktivizēšanos. Atzīmējams, ka lielpaugura nogāzes saposmo vismaz 7 gravas, kas norāda uz erozijas procesu klātbūtni pleistocēna beigu posmā un zemkopības ietekmes rezultātā. Tomēr cirsmas nogāzē netika konstatēti glaciolīmisko nogulumu sega, kas no vienas puses norāda par neatbilstību rupja mēroga kvartārnogulumu kartes datiem, bet no otras puses atbilst plakanvirsas pauguru morfoloģijas īpatnībām Vidzemes augstienē (skat. A. Markota disertāciju „PLAKANVIRSAS PAUGURU MORFOLOĢIJA, UZBŪVE UN VEIDOŠANĀS APSTĀKĻI SALVEIDA AKUMULATĪVI GLACIOSTRUKTURĀLAJĀS AUGSTIENĒS LATVIJĀ”).

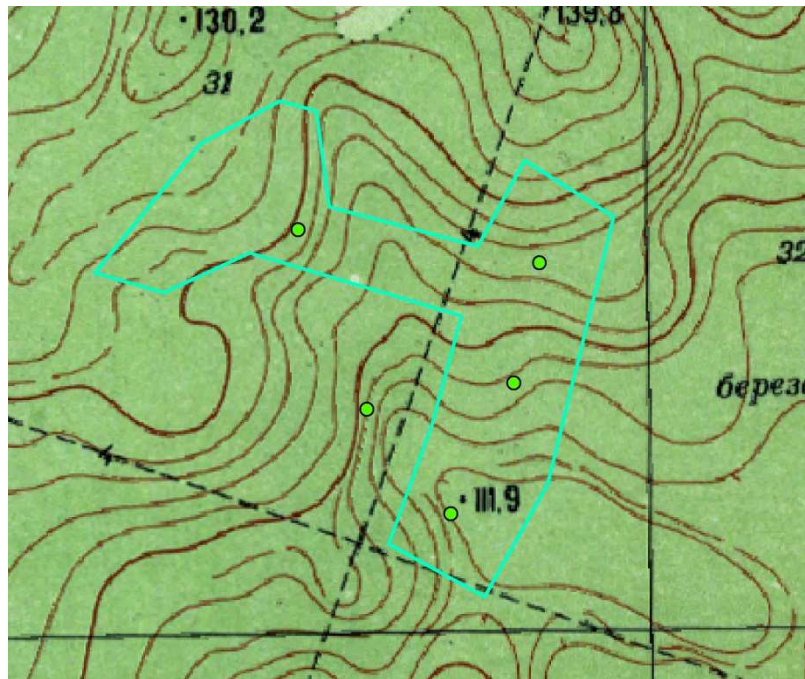


Attēls 4.7. Uz Anckīņkalna R nogāzes esošās cirsmas robežu attēlojums topogrāfiskajā plānā

4.3.3.6. Teritorija Nr.6. „Vietalvas katlu cirsma” (LVM)

„Vietalvas katli” ir toponīms teritorijai Vesetas kreisajā krastā, kur sastopamas īpatnējs reljefas ar vairāk kā 90 glaciokarsta ieplakām (Dauškans, 2011). Apsekotās cirsmas teritorijā konstatējām 2 glaciokarsta ieplakas. Teritorijas atrodas Vidzemes augstienes periferiālajā zonā, kur dominē kēmu terases. Nogulumus šeit veido glaciofluviāli rupjgraudaina smilts un grants. Cirsmas platībai piemīt saposmots sīkpaugurains reljefs. Nogāžu garumi nepārsniedz 40-50m, tomēr to slīpumi nereti pārsniedz 20° . Izņemot pašu stāvāko nogāžu posmus, visā cirsmas platībā ir veikta

augšnes apstrāde joslu veidā un veikta mākslīgā kokaudzes atjaunošana. Virszemes noteces akumulācija novērota atsevišķās apstrādātajās joslās uz stāvāko nogāžu posmiem, kur to ierobežo saknes un ciršanas atliekas. Tomēr lielākajā teritorijas daļā šādi procesi nav novēroti, ko lielā mērā var izskaidrot ar granulometrisko sastāvu, kas sekmē ūdens infiltrāciju pretstatā laterālai pārnesei lejup pa nogāzi, kā arī nelieliem sateces baseiniem, kas nesavāc „pietiekamu” ūdens apjomu, lai intensīvi akumulētos virszemes notece.



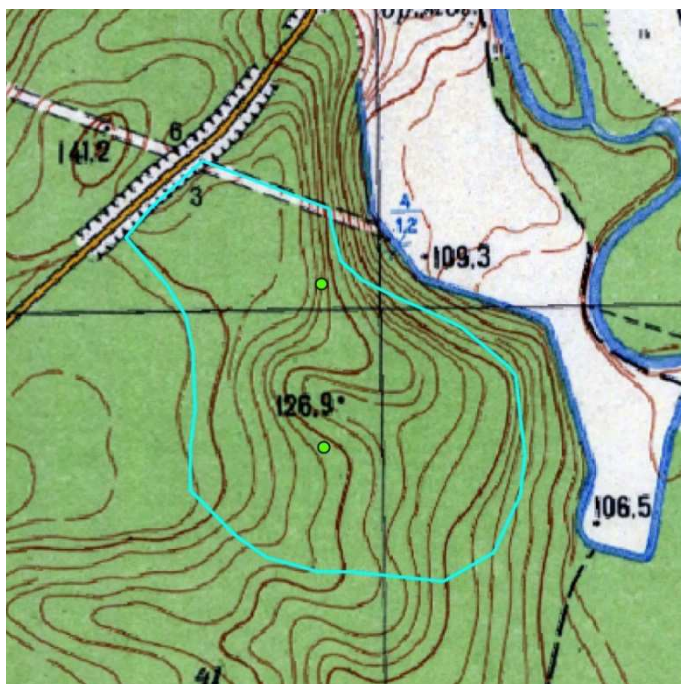
Attēls 4.8. Cirsmas robežu attēlojums „Vietalvas katlos”



Attēls 4.9. Cirsmas A nogāze Vietalvas katlos

4.3.3.7. Teritorija Nr.7. „Cirsma uz Vesetas ielejas nogāzes” (Privātais mežs)

Vesetas labā krasta nogāzē reljefu saposmo DA virzienā vērsta grava, kur iespējama tās turpmākā attīstība pie nosacījuma, ja aktivizējas virzemes notece augšpus gravas ievalka, veidojoties izskalojumvagām vai efemērajām gravām („Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība”, Nikodemus et al.,2009). Cirsmas platība nav aizzēlusi un mežaudze nav atjaunojusies. Gravigēno procesu intensitāti nav iespējams novērtēt, jo cirsmā izstrādāta 2013. gada pavasarī vai vasarā.



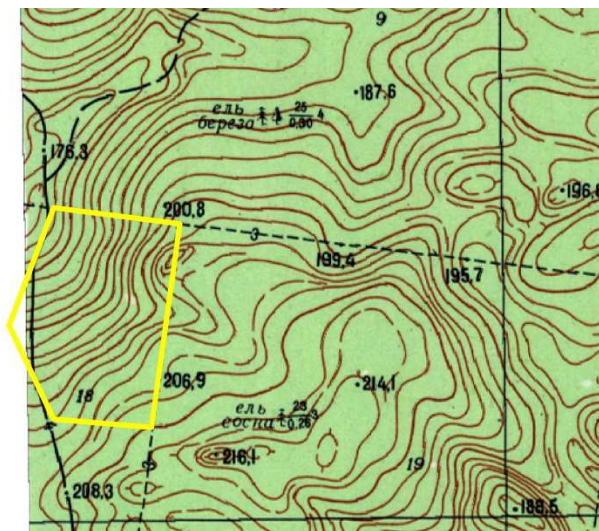
Attēls 4.10. Vesetas ielejas labā krasta nogāzes cirsmā topogrāfiskajā kartē



Attēls 4.11. Gravas saposmotā Vesetas labā krasta nogāzē

4.3.3.8. Teritorija Nr.8 „Nītaures stūra masīvs - Vasu kalna cirksma” (LVM)

Cirksma atrodas uz ledāja strapmēļu stūra masīva augstākā paugura R nogāzes. (Enciklopēdija „Latvijas Daba 3.sēj. „Mežoles pauguraine”). Maksimālais relatīvais augstums ir apm. 35m. Mežaudze nocirsta 2011./2012.gadā. Nogāzes garums apm.180m. Vidējais slīpums 17°. Stāvākā ir apakšējā trešdaļa, kam seko lēzenāka terase, kas pāriet mainīga slīpuma nogāzē līdz pat cirksmas robežai. Augsnes apstrāde platībā nav veikta un platība aizzēlusi ar avenēm. Kokaudzes atjaunošanās nav notikusi. Atsevišķās vietās, pievedējtraktoram pārvietojoties nogāzes krituma virzienā, notikusi augsnes virsējo horizontu sablīvēšanās, par ko liecina apmēram 3-7cm dziļās risas.



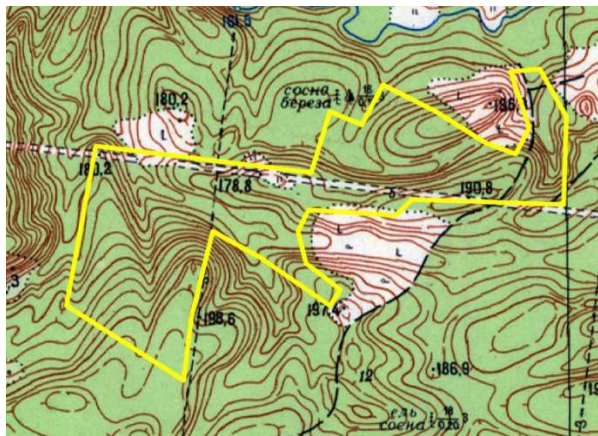
Attēls 4.12. Vasu kalna rietumu nogāze topogrāfiskajā kartē



Attēls 4.13. Skats uz cirksmas platību Vasu kalna rietumu nogāzē

4.3.3.9. Teritorija Nr.9 „Nītaures stūra masīva 2.cirsmā” (LVM).

Mainīgi saposmota cirsmas platība uz dažāda vērsuma nogāzēm. Relatīvais augstums attiecībā pret cirsmas zemāko punktu ir 20m. Nogāžu slīpums mainās robežās no 4 līdz 25°, vidēji 14° pie izteikti dažāda nogāžu vērsuma. Cirsmas faktiskā platība ir mazāka nekā nogabala platība. Cirsmas platībā veikta augsnes apstrāde, izņemot stāvākos nogāžu posmus un pārpurvotos pazeminājumus. Platība nav aizzēlusi, bet apstrādātajās joslās stādītas egles.



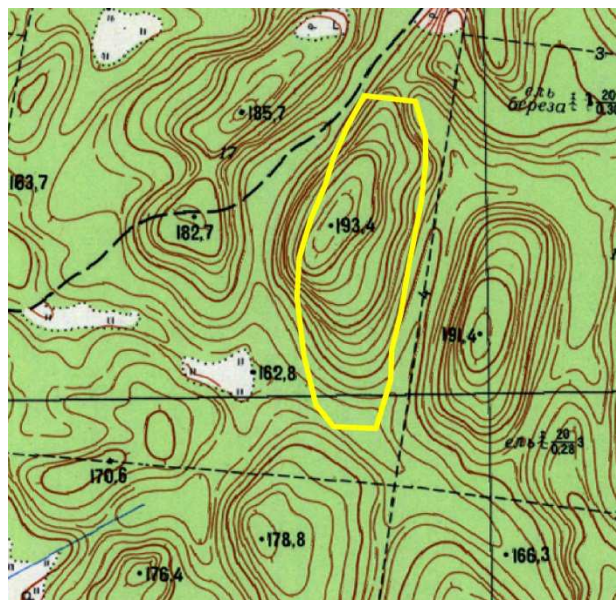
Attēls 4.14. Pa kreisi - „Nītaures stūra masīva 2.cirsmā” topogrāfiskajā plānā; pa labi - skats uz cirsmu no tās DR daļas



Attēls 4.15. Ah un E horizontu noskalošanās ūdens erozijas ietekmē apstrādātās augsne joslās „Nītaures stūra masīva cirsmā Nr 2”

Stāvākajās vietās novērota augsnes noskalošanās lejup pa apstrādātajām joslām. Novērots, ka mikroreljefs ievērojami ietekmē noskalošanās intensitāti. Koku saknes kalpo par mehānisku barjeru, pret kuru atduras no augstākiem novietojumiem nestās augsnes daļiņas.

4.3.3.10. Teritorija Nr.10 „Nītaures stūra masīva 3.cirsmā” (LVM)



Attēls 4.16. „Nītaures stūra masīva cirsmas 3.cirsmas” robežu attēlojums topogrāfiskajā plānā

Maksimālais relatīvais augstums 25m. Lielākie virsmas slīpumi fiksēti rietumu nogāzē, kur tie sasniedz 25-30°, bet mazākie DA nogāzē 8-17°. Cirmā augsnes apstrāde nav veikta, bet pievedot kokmateriālus A nogāzē iespiestas apm.30 cm risas. Cirms aizzēlusi ar lapu kokiem. Stāvākajos nogāžu posmos koku saknes kavē augsnes nonešanu lejup pa nogāzi.

4.3.4. Rezultāti

1. Saposmota reljefa apstākļos reljefa izolīnijas topogrāfiskajā kartē sniedz vienkāršotu vai neprecīzu informāciju par nogāžu virsmas raksturlielumiem – vērsumu un slīpumu spektru.
2. Kvartārnogulumu karte mērogā 1:200 000 sniedz visnotaļ atbilstošu priekšstatu par reljefa formu morfoloģiju un ģenēzi, tomēr lokālo apstākļu īpatnības to ievērojami izmaina.
3. Pēc pieejamiem datiem valsts mežu masīvos bija problemātiski atrast pēdējo gadu cirsmu platības, kuras nogulumu un reljefa saposmojuma ziņā būtu vērtējamās ar augstu ūdens erozijas potenciālu.
4. Konstatēts, ka, pateicoties 3 gadu ciršanas apliecinājumiem un ar to saistītai datu aktualizācijai, izcirtumu platības var klāt mežs. Atšķiras arī cirsmu faktiskās robežas, salīdzinot ar Meža digitālo karti.
5. Erozijas procesi novēroti vietās, kur mežtehnika radījusi augsne bojājumus – augsnes horizontu sajaukšanu un sablīvēšanu. Erozijas intensitāti samazina mehāniskās barjeras – koku saknes.
6. Novērots, ka straujš izcirtuma platību aizzēlums ar lakstaugiem un tūlītēja kokaudzis atjaunošanās ar lapu koku sugām (pārsvārā apsi) kavē efemēro gravu veidošanos.

7. Glaciolimnisko nogulumu – platovirsas pauguru izplatības areālos kokmateriālu transportēšanas rezultātā veidojas ievērojami augsnes bojājumi.

4.3.5. Ieteikumi

Esošais gravu tīkls var kalpot kā viena no pazīmēm potenciālā erozijas riska novērtējumā.

Kaut arī pauguru izmērs, aplūkojot to kā paugura pamatnes platības un relatīvā augstuma attiecību, netika izvērtēti analizēti, tieši šiem mezoforū raksturlielumiem pievēršama lielāka uzmanība, jo lielpauguru reljefā erozijas procesu iespējamība ir lielākā tāpēc, ka nokrišņu ūdeņus vienlaikus akumulē lielāka platība, nekā tas ir sīkpauguru reljefā. Turklāt lielpauguru litoloģisko sastāvu nereti veido tieši ūdens erozijas riskam vairāk pakļautie nogulumi – māls un smilšmāls. Kā papildus pazīme izmantojama pauguru virsmas saposmējuma pakāpe, tomēr tās izmantošanu kavē nepietiekami detālais augstuma modelis.

2013. gada lauku darbu gaitā konstatēts, ka nepiemērotā izstrādes sezonā augsnes bojājumi, kā ietekmē aktivizējas nogāžu procesi, notiek arī vietās, kur nogāžu slīpums nepārsniedz 6 - 8°, bet arī laba sasaluma apstākļos pat uz viegla granulometriskā sastāva augsnēm, traktoram braucot pa ciršanas atliekām nenoklātu vietu, augsnes bojājumi uz nogāzēm konstatēti sākot ar 14° slīpumu. Lai novērstu augšņu bojājumus un mazinātu ūdens erozijas riskus, pievešanas ceļi jāplāno un jāierīko tajās vietās uz nogāzēm, kas mazinātu pievešanas maršruta izmaiņu motivāciju cirsmu izstrādes laikā. Jāseko arī, vai cirsmu izstrādes laikā tiek ievērota prasība pievedējtehnikai pārvietoties pa pievešanas ceļiem.

Uz morēnas un glaciolimnisko pauguru nogāzēm jāierobežo augsnes apstrāde, priekšroku dodot dabiskai kokaudzes atjaunošanai vai veicot augsnes sagatavošanu laukumiņos.

Praktiskai augsnes erozijas novērtēšanai pirms mežsaimnieciskās darbības LVM darbinieki erozijas risku var novērtēt, izmantojot pagājušajā gadā izstrādāto algoritmu, pēc kura nosaka erozijas draudu klasi. Savukārt vietās, kurās erozijas draudi vērtēti kā augsti, pirms saimnieciskās darbības veikšanas veicama detāla augsnes erozijas draudu novērtējums, izmantojot datorprogrammu WEPP. Būtiski norādīt, ka eroziju var izraisīt atsevišķas spēcīgas lietuseģāzes, kuru varbūtība kopumā vērtējama kā zema (piem., reizi 50 gados). Programmu var izmantot, arī modelējot vienu atsevišķu notikumu (lietuseģāzi). Atbilstoši mūsu pētījumiem, nogāzēs augsnes granulometriskais sastāvs mainās ļoti strauji, tādēļ modelējot rekomendējams ievērot piesardzības principu un pieņemt, ka visā nogāzes profilā ir augsne ar augstāko erozivitātes pakāpi, kāda konstatēta apsekojuma laikā.

Praktiskai izmantošanai audzes līmenī var izmantot arī ArcGIS rīkus, piem., Spatial analyst, 3D analyst.

Būtiski norādīt, ka reljefs, kāds tas atspoguļots topogrāfiskajās kartēs, vietām ievērojami atšķiras no situācijas dabā, tādēļ nepieciešams reljefu novērtēt uz vietas dabā. Plānotā uz LiDAR datiem balstītā Latvijas reljefa kartes izveide 2014.-2017.gadā nākotnē varētu uzlabot topogrāfisko karšu reljefa precizitāti.

