



## PĀRSKATS

PAR PĒTĪJUMA 2017. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PASŪTĪTĀJS: AKCIJU SABIEDRĪBA “LATVIJAS valsts meži”

Līguma Nr. 5-5.5\_006\_101\_16\_6

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKĀ

VADĪTĀJA: Dr. Zane Lībiete, LVMI Silava vadošā pētniece

Salaspils, 2018

## Saturs

Kopsavilkums .....	5
Summary .....	6
2017.gada darba uzdevumi un to izpildes statuss .....	7
1. Mežsaimniecības ietekmes ainavu mēroga novērtējums uz meža un saistīto ekosistēmu regulējošo un uzturošo ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti .....	10
1.1. Modeļteritoriju robežu un mežaudžu struktūras aktualizācija .....	10
Zalvīte .....	11
Slītere .....	13
1.2. Dati un paraugi modeļteritorijās .....	15
1.2.1. Noteces apjoms un virszemes ūdens kvalitātes rādītāji .....	15
Objekti un metodika .....	15
Secinājumi .....	41
Literatūra .....	41
1.2.2. Gruntsūdens līmenis un ķīmiskais sastāvs .....	41
Objekti un metodika .....	41
Rezultāti .....	42
Secinājumi .....	53
Literatūra .....	53
1.2.3. Aerētā augsnes virskārtas slāņa biezums .....	54
1.2.4. Veģetācija .....	59
1.3. Mežsaimniecības un meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumu vērtējuma sistēmas izveide .....	69
1.3.1. Ekosistēmu pakalpojumu jēdziens un klasifikācija .....	69
1.3.2. Pētījumā pielietotās metodes - matricas modeļa - īss raksturojums .....	70
1.3.3. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana modeļteritorijās .....	71
1.3.4. Kultūras ekosistēmu pakalpojumi un tos raksturojošo indikatoru izstrāde .....	83
1.3.5. Ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas modeļu īss apskats .....	87
1.3.6. Publicitāte .....	90
1.4. Monitorings 2011. gadā ierīkotajos objektos .....	92
1.4.1. Objekti un metodika .....	92
1.4.2. Barības vielu aprites izmaiņas .....	93
1.4.3. Koku uzskaitē jaunaudzē .....	123
1.4.4. Veģetācijas uzskaitē .....	127
2. Ilgtspējīgi intensificētas mežsaimniecības īstermiņa un ilgtermiņa ietekmes uz nodrošinošo, regulējošo un uzturošo meža ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti novērtējums .....	135
2.1. <i>P. gigantea</i> attīstības novērtējums uz lielu dimensiju skuju koku mežizstrādes atliekām .....	135
2.1.1. Materiāls un metodika .....	136
2.1.2. Rezultāti .....	137

2.2. Celmu izstrādes vidēja termiņa ietekme .....	138
2.2.1. Objekti .....	138
2.2.2. Ūdens ķīmiskais sastāvs.....	140
2.2.3. Jaunaudzes attīstība .....	150
2.2.4. Sakņu piepes un celmenes sastopamības novērtējums celmu izstrādes objektos .....	154
2.3. Egļu celmu nozīme meža vaboļu sugu biodaudzveidības saglabāšanā .....	158
2.3.1. Ievads.....	158
2.3.2. Literatūras apskats .....	159
2.3.3. Objekti un metodika .....	161
2.3.4. Rezultāti.....	161
2.3.5. Secinājumi .....	165
2.3.6. Rekomendācijas.....	166
2.3.7. Literatūra .....	166
2.4. Celmu izstrādes ilgtermiņa ietekme.....	169
2.4.1. Objekti un metodika.....	169
2.4.2. Rezultāti.....	173
2.5. Liela mēroga mežizstrādes ietekme .....	183
2.5.1. Mērījumi Popes un Priedaines objektos.....	183
2.5.2. Kuldīga .....	184
2.5.3. Slītere.....	191
3. Mežsaimniecības un nodrošinošo meža ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība - nekoksnes produktu pieejamības un kvalitātes izmaiņas .....	197
3.1. Meža nekoksnes produktu ieguves apjoms, vērtība un nozīmīgums.....	197
3.1.1. Sabiedrības aptaujas rezultāti .....	197
3.1.2. Mednieku kolektīvu aptaujas rezultāti.....	202
3.1.3. Mednieku aptaujas rezultāti.....	203
3.1.4. Medību produktu ieguves izvērtējums.....	205
3.1.5. Biškopju aptaujas rezultāti .....	206
3.2. Meža nekoksnes produktu ražas apjoms un kvalitāte .....	210
3.2.1. Ogulāju, dekoratīvo materiālu un nektāraugu grupu novērtējums MSI parauglaukumos ....	211
3.2.2. Parauglaukumu ierīkošana ogu ražas novērtēšanai (mellenes, brūklenes) testa teritorijās .	217
3.2.3. Ogulāju (mellenāju, brūklenāju) un to ogu ražu uzskaites kopšanas ciršu laukumos .....	223
3.2.4. Parauglaukumu iekārtošana atsevišķu ēdamo sēņu ģinšu novērtējumam izvēlētajās testa teritorijās .....	228
4. Mežsaimniecības un meža estētisko un rekreācijas pakalpojumu mijiedarbība (kultūras EP) .....	234
4.1. Rekreācijas preferences dažādos gadalaikos .....	234
4.1.1. Materiāls un metodika .....	234
4.1.2. Rezultāti.....	235

4.1.3. Secinājumi .....	237
4.2. Mežsaimniecības ietekme uz ainavas vizuālo kvalitāti - ainavu arhitekta un sabiedrības vērtējums .....	238
4.2.1. Novērtējuma metode un gaita .....	238
4.2.2. Rezultāti.....	239
4.2.3. Secinājumi .....	241
4.3. Demonstrācijas objekta izveide.....	242



## Kopsavilkums

Pētījumu programmas otrajā etapā turpināts darbs pie mežsaimniecības ietekmes uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem izpētes dažādos telpiskos un laika mērogos četrās aktivitātēs.

**1. Mežsaimniecības ietekmes ainavu mēroga novērtējums uz meža un saistīto ekosistēmu regulējošo un uzturošo ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti.** Turpināta datu un paraugu ievākšana atbilstoši pētījumu programmas pirmajā gadā sagatavotajam grafikam. Veikta veģetācijas uzskaitē 8 maršrutos gar renovējamiem grāvjiem un ceļiem. Turpināts darbs pie ekosistēmu pakalpojumu vērtējuma indikatoru izstrādes. Pabeigta 2017.gada veģetācijas sezonas paraugu ievākšana (augšnes ūdens, gruntsūdens, virszemes notece, nobiras) 2011.gadā ierīkotajos monitoringa objektos zinātniskajos mežos Kalsnavas mežu novadā, šajos objektos maijā veikta jaunaudzū uzskaitē, bet jūlijā – veģetācijas uzskaitē.

**2. Ilgtspējīgi intensificētas mežsaimniecības īstermiņa un ilgtermiņa ietekmes uz nodrošinošo, regulējošo un uzturošo meža ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti novērtējums.** Veikts lielās pergamentsēnes attīstības novērtējums uz lielu dimensiju mežizstrādes atliekām. Turpināta augšnes ūdens un nokrišņu paraugu ievākšana celmu izstrādes vidēja termiņa ietekmes vērtēšanas objektos. Šajos objektos veikts vaboļu faunas novērtējums pie egļu celmiem, sakņu piepes un celmenes sastopamības novērtējums uz celmiem, kā arī veikta jaunaudzū uzskaitē. Turpināta pētījumu objektu ierīkošana un uzmērīšana celmu izstrādes ilgtermiņa ietekmes vērtēšanai (veģetācijas uzskaites un oglekļa uzkrājuma novērtējums augsnē). Ierīkoti papildu pētījuma objekti liela mēroga mežizstrādes novērtēšanai Kuldīgas novadā un Slīterē.

**3. Mežsaimniecības un nodrošinošo meža ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība - nekoksnes produktu pieejamības un kvalitātes izmaiņas.** Organizētas trīs aptaujas par meža nekoksnes produktu iegūvi: sabiedrības aptauja, mednieku aptauja, mednieku klubu aptauja un individuālu mednieku aptauja. Apkopoti rezultāti par biškopības nozīmi. Veikta meža nekoksnes produktu uzskaitē Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumos, kā arī regulāra ogu (brūklenes, mellenes) un sēņu uzskaitē īpaši ierīkotos maršrutos Vidusdaugavas un Ziemeļkurzemes reģionos, kā arī kopšanas ciršu parauglaukumos.

**4. Mežsaimniecības un meža estētisko un rekreācijas pakalpojumu mijiedarbība (kultūras EP).** Organizēta iedzīvotāju aptauja par rekreācijas preferencēm dažādos gadalaikos, apkopota informācija par pavasara, vasaras un rudens sezonu. Veikts mežsaimniecības ietekmes uz ainavas vizuālo kvalitāti novērtējums ainavu arhitekta un sabiedrības skatījumā. Identificēti potenciālie skatu punkti demonstrācijas objektiem apmācībām par ainavas vizuālo kvalitāti.

Pārskata apjoms ir 243 lappuses, tajā iekļauti 204 attēli un 81 tabula, pārskatam pievienoti 5 pielikumi.

## Summary

**Activity 1. Assessment of landscape-level impact of forest management on the quality of regulating and provisioning forest ecosystem services.** Sampling according to the sampling schedule has been continued in the model areas of Zalvite and Slitere – soil solution, groundwater, runoff. Repeated vegetation survey along 8 reconstructed ditches and forest roads was conducted. Mapping of forest ecosystem services in the model areas has been carried out, by developing new indicators and improving already developed ones. Sampling in the biomass removal objects has been continued for the 6th season – soil solution, groundwater, runoff, litter. Second survey of the young stand has been carried out in these objects.

**Activity 2. Assessment of sustainably intensified forest management short- and long-term impact on the quality of provisioning, regulating and supporting forest ecosystem services.** Repeated assessment of the development of *Phlebiopsis gigantea* on large logging residues has been carried out. Sampling of soil solution and precipitation has been continued in the objects of assessment of stump removal mid-term effects. Measurement of the young stand, survey of beetles and evaluation of root rot occurrence has been carried out in these plots. Establishment and measurement of sample plots for the evaluation of stump removal long term effects and large scale logging was being continued.

**Activity 3. Interaction between forest management and provisioning forest ecosystem services – accessibility and quality of non-wood forest products (NWFPs).** Three surveys have been organized about the importance and use of non-wood forest products: inhabitants, hunter clubs and individual hunters. Assessment of the importance of forest for beekeeping has been performed. Analysis of non-wood forest products has been conducted on National forest inventory plots and on a regular basis (forest berries and mushrooms) – in special routes established in Northern Kurzeme and Vidusdaugava regions, as well as forest thinning plots.

**Activity 4. Interaction between forest management and aesthetic and recreational forest ecosystem services.** Survey of inhabitants about their recreational preferences in different seasons has been carried out, results about spring, summer and autumn preferences are included in the report. Assessment of visual quality of forest landscape with different degree of forest management impact has been carried out, both by landscape architect (professional opinion) and inhabitants (visual preferences).