4.3.6. Izmantotā literatūra

1. Kārkliņš A., 2007. Augsnes diagnostika un apraksts Lauku darbu metodika, LLU Jelgava. 119 lpp.
2. Āboltiņš O., 1995. Mežoles pauguraine. Grām. Kavacs G. (red.), *Enciklopēdijā "Latvija un Latvieši"*. *Latvijas daba*. 3.sēj. Rīga, Latvijas enciklopēdija, 242.-244.lpp
3. Daukšāns, Māris. *Kēmu terases Latvijas starpību izometriskajās augstienēs*. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga:[LU], 2013. 110 lpp. ISBN 978-9984-45-734-5
4. Kārkliņš, A. Augsnes diagnostika un apraksts. Jelgava: LLU, 2008. 336 lpp. ISBN 978-9984-784-20-5.
Markots, Aivars. *Plakanvirsas pauguru morfoloģija uzbūve un veidošanās apstākļi salveida akumulatīvi glaciostrukturālajās augstienēs Latvijā*. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga:[LU], 2011. 95 lpp. ISBN 978-9984-45-315-6.
5. Nikodemus, O. (red.) Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība. LU Akadēmiskais apgāds, 2008. 256 lpp. ISBN 978-9984-45-075-9.
6. Soms, Juris. *Gravu morfoloģija, to veidošanās un erozijas tīkla izvietojuma likumsakarības dienvidaustrumu Latvijā*. Promocijas darba kopsavilkums. Rīga:[LU], 2010. 106 lpp. ISBN 978-9984-45-253-1.

5. Meža meliorācijas sistēmu novadgrāvju sedimentācijas dīķu efekta ietekmes novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā

5.1. Ievads

Pētījumi par to, ka meliorācijai vai grāvju atjaunošanai varētu būt kāda ietekme arī uz citām ekosistēmām, piemēram, upi, kurā meliorācijas sistēma ietek, ir uzsākti salīdzinoši nesen. Latvijā līdz šim veiktie pētījumi pārsvarā koncentrējušies uz meliorācijas un meliorācijas sistēmu renovācijas ietekmi uz kokaudzes ražību. Tomēr pēdējos gados aktualitāti guvušie jautājumi, kas saistīti ar iekšzemes ūdeņu un Baltijas jūras eitrofikāciju, likuši pievērsties cilvēka darbības ietekmes analīzei. Ir skaidrs, ka eitrofikāciju izraisa gan lauksaimniecības aktivitātes, gan mežsaimnieciskā darbība, bet kāds tieši ir mežsaimniecības pienesums biogēno vielu apritē un barības vielu iznesē, nav īsti zināms. Latvijā ir veikts pētījums par biogēno elementu apriti upju ūdeņos un dažādās mežaudzēs to krastos (Indriksons, 2009), kurā akcentēta aizsargjoslu nozīmība upju ūdens attīrīšanā, kā arī tas, ka biogēno vielu apriti ietekmē ļoti daudzu faktoru mijiedarbība. Pētījumi par konkrētu mežsaimniecisko darbību ietekmi uz ūdens kvalitāti ūdenstecēs Latvijā līdz šim nav veikti. Līdz ar to uzskatāms, ka pētījums par meliorācijas sistēmu renovācijas ietekmi uz dabiskajām ūdenstecēm sistēmu lejtecēs ir nepieciešams un aktuāls.

Līdz šim pētījumi par barības vielu iznesi no meliorētām platībām galvenokārt veikti Somijā; tie pārsvarā aizsākti 1990.gadu vidū. Piemēram, laika periodā no 1995. līdz 2001.gadam somu zinātnieki veikuši pētījumus par ūdensteču aizsargjoslu un sedimentācijas dīķu ietekmi uz suspendēto daļiņu izskalošanos no nosusinātām kūdras augsnēm. Pētījumi veikti, ilgstoši analizējot gan aizsargjoslā ieplūstošos, gan izplūstošos ūdeņus un novērtējot to ķīmiskās un fizikālās īpašības (Nieminen et al. 2005). To laikā veikta meliorācijas sistēmu uz kūdras augsnēm renovācija. Jāatzīmē, ka Somijā ieteiktais aizsargjoslu platums gar ūdenstilpēm privātajos mežos ir 3-5 metri, valsts mežos – 10-20 metri, pie grāvjiem 3-5 metri, strautiem 10-15 metri, bet upēm – 30-50 metri. Latvijā šādi diferencēti normatīvi nepastāv, aizsargjoslu platumi ir definēti atkarībā no ūdensteces garuma un ūdenstilpes platības. Somu pētījumā secināts, ka platākas aizsargjoslas (virs 1% no ietekmētās ūdensteces platības) būtiski vairāk aizkavē suspendēto daļiņu nonākšanu ūdenstecēs (izskalo to daļiņu apjoms samazinās par 70%, salīdzinot ar kontroli) nekā vidēja izmēra aizsargjoslas, kuras aiztur tikai apmēram 40-50% suspendēto daļiņu no caurplūstošajiem ūdeņiem. Pētnieki norāda arī, ka iepriekš ir tikusi pētīta suspendēto daļiņu izskalošanās no minerālaugsnēm, ko galvenokārt izraisījuši stipri nokrišņi kailciršu platībās. Šajā gadījumā daļiņas netiek izskalotas no augšnes dziļākajiem slāņiem, bet gan no pašas virskārtas, kur atrodas ciršanas atliekas dažādās sadalīšanās stadijās (Joensuu et al. 1999, Nieminen et al. 2010).

Somu pētījumos secināts arī, ka aizsargjoslas aizturēto suspendēto daļiņu daudzumam ir cieša pozitīva korelācija ar aizsargjoslā ieplūstošajā ūdenī esošo suspendēto daļiņu daudzumu. Autori

atzīmē, ka aizsargjoslā ierīkottus filtrācijas laukus būtu iespējams izmantot meliorācijas sistēmās nonākušo suspendēto daļiņu uzkrāšanai sedimentācijas baseinu vietā, bet tas var veicināt buferzonas augsnes slāņa pastiprinātu piesārņošanu ar suspendētajām daļiņām (Linjeniemi et al. 2003).

Pēc grāvju renovācijas kūdras augsnēs suspendēto daļiņu apjoms pieaug līdz 100-200 mg L⁻¹, pēc dažām nedēļām to daudzums sarūk līdz 8-70 mg L⁻¹. Principā paaugstināts suspendēto daļiņu saturs ir paaugstināts pat 10 gadus pēc grāvju rakšanas. Fosfors no kūdras augsnes var izskaloties pat 20 gadus pēc aktivitātes, sevišķi, ja rokot ir aizskarts minerālaugsnes slānis zem kūdras. Lietusgāžu laikā suspendēto daļiņu apjoms palielinās vismaz 2-3 gadus pēc grāvju tīrīšanas (Nieminen, personiska konsultācija).

Pētījumā par sedimentācijas baseinu ietekmi uz suspendēto daļiņu iznesi no sateces baseina secināts, ka, salīdzinājumā ar kontroli, kur nav veikta meliorācijas sistēmas renovācija, pirmajos gados (sevišķi pirmajā) pēc renovācijas suspendēto daļiņu apjoms, kas nonāk sedimentācijas dīķos, ir pat 11 reizes lielāks un sasniedz 48.5 mg L⁻¹ (Joensuu et al., 1999). Pat ja pirmajā gadā pēc grāvju renovācijas sedimentācijas baseins, saskaņā ar novērojumiem, savu funkciju īsti nepilda, jau, sākot ar otro novērojumu gadu, aizturēto suspendēto daļiņu apjoms ir būtisks (Joensuu 1992, Manninen 1998).

Svarīgākais upju un dabisko ūdensteču eutrofikācijas risku samazināšanā ir novērst suspendēto daļiņu un biogēno elementu virzīšanos uz ūdenstilpēm, kuras atrodas leļpus meliorācijas sistēmām. Sedimentācijas dīķi jeb nosēdbedres aiztur pašas daļiņas, bet barības vielas parasti tomēr nonāk strautā vai upē. Kā cita iespēja minama - atstāt grāvī netīrītas sekcijas, kuras darbotos kā filtri. Šādas sekcijas būtu jāparedz jau grāvju projektēšanas stadijā. Svarīgi ir nepieļaut biogēno elementu nonākšanu tieši ūdenstecēs ar meliorācijas sistēmas ūdeņiem. Ir arī pierādīts, ka aizsargjoslas gar ūdenstilpēm efektīvi aiztur P un N. Toties nosēdbedres šos elementus principā neaiztur. Iepriekšējo pētījumu rezultāti liecina, ka nozīmīgs ir arī sedimentācijas dīķa izmērs. Liela izmēra sedimentācijas dīķi, kas vienlaikus izmantojami kā meža dzīvnieku dzirdinātavas vai ūdens ņemšanas vietas ugunsdzēsības vajadzībām, darbojas efektīvāk eutrofikācijas samazināšanā. Somijā platībās uz kūdras augsnēm, kurās mežs nav audzēts iepriekš, mēdz rakt grāvim paralēlu otru, seklāku, grāvi, kura funkcija ir caur drenāžu uzņemt to ūdeni, ar kuru pamatgrāvis pavasaros netiek galā (Nieminen, personiska konsultācija).

Viens no nozīmīgākajiem sedimentācijas dīķu darbības efektivitātes rādītājiem ir suspendēto cietvielu daudzums, kas no meliorācijas sistēmas novadgrāvjiem nonāk ūdensteču ūdenī. Suspensija ir cietviela, kas parasti šķīdumā tiek izklīdināta daļiņās, kas lielākas par vissmalkāko augsnes frakciju - koloīdiem (> 0.0001 mm) un pieder granulometriskā sastāva māla, duļķu, putekļu vai smilts frakcijām. Atsevišķi izdala jēdzienus: TDS – kopējais izšķīdušo cietvielu daudzums (total dissolved solids) – kopējo izšķīdušo cietvielu un kopējo suspendēto cietvielu summa; TSS – kopējais suspendēto cietvielu daudzums (total suspended solids) – atlikušais materiāls, ko var atdalīt no šķīduma, izmantojot filtrēšanu. Uzskatāms, ka tieši TSS parasti izraisa lielākās problēmas pēc nosusināšanas grāvju pārtīrīšanas vai jaunu grāvju sistēmu ierīkošanas, veidojot augsnes sanesumus grāvju leļtecē vai upēs, kas rada kaitējumu zivīm un citiem ūdens faunas pārstāvjiem.

Jāatzīmē, ka pat Somijā nav izstrādāta metode biogēno elementu kritisko koncentrāciju noteikšanai; visi secinājumi izriet no ilgstošiem novērojumiem renovētās meliorācijas sistēmās un kontroles platībās. Līdz ar to būtu jāpieņem, ka faktiskā vielu koncentrācija novērojumu periodā

raksturo atšķirīgu meža ekosistēmu īpatnības, un būtu jāvērtē nosēdbedres efektivitāte katrā konkrētajā gadījumā.

Balstoties uz esošās situācijas analīzi, šī pētījuma mērķis ir noskaidrot nosēdbedru jeb sedimentācijas dīķu ietekmi uz suspendēto cietvielu un biogēno elementu iznesi no meliorācijas sistēmām pēc meža meliorācijas sistēmu renovācijas. Lai mērķi realizētu, izvirzīti sekojoši uzdevumi:

1. Trijos 2012.gadā ierīkotos pētījumu objektos 2013.gada vasaras sezonā veikt regulārus (divreiz mēnesī) noteces mērījumus un iegūt ūdens paraugus, lai varētu noskaidrot biogēno vielu apjomu tajos un to iznesi no sateces baseina visā novērojumu periodā.
2. Novērtēt nosēdbedru efektivitāti katrā pētījumā iekļautajā objektā, salīdzinot rezultātus ar 2012.gada rezultātiem.

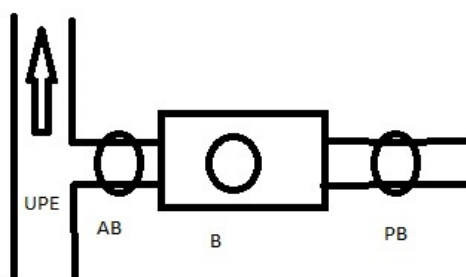
5.2. Pētījuma objekti

5.2.1. Pētījuma objektu izvēle un dizains

2013.gadā turpināti novērojumi trijos iepriekšējā pārskata periodā (2012.gads) ierīkotajos objektos A/S „Latvijas valsts meži” apsaimniekotajos nosusinātajos mežos - 2 objekti Rietumvzemes un viens objekts Ziemeļkurzemes mežsaimniecībā. Atšķirībā no 2012.gada izmantotās metodikas ūdens paraugi netika vākti upē, jo dati uzrādīja neizskaidrojamas vielu koncentrāciju svārstības visā novērojumu periodā, ko varētu būt izraisījuši citi faktori ārpus pētījumā iekļautās teritorijas. Tāpat tika samazināts ievācamo paraugu skaits pirms nosēdbedres, par paraugu ņemšanas vietu izvēloties vidējo no 2012.gadā izmantotajām paraugu ņemšanas vietām pirms nosēdbedres. Līdz ar to katrā objektā grāvju profila uzmērīšana un ūdens paraugu ņemšana notika trīs dabā atzīmētos parauglaukumos. Parauglaukumu izvietojums tika plānots tā, lai iegūtu iespējami precīzu ūdens sastāva paraugu pirms un pēc nosēdbedres, kā arī pašā bedrē. Attālums starp paraugu ņemšanas vietām, līdzīgi kā iepriekš, izvēlēts 70-80 metri.

2013. gada maijā turpināta empīrisko datu ievākšana atlasītajos pētījumu objektos, pārbaudot sedimentācijas dīķu stāvokli un ievācot ūdens paraugus divreiz mēnesī.

Vispārīga parauglaukumu izvietojuma shēma visos trīs pētījumā iekļautos objektos parādīta 5.1.attēlā (Attēls 5.1. Paraugu ievākšanas vietu izvietojuma vispārēja shēma (apzīmējumi: PB- pirms bedres, B – bedre, AB – aiz bedres), attālums starp paraugu ņemšanas vietām 70-80 metri.

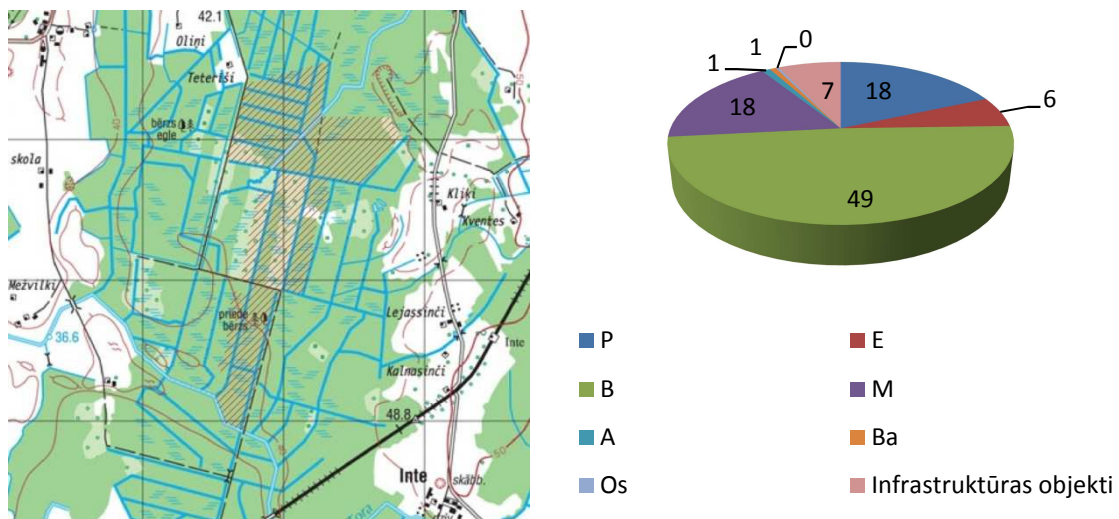


Attēls 5.1. Paraugu ievākšanas vietu izvietojuma vispārēja shēma (apzīmējumi: PB- pirms bedres, B – bedre, AB – aiz bedres), attālums starp paraugu ņemšanas vietām 70-80 metri

5.2.2. Pētījuma objektu raksturojums

1. Rietumvidzemes mežsaimniecības 423.piejūras meža iecirkņa meža meliorācijas sistēmas „Stūrīši” maģistrālais grāvis N-41. Grāvja sateces baseina platība 272.1 ha.

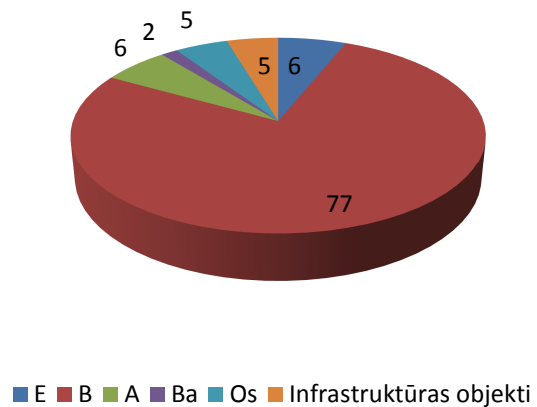
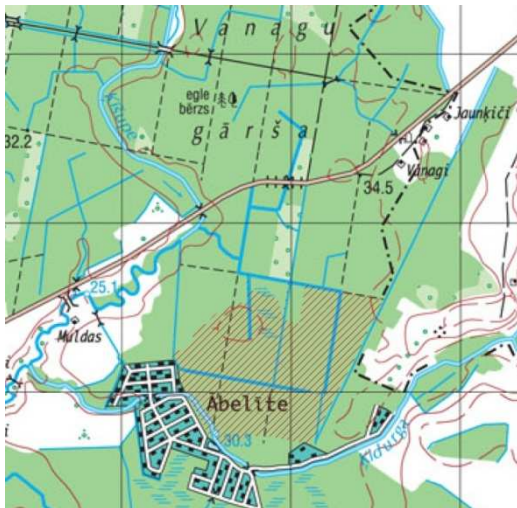
Koku sugu aizņemtās platības procentuālais sadalījums sateces baseina teritorijā parādīts 5.2. att. Redzams, ka valdošās koku sugas ir bērzs, priede un melnalksnis, kopā veidojot gandrīz 85% no mežaudzēm sateces baseina teritorijā. Nosēdbedre veidota grāvja lejtecē pirms tā ietekas upē Tora, tās garums 50 metri, dziļums – 0.5 metri lielāks par grāvja dibena dziļumu konkrētajā vietā. Saskaņā ar lauka darbu žurnālu grāvi N-41 sāka renovēt 11.04.2012., beidza 11.05.2012., bet nosēdbedre tika pārtīrīta 15.05.2012. Ūdens paraugi analīzēm ievākti un grāvja profils mērīts 3 vietās - pirms nosēdbedres, pašā bedrē un vienā vietā aiz bedres. Kopumā 2013. gada novērojumu periodā paraugi ievākti 13 reizes.



Attēls 5.2. N-41 sateces baseina novietojums (iesvītrots) un platības sadalījums pēc valdošās koku sugas, %

2. Rietumvidzemes mežsaimniecības piejūras meža iecirkņa meža meliorācijas sistēmas „Vanaqu gārša 3” maģistrālais grāvis N-52. Grāvja sateces baseina platība 73.2 ha.

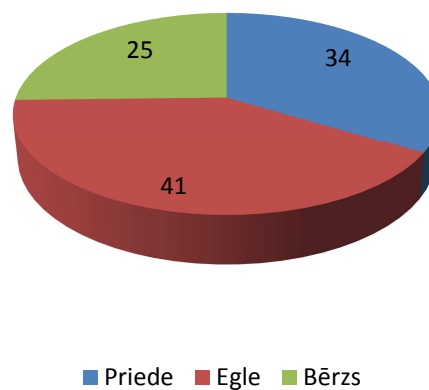
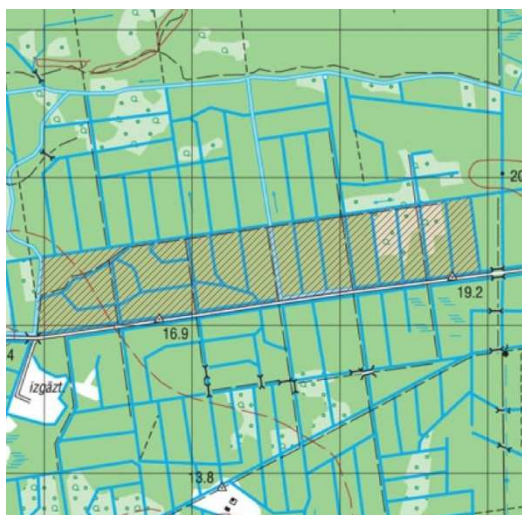
Koku sugu aizņemto platību procentuālais sadalījums sateces baseina teritorijā parādīts 5.3. attēlā. Redzams, ka galvenās valdošās koku sugas ir bērzs, kopā veidojot 77% no mežaudzēm sateces baseina teritorijā. Nosēdbedre veidota grāvja lejtecē pirms tā ietekas savācējgrāvī S-54, tās garums 50 metri, dziļums – 0.5 metri lielāks par grāvja dibena dziļumu konkrētajā vietā. Saskaņā ar lauka darbu žurnālu grāvi N-52 sāka renovēt 23.05.2012., beidza 01.06.2012., bet nosēdbedre tika pārtīrīta 13.09.2012. Ūdens paraugi analīzēm ievākti un grāvja profils mērīts 3 vietās - pirms nosēdbedres, pašā bedrē un vienā vietā aiz bedres. Kopumā 2013. gada novērojumu periodā paraugi ievākti 13 reizes, četras reizes - divas jūlijā, pa vienai augustā un septembrī - konstatēts, ka meliorācijas sistēma ir pilnīgi sausa un paraugus attiecīgi nav iespējams ievākt.



Attēls 5.3. N-52 sateces baseina novietojums (iesvītrots) un platības sadalījums pēc valdošās koku sugas, %

3. Ziemeļkurzemes mežsaimniecības meža meliorācijas sistēmas „Bušnieku kanāla grāvji 1” maģistrālais grāvis N-23. Sateces baseina platība 76.07 hektāri

Sateces baseina teritorijā atrodas galvenokārt meži As un Am meža tipos (attiecīgi 80% un 20%). Pārējo meža tipu sastopamība sateces baseina teritorijā uzskatāma par nebūtisku. Augsnes sastāvā galvenokārt atrodamas smilšu un smilšmāla augsnes. Ierīkotas 3 paraugu ņemšanas vietas – augšpus nosēdbedres, viena pašā bedrē, viena aiz bedres uz grāvja N-23. Ir zināms, ka grāvi renovēja laikā no 2012.gada 11.līdz 21. jūlijam. Grāvja kritums 1.19 promilles, nosēdbedres garums 30 metri. Dziļums 0.5 metri. Nosēdbedre tika atkārtoti pārtīrīta 2013.gada pavasarī. Kopumā 2013. gada novērojumu periodā paraugi ievākti 13 reizes.



Attēls 5.4. N-23 sateces baseina novietojums (iesvītrots) un platības sadalījums pēc valdošās koku sugas, %

5.3. Mērījumu un analīžu veikšanas metodika

5.3.1. Ūdens notece

Notece mērījumi veikti, nosakot straumes ātrumu katrā parauga ievākšanas reizē un vietā. Tas darīts 10 metrus garā posmā piecos atkārtojumos pēc virsmas pludiņa metodes. Zinot laika periodu, kurā pludiņš veic 10 metrus garo posmu, iespējams aprēķināt straumes vidējo ātrumu konkrētajā vietā. Gadījumos, kad straumes ātrums nav nosakāms pretvēja vai niecīgās straumes dēļ, pieņemts, ka ātrums ir tuvs nullei, kas nozīmē arī to, ka konkrētajā laika periodā biogēno elementu iznese būs tuva nullei.

Lai aprēķinātu biogēno elementu iznesi, nepieciešams zināt arī grāvja šķērsprofila laukumu. To iespējams izmērīt, katrā paraugu ņemšanas vietā perpendikulāri krastam nosakot ūdens virsmas platumu un, atkarībā no tā, ik pēc noteikta attāluma nosakot ūdens dziļumu. Vietās ar ūdens virsmas platumu līdz 200 cm dziļums mērīts ik pēc 10 cm, ar platumu 201-500 cm – ik pēc 20 cm, bet platākos grāvjos un upēs – ik pēc 40 cm. Kamerāli sareizinot šķērsriezuma laukumu ar straumes ātrumu, iegūst ūdens daudzumu, kas aizplūst caur parauga ņemšanas vietu konkrētajā brīdī. No šī lieluma, savukārt, iespējams iegūt katra biogēnā elementa izneses apjomu no grāvja sateces baseina visā novērojumu periodā.

5.3.2. Ūdens ķīmiskais sastāvs

Ūdens paraugi grāvī katrā objektā ievākti divas reizes mēnesī tajās pašās vietās, kur mērīta notece – vienā vietā augšpus sedimentācijas dīķa, sedimentācijas dīķa vidusdaļā un vienā vietā lejpus sedimentācijas dīķa. Katrā vietā vienā reizē ņemti 750-1000 mL, paraugi iepildīti plastmasas pudelēs un aukstumkastēs transportēti uz laboratoriju. Ūdens paraugs vienmēr ņemts pirms profila un straumes ātruma mērījumiem.

LVMI „Silava” Meža vides laboratorijā ūdens paraugos noteikti sekojoši fizikālie un ķīmiskie parametri: cieto suspendēto vielu saturs, N-NH_4^+ , N-NO_3^- , N_{kop} , P-PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} saturs (mg L^{-1}), pH līmenis un izšķīdušā organiskā oglekļa saturs.

Pirms N-NH_4^+ , N-NO_3^- , P-PO_4^{3-} , K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+} satura noteikšanas ūdens paraugi filtrēti caur borsilikātu stikla šķiedras filtriem. Ūdens paraugu pH noteikts atbilstoši LVS ISO 10523 standartam. Kalcija (Ca^{2+}) un magnija (Mg^{2+}) saturs noteikts, izmantojot liesmas atomu absorbcijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS EN ISO 7980 standartam. Kālija (K) saturs noteikts, izmantojot liesmas emisijas spektrofotometrijas metodi, atbilstoši LVS ISO 9964-3:2000 standartam. Amonija jonu (N-NH_4^+) saturs ūdens paraugos noteikts atbilstoši LVS ISO 7150/1:1984 standartam, izmantojot spektrofotometrisko metodi. Nitrātu jonu (N-NO_3^-) saturs noteikts, izmantojot Machenery Nagel PF11 fotometru un nitrātu noteikšanas testa komplektu Visocolor ECO 5-41. Fosfātu jonu (P-PO_4^{3-}) saturs noteikts atbilstoši LVS EN ISO 6878 standartam, izmantojot amonija molibdāta spektrofotometrisko metodi. Kopējais slāpekļa (N_{kop}) saturs noteikts, izmantojot modificētu Kjeldāla metodi. Cieto suspendēto vielu saturs noteikts atbilstoši LVS EN 872 standartam. Izšķīdušā organiskā oglekļa saturs noteikts atbilstoši LVS EN 1484:2000 standartam, metodes pamatā ir katalītiskā sadedzināšana un infrasarkanā detektēšana.

Vielu koncentrāciju atšķirību būtiskums starp paraugu ņemšanas vietām un gadiem analizēts ar Manna-Vitneja testu.

5.4. Rezultāti

Pavisam kopā 2013.gada novērojumu periodā ievākti un analizēti 105 ūdens paraugi. Ssalīdzinoši garākā novērojumu sezona ļāva paraugus ievākt vairākos atkārtojumos nekā 2012.gadā. Līdzīgi kā 2012. gadā, svarīgs faktors, kurš izrādījās būtisks rezultātu interpretācijai, bija straumes ātrums paraugu ņemšanas vietā aiz bedres. Bieži tas bija tik niecīgs, ka, pārrēķinot vielu koncentrāciju garākā laika periodā (novērojumu periods vai gads) no sateces baseina hektāra, iegūtie rezultāti ir grūti salīdzināmi ar citu pētījumu rezultātiem. Acīmredzot somu zinātnieku izmantotajos objektos grāvja posms starp nosēdbedri un upi ir garāks un ar lielāku kritumu.

Mazākā grāvju ūdenī pēc meliorācijas sistēmu renovācijas 2013.gadā konstatētā vidējā pH vērtība ir 6.5, bet lielākā – 8.4. Atbilstoši šim rādītājam, laba ūdens kvalitāte ir bijusi visos analizētajos paraugos (Tabula 5.1; Indriksons 2006, Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti 2002). Nitrātu koncentrācija analizētajos paraugos svārstās no 0.01 līdz 2.39 mg L⁻¹, bet amonija koncentrācija no 0.01 līdz 0.13 mg L⁻¹. Atbilstoši šiem rādītājiem, augstai un labai kvalitātei atbilst 98% no analizētajiem paraugiem, amonija saturs robežkoncentrāciju pārsniedz paraugos, kas ņemti objektos Vanagu gārša, pie tam paaugstināta koncentrācija konstatēta tikai paraugā, kas iegūts nosēdbedrē. Kālija saturs analizētajos paraugos bijis no 0.39 līdz 2.65 mg L⁻¹, atbilstoši šim rādītājam visi paraugi atbilst augstai un labai kvalitātei. Fosfātu jonu koncentrācija analizētajos paraugos svārstās no 0.01 līdz 0.72 mg L⁻¹; atbilstoši šim rādītājam, 98% paraugu ūdens kvalitāte ir atbilstoša dzeramā ūdens kvalitātes A2 un A3 kategorijas prasībām. Maksimālā koncentrācija 0.72 mg L⁻¹ konstatēta objektā Bušnieku grāvji, pie tam pirms bedres. Analizētajos paraugos 2013.gadā konstatēts no 0 līdz 721 mg L⁻¹ suspendēto daļiņu; atbilstoši šim rādītājam, 84% paraugu atbilst prioritāro zivju ūdeņu ūdens kvalitātes normatīviem.

Tabula 5.1

Ūdens kvalitātes prasības Latvijā atbilstoši dažādiem informācijas avotiem

Parametrs	Mērvienība	Augsta kvalitāte	Laba kvalitāte	Slikta kvalitāte	Robežkoncentrācija
Nitrāti NO ₃ ⁻	mg L ⁻¹	< 25	25	> 50	50
Amonijs NH ₄ ⁺	mg L ⁻¹	< 0.05	0.05	> 0.5	0.5 ≤ 0,78 ^{a, b} ≤ 0,78**
Kālijs K ⁺	mg L ⁻¹	< 10	10	> 12	12
Kalcijs Ca ²⁺	mg L ⁻¹		100		
pH			6.5-8.5		9.5
Fosfātjoni P-PO ₄ ³⁻	mg L ⁻¹		0,18 ^c 0,3 ^d 0,3 ^e		
Suspendētās vielas	mg L ⁻¹				≤ 25 ^{a, b}

^a – ūdens kvalitātes normatīvi lašveidīgo zivju ūdeņiem

^b – ūdens kvalitātes normatīvi karpveidīgo zivju ūdeņiem

^c – dzeramā ūdens kvalitātes normatīvi, A1 kategorija — izmantota vienkārša fizikāla attīrīšana un dezinfekcija

^d – dzeramā ūdens kvalitātes normatīvi, A2 kategorija — izmantota fizikāla un ķīmiska attīrīšana un dezinfekcija;

^e – dzeramā ūdens kvalitātes normatīvi, A3 kategorija — izmantota intensīva fizikāla un ķīmiska attīrīšana, pastiprināta attīrīšana un dezinfekcija.

5.2. tabulā apkopotas analizēto elementu vidējās koncentrācijas abos novērojumu periodos (2012.un 2013.gadā) pēc meliorācijas sistēmu renovācijas, kā arī pirms tās (šeit un turpmāk paraugu ņemšanas vietu apzīmējumi: PB – pirms bedres, B – bedrē, AB – aiz bedres). Nitrātu jonu vidējā koncentrācija novērojumu periodā pēc meliorācijas sistēmu renovācijas posmā aiz sedimentācijas dīķa gandrīz visos pētījumu objektos ir lielāka nekā pirms tā, izņemot objektu Vanagu Gārša; augstākā N-NO_3^- koncentrācija konstatēta objektā Stūrīši 1. Fosfātu jonu un amonija jonu koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā būtiski neatšķiras ne starp objektiem, ne starp paraugu ņemšanas vietām (izņemot jau minēto gadījumu ar vairākus desmitus reižu palielināto fosfātu koncentrāciju objektā Bušnieki 1 augusta vidū).

K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+} koncentrācija pirms un pēc sedimentācijas baseina atšķiras nedaudz. Arī kopējā slāpekļa koncentrācijas pirms un pēc nosēdbedres neuzrāda konkrētas likumsakarības, toties visos trīs objektos novērojama tendence, ka kopējā slāpekļa koncentrācija samazinās starp novērojumu periodiem. Suspendēto daļiņu apjoms (TSS) gandrīz visos gadījumos pēc meliorācijas sistēmu renovācijas ir lielāks nekā pirms tās, un to koncentrācija grāvja posmā aiz sedimentācijas dīķa ievērojami mazāka ir objektos Stūrīši 1 un Vanagu gārša. Izšķīdušā oglekļa (DOC) koncentrācija pēc meliorācijas sistēmas renovācijas vidēji palielinās un turpina pieaugt arī 2013.gadā; pārsvarā gadījumu netika konstatētas izteiktas atšķirības starp DOC koncentrāciju pirms un pēc sedimentācijas baseina.

Tabula 5.2.

Analizēto elementu koncentrācija pirms meliorācijas sistēmu renovācijas (I), pēc tās vidēji novērojumu periodā 2012. gadā (II) un 2013. gadā (III) pētījuma objektos (<NR – koncentrācija zem noteikšanas robežas, ND - nav datu)

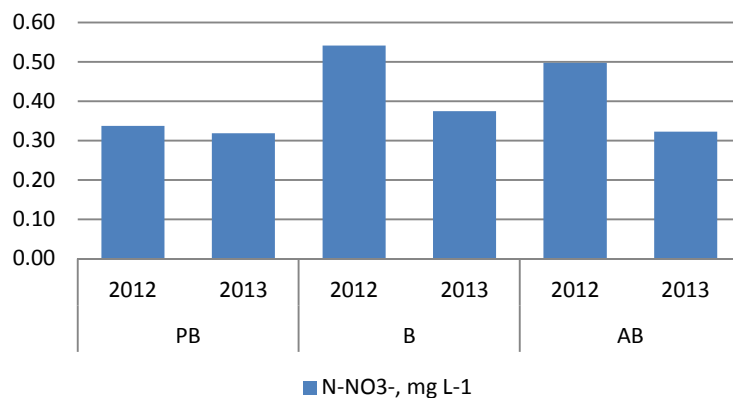
Elementa koncentrācija, mg L^{-1}	Parauga ņemš. vieta	Bušnieki 1			Stūrīši 1			Vanagu gārša		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
N-NO_3^-	PB	-	0,23	0,09	-	0,32	0,31	0,46	0,21	0,23
	B	0,03	0,27	0,09	-	0,59	0,37	0,38	0,20	0,17
	AB	0,08	0,27	0,11	-	0,65	0,32	0,44	0,24	0,22
	ABU	0,08	0,09	ND	-	0,24	ND	0,44	0,36	ND
P-PO_4^{3+}	PB	0,02	0,01	0,06	-	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01
	B	0,02	0,02	0,01	-	0,01	0,01	<NR	0,02	0,01
	AB	0,02	0,02	0,01	-	0,01	0,01	<NR	0,03	0,01
	ABU	0,02	0,02	ND	-	0,02	ND	0,09	0,02	ND
N-NH_4^+	PB	0,01	0,04	0,01	-	0,07	0,02	0,28	0,09	0,02
	B	0,01	0,03	0,01	-	0,07	0,03	0,27	0,06	0,03
	AB	0,01	0,07	0,02	-	0,11	0,03	0,45	0,06	0,02
	ABU	0,01	0,05	ND	-	0,06	ND	0,45	0,06	ND
K^+	PB	0,71	1,10	1,23	-	0,98	1,04	0,98	1,57	1,14
	B	0,71	1,17	1,20	-	0,91	1,15	0,79	2,34	1,19
	AB	0,88	1,16	1,23	-	0,94	1,13	1,17	1,67	1,28
	ABU	0,88	0,74	ND	-	1,19	ND	1,17	1,64	ND

Elementa koncentrācija, mg L ⁻¹	Parauga ņemš. vieta	Bušnieki 1			Stūrīši 1			Vanagu gārša		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Ca ²⁺	PB	54,44	65,37	55,5	-	55,95	46,8	50,34	61,36	58,8
	B	54,32	64,33	57,9	-	55,72	47,8	49,69	60,50	59,3
	AB	56,90	63,72	58,1	-	56,30	48,9	48,86	60,76	63,3
	ABU	56,90	44,33	ND	-	47,40	ND	48,86	65,57	ND
Mg ²⁺	PB	9,90	7,53	7,90	-	13,92	13,45	13,89	16,17	15,9
	B	9,34	7,58	7,85	-	13,91	13,76	14,05	16,12	16,1
	AB	9,07	7,53	7,71	-	13,96	13,78	14,15	16,15	16,0
	ABU	9,07	6,50	ND	-	11,98	ND	14,15	15,54	ND
N _{kop.}	PB	1,00	1,63	0,58	-	2,49	1,25	3,22	2,73	0,83
	B	0,80	1,48	0,57	-	4,48	1,29	3,22	2,57	0,80
	AB	-	2,46	0,58	-	2,99	1,28	3,08	2,09	0,79
	ABU	4,70	2,24	ND	-	3,00	ND	3,08	1,81	ND
TSS	PB	15,00	23,63	18,37	-	64,83	7,82	2,00	111,63	23,75
	B	16,00	20,88	19,71	-	168,67	63,3	5,00	373,20	40,82
	AB	9,00	24,13	26,76	-	62,17	20,43	6,00	72,10	14,4
	ABU	9,00	8,06	ND	-	53,42	ND	6,00	44,60	ND
DOC	PB	14,60	25,23	35,72	-	24,36	36,9	23,00	22,15	42,18
	B	14,80	24,38	35,84	-	23,77	37,04	22,20	20,38	41,7
	AB	-	24,26	35,09	-	24,33	37,3	24,60	21,91	37,3
	ABU	16,20	32,04	ND	-	21,23	ND	ND	25,61	ND

Turpmāk aplūkotas analizēto elementu koncentrāciju izmaiņas laikā atsevišķi pa pētījuma objektiem, grafiskā informācija par noteces izmaiņām 2013.gada novērojumu periodā apkopota pielikumos.