## 2017.gada darba uzdevumi un to izpildes statuss

N.p.k.	Darba uzdevums	Izpildes termiņš	Statuss
1.	<p>Mežsaimniecības ietekmes ainavu mēroga novērtējums uz meža un saistīto ekosistēmu regulējošo un uzturošo ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti - barības vielu apriti, ūdeņu ekoloģisko kvalitāti, bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgiem meža un ainavas struktūras elementiem:</p> <p>1.1. Datu/paraugu ievākšana modeļteritorijās atbilstoši plānotajai un veiktajai saimnieciskajai darbībai – Zalvītes modeļteritorijā (noteces apjoms un ūdens kvalitātes parametri grāvjos un Zalvītes strautā – 8 paraugu ņemšanas vietas, gruntsūdens līmenis un ķīmiskais sastāvs - 5 objekti, aerētā augsnes slāņa biezums – 33 objekti, veģetācijas, t.sk. invazīvo augu sugu uzskaitē – 8 uzskaites maršruti) un Slīteres modeļteritorijā (noteces apjoms un ūdens kvalitātes parametri 1 paraugu ņemšanas vietā);</p> <p>1.2. Ainavas līmeņa novērtējums – ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas metodikas tālāka izstrāde (jau atlasīto nodrošinošo un regulējošo EP indikatoru pilnveidošana, novērtējuma skalu precizēšana, papildu indikatoru izvēle regulējošo un kultūras EP vērtēšanai), indikatoru telpiska analīze modeļteritorijās;</p> <p>1.3. Ūdeņu un nobiru paraugu ievākšana un analīze – 3 objekti Zinātniskajos mežos Kalsnavas meža novadā;</p> <p>1.4. Jaunaudžu uzskaitē – 3 objekti Zinātniskajos mežos Kalsnavas meža novadā;</p> <p>1.5. Veģetācijas uzskaitē - 3 objekti Zinātniskajos mežos Kalsnavas meža novadā.</p> <p>Nodevumi: pārskats par pētījuma virzienā paveikto 2017.gadā, EP pakalpojumu apraksts un telpisks attēlojums modeļteritorijā, izvēlēti 3 demonstrācijas objekti Zalvītes modeļteritorijā, sagatavotas 2 zinātniskās publikācijas.</p>	<p>10.09.2017. (veģetācijas uzskaitē)</p> <p>15.01.2018. (pārējiem darbiem)</p> <p>15.01.2018.</p> <p>15.01.2018.</p> <p>10.09.2017.</p> <p>10.09.2017.</p>	<p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p>
2.	<p>Ilgspējīgi intensificētas mežsaimniecības īstermiņa un ilgtermiņa ietekmes uz nodrošinošo, regulējošo un uzturošo meža ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti novērtējums:</p> <p>2.1. <i>P. gigantea</i> attīstības novērtējums uz lielu dimensiju skuju koku mežizstrādes atliekām – 14 parauglaukumi Ogres un Pļaviņu novados;</p> <p>2.2. Kukaiņu daudzveidības novērtējums celmu izstrādes objektos – 3 objekti (Nītaure, Stende, Rembate); sadarbībā ar Daugavpils Universitāti;</p> <p>2.3. Gruntsūdens un nokrišņu ūdens paraugu ievākšana un analīze celmu izstrādes objektos – 3 objekti (Dursupe, Nītaure, Rembate);</p>	<p>15.01.2018.</p> <p>15.01.2018.</p> <p>15.01.2018.</p>	<p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p>

N.p.k.	Darba uzdevums	Izpildes termiņš	Statuss
	<p>2.4. Sakņu piepes un celmenes sastopamības novērtējums celmu izstrādes objektos – 5 objekti (Dursupe, Stende, Nītaure, Rembate, Jaunpils);</p> <p>2.5. Parauglaukumu uzmērīšana (augšnes analīzes, profils) platībās ar celmu izstrādi un kontroles platībās – 3 objekti (Dursupe, Nītaure, Rembate);</p> <p>2.6. Parauglaukumu uzmērīšana (augšnes profils, veģetācijas segums, audžu taksācijas rādītāji) platībās ar celmu izstrādi un kontroles platībās – 2 objekti (Bārta, Jaunkalsnava);</p> <p>2.7. Parauglaukumu ierīkošana platībās pēc liela mēroga mežizstrādes (1970-1992. gads) un kontroles platībās, uzmērīšana (augšnes profils, veģetācijas segums, audžu taksācijas rādītāji) – papildus laukumi/inventarizāciju pabeigšana 7 jau 2016. gadā identificētajās platībās (Pope, Priedaine, Kuldīga) un 2 papildu (kontroles) objekti (Slītere).</p> <p>Nodevumi: pārskats par pētījuma virzienā paveikto 2017. gadā.</p>	<p>15.01.2018.</p> <p>15.01.2018.</p> <p>10.09.2017. (lauka darbiem)</p> <p>10.09.2017. (lauka darbiem)</p>	<p>Paveikti</p> <p>Tiks īstenots 2018.g. pavasarī</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p>
3.	<p>Mežsaimniecības un nodrošinošo meža ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība - nekoksnes produktu pieejamības un kvalitātes izmaiņas:</p> <p>3.1. Meža nekoksnes produktu apjoma, vērtības un nozīmīguma novērtēšana – socioloģiskās aptaujas (3 gab., sabiedrība, mednieku kolektīvi, mednieki);</p> <p>3.2. Meža nekoksnes produktu (resursu) apjoma un kvalitātes novērtēšana – MSI parauglaukumos (~ 500 PL), kā arī īpaši ierīkotos ogu un sēņu ražas monitoringa maršrutos (2017. gadā sēņu raža tiks uzskaitīta 2 teritorijās – Ziemeļkurzemes, Vidusdaugavas reģionos - katrā reģionā 20 objekti dažādos meža tipos; ogu raža tiks uzskaitīta 2 teritorijās – Ziemeļkurzemes, Vidusdaugavas reģionos - katrā reģionā 16 objekti -, kā arī kopšanas ciršu laukumos – 15 objekti).</p> <p>Nodevumi: pārskats par pētījuma virzienā paveikto 2017. gadā.</p>	<p>15.01.2018.</p> <p>10.09.2017. (lauka darbiem ogu ražas uzskaitē)</p> <p>15.01.2018. (pārējiem darbiem)</p>	<p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p>
4.	<p>Mežsaimniecības un meža estētisko un rekreācijas pakalpojumu mijiedarbība (kultūras EP):</p> <p>4.1. Rekreācijas preferenču dažādos gadalaikos noskaidrošana – sabiedrības socioloģiskā aptauja dažādos gadalaikos, 4 reizes;</p> <p>4.2. Mežsaimnieciskās darbības ietekmes uz ainavas/skatu vizuālo kvalitāti novērtēšana, izmantojot kvantitatīvas metodes (sabiedrības preferenču metodi) – aptaujas sagatavošana un izplatīšana interneta vidē (attēli);</p> <p>4.3. Mežsaimnieciskās darbības ietekmes uz ainavas/skatu vizuālo kvalitāti novērtēšana, izmantojot aprakstošo inventarizāciju (attēli; iesaistot ainavu arhitektus);</p>	<p>15.01.2018.</p> <p>15.01.2018.</p> <p>15.01.2018.</p>	<p>Paveikti 75% (pavasara, vasaras, rudens aptaujas)</p> <p>Paveikts</p> <p>Paveikts</p>

N.p.k.	Darba uzdevums	Izpildes termiņš	Statuss
	<p>4.4. Demonstrācijas objekta izveide – 2017. gadā plānota potenciāli atbilstošo teritoriju analīze, konkrēta objekta izvēle un darbu plāna izstrāde.</p> <p>Nodevumi: pārskats par pētījuma virzienā paveikto 2017. gadā, t.sk. pārskats par iedzīvotāju rekreācijas preferencēm dažādos gadalaikos un pārskats par mežsaimnieciskās darbības ietekmi uz ainavas/skatu vizuālo kvalitāti, izmantojot sabiedrības preferenču metodi un aprakstošo inventarizāciju.</p>	15.01.2018.	Paveikts
5.	Starpziņojuma sagatavošana	10.09.2017.	Sagatavots
6.	Otrā etapa pārskata sagatavošana	01.02.2018.	Sagatavots

## 1. Mežsaimniecības ietekmes ainavu mēroga novērtējums uz meža un saistīto ekosistēmu regulējošo un uzturošo ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti

Šīs aktivitātes ietvaros pētījumi tiek īstenoti trijos virzienos: 1) komplekss mežsaimniecības ietekmes novērtējums uz dažādiem vides komponentiem modeļteritorijā (sateces baseina mērogā); 2) metodes izstrāde meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumu kartēšanai, metodes aprobācija modeļteritorijā; 3) 2012.gadā uzsākta monitoringa turpināšana kailcirtes ar visas virszemes biomasas un kailcirtes ar stuburu biomasas izvākšanu vidēja termiņa ietekmes novērtēšanai.

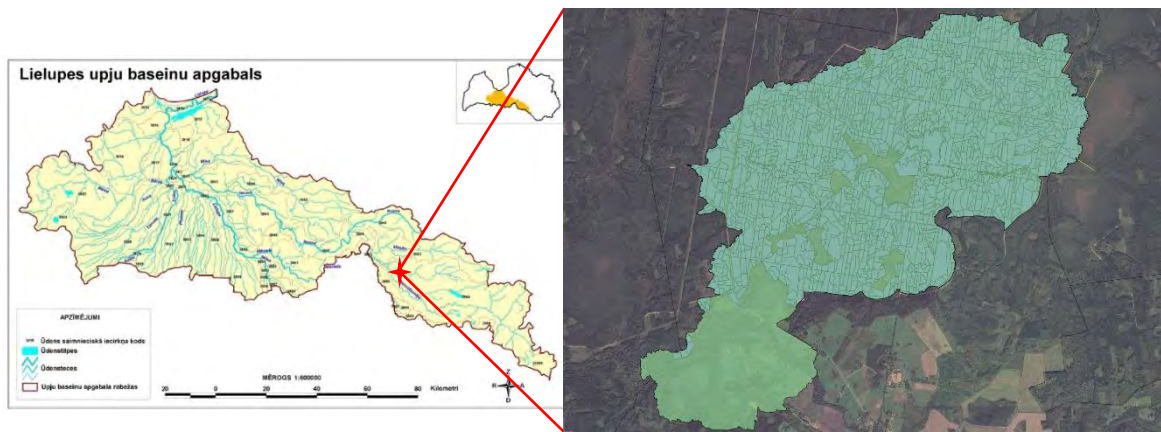
2017.gadā darbi aktivitātes ietvaros noritēja atbilstoši plānotajam grafikam. Tika turpināta datu un paraugu ievākšana pētījuma objektos Zalvīts un Slīteres modeļteritorijā, kā arī trijos objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas mežu novadā, kuros tiek pētīta dažādas intensitātes biomasas izvākšanas ietekme uz meža ekosistēmas komponentiem. Atsevišķu mērījumu un uzskaišu veikšanas pamatojums un metodika detalizēti atspoguļota pārskatā par pētījumā pirmajā etapā paveikto (<http://www.lvm.lv/petijumi-un-publikacijas/mezsaimniecibas-ietekme-uz-meza-un-saistito-ekosistemu-pakalpojumiem>).

Turpinājās darbs pie ekosistēmu pakalpojumu indikatoru izstrādes un precizēšanas atbilstoši CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*) klasifikācijai, kā arī izstrādātās pieejas un indikatoru testēšana modeļteritorijās.

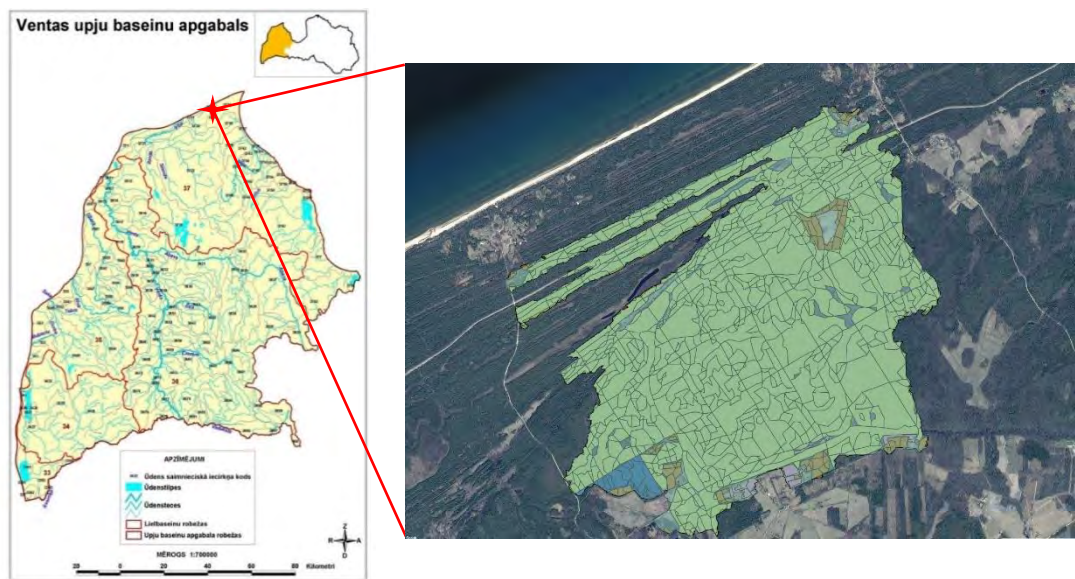
Nodaļu sagatavoja Z. Lībiete, A.Bārdule, I. Matisone, M. Lūkins, Z.Kalvīte, I.Kļaviņš, E.Jūrmalis un I.Pauliņa.

### 1.1. Modeļteritoriju robežu un mežaudžu struktūras aktualizācija

Apakšnodaļa attiecas uz 1.1. darba uzdevumu. Abās modeļteritorijās ir aktualizētas sateces baseinu robežas atbilstoši zemes virsmas uzmērījumu datiem (Attēls 1, Attēls 2), kā arī atkārtoti veikta mežaudžu struktūras sākotnējā analīze (meža tipi, koku sugas, vecums). Aktualizētā informācija par meža tiptiem, valdošajām sugām un audžu vecumu modeļteritorijās ir izmantota noteces un vielu izneses aprēķinos un ekosistēmu pakalpojumu kartēšanā, gan pārrēķinot jau izstrādātos indikatorus ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma vērtēšanai, gan izstrādājot jaunus.



Attēls 1. Zalvītes modeļteritorijas atrašanās vieta un aktualizētās robežas

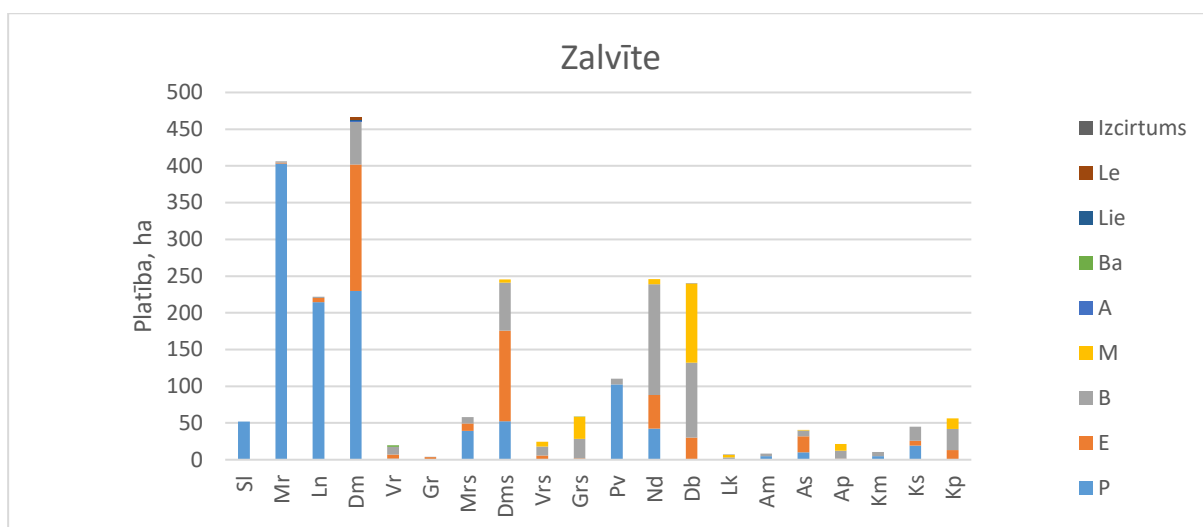


Attēls 2. Slīteres modeļteritorijas atrašanās vieta un aktualizētās robežas

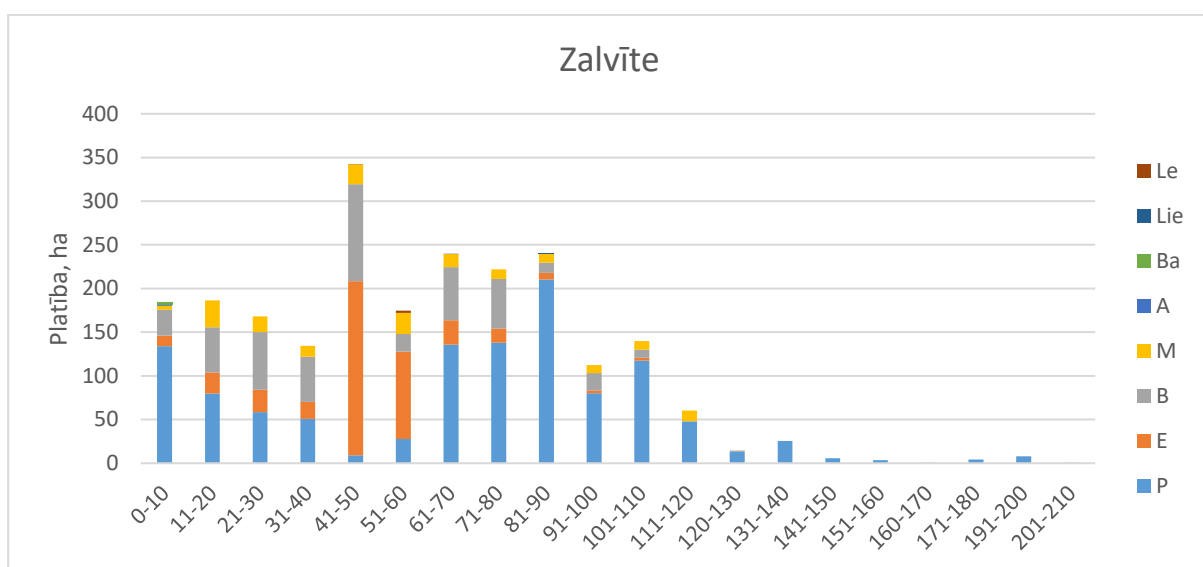
## Zalvīte

Zalvītes modeļteritorijā dominē sausieņu meži, visvairāk pārstāvētais meža tips ir damaksnis (20% no kopējās platības), tam seko mētrājs ar 17% un niedrājs, slapjais damaksnis un dumbrājs attiecīgi ar 11%, 10% un 10% no kopējās mežaudžu platības (Attēls 3). Modeļteritorijas audzēs pārstāvētās valdošās sugas ir priede, egļu, bērzs, melnalksnis, apse, baltalksnis, liepa, lapegle. Vairāk nekā pusē mežaudžu (51% no platības) valdošā suga ir priede, 22% mežaudžu - bērzs, 19% - egļu.

Audzju vecumstruktūra dažādām sugām ir visai atšķirīga. Samērā lielu daļu no kopējās priežu audžu platības aizņem priežu jaunaudzis, sevišķi vecumā līdz desmit gadiem, tomēr lielākā daļa priežu audžu pieskaitāmas birstaudzēm un pieaugušām un pāraugušām audzēm, salīdzinoši ļoti nelielu platību aizņem vidēja vecuma (41-60 gadus vecas) priežu audzes. Tajā pašā laikā 41-50 gadus vecas mežaudzes modeļteritorijā aizņem vislielāko platību, taču gan šajā, gan nākamajā vecuma desmitgadē dominē egļu audzes, kas saistāms ar vēsturisko situāciju un egļu stādījumu ekspansiju 20. gadsimta sešdesmitajos un septiņdesmitajos gados. Vecuma desmitgadē no 41-50 gadiem ir arī vislielākā bērzu audžu aizņemtā platība. Bērzu audžu vecumstruktūra līdz 80 gadu vecumam ir samērā vienmērīga, izņemot vecuma grupu no 51-60 gadiem, kurā bērzu audžu aizņemtā platība ir ļoti neliela (Tabula 1, Attēls 4).