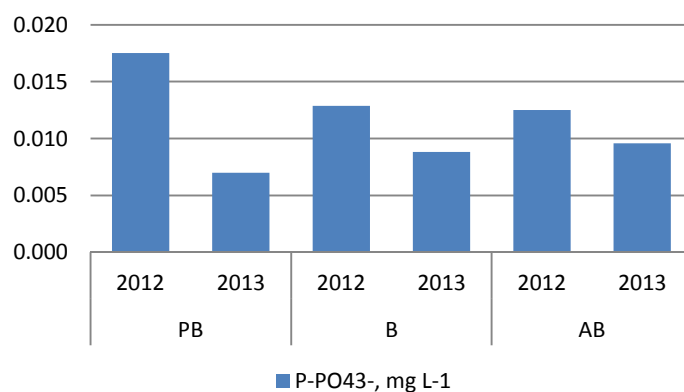
„Stūrīši 1”, Rietumvidzemes mežsaimniecības 423.piejūras meža iecirkņa meža meliorācijas sistēmas „Stūrīši” maģistrālais grāvis N-41 (1.pielikums).

Nitrātjonu N-NO₃⁻ koncentrācija objektā kopumā nepārsniedz literatūrā atrodamās normas, kas, piemēram, dzeramajam ūdenim ir 50 mg L⁻¹ (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). Visa pētījumā laikā ievāktajos paraugos koncentrācija ir maksimāli 2.0-2.4 mg L⁻¹ robežās, kas nerada apdraudējumu ūdens florai un faunai. Nitrātjonu koncentrācijas atšķirības starp paraugu ņemšanas vietu pirms un pēc sedimentācijas dīķa nav būtiskas (Attēls 5.1). Visās paraugu ņemšanas vietās nitrātjonu vidējā koncentrācija 2013.gadā samazinājusies, salīdzinot ar 2012.gadu, samazinājums ir būtisks paraugu ņemšanas vietā aiz sedimentācijas dīķa (p=0.046).



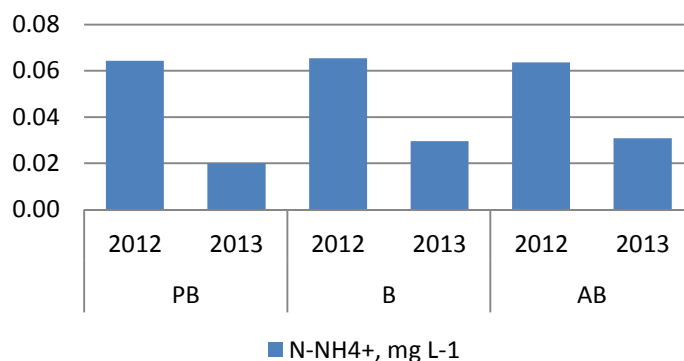
Attēls 5.5. Nitrātu jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

Fosfātu jonu koncentrācija svārstās visā novērojumu periodā, bet tā beigās vērtība nepārsniedz 32 mikrogramus litrā, kas Somijā tiek uzskatīta par normu (Nieminen et. al., 2010). Fosfātu jonu koncentrācija aiz sedimentācijas dīķa ir nebūtiski augstāka nekā aiz tā. Visās paraugu ņemšanas vietās fosfātu jonu koncentrācija grāvja ūdenī 2013.gadā vidēji ir zemāka nekā 2012.gadā, taču atšķirības ir būtiskas tikai pirms sedimentācijas dīķa ($p=0.001$).



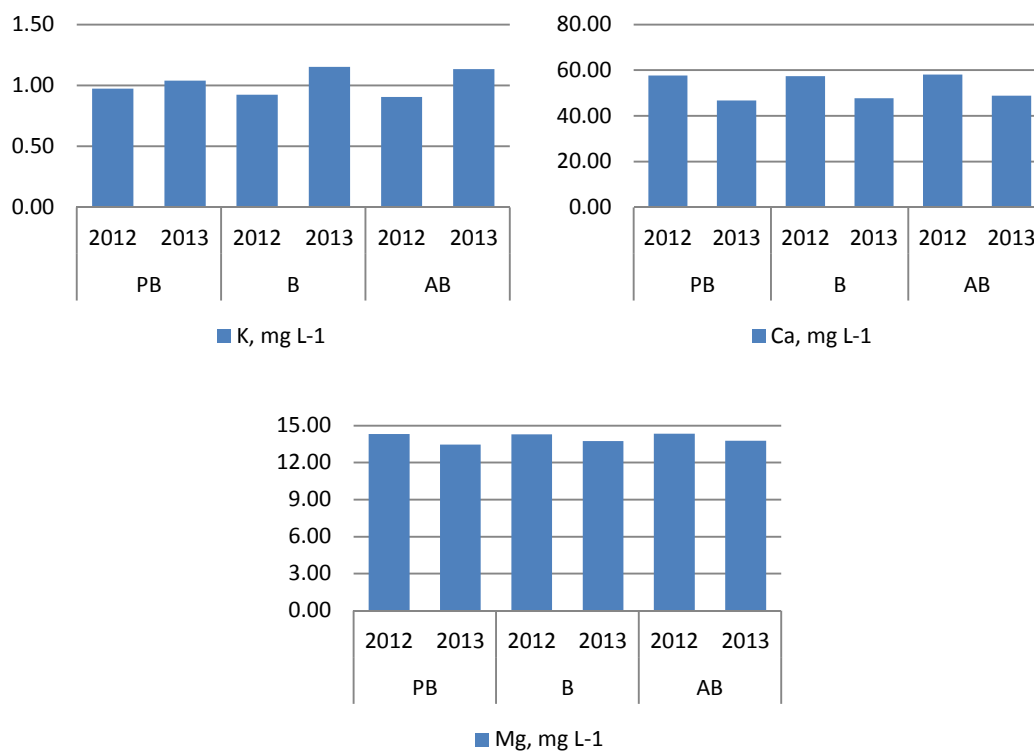
Attēls 5.6. Fosfātu jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

Amonija jonu koncentrācija paraugos būtiski nemainās visā novērojumu periodā. Būtiskas atšķirības starp paraugu ņemšanas vietām 2013.gadā netika konstatētas (Attēls 5.7). Visās paraugu ņemšanas vietās amonija jonu koncentrācija 2013.gadā, salīdzinot ar 2012.gadu, ir būtiski samazinājusies (pirme sedimentācijas dīķa $p=0.001$, sedimentācijas dīķī $p=0.020$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.028$).



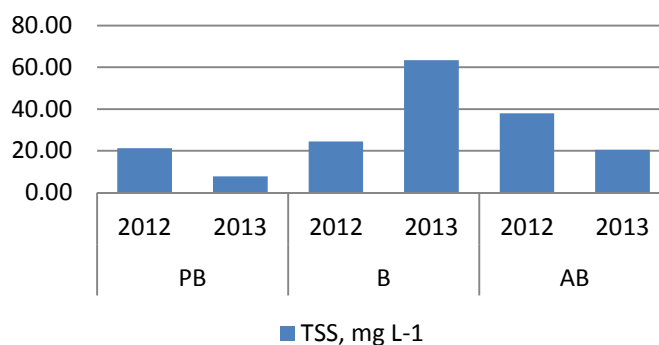
Attēls 5.7. Amonija jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

K^+ , Ca^{2+} un Mg^{2+} koncentrācija paraugos svārstās novērojumu perioda laikā, bet neuzrāda būtiskas atšķirības starp paraugu ņemšanas vietām objekta ietvaros (Attēls 5.8). Kālija vidējā koncentrācija visās paraugu ņemšanas vietās, salīdzinot ar 2012.gadu, ir palielinājusies, taču šis palielinājums nav būtisks. Kalcija jonu koncentrācija visās paraugu ņemšanas vietās, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir būtiski samazinājusies (pirms sedimentācijas dīķa $p=0.022$, sedimentācijas dīķī $p=0.019$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.014$). Magnija koncentrācija, salīdzinot ar iepriekšējo novērojumu periodu, nav būtiski mainījusies.



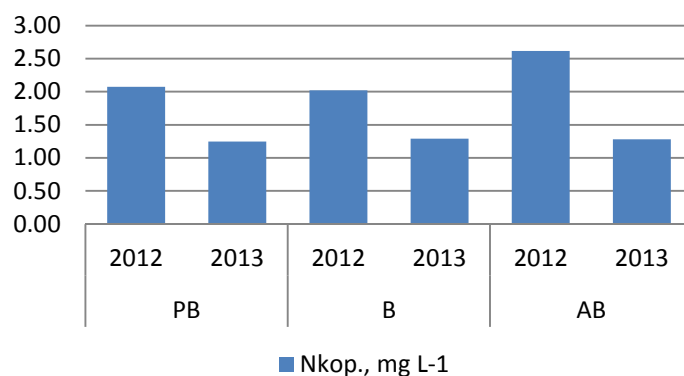
Attēls 5.8. Kālija, kalcija un magnija jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

Kopējais suspendēto cietvielu daudzums TSS (total suspended solids) samazinās visa 2013.gada novērojumu perioda laikā. Kaut arī starpība nav statistiski būtiska, suspendēto daļiņu koncentrācija ir lielāka sedimentācijas dīķī un aiz tā, salīdzinot ar paraugu ņemšanas vietu pirms sedimentācijas dīķa (Attēls 5.9). Salīdzinot vidējās suspendēto cietvielu koncentrācijas 2012.un 2013.gadā, konstatēts, ka pirms un pēc sedimentācijas dīķa tās ir samazinājušās, bet sedimentācijas dīķī - pieaugušas. Visos gadījumos starpība ir statistiski būtiska ar $p=0.000$.



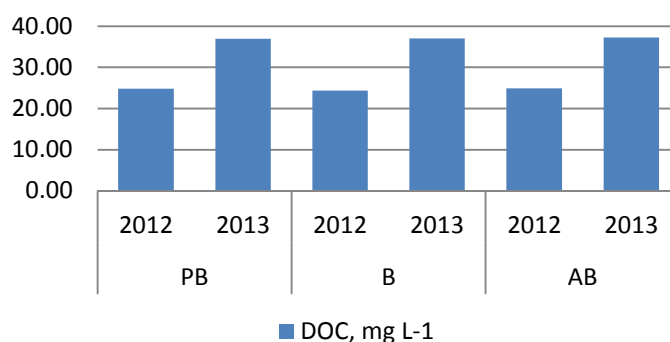
Attēls 5.9. Kopējo suspendēto cietvielu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

Kopējā slāpekļa $N_{kop.}$ koncentrācija samazinās 2013.gada novērojumu perioda laikā. Visās paraugu ņemšanas vietās tās vidējie rādītāji ir līdzīgi (Attēls 5.10). Salīdzinot ar 2012.gadu, kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija ir būtiski samazinājusies visās paraugu ņemšanas vietās (pirms sedimentācijas dīķa $p=0.008$, sedimentācijas dīķī $p=0.014$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.026$).



Attēls 5.10. Kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

Izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija novērojumu periodā pieaug, kas varētu būt izskaidrojams ar organisko vielu sadalīšanās procesu intensificēšanos saistībā ar gruntsūdens un virszemes ūdeņu līmeņa pazemināšanos meliorētajā platībā pēc grāvju renovācijas (Nieminen et.al., 2010). Pieaugoša tendence novērojama arī, salīdzinot 2012.gada datus ar šī gada novērojumiem. Visās paraugu ņemšanas vietās 2013.gadā novērojama būtiska izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācijas paaugstināšanās, salīdzinot ar 2012.gadu (pirms sedimentācijas dīķa $p=0.022$, sedimentācijas dīķī $p=0.007$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.016$). Izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija starp paraugu ņemšanas vietām būtiski neatsšķiras (Attēls 5.11).

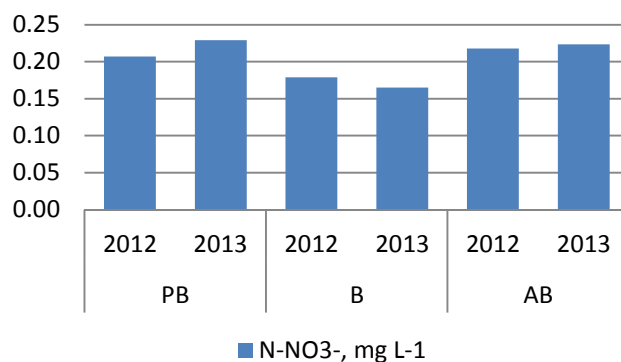


Attēls 5.11. Izšķīdušā organiskā oglekļa vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Stūrīši 1

„Vanagu gārša”. Rietumvidzemes mežsaimniecības piejūras meža iecirkņa meža meliorācijas sistēmas „Vanagu gārša 3” maģistrālais grāvis N-52 (2.pielikums).

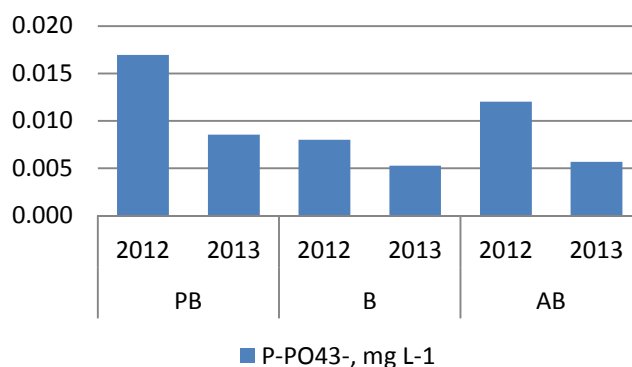
Sakarā ar zemo gruntsūdens un nokrišņu daudzumu 2013.gada jūlijā un augustā visa meliorācijas sistēma, ieskaitot maģistrālo grāvi, bija sausa. Tas izskaidro paraugu trūkumu minētajā laika periodā, kā arī nitrātjonu koncentrācijas pieaugumu jūlija sākumā sedimentācijas dīķī. Visu biogēno elementu koncentrācija novērojumu perioda beigās samazinās.

Nitrātjonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietā sedimentācijas dīķī ir zemāka nekā pirms un pēc tā, tomēr starpība nav statistiski būtiska (Attēls 5.12). Arī atšķirības starp novērojumu periodiem ir nelielas.



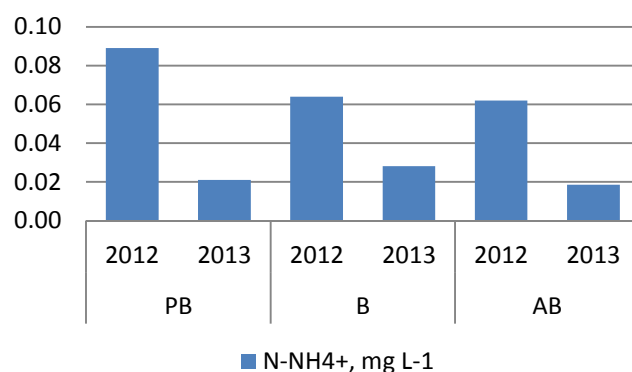
Attēls 5.12. Nitrātu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

Fosfātu vidējā koncentrācija 2013.gadā zemāka ir paraugu ņemšanas vietās sedimentācijas dīķī un aiz tā, taču starpība nav statistiski būtiska (Attēls 5.13). Visās paraugu ņemšanas vietās fosfātu koncentrācija, salīdzinot ar 2013.gadu, ir samazinājusies, samazinājums ir būtisks pirms sedimentācijas dīķa ($p=0.024$).



Attēls 5.13. Fosfātu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

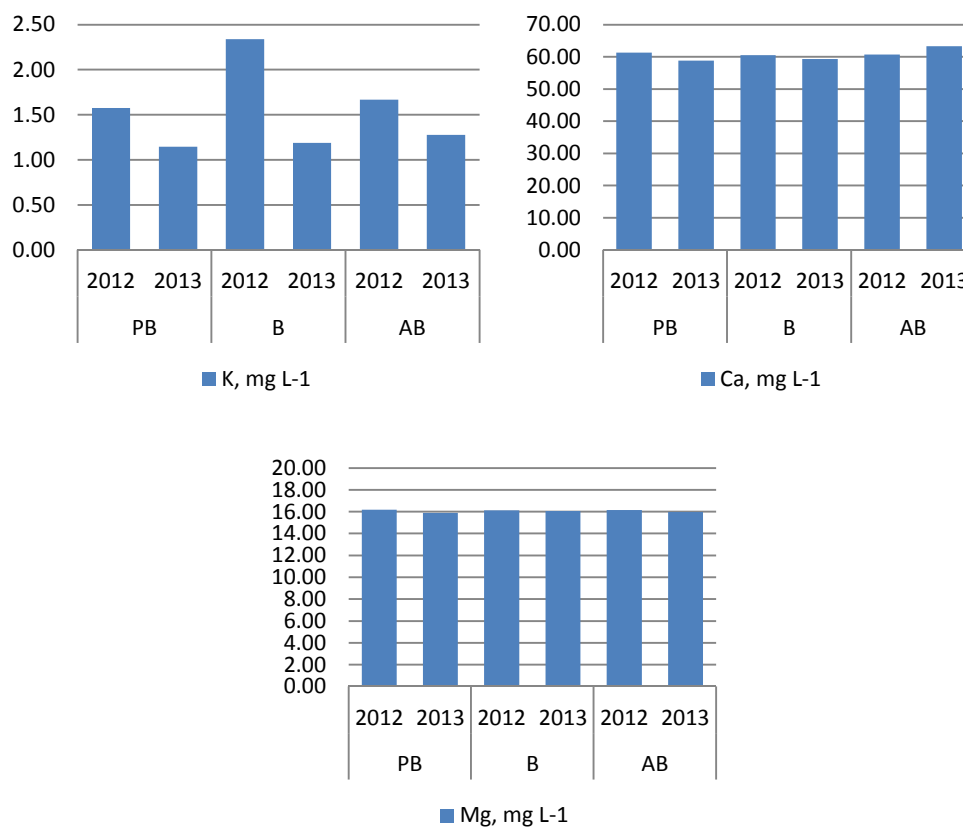
Amonija jonu vidējā koncentrācija 2013.gadā viszemākā ir paraugu ņemšanas vietā aiz sedimentācijas dīķa, taču atšķirība no abām pārējām paraugu ņemšanas vietām ir neliela (Attēls 5.14). Visās paraugu ņemšanas vietās amonija jonu vidējā koncentrācija ir samazinājusies, salīdzinot ar 2012.gadu, samazinājums ir būtisks pirms sedimentācijas dīķa ($p=0.005$) un aiz tā ($p=0.005$).



Attēls 5.14. Amonija jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

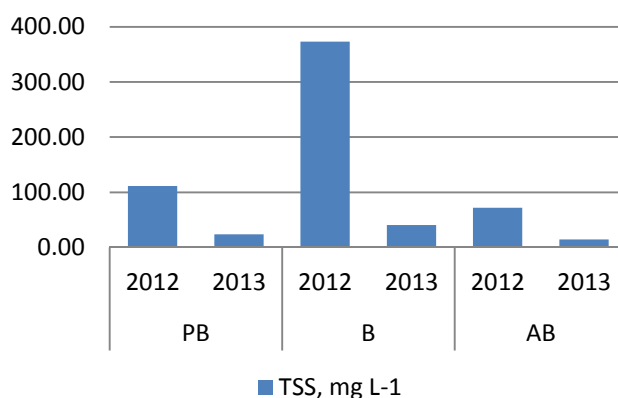
Atšķirībā no objekta Stūrīši 1, objektā Vanagu gārša kālija jonu koncentrācijai grāvja ūdenī ir tendence samazināties, kaut arī nebūtiski, salīdzinot 2012.un 2013. gada vidējos rādītājus (Attēls

5.15). K^+ vidējās koncentrācijas atšķirības starp paraugu ņemšanas vietām ir nelielas. Ca^{2+} un Mg^{2+} vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās ir ļoti līdzīga, tas pats redzams, salīdzinot 2012.un 2013.gada datus.