Attēls 3. Mežaudžu platību (ha) sadalījums pēc meža tipa un valdošās sugas Zalvītes modeļteritorijā



Attēls 4. Mežaudžu vecumstruktūra Zalvītes modeļteritorijā

Tabula 1. Mežaudžu aizņemtā platība pa vecuma desmitgadēm pēc valdošās sugas Zalvītes modeļteritorijā, ha

Vecums, gadi	P	E	B	M	A	Ba	Lie	Le
0-10	134.00	12.20	29.50	4.60	1.30	2.70		
11-20	79.80	24.10	51.80	30.70				
21-30	58.60	25.50	65.90	18.10				
31-40	50.70	19.70	51.40	12.60				
41-50	9.10	199.40	111.00	22.70				0.50
51-60	27.70	100.10	20.00	24.30				2.50
61-70	135.70	28.00	60.80	14.90	0.40			
71-80	137.90	16.40	56.50	11.30				
81-90	210.20	7.90	11.60	10.20			1.00	
91-100	80.00	3.60	19.60	9.10				
101-110	117.70	3.00	9.20	10.10				
111-120	47.50		0.70	12.20				
120-130	13.10		1.50					
131-140	25.60							

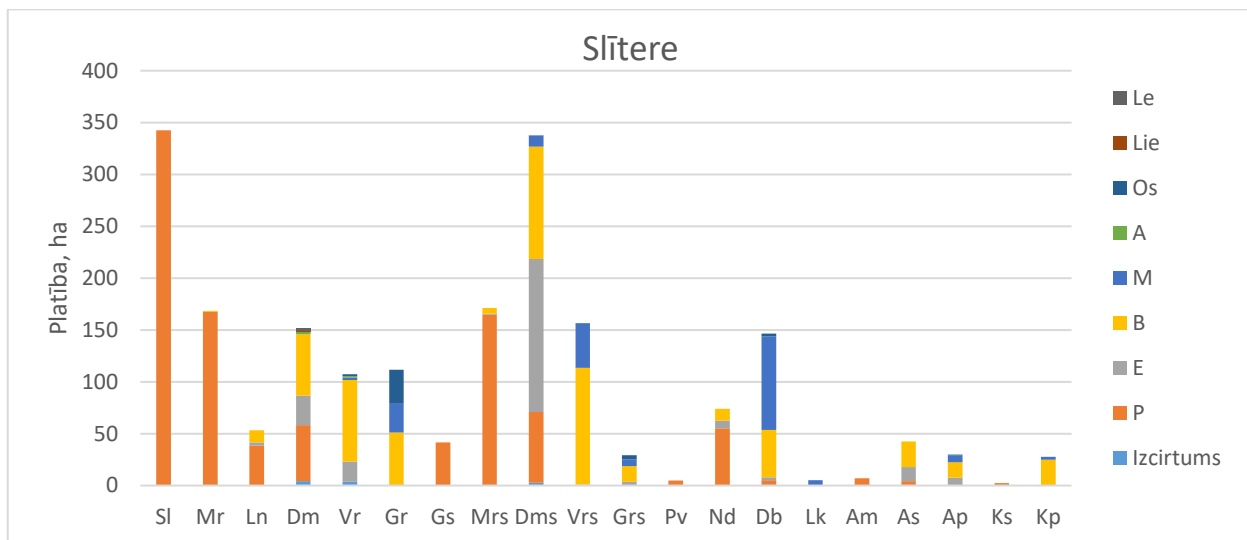


Vecums, gadi	P	E	B	M	A	Ba	Lie	Le
141-150	5.90							
151-160	3.60							
160-170	0.80							
171-180	4.30							
191-200	7.80							
201-210	0.80							

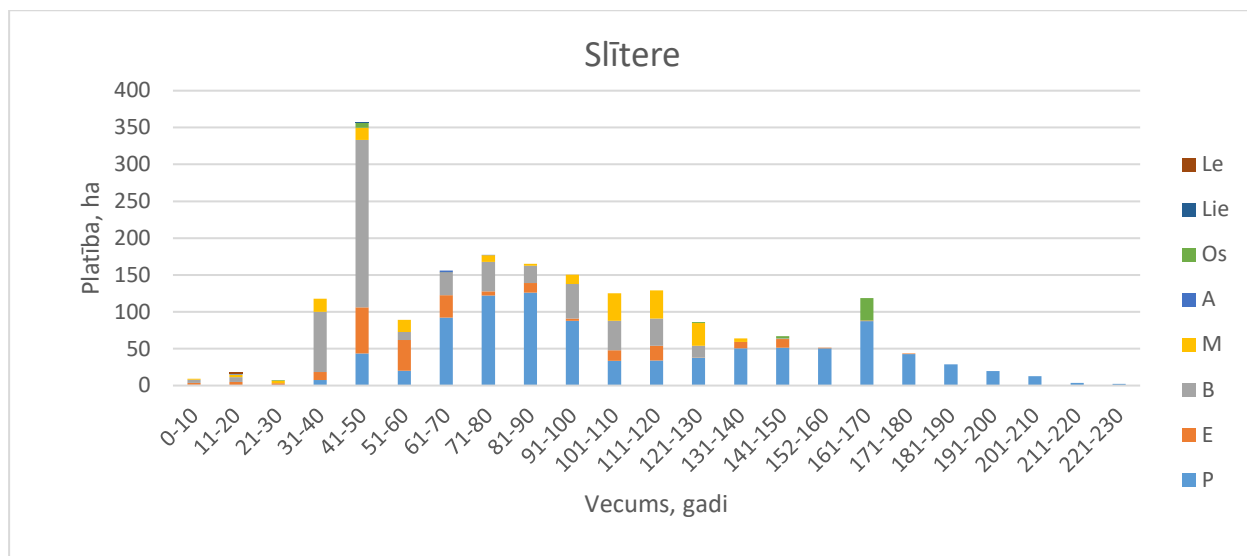
## Slītere

Arī Slīteres modeļteritorijā kopumā dominē sausieņu meži (Attēls 5), visvairāk pārstāvētie meža tipi ir sils un slapjais damaksnis, katrs ar 17% no kopējās platības, tad seko slapjais mētrājs (9% no mežaudžu platības). Slīteres modeļteritorijas mežaudzēs sastopamas šādas valdošās sugas: priede, egļu, bērzs, melnalksnis, apse, osis, liepa un lapegle. 48% no mežaudžu platības valdošā suga ir priede, 28% - bērzs, 12% - egļu.

Mežaudžu vecumstruktūra Slīteres modeļteritorijā ir ievērojami atšķirīga no Zalvītes. Praktiski nav sastopamas priežu jaunaudzēs, vecuma grupās līdz 50 gadiem pārliecinoši dominē mīkstie lapu koki – bērzs un melnalksnis. Sevišķi lielu platību aizņem 41-50 gadus vecas bērzu audzes, kas izveidojušās pēc platībā notikušās liela mēroga vējgāzes 1969. gadā. Vecuma grupās no 41 līdz 70 gadu vecumam samērā lielas platības aizņem arī mežaudzes, kurās valdošā suga ir egļu, arī daļa šo audžu veidojušās, mežam atjaunojoties no paugas eglēm pēc minētā traucējuma. Atbilstoši taksācijas aprakstam, modeļteritorijā diezgan ievērojamā platībā sastopamas vecas melnalkšņu un ošu audzes (Tabula 2, Attēls 6).



Attēls 5. Mežaudžu platību (ha) sadalījums pēc meža tipa un valdošās sugas Slīteres modeļteritorijā



Attēls 6. Mežaudžu vecumstruktūra Slīteres modeļteritorijā

Tabula 2. Mežaudžu aizņemtā platība pa vecuma desmitgadēm pēc valdošās sugas Slīteres modeļteritorijā, ha

Vecums, gadi	P	E	B	M	A	Os	Lie	Le
0-10	0.80	2.80	4.20	1.60				
11-20	0.30	4.40	6.80	3.40	1.50			2.20
21-30	0.63	2.60		3.34		0.80		
31-40	7.40	10.90	81.50	18.10				
41-50	43.50	62.80	226.82	16.60		7.10	0.40	
51-60	19.90	42.10	10.61	16.50				
61-70	92.40	30.10	30.88	0.20	2.60			
71-80	122.22	5.40	40.00	9.05	0.40			
81-90	125.90	13.30	23.40	2.40				
91-100	88.00	3.10	46.80	12.35				
101-110	33.70	14.10	39.90	37.50				
111-120	34.20	19.90	36.70	38.40				
121-130	37.30	0.70	16.10	30.80		1.40		
131-140	50.40	9.00		4.70				
141-150	51.20	12.10	0.80			2.70		
151-160	50.40	0.80						
161-170	87.40	1.00				30.20		
171-180	42.70	0.90						
181-190	28.60							
191-200	19.70							
201-210	12.90							
211-220	3.50							
221-230	2.20							

## 1.2. Dati un paraugi modeļteritorijās

Apakšnodaļa attiecas uz 1.1. darba uzdevumu. 3. tabulā atspoguļots mērījumu un apsekojumu biežums Zalvītes un Slīteres modeļteritorijās un pētījuma objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas mežu novadā laika posmā no 2016. gada līdz 2020. gadam.

Tabula 3. Mērījumu un apsekojumu biežums Zalvītes un Slīteres modeļteritorijās un pētījuma objektos zinātniskās izpētes mežos Kalsnavas mežu novadā

Mērījumu veids	Vietu/ nogabalu/ maršrutu skaits	Objekts (Z- Zalvīte; S – Slītere, K – Kalsnava)	Biežums	2016	2017	2018	2019	2020
Noteces apjoms	2	Z, S	Nepārtraukti	x	x	x	x	x
Ūdens kvalitātes rādītāji grāvjos un ūdenstecē	9 (2)	Z, S, (K)	1x mēnesī	x	x	x	x	x
Gruntsūdens līmenis	5 (3)	Z (K)	1x mēnesī*	x	x	x	x	x
Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs	5 (3)	Z (K)	1x mēnesī	x	x	x	x	x
Augsnes ūdens ķīmiskais sastāvs	3	K	1xmēnesī	x	x	x	x	x
Nobiru ķīmiskais sastāvs	3	K	1xmēnesī	x	x	x	x	x
Aerētais augsnes dziļums	33	Z	Intensīvās veģetācijas sezonā (jūlijs- oktobris)	x	x	x	x	x
Veģetācija gar grāvjiem un ceļiem	8	Z	Vienu reizi veģetācijas sezonā	x	x	x	x	
Veģetācija jaunaudzēs	3	K	Vienu reizi veģetācijas sezonā		x		x	
Jaunaudžu uzskaitē	3	K	Vienu reizi veģetācijas sezonā	x	x	x		

\*No 2017.gada jūnija – nepārtraukti

### 1.2.1. Noteces apjoms un virszemes ūdens kvalitātes rādītāji

Ceļu būve un meliorācijas sistēmu renovācija ir nozīmīgas mežsaimniecisko procesu atbalstošas darbības, kas nodrošina gan pieejamību meža resursiem, gan ražīgu un kvalitatīvu mežaudžu attīstību. Viens no riskiem, veicot meža ceļu izbūvi vai pārbūvi, ir iespējamā erozija un ar to saistītā cieta daļiņu un ķīmisko elementu iespējamā nonākšana meliorācijas grāvju sistēmās un ūdensobjektos. Tas var izraisīt ūdensobjektu eutrofikāciju un sedimentāciju. Palielinātas barības vielu pieplūdes rezultātā ūdenstilpēs notiek to eutrofikācija, kas veicina to aizaugšanu, izzūd specifiskām sugām piemērotas dzīvotnes. Sedimentācijas rezultātā samazinās ūdens gaismas caurlaidība, samazinās fotosintezējošo ūdensaugu skaits un ūdenī mītošo dzīvo organismu barības bāze. Rezultātā var ievērojami pasliktināties ūdensobjektu ekoloģiskā kvalitāte.

#### Objekti un metodika

Lai novērtētu ūdens kvalitātes rādītāju izmaiņas pēc meža infrastruktūras objektu izbūves un renovācijas, atbilstoši plānotajiem un jau īstenotajiem meliorācijas sistēmu renovācijas un ceļu būves darbiem, 2017. gadā Zalvītes modeļteritorijā tika turpināta ūdens paraugu ņemšanas un ūdens kvalitātes

parametru mērijumi 8 mērijumu vietās grāvjos un Zalvītes strautā. 2017. gadā tika turpināta paraugu ņemšana arī noteces mērišanas punktā Slīteres modeļteritorijā (Tabula 4).

Tabula 4. Ūdens kvalitātes parametru mērijumu punkti Zalvītes un Slīteres modeļteritorijās

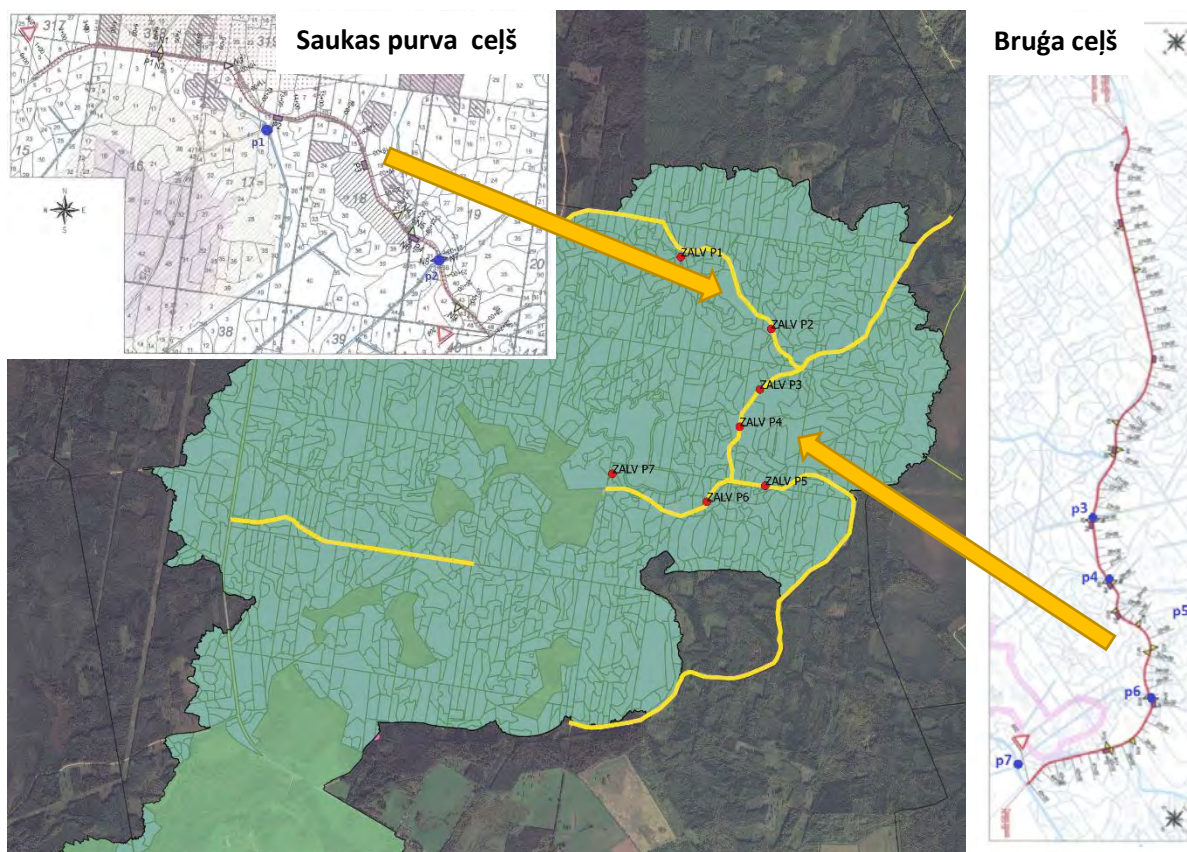
Mērijumu punkta nosaukums	Mērijumu punkta apraksts	Paraugošanas/ mērijumu biežums
zalv p1	Nerenovēts meža ceļš šķērso nerenovētu grāvi	1x mēnesī
zalv p2	Meža ceļš šķērso 2015.gadā renovētu grāvi, 2017.gada veikta ceļa rekonstrukcija	1x mēnesī
zalv p3	Meža ceļš šķērso 2015.gadā renovētu grāvi, 2017.gada veikta ceļa rekonstrukcija	1x mēnesī
zalv p4	Meža ceļš šķērso 2015.gadā renovētu grāvi, 2017.gada veikta ceļa rekonstrukcija	1x mēnesī
zalv p5	2015.gadā renovēts meža ceļš šķērso Zalvītes strautu, 2017.gada veikta ceļa rekonstrukcija	1x mēnesī
zalv p6	Meža ceļš šķērso Zalvītes strautu, 2017.gada veikta ceļa rekonstrukcija	1x mēnesī
zalv p7	Nerenovēts meža ceļš šķērso Zalvītes strautu	1x mēnesī
zalv notece	Noteces mērišanas punkts Zalvītes strautā	1x mēnesī
slitere	Noteces mērišanas punkts Mazirbes upē	1x mēnesī

Ceļu būves darbi Zalvītes modeļteritorijā tika uzsākti 2016.gada 19. septembrī objektā "Bruģa ceļš" (Attēls 7). 2016.gada 1.decembrī tika uzsākta arī Saukas purva ceļa rekonstrukcija. Atbilstoši informācijai no būvdarbu žurnāliem, gan objektā "Bruģa ceļš", gan objektā "Saukas purva ceļš" būvdarbi tika pabeigti 2017. gada septembra sākumā.

Lai pārbaudītu, vai ūdens kvalitātes parametri tiešā ceļu būves darbu tuvumā ir pasliktinājušies, tika izmantoti ceļu būves darbu žurnālu ieraksti. Tika identificētas tās paraugu ņemšanas vietas, kuru tiešā tuvumā konkrētos paraugošanas datumos vai īsi pirms tiem (līdz divām diennaktīm) tika veikti būvdarbi, - P2, P3, P4, P6 (Tabula 5).

Tabula 5. Paraugu ņemšanas punkti, kuru tiešā tuvumā paraugu ņemšanas datumos vai īsi pirms tiem veikti būvdarbi

Darbu veikšanas datums	Parauga ņemšanas datums	Paraugu ņemšanas punkts
26.10.2016.	28.10.2016.	P6
29.11.2016.	01.12.2016.	P3, P4
01.12.2016.	01.12.2016.	P3, P4
30.01.2017.	31.01.2017.	P3
31.01.2017.	31.01.2017.	P2
26.04.2017.	28.04.2017.	P2



Attēls 7. Rekonstruējamie ceļa posmi un ūdens paraugu ņemšanas vietas Zalvītes modeļteritorijā

#### Virszemes ūdens kvalitātes rādītāji Zalvītes modeļteritorijā

Virszemes ūdens kvalitātes raksturošanai Zalvītes modeļteritorijā noteikti sekojoši parametri: izšķīdušā skābekļa saturs, duļķainība, suspendēto daļiņu saturs, pH, elektrovadītspēja (EVS), biogēno elementu saturs ( $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{PO}_4^{3-}$ -P), bāzisko katjonu (Ca, Mg, K) saturs, kopējā slāpekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa saturs.

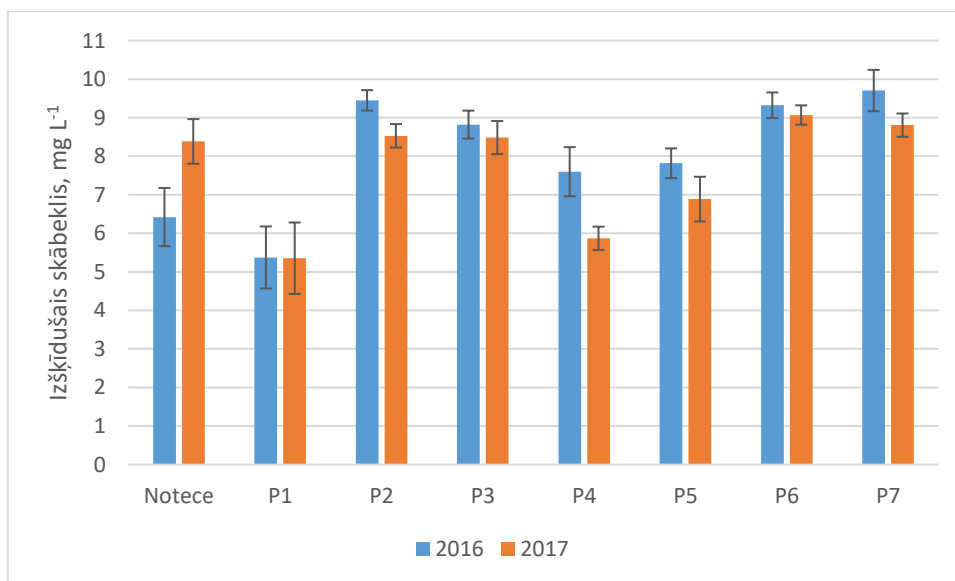
Skābekļa saturs ir viens no galvenajiem limitējošiem faktoriem ūdens vidē. Skābeklis ūdens vidē nonāk aļģu un ūdensaugu fotosintēzes rezultātā, kā arī atmosfēras skābekļa šķīšanas rezultātā. Skābekļa šķīdība ūdenī ir atkarīga no koncentrācijas gaisā, ūdens temperatūras un sāļu satura ūdenī. Normālos apstākļos ūdenī ir ne mazāk kā 30-80% skābekļa. Hipoksija (samazināta skābekļa koncentrācija ūdenī) var veidoties vairāku dabisku faktoru rezultātā, kā arī piesārņojuma un ūdens eitifikācijas rezultātā. Barības elementu pieplūdums ūdens vidē rada fitoplanktona organismu savairošanos. Dienā fitoplanktons producē skābekli fotosintēzē, bet nakts stundās skābekļa daudzumu samazina elpojot. Kad fitoplanktona un zooplanktona organismi atmirst, tie nogrimst ūdenstilpnes dibenā, kur tos sadala baktērijas. Šajā procesā tiek patērēts ļoti daudz skābekļa, un, ja nenotiek ūdens masu apmaiņa, dibenam tuvākajā ūdens slānī ātri vien iestājas hipoksija. Šādā gadījumā masveidā iet bojā bentiskā fauna – tārpji un gliemji, var sākties zivju slāpšana. Tātad ūdens aerācija ir vieno no galvenajiem kritērijiem, lai nodrošinātu dzīvības procesu norisi ūdeņos. Lai dzīvības procesi noritētu normāli, virszemes ūdeņos  $\text{O}_2$  saturs nedrīkst būt mazāks par  $5 \text{ mg L}^{-1}$  (Melecis, 2011; Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

8. attēlā parādīts vidējais izšķīdušā skābekļa saturs virszemes ūdeņos objektā Zalvīte 2016. un 2017. gadā. 9. attēlā atspoguļots izšķīdušā skābekļa saturs virszemes ūdeņos objektā Zalvīte 2017. gada pētījumu periodā. 2016. gada pētījuma periodā izšķīdušā skābekļa saturs virszemes ūdeņos svārstījās amplitūdā no  $2.4 \text{ mg L}^{-1}$  paraugu ņemšanas vietā P1 līdz  $11.8 \text{ mg L}^{-1}$  paraugu ņemšanas vietā P7, bet 2017.

gada pētījuma periodā izšķīdušā skābekļa saturs svārstījās amplitūdā no 2.7 mg L<sup>-1</sup> paraugu ņemšanas vietā P1 līdz 11.5 mg L<sup>-1</sup> Zalvītes strauta noteces mērīšanas punktā. Gan 2016. gada, gan 2017. gada pētījumu periodā vidēji mazākais izšķīdušā skābekļa saturs (5.4 mg L<sup>-1</sup>) konstatēts paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī, kur skābekļa trūkuma dēļ dzīvības procesi var būt ierobežoti. 2016. gadā paraugu ņemšanas vietā P1 ir būtiskas skābekļa satura atšķirības pētījumu perioda griezumā ar paraugu ņemšanas vietām P2, P3, P6 un P7 (p<0.005). Nerenovētā, aizaugušā grāvī notiek organiskās vielas sadalīšanās, kas prasa lielu skābekļa patēriņu; šajā punktā konstatēts arī salīdzinoši augsts ūdenī izšķīdušā organiskā oglekļa saturs.