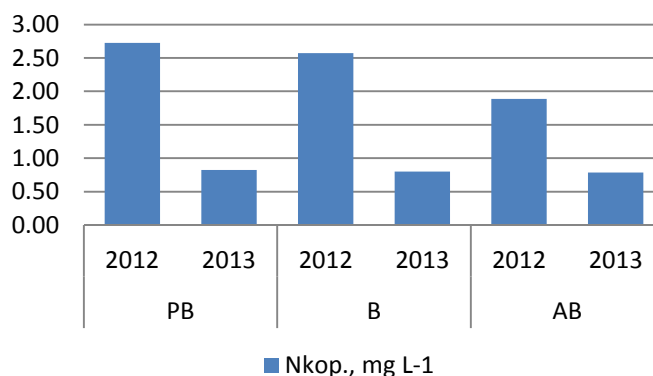
Attēls 5.15. Kālija, kalcija un magnija jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

Kopējais suspendēto cietvielu daudzums TSS saglabājas zems visa novērojumu perioda laikā, izņemot koncentrācijas pieaugumu jūlija sākumā; šajā gadījumā šķiet, ka sedimentācijas dīķis ir aizturējis TSS, tiesa gan, radot vizuāli konstatējamus aizsērējumus pašā nosēdbedrē. Vidēji viszemākā suspendēto daļiņu koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā bijusi paraugu ņemšanas vietā aiz sedimentācijas dīķa (Attēls 5.16). Salīdzinot 2012.un 2013.gada vidējās suspendēto cietvielu koncentrācijas, konstatēts, ka visās paraugu ņemšanas vietās tās samazinājušās, atšķirības ir būtiskas pirms sedimentācijas dīķa ($p=0.011$) un sedimentācijas dīķī ($p=0.040$).



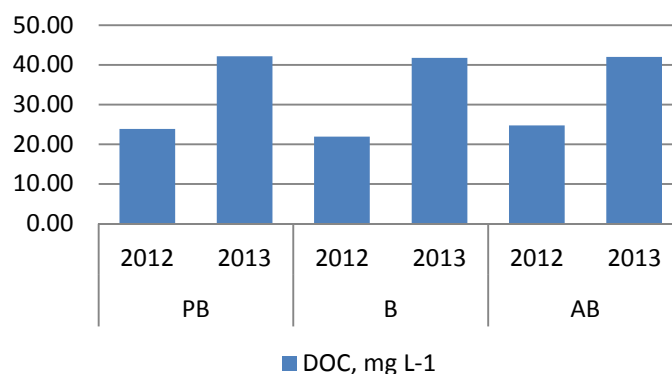
Attēls 5.16. Kopējo suspendēto cietvielu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

Kopējā slāpekļa N_{kop} koncentrācija novērojumu periodā saglabājas robežās 2-4.5 mg l⁻¹ un laika gaitā svārstās. Vidējā kopējā slāpekļa koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā visās paraugu ņemšanas vietās ir ļoti līdzīga (Attēls 5.17). Salīdzinot ar 2012.gada novērojumu periodu, tā būtiski samazinājusies gan pirms sedimentācijas dīķa ($p=0.003$), gan sedimentācijas dīķī ($p=0.004$), gan aiz sedimentācijas dīķa (0.041).



Attēls 5.17. Kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

Izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija novērojumu perioda laikā pieaug, kas izskaidrojams ar organisko vielu sadalīšanās procesu intensificēšanos, kas novērots arī citos objektos. Visās paraugu ņemšanas vietās izšķīdušā organiskā oglekļa vidējā koncentrācija, salīdzinot ar 2012.gadu, ir būtiski pieaugusi (pirms sedimentācijas dīķa $p=0.010$, sedimentācijas dīķī $p=0.007$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.028$). Izšķīdušā organiskā oglekļa vidējo koncentrāciju atšķirība starp paraugu ņemšanas vietām nav būtiskas (Attēls 5.18).

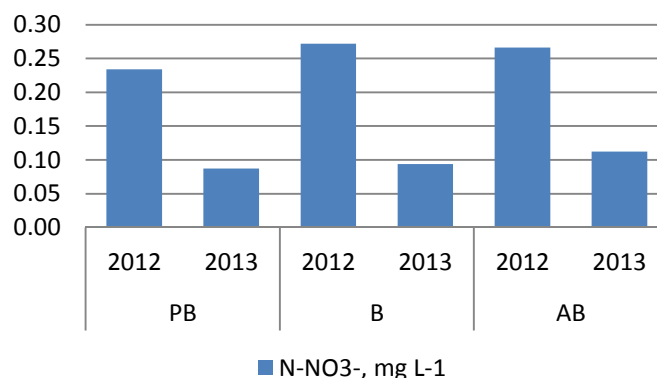


Attēls 5.18. Izšķīdušā organiskā oglekļa vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Vanagu gārša

„Bušnieki 1”. Ziemeļkurzemes mežsaimniecības meža meliorācijas sistēmas „Bušnieku kanāla grāvji 1” maģistrālais grāvis N-23 (3.pielikums).

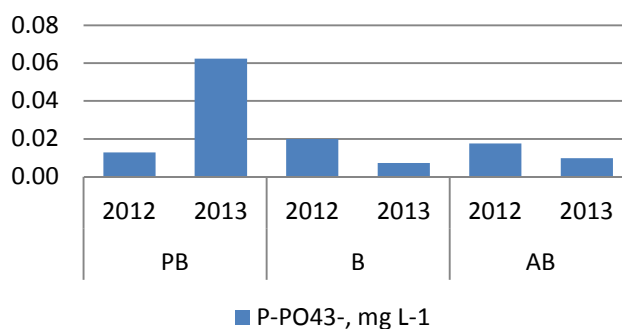
Šajā meliorācijas sistēmā 2013.gadā vēl tika veikti renovācijas darbi. Līdzīgi kā iepriekš, visu biogēno elementu koncentrācija 2013. gada novērojumu periodā samazinās, lai gan ir ievērojams koncentrācijas pieaugums septembra vidū un otrajā pusē.

Nitrātu vidējā koncentrācija starp paraugu ņemšanas vietām 2013.gadā atšķiras nedaudz (Attēls 5.19). Visās paraugu ņemšanas vietās nitrātu koncentrācija ir būtiski samazinājusies, salīdzinot ar 2012.gadu (pirms sedimentācijas dīķa $p=0.029$, sedimentācijas dīķī $p=0.025$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.032$).



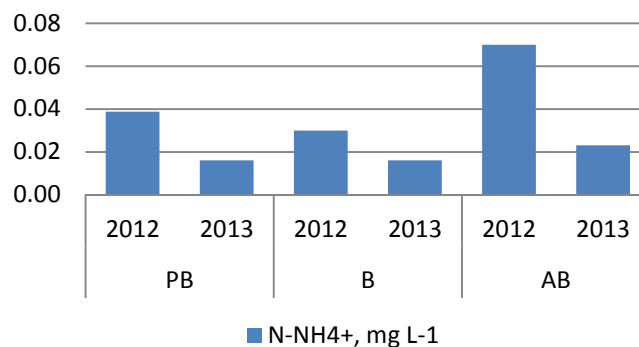
Attēls 5.19. Nitrātu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

Fosfātu vidējā koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā visaugstākā bijusi paraugu ņemšanas vietā pirms sedimentācijas dīķa, bet viszemākā - sedimentācijas dīķī, starpība nav statistiski būtiska (Attēls 5.20. Pirms sedimentācijas dīķa fosfātu vidējā koncentrācija, salīdzinot ar 2012.gadu, palielinājusies, bet abās pārējās paraugu ņemšanas vietās samazinājusies, sedimentācijas dīķī samazinājums ir būtisks ($p=0.008$)).



Attēls 5.20. Fosfātu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

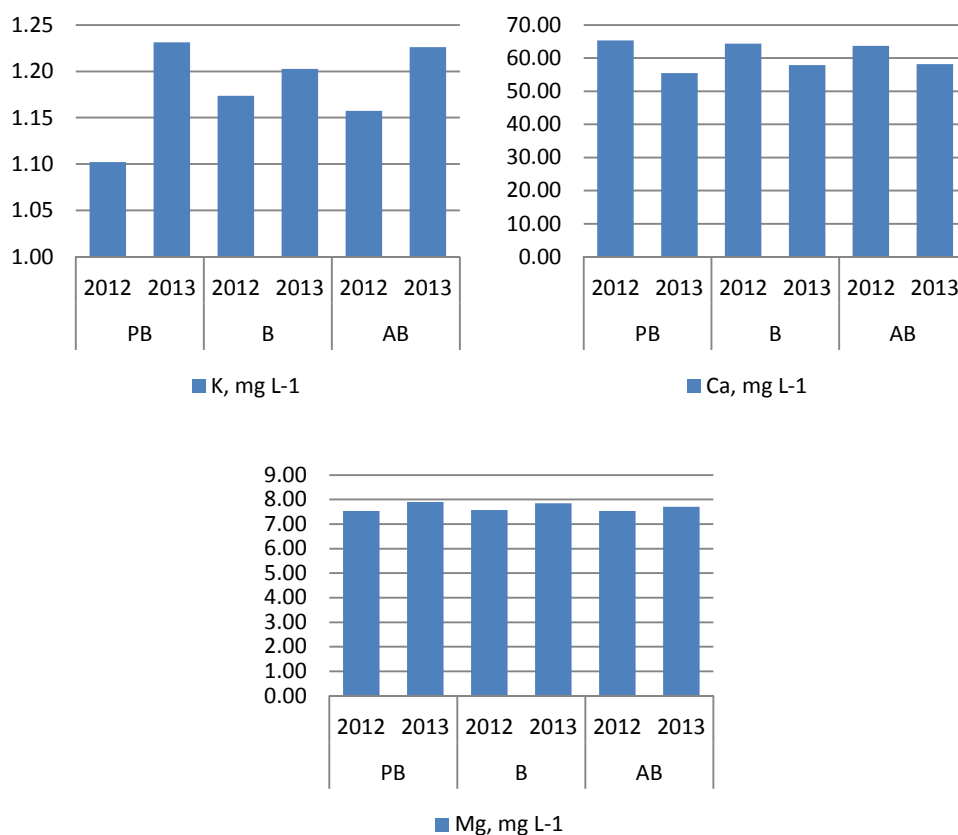
Amonija jonu vidējā koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā paraugu ņemšanas vietā aiz sedimentācijas dīķa ir nedaudz augstāka nekā pirms tā un pašā sedimentācijas dīķī, taču starpība nav statistiski būtiska (Attēls 5.21). Salīdzinot ar 2012.gadu, amonija jonu vidējā koncentrācija visās paraugu ņemšanas vietās ir samazinājusies, pirms sedimentācijas dīķa un aiz tā - būtiski (attiecīgi $p=0.017$ un $p=0.045$).



Attēls 5.21. Amonija jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

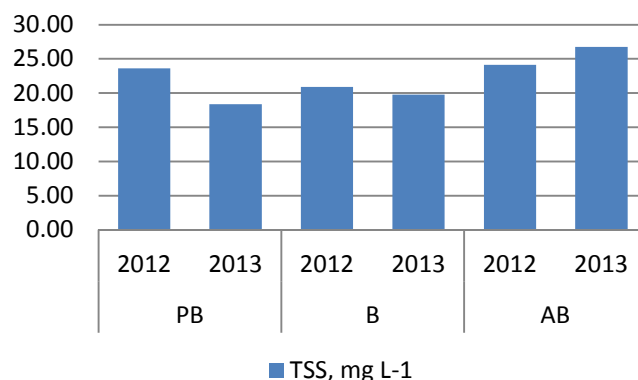
Kālija, kalcija un magnija jonu vidējā koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā starp paraugu ņemšanas vietām neatšķiras būtiski (Attēls 5.22). Līdzīgi kā objektā Stūrīši 1, kālija jonu vidējā koncentrācija

visās paraugu ņemšanas vietās, salīdzinot ar 2012.gadu, ir pieaugusi, taču nebūtiski. Kalcija jonu vidējā koncentrācija, salīdzinot ar iepriekšējo novērojumu periodu, nedaudz samazinājusies, bet magnija jonu vidējā koncentrācija ļoti nedaudz palielinājusies.



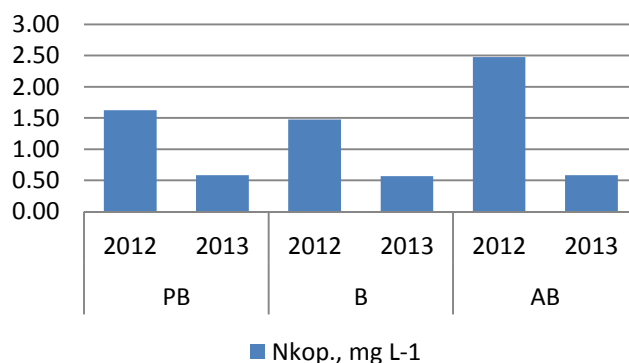
Attēls 5.22. Kālija, kalcija un magnija jonu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

Kopējais suspendēto cietvielu daudzums TSS saglabājas robežās starp 20 un 5 mg L⁻¹ visa novērojumu perioda laikā ar daudzkārtēju pieaugumu septembra beigās. Paraugu ņemšanas vietā aiz sedimentācijas dīķa vidējā kopējo suspendēto cietvielu koncentrācija ir visaugstākā un otrajā gadā pēc meliorācijas sistēmas renovācijas vidēji pārsniedz 25 mg L⁻¹, kas ir ūdens kvalitātes robežkoncentrācija lašveidīgo un karpveidīgo zivju ūdeņiem. Starpības starp atsevišķām paraugu ņemšanas vietām nav statistiski būtiskas. Paraugu ņemšanas vietā pirms sedimentācijas dīķa un sedimentācijas dīķī suspendēto daļiņu vidējā koncentrācija, salīdzinot ar 2012.gadu, ir samazinājusies, bet aiz sedimentācijas dīķa - palielinājusies, taču izmaiņas, salīdzinot ar iepriekšējo paraugu ņemšanas periodu, nav būtiskas (Attēls 5.23).



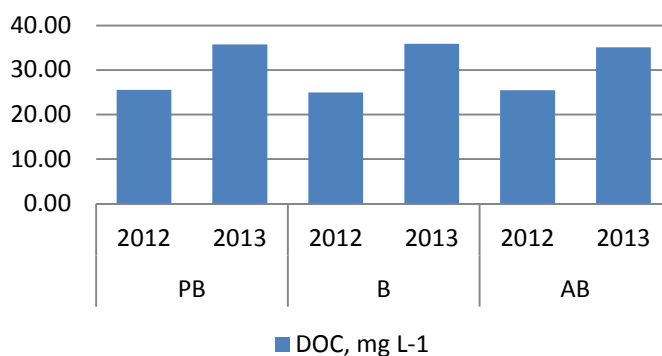
Attēls 5.23. Kopējo suspendēto cietvielu vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

Kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija 2013.gada novērojumu periodā starp paraugu ņemšanas vietām neatšķiras būtiski (Attēls 5.24). Visās paraugu ņemšanas vietās kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir būtiski samazinājusies (pirms sedimentācijas dīķa $p=0.001$, sedimentācijas dīķī $p=0.009$, aiz sedimentācijas dīķa $p=0.007$).



Attēls 5.24. Kopējā slāpekļa vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

Izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija novērojumu perioda laikā nedaudz pieaug, kas izskaidrojams ar organisko vielu sadalīšanās procesu intensificēšanos, kas novērots arī citos objektos. Arī, salīdzinot ar 2012.gada novērojumu perioda vidējiem rādītājiem, izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija visās paraugu ņemšanas vietās ir palielinājusies, būtiska atšķirība gan konstatēta vienīgi sedimentācijas dīķī ($p=0.036$). Salīdzinot izšķīdušā organiskā oglekļa vidējo koncentrāciju dažādās paraugu ņemšanas vietās, būtiskas atšķirības netika konstatētas.



Attēls 5.25. Izšķīdušā organiskā oglekļa vidējā koncentrācija paraugu ņemšanas vietās 2012.un 2013.gadā objektā Būšnieki 1

Viens no nozīmīgākajiem ūdens kvalitāti ietekmējošajiem faktoriem pēc meža meliorācijas sistēmu renovācijas ir ievērojama suspendēto daļiņu koncentrācijas palielināšanās notecē. Literatūrā atrodami dati, ka Somijā TSS koncentrācijas pēc grāvju renovācijas palielinās pat divdesmitkārtīgi un saglabājas šādā līmenī vairākus gadus (Manninen 1998, Nieminen 2010). Mūsu pētījumā visos objektos ir fiksēta suspendēto cietvielu vidējās koncentrācijas samazināšanās nākamajā gadā pēc meliorācijas sistēmu renovācijas, kas ir atšķirīgi no minētā pētījuma rezultātiem. Vienā no objektiem novērotā suspendēto daļiņu koncentrācijas palielināšanās aiz sedimentācijas dīķa visticamāk ir saistīta ar periodisku upes ūdens ieplūšanu sedimentācijas dīķī, kā rezultātā tur nogulsņējušās cietās daļiņas nonāk tālāk ūdenstecē. Somu zinātniskajā literatūrā doti vidējie rādītāji no vairākiem pētījumu objektiem, minēts, ka pirmajā gadā pēc renovācijas sedimentācijas dīķī ieplūstošo TSS koncentrācija ir 71.29 mg L^{-1} , izplūstošo TSS koncentrācija - 58.13 mg L^{-1} , otrajā gadā attiecīgi 26.75 mg L^{-1} un 21.09 mg L^{-1} (Joensuu 1999). Vidējie rādītāji no mūsu pētījuma objektiem ir nedaudz zemāki: pirmajā gadā pēc renovācijas sedimentācijas dīķī ieplūstošo TSS koncentrācija ir 53.18 mg L^{-1} , izplūstošo TSS koncentrācija - 44.71 mg L^{-1} , otrajā gadā attiecīgi 16.65 mg L^{-1} un 20.55 mg L^{-1} .

Somu pētījumā dotās kopējā slāpekļa koncentrācijas 1.1 mg L^{-1} pēc renovācijas un 0.72 mg L^{-1} pirms renovācijas (Manninen 1998) ir salīdzināmas ar mūsu pētījumā iegūtajiem rezultātiem, savukārt bāzisko katjonu koncentrācijas mūsu objektos ir ievērojami augstākas (somu pētījumā attiecīgi K^+ koncentrācija ir 0.7 mg L^{-1} , Ca^{2+} koncentrācija ir 2.8 mg L^{-1} un Mg^{2+} koncentrācija - 0.8 mg L^{-1}).

5.3. tabulā parādīta biogēno elementu un TSS iznese no meliorācijas sistēmas sateces baseina (kg ha^{-1} gadā) pirms sedimentācijas dīķa un pēc sedimentācijas dīķa. Pārrēķins veikts, aproksimējot sateces baseinu platības pēc ģeogrāfiskās informācijas datiem un reizinot biogēno elementu vidējo iznesi novērojumu perioda vienā dienā ar dienu skaitu gadā. Starpība ar mīnus zīmi nozīmē, ka ūdenstecē nonāk lielāks biogēno elementu un TSS apjoms nekā sedimentācijas baseinā.