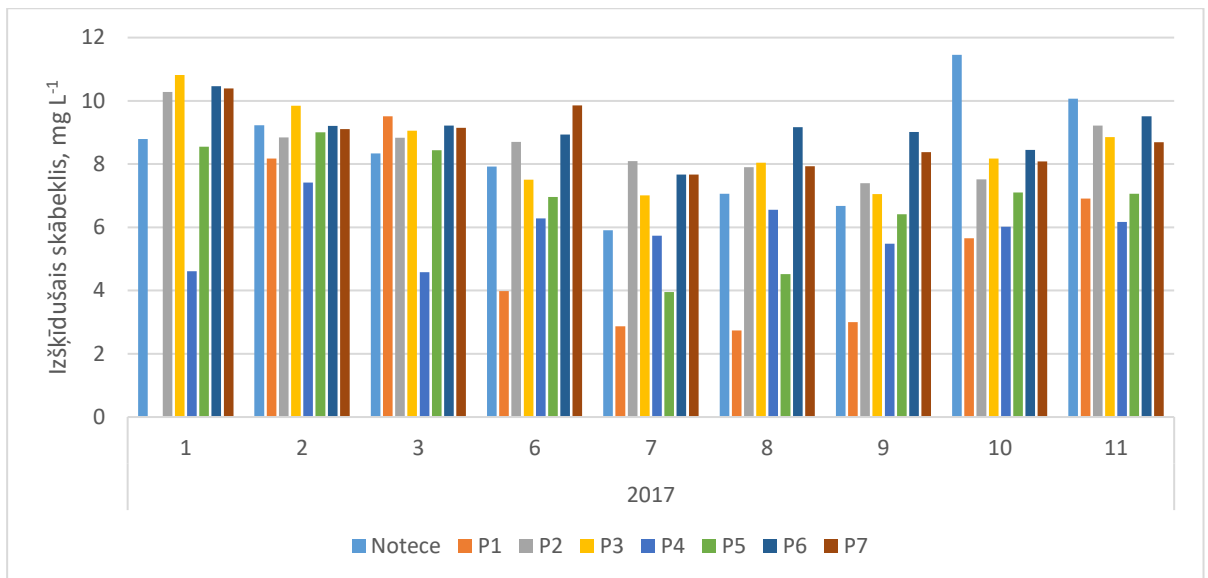
2016. gadā izšķīdušā skābekļa saturs Zalvītes strauta noteces mērīšanas punktā svārstījās amplitūdā no 3.1 mg L<sup>-1</sup> līdz 9.2 mg L<sup>-1</sup>, bet 2017. gadā – no 5.9 mg L<sup>-1</sup> līdz 11.5 mg L<sup>-1</sup> (Attēls 9), dzīvības procesi skābekļa trūkuma dēļ līdzīgi kā paraugu ņemšanas vietā P1 atsevišķos periodos varēja būt ierobežoti. Šajā gadījumā tas visdrīzāk skaidrojams ar paraugu ņemšanas vietas spēcīgo noēnojumu. Noteces mērīšanas punktā praktiski nav ūdensaugu veģetācijas, kas fotosintēzes rezultātā varētu papildināt ūdenstecē izšķīdušā skābekļa krājumus.

Renovētajos grāvjos 2016. gada pētījuma periodā vidējais izšķīdušā skābekļa saturs bija > 7.6 mg L<sup>-1</sup> un dzīvības procesi skābekļa trūkuma dēļ netika ietekmēti. 2017. gada pētījuma periodā renovētajos grāvjos vidējais izšķīdušā skābekļa saturs bija > 5.9 mg L<sup>-1</sup>, turklāt 2017. gadā visās paraugu ņemšanas vietās, kas ierīkotas renovētajos grāvjos, konstatēts mazāks vidējais izšķīdušā skābekļa saturs kā vidēji 2016. gadā. 2016. gadā pēc ceļu būves darbu uzsākšanas (oktobrī un novembrī) nav novērojama izšķīdušā skābekļa satura samazināšanās paraugu ņemšanas punktos, kas atrodas darbu veikšanas tiešā tuvumā (P3, P4 un P6), izņemot P4, kur izšķīdušā skābekļa saturs samazinājies no 8.09 mg L<sup>-1</sup> oktobrī līdz 5.24 mg L<sup>-1</sup> novembrī. Tomēr arī šajā gadījumā nevar apgalvot, ka samazināšanās saistāma tieši ar ceļu būves darbiem, jo līdzīga izšķīdušā skābekļa koncentrācija šajā punktā konstatēta arī augustā un septembrī. Līdzīgi arī 2017. gada pētījuma periodā vidējā izšķīdušā skābekļa satura samazināšanās paraugu ņemšanas punktos nav saistāma ar ceļu būves darbu veikšanu, jo izšķīdušā skābekļa satura izmaiņas konstatētas gan punktos, kas atrodas darbu veikšanas tiešā tuvumā (P2, P3, P4 un P6), gan punktos, kas neatrodas darbu veikšanas tiešā tuvumā (P5 un P7).



Attēls 8. Vidējais izšķīdušā skābekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gadā



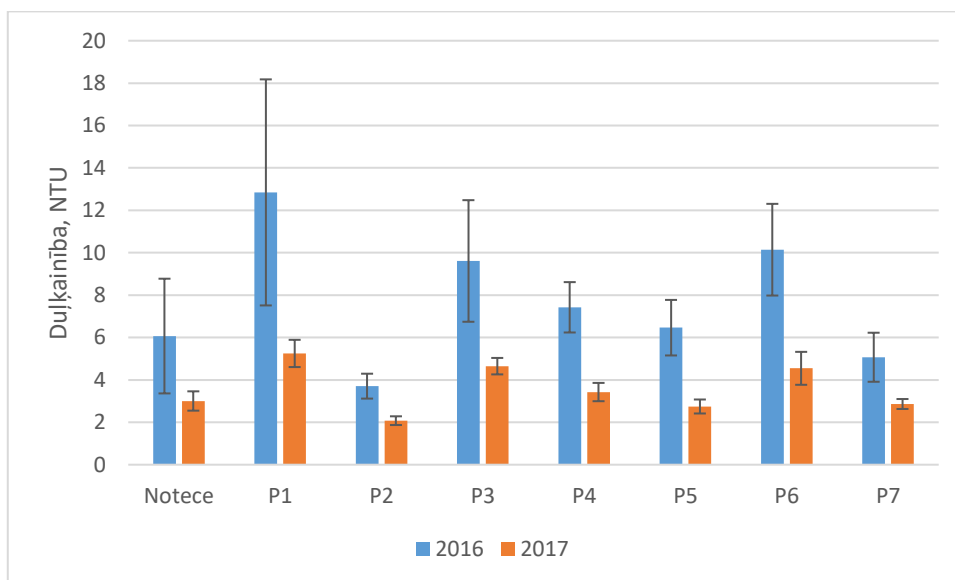


Attēls 9. Izšķīdušā skābekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris –novembris)

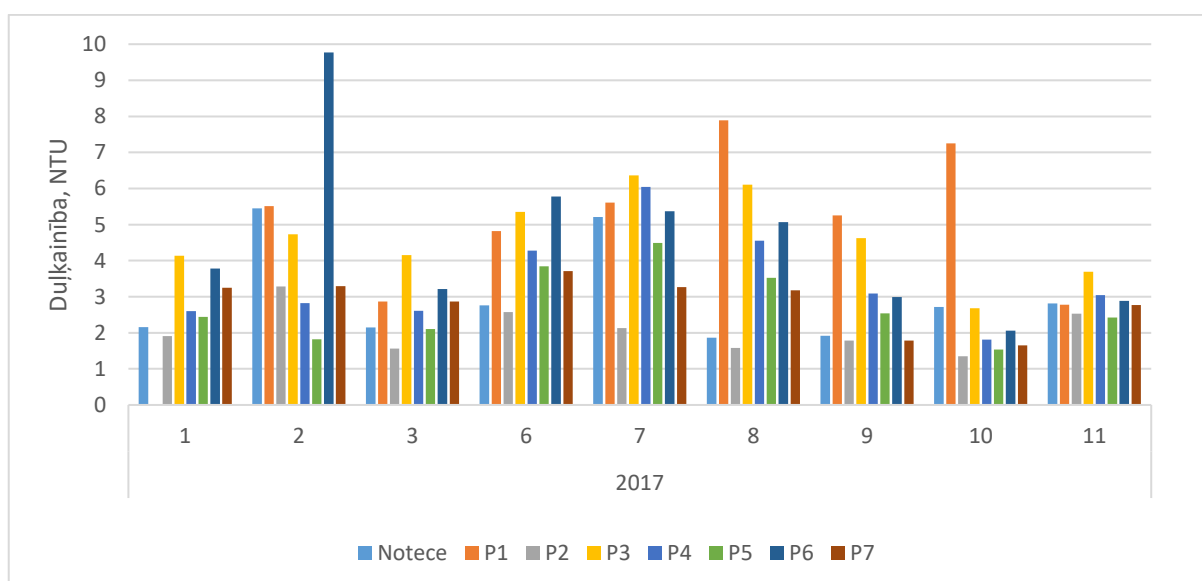
Ūdens duļķainība ir optiskais ūdens dzidrums, ko tieši ietekmē suspendēto daļiņu un koloīdu, krāsainu izšķīdušu vielu un mikroorganismu saturs ūdenī. Dabas ūdeņos duļķainību rada suspendētā matērija (māla, smilts un putekļu daļiņas, neorganiskā un organiskā matērija) un aļģes, planktons vai citi mikroskopiski organismi, kas kavē gaismas caurlaidību ūdenī. Papildus minētajiem faktoriem ūdens duļķainību rada arī krāsaina un fluorescējoša izšķīdusi organiskā matērija (piemēram, humīnskābes) un citas krāsainas vielas. Liela ūdens duļķainība samazina saules gaismas caurlaidību ūdens videi un līdz ar to limitē fotosintēzes norisi. Savukārt limitēta fotosintēze samazina augu izdzīvošanas spēju un izšķīdušā skābekļa daudzumu ūdenī (EPA, 2012). Duļķainība ir viens no galvenajiem ūdens kvalitātes rādītājiem dzeramajā ūdenī, virszemes noteces ūdens kvalitātes raksturošanai to izmanto samērā reti. Tomēr, tā kā duļķainība ir viens no faktoriem, kas nozīmīgi ietekmē ūdens ekoloģisko kvalitāti, un šo rādītāju var tieši ietekmēt tādas darbības kā ceļu būve, uzskatām, ka to ir lietderīgi iekļaut monitoringā.

10. attēlā atspoguļota virszemes ūdeņu vidējā duļķainība Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā, savukārt 11. attēlā parādīta pa mēnešiem izvērstā virszemes ūdeņu duļķainība Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā. 2016. gada pētījuma periodā duļķainība virszemes ūdeņos svārstījās amplitūdā no 1.3 NTU (nefelometriskās duļķainības vienības – *nephelometric turbidity units*) Zalvītes strauta noteces mērīšanas punktā līdz 32.8 NTU paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī. 2017. gada pētījuma periodā duļķainība virszemes ūdeņos svārstījās amplitūdā no 1.4 NTU paraugu ņemšanas vietā P2 līdz 9.8 NTU paraugu ņemšanas vietā P6, tuklāt 2017. gada pētījuma periodā visās paraugu ņemšanas vietās vidējie ūdens duļķainības rādītāji ir samazinājušies. Renovētos grāvjos un Zalvītes strautā, kur 2015. gadā veikta gultnes tīrīšana (pirms noteces mērīšanas punkta), 2016. gada pētījuma periodā vidējā duļķainība bija 7.0 NTU, bet 2017. gada pētījuma periodā – 3.3 NTU. Gan 2016. gada, gan 2017. gada pētījumu periodā lielākā vidējā duļķainība konstatēta paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī. Maksimāli pieļaujamā duļķainības norma dzeramajā ūdenī atbilstoši 29.04.2003. Ministru kabineta noteikumiem Nr. 235 “Dzeramā ūdens obligātās nekaitīguma un kvalitātes prasības, monitoringa un kontroles kārtība” ir 3.0 NTU. 2016. gada pētījuma periodā vidējā duļķainība virszemes ūdeņos visos paraugu ņemšanas punktos pārsniedza maksimāli pieļaujamo duļķainības normu dzeramajā ūdenī, bet 2017. gada pētījuma periodā vidējā duļķainība virszemes ūdeņos ir sasniegusi vai pietuvinājusies maksimāli pieļaujamai duļķainības normai dzeramajā ūdenī. Tomēr jāuzsver, ka dabas ūdeņos duļķainība ir mainīgs rādītājs, kas atkarīgs no ūdensobjekta tipa. Latvijā nav noteiktas šī rādītāja robežvērtības. MK noteikumu Nr. 858 “Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu,

klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību” 3.pielikums “Ekoloģiskās kvalitātes kritēriji virszemes ūdensobjektu klasifikācijai” kā kritēriju nosaka ūdens caurredzamību (ezeriem, pārejas un piekrastes ūdeņiem, bet ne upēm), taču caurredzamība ir vizuāli nosakāms, nevis izmērāms rādītājs, lai gan, protams, starp šiem abiem parametriem ir cieša korelācija. Duļķainību kā virszemes ūdeņu kvalitātes rādītāju izmanto Amerikas Savienotajās Valstīs, katrā štatā gan robežlielumi un noteikšanas kritēriji atšķiras. Piemēram, Aļaskā rekreācijai izmantojamajos ūdensobjektos duļķainība drīkst pārsniegt dabisko duļķainības līmeni ne vairāk kā par 5 NTU, ja ūdensobjekta dabiskā duļķainība ir 50 NTU vai mazāka, un ne vairāk kā par 20%, ja ūdensobjekta dabiskā duļķainība pārsniedz 50 NTU. Arizonā un Ziemeļkarolīnā duļķainība lašveidīgo zivju ūdeņos nedrīkst pārsniegt 10 NTU, bet karpveidīgo zivju ūdeņos – 50 NTU. Arkanzasā atkarībā no reģiona virszemes ūdeņos noteiktās duļķainības robežvērtības ir 10-75 NTU. Luiziānā maksimālie pieļaujamie duļķainības līmeņi atkarībā no ūdensobjekta svārstās no 25 līdz 50 NTU, Merilendā vidējā mēneša duļķainība virszemes ūdeņos nedrīkst pārsniegt 50 NTU, bet Nevadā pieļaujamie duļķainības līmeņi ir noteikti katram ūdensobjektam atsevišķi (Environmental Protection Agency, 2015). Analizētajos paraugos 2017. gadā, kad pētījuma objektā tika veikta meža autoceļu izbūve, duļķainības rādītāji nepārsniedz 6 NTU. Attiecīgi var secināt, ka Zalvītes modeļteritorijā veiktā pietiekami intensīvā meža infrastruktūras izbūve nav negatīvi ietekmējusi šī ūdens kvalitātes rādītāja vērtības.



Attēls 10. Vidējā virszemes ūdeņu duļķainība Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā



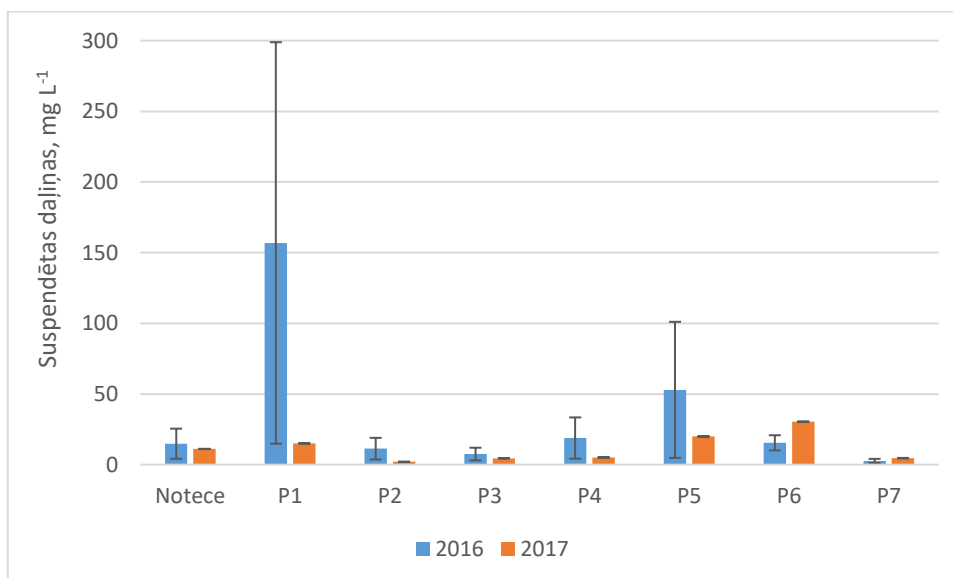
Attēls 11. Virszemes ūdeņu duļķainība Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris –novembris)



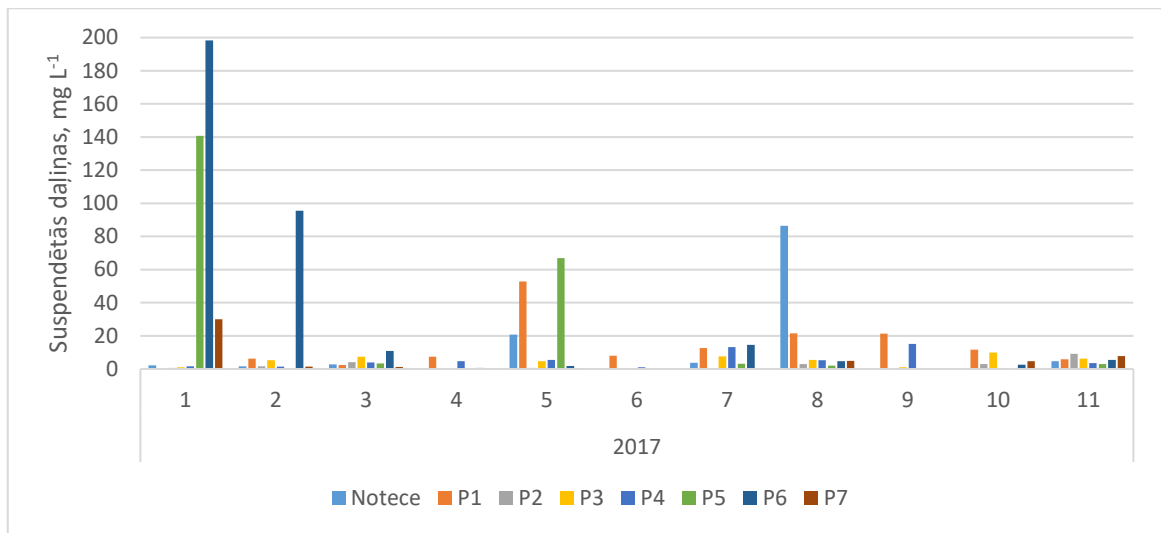
Suspendētās vai koloidālās daļiņas ir daļiņas, kuru diametrs ir lielāks par 2  $\mu\text{m}$  un tās ir suspendētas ūdens vidē. Daļiņas, kuru diametrs ir mazāks par 2  $\mu\text{m}$ , tiek uzskatītas par izšķīdušām. Lielāko daļu suspendēto daļiņu dabas ūdeņos veido neorganiskā matērija, bet arī aļģes un baktērijas var veicināt suspendēto daļiņu saturu dabas ūdeņos. Liels suspendēto daļiņu saturs ūdenī var veicināt ūdens temperatūras palielināšanos (saules siltuma absorbcijas rezultātā) un izšķīdušā skābekļa satura samazināšanos.

Kopējais suspendēto daļiņu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā svārstījās amplitūdā no  $<1 \text{ mg L}^{-1}$  renovētos gravjos un Zalvītes strautā, kur 2015. gadā veikta gultnes tīrīšana, līdz  $867 \text{ mg L}^{-1}$  paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī (Attēls 12). Zalvītes strauta noteces mērīšanas punktā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā vidējais kopējais suspendēto daļiņu saturs bija  $13 \text{ mg L}^{-1}$ . 2016. gada pētījuma periodā renovētajos grāvjos un Zalvītes strautā visaugstākais suspendēto daļiņu saturs konstatēts jūlijā – vidēji  $119 \text{ mg L}^{-1}$ , savukārt 2017. gada pētījumu periodā visaugstākais vidējais suspendēto daļiņu saturs konstatēts janvārī –  $53 \text{ mg L}^{-1}$ . 2017. gada pētījumu periodā vislielākais suspendēto daļiņu saturs konstatēts paraugu ņemšanas vietā P6, kur būtiski palielināts suspendēto daļiņu saturs konstatēts 2017. gada janvārī un februārī (Attēls 13).