Tabula 5.3

Biogēno elementu izneses apjoms no sateces baseiniem pētījuma objektos

Obj.n osauk.	Mēřj. perio da garu ms, diena s	Sate ces base ina platī ba, ha	Biogēnā elementa izneses apjoms no sateces baseiniem visā novērojumu periodā, kg ha ⁻¹ gadā																	
			N-NO ₃ ⁻		P-PO ₄ ³⁻		N-NH ₄ ⁺		K ²⁺		Ca ²⁺		Mg ²⁺		N _{kop.}		TSS		DOC	
			2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013	2012	2013
Stūrīši 1 PB	168/1 85*	272	0.041 553	0.0457 083	0.001 161	0.0011 494	0.006 98	0.0080 27	0.075 308	0.0843 45	4.5825 47	3.8035 14	1.104 502	1.2922 673	0.161 405	0.1953 001	2.1159 82	1.6716 258	2.3443 5	1.9223 67
AB			0.045 088	0.0495 968	0.000 991	0.0009 811	0.007 041	0.0080 972	0.103 652	0.1160 902	6.4074 18	5.3181 569	1.564 114	1.8300 134	0.238 847	0.2890 049	4.5039 31	3.5581 055	2.6712 7	2.1904 414
Starpība			- 0.003 535	- 0.0038 885	- 0.000 17	- 0.0001 683	-6.1E- 05	7.015E- 05	- 0.028 344	- 0.0317 453	- 1.8248 71	- 1.5146 429	- 0.459 612	- 0.5377 46	- 0.077 442	- 0.0937 048	- 2.3879 49	- 1.8864 797	- 0.3269 2	- 0.2680 744
V.Gārša PB	157/1 87*	73	0.007 155	0.0078 705	0.000 46	0.0004 554	0.003 729	0.0042 884	0.068 515	0.0767 368	2.1781 22	1.8078 413	0.578 097	0.6763 735	0.082 097	0.0993 374	5.0432 37	3.9841 572	0.7794 23	0.6391 269
AB			0.013 906	0.0152 966	0.000 664	0.0006 574	0.002 237	0.0025 726	0.112 72	0.1262 464	2.3888 34	1.9827 322	0.643 658	0.7530 799	0.069 179	0.0837 066	8.7250 1	6.8927 579	0.8658 91	0.7100 306
Starpība			- 0.006 751	- 0.0074 261	- 0.000 204	- 0.0002 02	0.001 492	0.0017 158	- 0.044 205	- 0.0495 096	- 0.2107 12	- 0.1748 91	- 0.065 561	- 0.0767 064	0.012 918	0.0156 308	3.6817 73	2.9086 007	0.0864 68	0.0709 038
B. kan. 1 PB	127/1 81*	76	0.200 404	0.2204 444	0.015 468	0.0153 133	0.045 043	0.0517 995	1.480 105	1.6577 176	68.406 189	56.777 137	7.736 017	9.0511 399	1.135 718	1.3742 188	43.776 285	34.583 265	23.768 308	19.490 013
AB			0.104 129	0.1145 419	0.008 224	0.0081 418	0.050 21	0.0577 415	0.695 767	0.7792 59	43.533 123	36.132 492	5.173 693	6.0532 208	1.051 77	1.2726 417	8.7134 82	6.8836 508	0.0000 61	5.002E- 05
Starpība			0.096 274	0.1059 025	0.007 244	0.0071 716	- 0.005 167	- 0.0059 421	0.784 338	0.8784 586	24.873 066	20.644 645	2.562 324	2.9979 191	0.083 948	0.1015 771	35.062 803	27.699 614	23.768 247	19.489 963

* - 2013.gada novērojumu perioda garums, dienas

Salīdzinot biogēno elementu, kā arī TSS un DOC iznesi no pētījumā izmantotajām sateces baseinu platībām, redzams, ka objektos Stūrīši 1 un Vanagu gārša biogēno elementu iznese aiz nosēdbedres ir lielāka nekā pirms tās, lai gan vielu koncentrācija mg L^{-1} ne vienmēr pieaug. Tas izskaidrojams gan ar upes ūdens nonākšanu atpakaļ grāvī, gan ar to, ka grāvja lejtecē, sevišķi posmā aiz bedres, straumes ātrums bieži ir ļoti tuvs 0 m s^{-1} ; līdz ar to, aprēķinot iznesi, izmantojot mainīgos notece un vielu koncentrācija, rezultāts ir negatīvs. Jāatzīmē, ka kopējā vielu iznese visiem elementiem ir vairākkārt mazāka nekā literatūrā atrodamajos rezultātos par Somijā veiktajiem pētījumiem. Salīdzinot izneses apjomus 2012.un 2013.gada novērojumu periodā, redzams, ka biogēno elementu izneses apjoms nesamazinās viennozīmīgi. Svarīgi atzīmēt, ka TSS izneses apjoms visos objektos laika gaitā ir samazinājies par 18-21%.

Objektā Bušnieku kanāla grāvji 1 novērots, ka, salīdzinot vielu izneses apjomus, nosēdbedre darbojas efektīvi.

Salīdzinot vielu izneses apjomus ar citu Latvijas un Somijas pētnieku datiem, secināms, ka vielu izneses apjomi ir savstarpēji salīdzināmi (Tabula 5.4). Pārsvārā gadījumos vielu izneses apjoms mūsu rezultātos ir mazāks nekā Somijā, ko iespējams izskaidrot ar atšķirīgu augsnes sastāvu (neviens no mūsu pētījumā izmantotajiem objektiem neatrodas uz dziļām kūdras augsnēm), kā arī ar to, ka neviens sateces baseins Somijā nav lielāks par 100 ha, bet, piemēram, objektā Stūrīši 1 sateces baseina platība ir gandrīz 300 ha. Augstā Ca^{2+} koncentrācija un iznese, iespējams, izskaidrojama ar unikālo Latvijas hidroģeoloģisko situāciju - kalcija pienesums visticamāk rodas spiedes ūdeņu izķīlēšanās procesā. Daļēji apstiprinās arī somu pētījumos iegūtās atziņas, ka nosēdbedres samērā veiksmīgi aiztur cietās daļiņas, bet biogēnie elementi tomēr nonāk dabiskajās ūdenstecēs. Šo elementu aizturēšanai S. Joensuu un Mikka Nieminen labāk iesaka lietot citus aizsardzības pasākumus - vai nu netīrītas grāvja sekcijas vai filtrācijas laukus pirms to ietekas upē.

Tabula 5.4

Biogēno elementu izneses vidējais apjoms, kg ha^{-1} gadā 3801 paraugos Somijā (No: S.Joensuu, 2002)

Element	Mean annual load $\text{kg ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$							
	Before		1 st Year		2 nd Year		3 rd Year	
	Load 1	Load 2	Load 1	Load 2	Load 1	Load 2	Load 1	Load 2
N_{tot}	2.0	2.2	2.0	2.0	1.8	1.8	1.9	1.8
$\text{NH}_4\text{-N}$	0.093	0.110	0.29	0.29	0.28	0.25	0.29	0.24
$\text{NO}_3\text{-N}$	0.19	0.39	0.25	0.28	0.25	0.26	0.24	0.24
DOC	82	78	65	62	62	57	65	62
SS	11	11	268	232	89	103	75	53
Na	5.5	5.7	7.6	7.3	6.7	6.5	6.8	6.6
K	1.6	1.8	2.9	2.6	2.4	2.4	2.4	2.4
Ca	8.8	9.7	11.8	11.4	10.2	11.3	10.6	12.8
Mg	3.9	4.4	5.8	5.5	4.7	5.3	4.6	5.3
Al	1.4	1.3	3.8	2.8	1.8	1.7	1.6	1.6
Fe	3.8	3.9	5.5	4.6	3.8	3.4	3.9	3.6
S	5.9	5.5	5.6	5.2	6.1	5.7	6.2	5.6
P_{tot}	0.15	0.13	0.16	0.14	0.12	0.11	0.14	0.11

A. Indriksons savā pētījumā (2002) par biogēno vielu izneses apjomu noteikšanu pārmitrajos mežos Latvijā secina, ka apjomi Latvijā ir lielāki nekā Zviedrijā. Proti, aprēķinātās gada izneses no Vesetnieku stacionāra ūdens sateces baseiniem laika periodam no 1969.-2001.gadam raksturo sekojošas vidējās vērtības: N-NH_4^+ - $3.71 \text{ kg ha}^{-1} \text{ g}^{-1}$, N-NO_3^- - $0.38 \text{ kg ha}^{-1} \text{ g}^{-1}$, P-PO_4^{3-} - $0.13 \text{ kg ha}^{-1} \text{ g}^{-1}$, K -

3.27 kg ha⁻¹ g⁻¹, Ca - 124.19 kg ha⁻¹ g⁻¹, Mg - 38.18 kg ha⁻¹ g⁻¹. Izneses apjomi mūsu objektos arī šajā gadījumā ir mazāki gan augsnes sastāvu atšķirību, gan sateces baseinu izmēru un noteces apjoma dēļ.

Uzskatāms, ka pamatoti secinājumi par grāvju nosēdbedru efektivitāti iegūstami vairākus gadus ilgos novērojumos, lai iegūtie dati būtu labāk salīdzināmi. Līdz ar to būtu lietderīgi turpināt novērojumu veikšanu turpmākajos gados.

Pētījumā pārbaudīta arī hipotēze, vai biogēno elementu koncentrācijai ir korelācija ar straumes ātrumu pirms un pēc bedres attiecību (V1/V2). Rezultāti apkopoti 5.5. tabulā.

Tabula 5.5

Korelācija starp straumes ātruma attiecību pirms un aiz nosēdbedres un biogēno elementu koncentrācijām

Objekta nosaukums	Biogēnā elementa koncentrācijas un straumes ātrumu attiecības korelācijas koeficienti r								
	N-NO ₃ ⁻	P-PO ₄ ³⁻	N-NH ₄ ⁺	K ²⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	N _{kop.}	TSS	DOC
Stūrīši 1	0,51	0,15	0,11	0,07	0,11	0,23	0,41	0,55	0,42
Vanagu Gārša	0,33	0,14	0,09	0,06	0,17	0,12	0,47	0,48	0,38
Bušnieku kanāls 1	0,21	0,19	0,05	0,11	0,41	0,17	0,53	0,51	0,46

Redzams, ka straumes ātrumu attiecība vidēji cieši korelē ar nitrātjonu, TSS un DOC koncentrāciju objektā Stūrīši 1. TSS un DOC ir vidēji cieša korelācija ar straumes ātrumu attiecību arī pārējos objektos, kuros pārējo vielu koncentrācijai ir vāja korelācija. No šī novērojuma iespējams secināt, ka straumes ātruma samazināšanai posmā aiz nosēdbedres ir būtiska nozīme vielu izneses apjomu samazināšanā.

5.5. Secinājumi un ieteikumi

1. Mūsu analizētajos objektos konstatētās vielu un daļiņu koncentrācijas ir mazākas nekā somu zinātnieku pētījumu rezultātos minētās. Lielākajā daļā paraugu vielu un daļiņu koncentrācijas nepārsniedz dažādos normatīvajos aktos dotās ūdens kvalitātes normas.
2. Otrajā gadā pēc meža meliorācijas sistēmu renovācijas visos trijos objektos būtiski samazinājusies vidējā amonija jonu un kopējā slāpekļa koncentrācija, salīdzinot ar periodu tūlīt pēc renovācijas. Tendence laika gaitā samazināties ir arī nitrātjonu un fosfātjonu koncentrācijai. Dīvos no pētījuma objektiem nebūtiski pieaugusi kalcija jonu koncentrācija.
3. Suspendēto daļiņu koncentrācija aiz sedimentācijas dīķa otrajā gadā pēc meža meliorācijas sistēmu renovācijas, salīdzinot ar periodu tūlīt pēc renovācijas, ir ievērojami samazinājusies dīvos no trijiem pētījumu objektiem. Trešajā objektā arī otrajā gadā pēc meliorācijas sistēmas renovācijas aiz sedimentācijas dīķa konstatēta paaugstināta cieta suspendēto daļiņu koncentrācija.

4. Visos pētījuma objektos visās paraugu ņemšanas vietās otrajā gadā pēc meža meliorācijas sistēmu renovācijas, salīdzinot ar periodu tūlīt pēc renovācijas, palielinājusies izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija, kas saistīta ar organiskās vielas sadalīšanās procesu intensificēšanos pēc meliorācijas sistēmu renovācijas.
5. Biogēno elementu izneses apjoms ir cieši saistīts ar vielu koncentrāciju paraugā, noteces apjomu un sateces baseina platību. Straumes ātruma samazināšanās attiecīgi samazina arī biogēno elementu un suspendēto daļiņu izneses apjomu. Tādēļ, veicot meža meliorācijas sistēmu renovāciju, varētu būt lietderīgi arī citi paņēmieni, kas samazina straumes ātrumu maģistrālā grāvja posmā pirms ūdensteces (netīrītas grāvja sekcijas, mikropadziļinājumi, barjeras utt.). Patlaban gan nav datu, kas tieši apliecinātu šādu pasākumu efektivitāti.
6. Biogēno elementu nokļūšana ūdenstecēs visticamāk ir saistīta ne vien ar noteces un nokrišņu apjomu un augsnes granulometrisku sastāvu meliorācijas sistēmās, bet arī mežaudžu struktūru un mežsaimnieciskajām un lauksaimnieciskajām darbībām, kas veiktas augšpus novērojumu objektiem un to teritorijā.
7. Ir svarīgi nosēdbedri izveidot tā, lai tajā nenotiktu ūdens apmaiņa ar zemāk esošo ūdensteci. Respektīvi, bedrei būtu jāaiztur tai cauri plūstošais ūdens vismaz uz 5 minūtēm, lai biogēnie elementi izgulsnētos. Balstoties uz somu kolēģu ieteikumiem, nosēdbedres ir atkārtoti jātīra vismaz reizi gadā, kas gan tiek darīts reti. Ir nepieļaujama upes ūdens nonākšana nosēdbedrē.
8. Biogēno elementu kritisko koncentrāciju robežu trūkuma dēļ ir grūti izvērtēt meža meliorācijas sistēmu renovācijas ietekmi uz upju eitrofikāciju, sevišķi tādēļ, ka nav pieejami dati no kontroles platībām. Ilgāks novērojumu periods neapšaubāmi mazinās šo neskaidrību. Ieteicams ierīkot ilglaicīgus pētījuma/monitoringa objektus meža meliorācijas sistēmās ar dažādiem dominējošiem augšņu tipi (minerālaugsnes un kūdras augsnes), kuros ūdens paraugu ievākšana tiek uzsākta 1-2 gadus pirms meliorācijas sistēmu renovācijas, lai iegūtu pārlicinošus fona datus.

5.6. Izmantotā literatūra

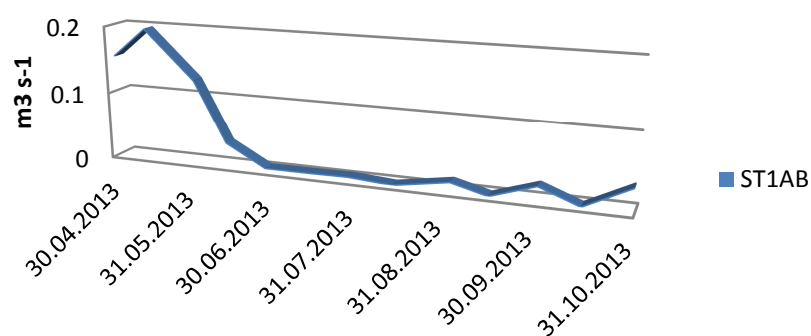
1. Indriksons A. 2002. Barības vielu noteces no meža zemēm modeļu izstrāde. Pārskats par SIA "Daugavas fonds" Daugavas projekta pasūtīto zinātniski pētniecisko darbu. 42 lpp.
2. Indriksons A. 2006. Pārskats par Meža attīstības fonda finansēto pētījumu „Meža ūdensregulējošās īpašības intensīvas mežsaimniecības apstākļos”, LVMI „Silava”, 42.lpp.
3. Joensuu S. 1992. Peatland forest ditch maintenance and runoff water quality: the effectiveness of sedimentation ponds. Proceedings of the 9th International Peat Congress, Uppsala 2: 423-433
4. Joensuu S., Ahti E., Vuolekoski M. 1999. The effects of peatland forest ditch, maintenance on suspended solids in runoff. Boreal Environment Research 4: 343-355
5. Kļaviņš M., Cimdiņš P., Ūdeņu kvalitāte un to aizsardzība, Rīga, Latvijas Universitāte, 2004, 208 lpp.

6. Linjeniemi P., Vouri K.-M., Tossavainen T., Kotanen J., Haapanen M., Lepistö A., Kenttämies K. 2003. Effectiveness of constructed overland flow areas in decreasing diffuse pollution from forest drainings. *Environmental Management* 32(5): 602-623
7. Manninen P. 1998. Effects of forestry ditch cleaning and supplementary ditching on water quality. *Boreal Environmental Research* 3:23-32
8. Minkkinen K., Laine J. 2006. Vegetation heterogeneity and ditches create spatial variability in methane fluxes from peatlands drained for forestry. *Plant Soil* (2006) 285: 289-304
9. Nieminen M., Ahti E., Koivusalo H., Mattson T., Sarkkola S., Lauren A. Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland, *Silva Fennica* 44(1): 39-49
10. Nieminen M., Ahti E., Nousiainen H., Joesuu S., Voullekoski M. 2005. Capacity of riparian buffer zones to reduce sediment concentrations in discharge from peatlands drained for forestry. *Silva Fennica* 39(3): 331-339
11. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti. 2002. LR Ministru Kabinets. Tiešsaistē: <http://www.likumi.lv/doc.php?id=60829#piel1>
12. Sarma B. (1990) *Hidrometrija, hidroloģija un noteces regulēšana*: mācību līdzeklis LLA hidromeliorācijas specialitātes studentiem. - Rīga: Zvaigzne. 189 lpp.
13. Sarma B. (1990) *Hidrometrija, hidroloģija un noteces regulēšana*: mācību
14. Zīverts A. (2004) *Hidroloģija. Ievads un hidroloģiskie aprēķini*. - Jelgava: LLU. 104. lpp.
15. Zīverts A., Jauja I., Meža-Eriņš G. (1996) Nosēdtīpju loma biogēnās noteces aizturēšanā nosusināšanas sistēmās. *Latvijas Lauksaimniecības universitātes Raksti*, Nr.6, 116.-125. lpp.
16. Manninen P. 1998. Effects of forestry ditch cleaning and supplementary ditching on water quality. *Boreal Environmental Research*. 3: 23-32
17. Joensuu S. 1999. The effects of peatland forest ditch maintenance on suspended solids in runoff. *Boreal Environmental Research*. 4: 343-355
18. Nieminen M. 2010. Export of suspended solids and dissolved elements from peatland areas after ditch network maintenance in south-central Finland. *Silva Fennica*. 44(1): 39-49

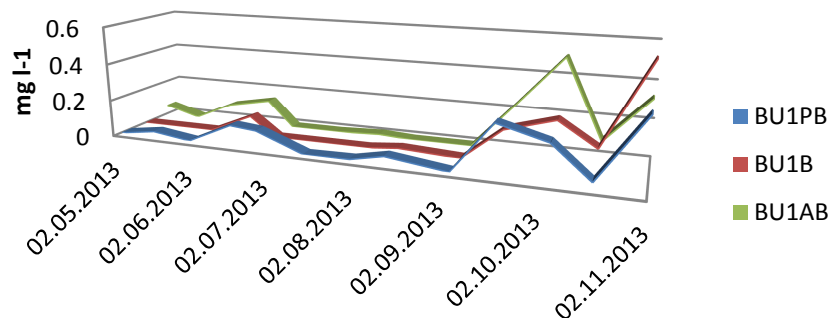
5.7. Pielikumi

1. pielikums. Noteces apjoms un biogēno elementu koncentrācijas objektā „Stūrīši 1”

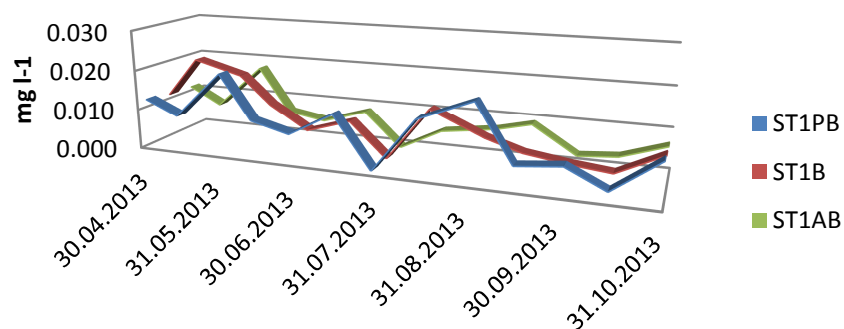
Notece



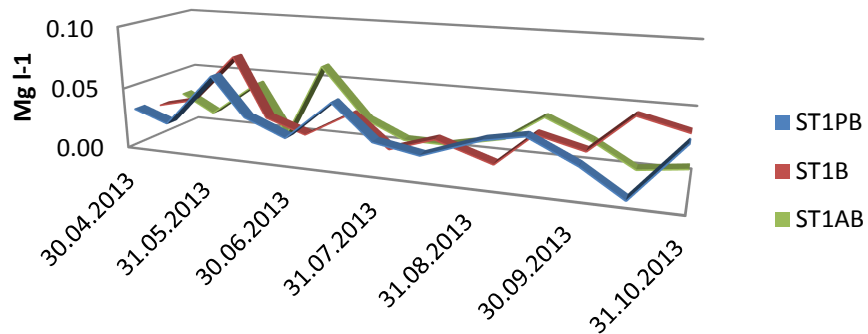
N-NO₃⁻ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



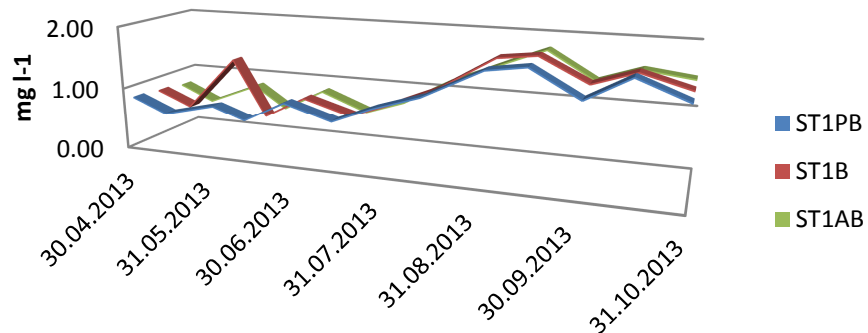
P-PO₄³⁻ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



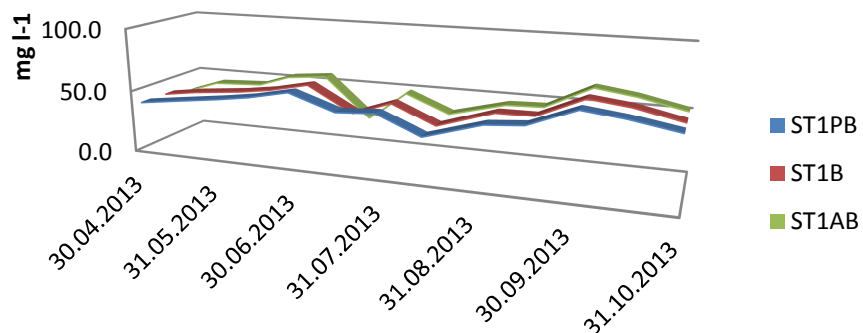
N-NH₄⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



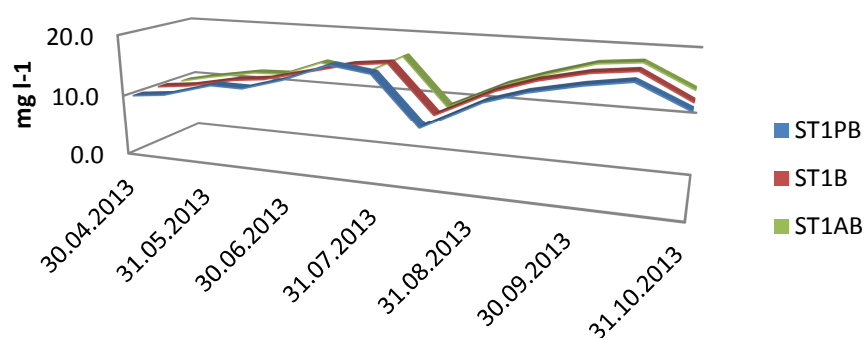
K⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



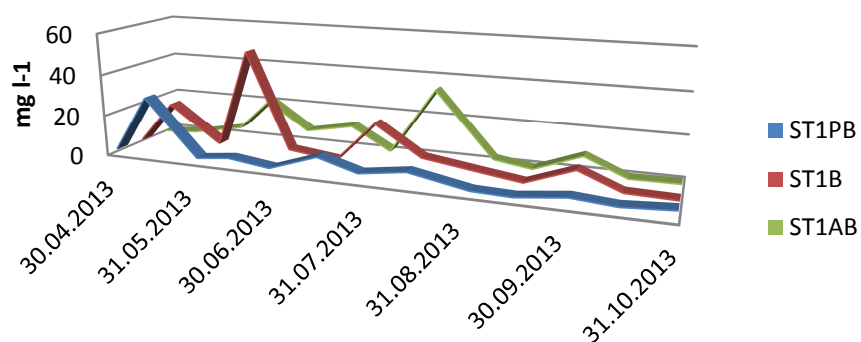
Ca²⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



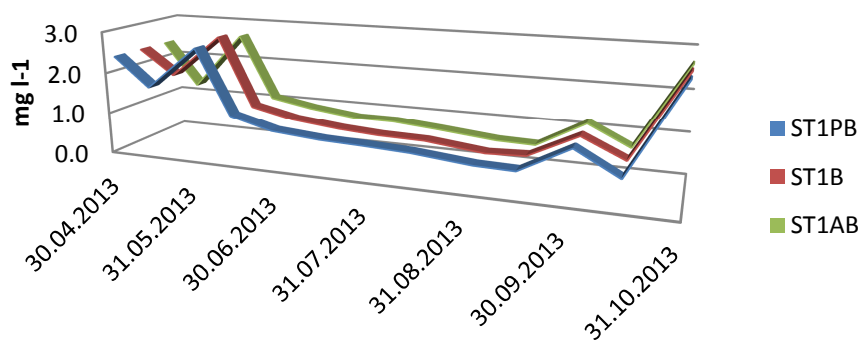
Mg²⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



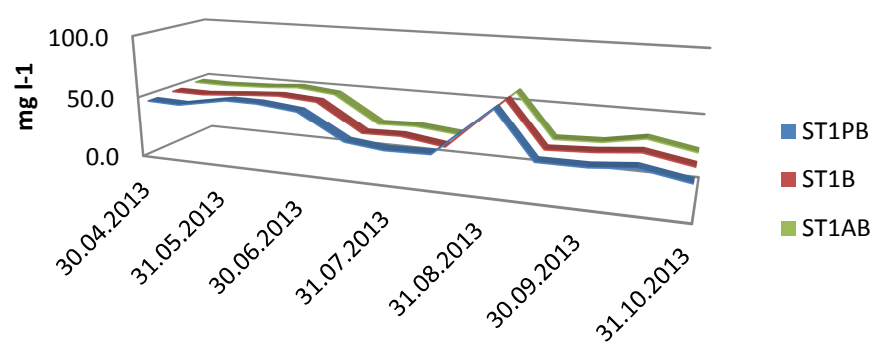
TSS koncentrāciju dinamika 2013.gadā



N_{kop} koncentrāciju dinamika 2013.gadā

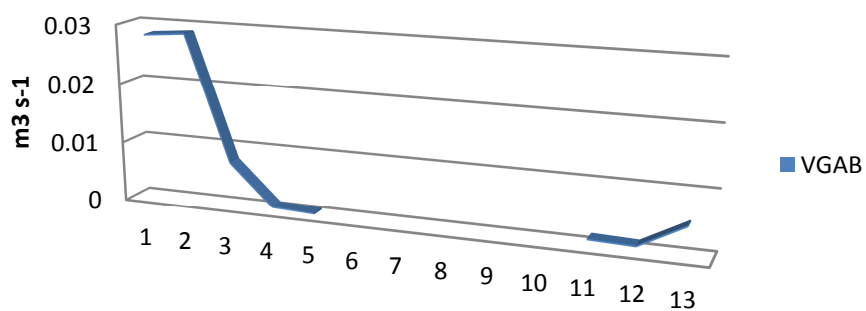


DOC koncentrāciju dinamika 2013.gadā

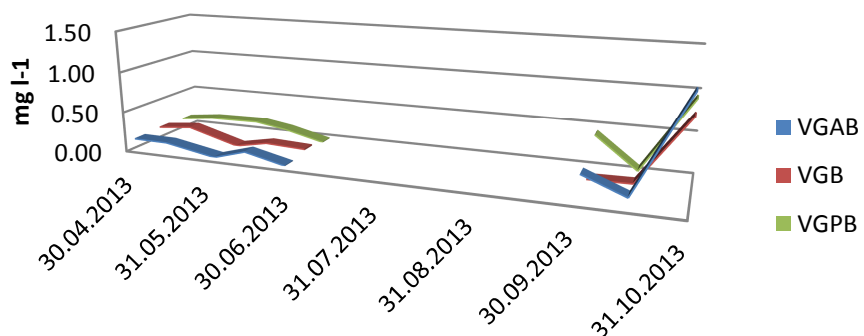


2. pielikums. Noteces apjoms un biogēno elementu koncentrācijas objektā „Vanagu gārša”.

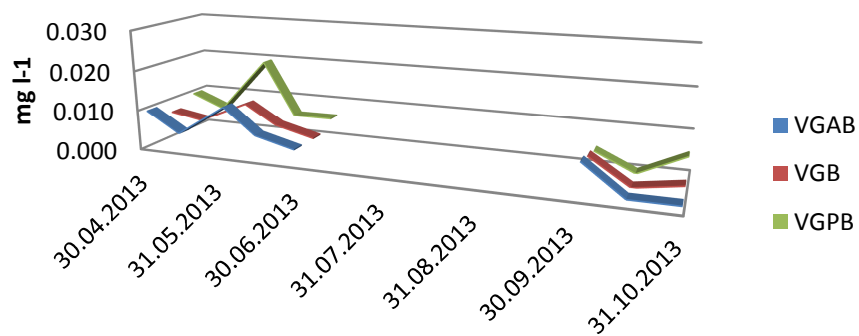
Notece



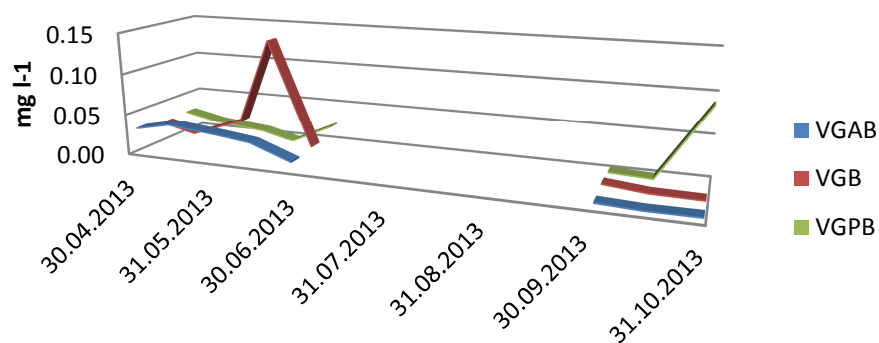
N-NO₃⁻ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



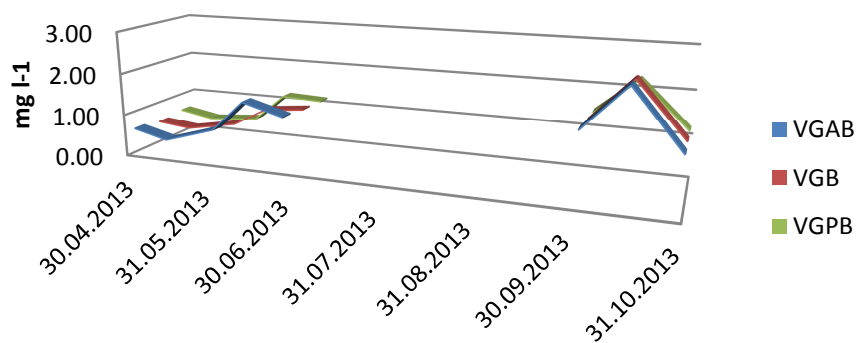
P-PO₄³⁻ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



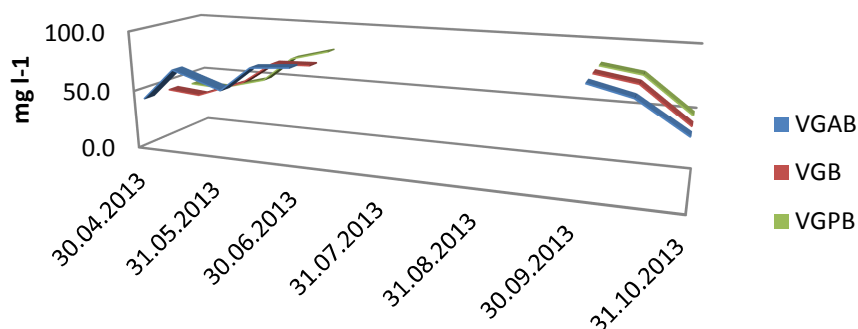
N-NH₄⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



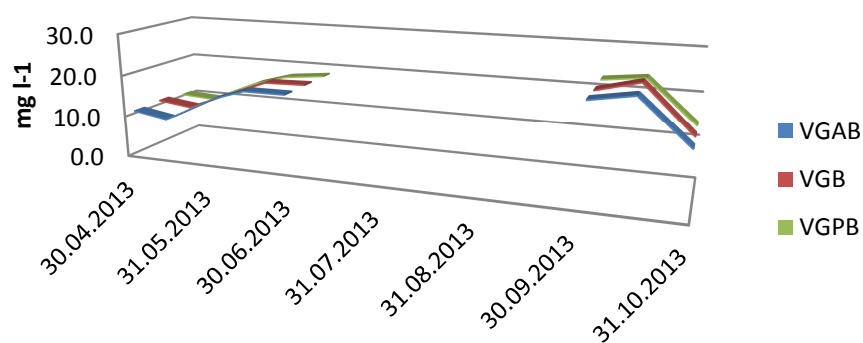
K⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



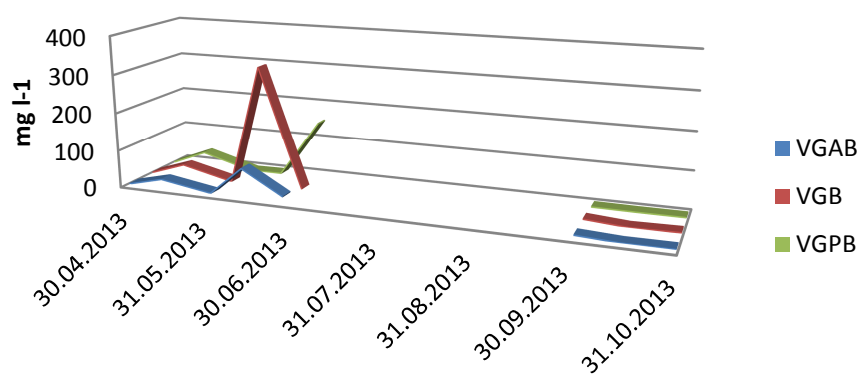
Ca²⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



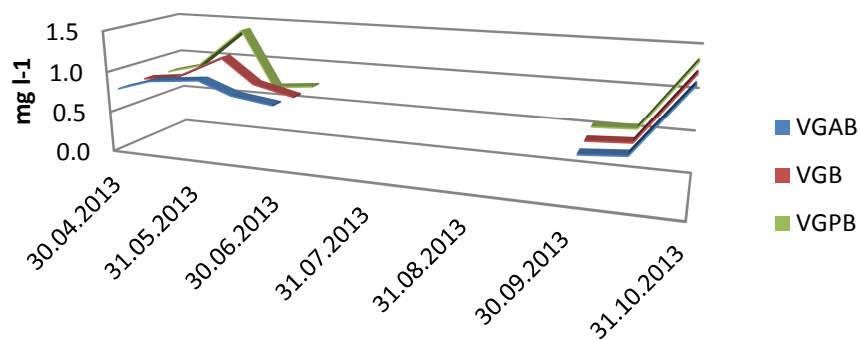
Mg²⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



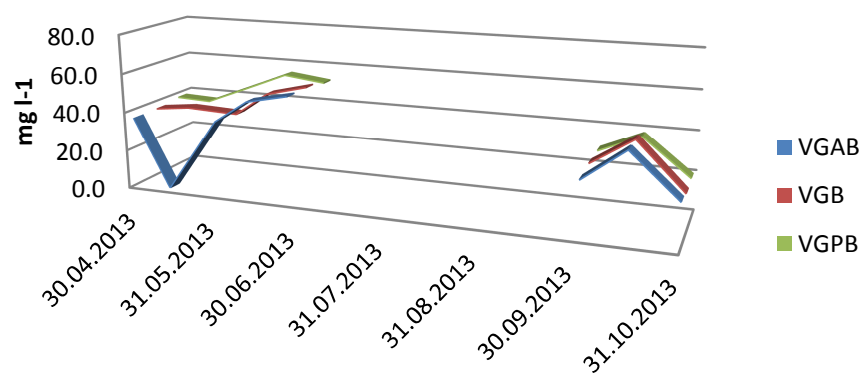
TSS vērtību dinamika 2013.gadā



N_{kop} koncentrāciju dinamika 2013.gadā

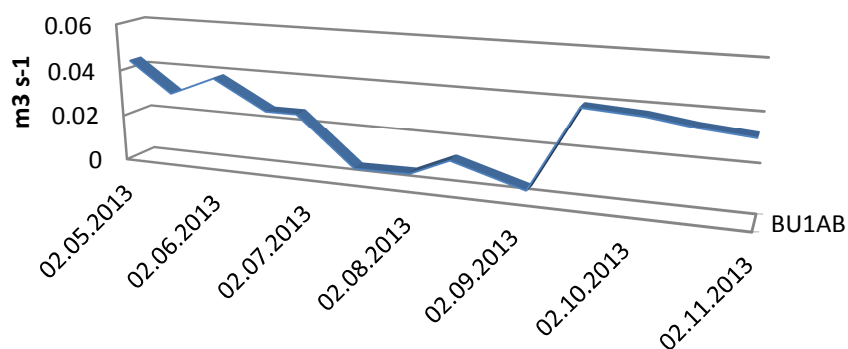


DOC vērtību dinamika 2013.gadā

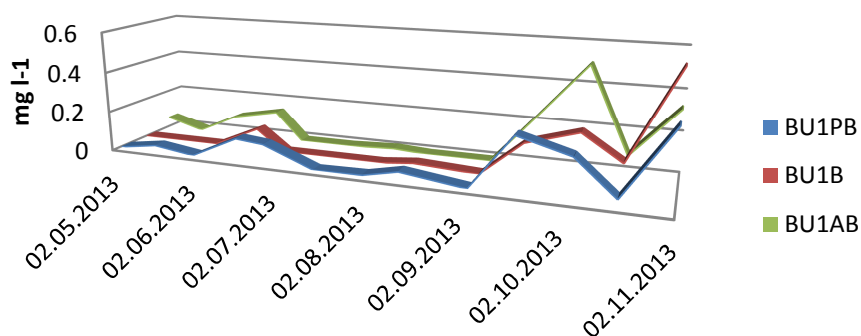


3. pielikums. Noteces apjoms un biogēno elementu koncentrācijas objektā „Bušnieki 1”

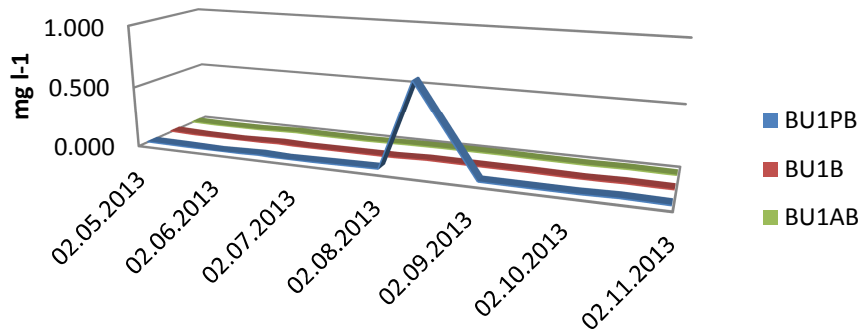
Notece



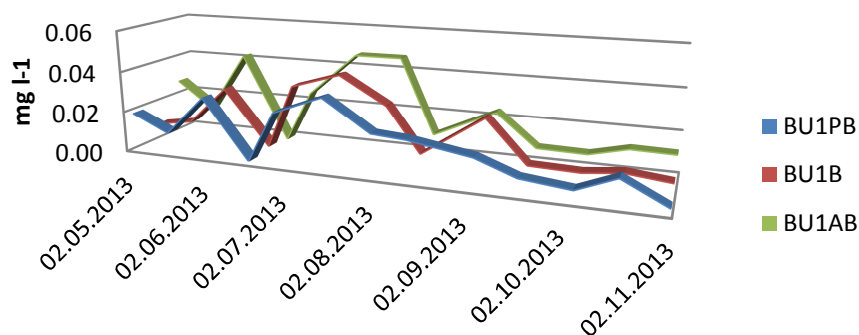
N-NO₃⁻ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



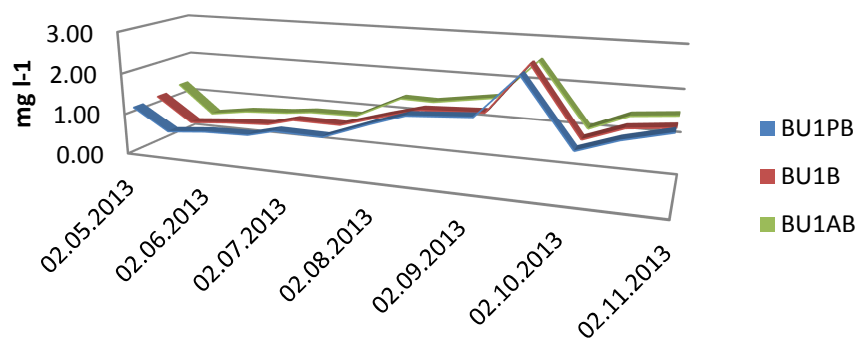
P-PO₄³⁻ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



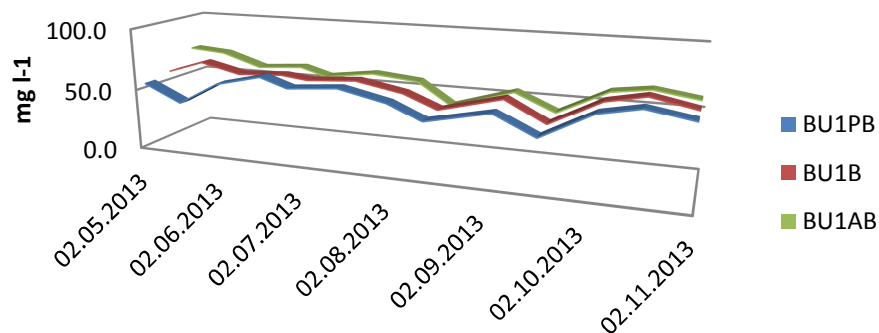
N-NH₄⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



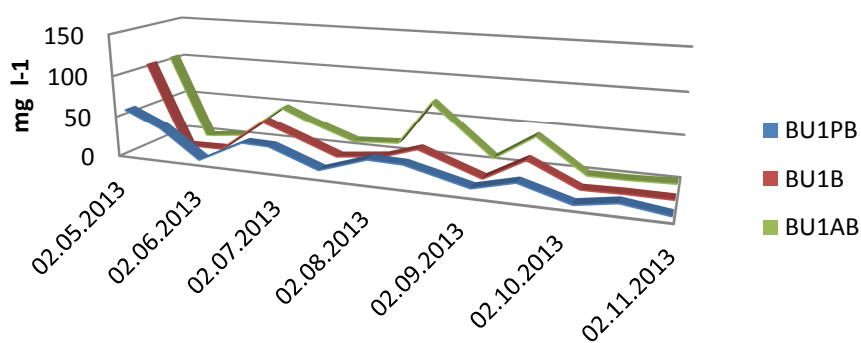
K⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



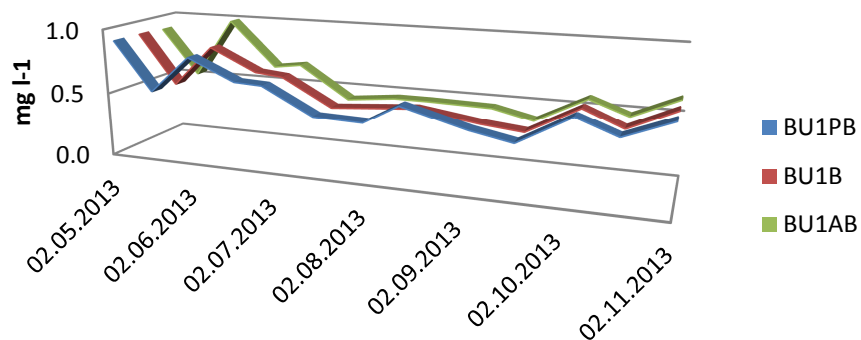
Ca²⁺ koncentrāciju dinamika 2013.gadā



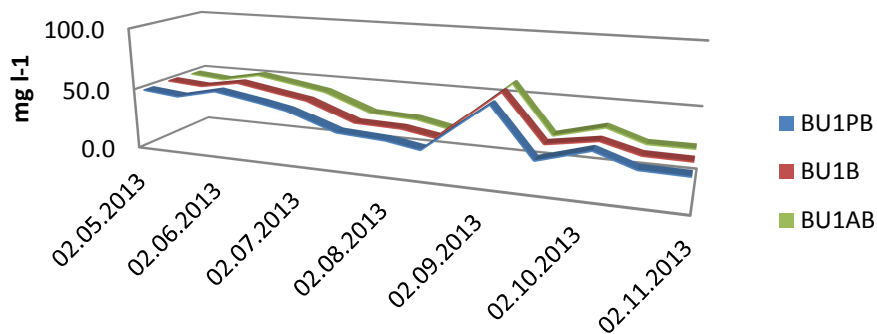
TSS koncentrāciju dinamika 2013.gadā



N_{kop} koncentrāciju dinamika 2013.gadā



DOC koncentrāciju dinamika 2013.gadā



6. Preventīvo pasākumu – filtrācijas platību pirms meliorācijas sistēmas ievadišanas ūdenstecē efekta novērtējums ūdens kvalitātes kontekstā

Balstoties uz somu zinātnieku Samuli Joensuu un Mikka Nieminen, kā arī citu pētnieku pētījumu rezultātiem un LVMI "Silava" 2012.gadā veiktajiem novērojumiem 7 renovētās meliorācijas sistēmās Latvijā, secināts, ka:

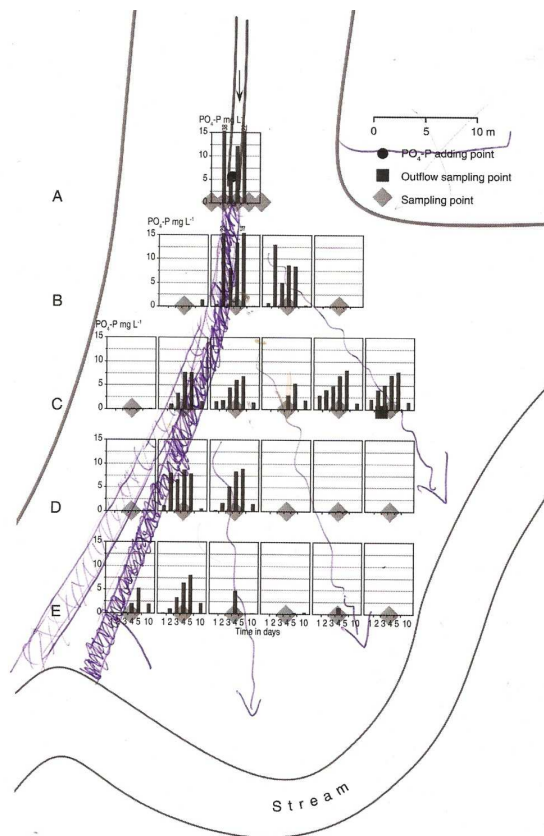
1. Nosēdbedres uz grāvjiem 7 sateces baseinos Latvijā samērā efektīvi aiztur izšķīdušās daļiņas un oglekli (TSS un DOC), bet pārējie biogēnie elementi bedrē ievērojamos apjomos netiek aizturēti.
2. Nosēdbedres jau pirmajā ekspluatācijas gadā sāk aizsērēt. Tas vizuāli novērojams vairākos pētījumā iekļautajos objektos. Lai nodrošinātu to turpmāko darbību, tuvākajos gados būs nepieciešama to tīrīšana, kas, nenoliedzami, palielinās meliorācijas sistēmas ekspluatācijas izmaksas.
3. Nosēdbedres nereti izveidotas tādās vietās, kur, paaugstinoties ūdens līmenim upēs leļpus tām, ūdens no upes nonāk atpakaļ bedrē, kas ir nepieļaujami, jo šādā veidā biogēnie elementi, upes ūdens līmenim krītoties, tomēr nonāk dabīgajā ūdenstecē.

Ņemot vērā iepriekšminētos secinājumus, būtu lietderīgi pārlicināties, vai nav kāda cita, efektīvāka metode ūdenstilpju aizsardzībai, kas nodrošinātu arī pārējo biogēno elementu izneses samazinājumu leļpus meliorācijas sistēmas. Apmeklējot līdzīgus pētniecības objektus Somijā 2012.gadā, ievēribu raisīja filtrācijas lauku metode Kiikala sateces baseinā DR Somijā (Attēls 6.1). Lauka darbības princips ir sekojošs. Grāvim ar salīdzinoši lielu kritumu leļpasdaļā atstāj netīrītu sekciju (apmēram 100-150 m garu), izveidojot appļūstošu platību ar lēni tekošu virszemes ūdeni, kas šajā platībā filtrējas dabiski. Šādas filtrācijas laukus iespējams izveidot, piemēram, mazražīgās meļaudzēs un degradētās platībās. Tiesa gan, svarīgi ir, lai meliorētā platība atrastos galvenokārt kūdras augsnēs.



Attēls 6.1. Filtrācijas lauks Kiikala sateces baseinā Somijā

Eksperimenta laikā viens sateces baseins Madonas novadā netālu no Liezēres ir aprīkots ar gruntsūdens akām paraugu ņemšanai vietām pirms, pēc un pašā filtrācijas laukā, pēc līdzīga principa kā 6.2. attēlā. Augšpusē ir grāvja ieteka filtrācijas laukā, apakšā, upe jeb dabīgā ūdenstece, kura principā jāpasargā no biogēnajiem elementiem. Paraugu ņemšanas vietu skaits filtrācijas laukā atkarīgs no lauka konfigurācijas un tehniskajām iespējām.



Attēls 6.2. Paraugu ņemšanas vietu filtrācijas laukā principiālā shēma (M. Nieminen, 1996)

2012.gadā veģetācijas sezonā vairākas reizes gruntsūdens akās ievākti fona dati (Tabula 6.1). Pēc meliorācijas sistēmas renovācijas reizi divās nedēļās tiks ievāktu ūdens paraugi analīzēm ar mērķi noskaidrot, vai:

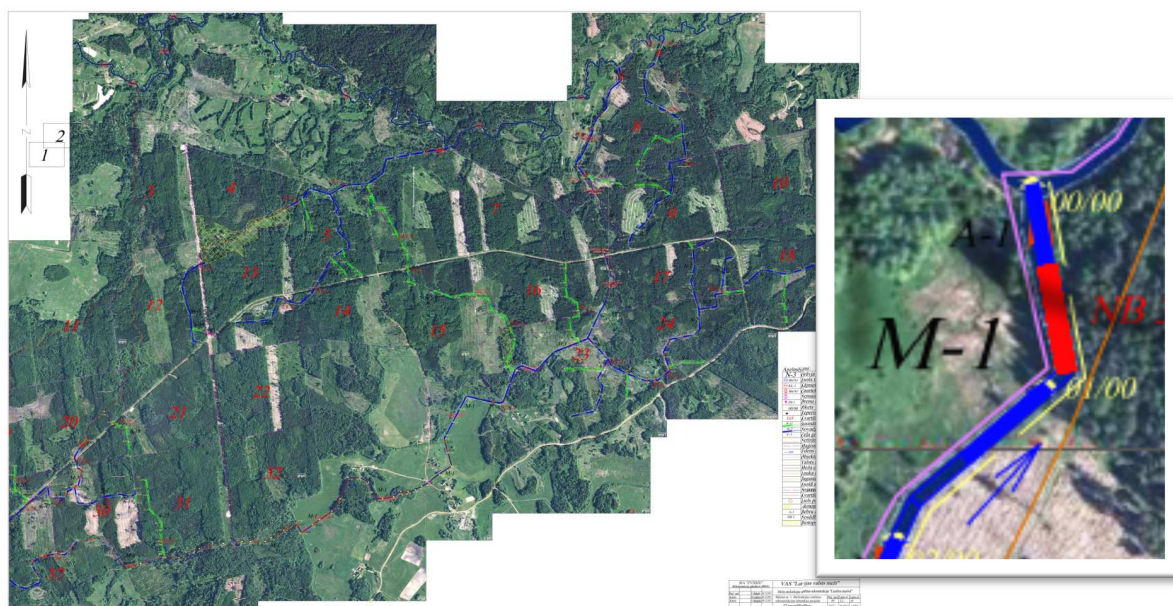
1. Šāds filtrācijas lauks aizkavē ķīmisko elementu nokļūšanu dabīgajās ūdenstecēs;
2. Šādas filtrācijas lauka dimensijas ir optimālas tā funkcionalitātes nodrošināšanai (šo nebūs viegli pārbaudīt, jo nav atkārtojumu).

2013.gada pavasarī uz maģistrālā grāvja M1 tika ierīkotas 15 paraugu ņemšanas vietas; tas darīts vienmērīgi visā grāvja lejtecē (pēdējo 100 metru posmā), attālums starp paraugu ņemšanas vietām 30-40 metri. Vasaras laikā no visām 15 paraugu ņemšanas vietām trīs reizes iegūti dati par ūdens ķīmisko sastāvu un biogēno elementu daudzumu tajā. Šī informācija būtu uzskatāma par fona datiem. Meliorācijas sistēmas renovāciju plānots veikt 2014.gada sākumā.

Tabula 6.1

2013.gadā ievāktie fona dati - gruntsūdens ķīmiskie parametri

	pH	N-NO ₃ ⁻ , mg L ⁻¹	P- PO4 ³⁻ , mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ , mg L ⁻¹	K, mg L ⁻¹	Ca, mg L ⁻¹	Mg, mg L ⁻¹	TSS, mg L ⁻¹	Nkop., mg L ⁻¹	DOC, mg L ⁻¹
Mean	8,0	0,24	0,01	4,15	2,42	56,87	17,76	105,53	4,96	21,98
Standard Error	0,07	0,046	0,003	1,495	0,353	2,042	0,728	27,645	1,534	2,168
Median	8,10	0,117	0,004	0,424	0,004	56,930	17,315	46,000	1,35	20,880
Mode	7,21	0,000	0,000	0,007	0,000	#N/A	#N/A	0,000	0,710	0,000
Standard Deviation	0,49	0,332	0,021	10,8844	2,566	14,868	5,002	201,258	11,171	15,781
Sample Variance	0,24	0,110	0,000	118,470	6,586	221,057	28,092	40504,800	124,782	249,035
Kurtosis	-1,60	9,446	20,222	15,714	8,783	4,084	1,630	15,026	15,549	-0,108
Skewness	-0,16	2,684	3,981	3,905	2,477	-0,799	-0,340	3,679	3,889	0,291
Range	1,51	1,811	0,134	57,172	14,310	91,595	29,235	1145,000	57,580	61,270
Minimum	7,08	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maximum	8,59	1,811	0,134	57,172	14,310	91,595	29,235	1145,000	57,580	61,270
Count	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53



Attēls 6.3. Pētījumā izmantotā maģistrālā grāvja M1 Liezēres pagastā atrašanās vieta meliorācijas sistēmā. 15 paraugu ņemšanas vietas izvietotas vienmērīgi grāvja lejtecē (13 - pēdējos 100 metros, bet divas - augšpus filtrācijas lauka

Izmantotā informācija

1. Nieminen M, Jarva M., 1996. Phosphorus Adsorption by Peat from Drained Mires in Southern Finland. Scandinavian Journal of Forest Research, 11, 321-326
2. Personiska komunikācija ar Somijas mežzinātnes institūta METLA vadošo pētnieku Mikka Nieminen.