MK noteikumu Nr. 118 “Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” 3.pielikumā “Ūdens kvalitātes normatīvi prioritārajiem zivju ūdeņiem” dotais mērķlielums suspendētajām daļiņām gan lašveidīgo, gan karpveidīgo zivju ūdeņos ir  $\leq 25 \text{ mg L}^{-1}$ , turklāt šis rādītājs var tikt pārsniegts neraksturīgu hidroloģisku vai meteoroloģisku apstākļu dēļ. Zalvītes modeļteritorijā 2017. gadā, kad objektā veikti ceļu būves darbi, šī rādītāja gada vidējā vērtība ir pārsniegta mērījumu punktā P6. Analizējot datus pa mēnešiem, konstatēts, ka šo rezultātu ietekmējusi suspendēto daļiņu koncentrācija janvāra un februāra paraugos, bet pārējos mēnešos suspendēto daļiņu koncentrācija nav pārsniegusi  $15 \text{ mg L}^{-1}$ , turklāt noteces mērīšanas punktā Zalvītes strautā arī gada vidējā koncentrācija 2017.gadā ir bijusi  $11.1 \text{ mg L}^{-1}$ . Tāpat pētījuma objektā meža autoceļu būve nav palielinājusi suspendēto daļiņu koncentrācijas ūdenī līdz tādām līmenim, kas varētu pasliktināt promtekas – Zalvītes strauta – ekoloģisko kvalitāti un apdraudēt dzīvības procesus tajā.



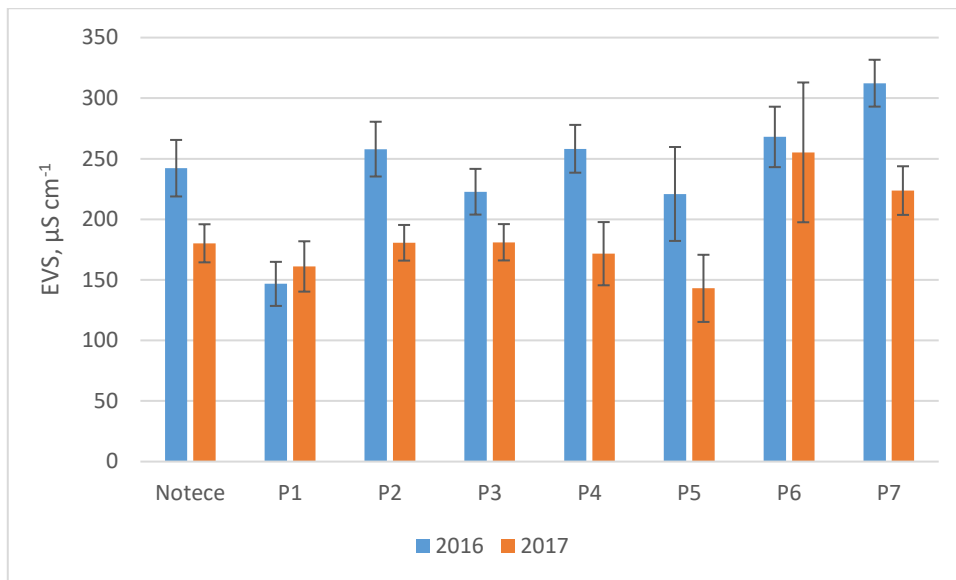
Attēls 12. Vidējais kopējais suspendēto daļiņu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā



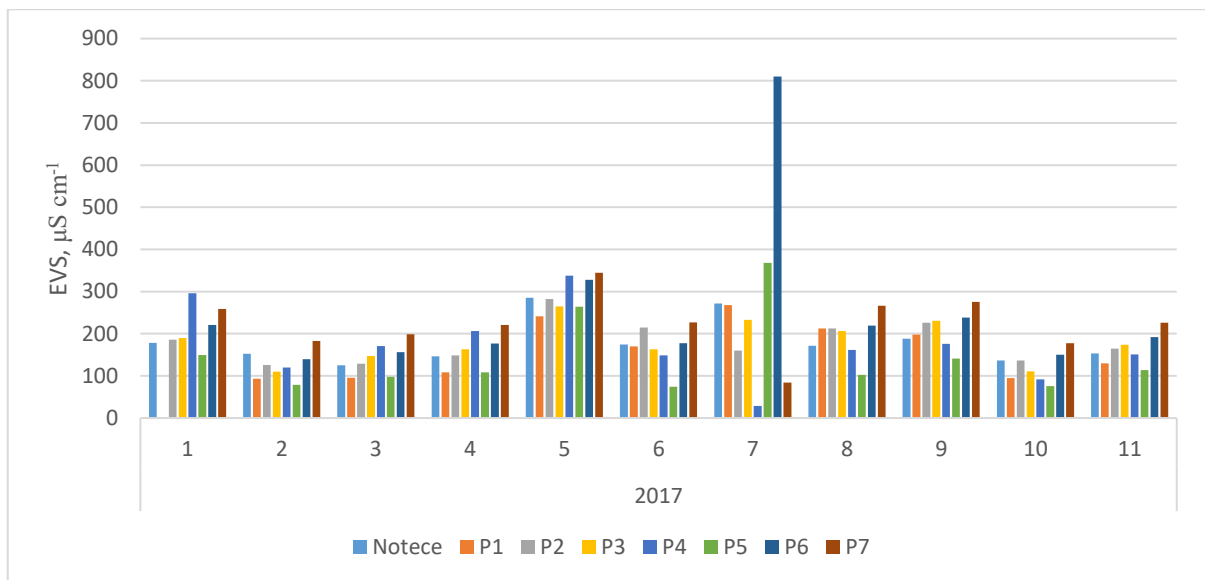
Attēls 13. Kopējais suspendēto daļiņu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris –novembris)

Ūdens elektrovadītspēja (EVS) tieši raksturo ūdenī izšķīdušo sāļu daudzumu. 14. attēlā atspoguļota virszemes ūdeņu vidējā elektrovadītspēja Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. 15. attēlā parādīta pa mēnešiem izvērsta virszemes ūdeņu elektrovadītspēja Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā. Visā pētījuma periodā virszemes ūdeņu elektrovadītspēja svārstījās amplitūdā no  $28.8 \mu\text{S cm}^{-1}$  (paraugu ņemšanas vietā P4, 2017. gada jūlijā) līdz  $810.0 \mu\text{S cm}^{-1}$  (paraugu ņemšanas vietā P6, 2017. gada jūlijā). Renovētos gravjos un Zalvītes strautā pētījuma periodā vidējā elektrovadītspēja bija  $219.5 \mu\text{S cm}^{-1}$ , bet mazākā vidējā elektrovadītspēja konstatēta nerenovētā grāvī –  $155.7 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Analizējot virszemes ūdens elektrovadītspējas rādītājus 2017. gada griezumā, vidēji lielākā elektrovadītspēja ( $293.4 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) konstatēta maija mēnesī, kaut gan paraugu ņemšanas vietā P5 un P6 lielākās virszemes ūdens elektrovadītspējas vērtības konstatētas jūlija mēnesī.

Elektrovadītspēja virszemes saldūdeņos variē visai plašās robežās: no 100 līdz pat  $2000 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Jo mazāks ūdensobjekts, jo lielākas ir elektrovadītspējas izmaiņas laikā arī tipiskos aptākļos, jo nelielu upīti (vai meliorācijas grāvi) lokāli vides faktori ietekmē ievērojami vairāk nekā liela izmēra ūdensteci. Atbilstoši Behar (1997) ūdenstecēs, lai tās spētu uzturēt daudzveidīgas dzīvo organismu populācijas, elektrovadītspējai ideālā gadījumā būtu jābūt robežās no 150 līdz  $500 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Zalvītes modeļteritorijā ūdens elektrovadītspēja vidēji 2016. gadā paraugu ņemšanas punktos variēja no 147 līdz  $312 \mu\text{S cm}^{-1}$ , bet vidēji 2017. gadā no 142 līdz  $255 \mu\text{S cm}^{-1}$ , tātad visai tuvu šim intervālam. Atsevišķos gadījumos elektrovadītspēja ūdens paraugos bija mazāka par  $100 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Tomēr zema EVS nedod pamatu bažām par ūdens kvalitātes samazināšanos. Dunlop et al. (2005) norāda, ka ūdensobjektos, ko raksturo augsta elektrovadītspēja, tās organismu grupas, kas ir jutīgākas pret vides apstākļiem, aizvieto organismi ar augstāku tolerances sliekšni, bet Copp (2003) nekonstatēja sakarību starp ūdens elektrovadītspēju un 14 saldūdens zivju sugu parametriem (ķermeņa masu, izmēriem) Uz paaugstinātiem riskiem ūdens kvalitātei drīzāk var norādīt elektrovadītspējas pēkšņas izmaiņas attiecībā pret fona līmeni, taču mūsu pētījuma objektā arī 2016.gadā, kad teritorijā nekāda meža infrastruktūras izbūve netika veikta, elektrovadītspēja starp paraugu ņemšanas punktiem atšķīrās, pat vairāk nekā 2017.gadā. Attiecīgi secinām, ka meža autoceļa izbūve nav negatīvi ietekmējusi ūdens elektrovadītspēju Zalvītes modeļteritorijas grāvjos un Zalvītes strautā.



Attēls 14. Vidējā virszemes ūdeņu elektrovadītspēja Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā

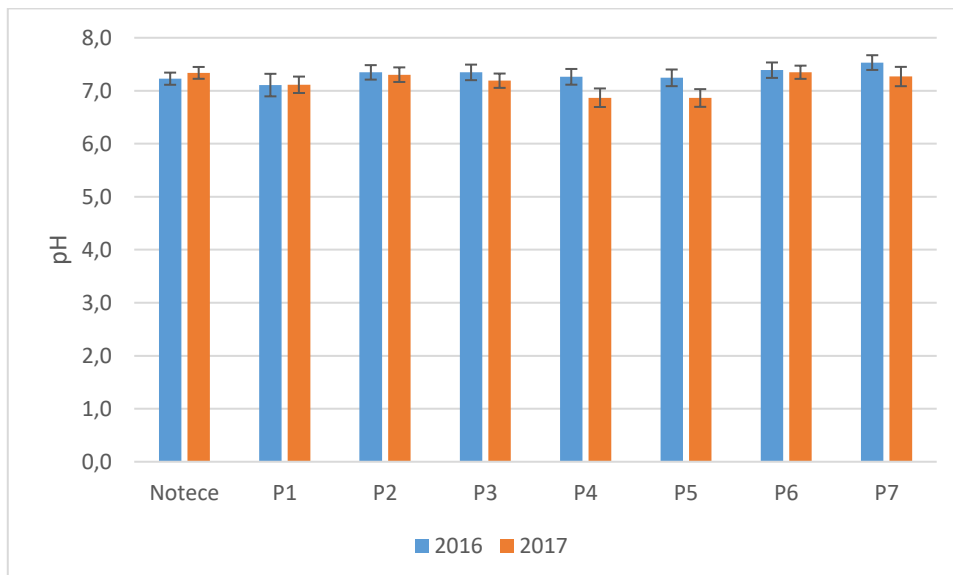


Attēls 15. Virszemes ūdeņu elektrovadītspēja Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris – novembris)

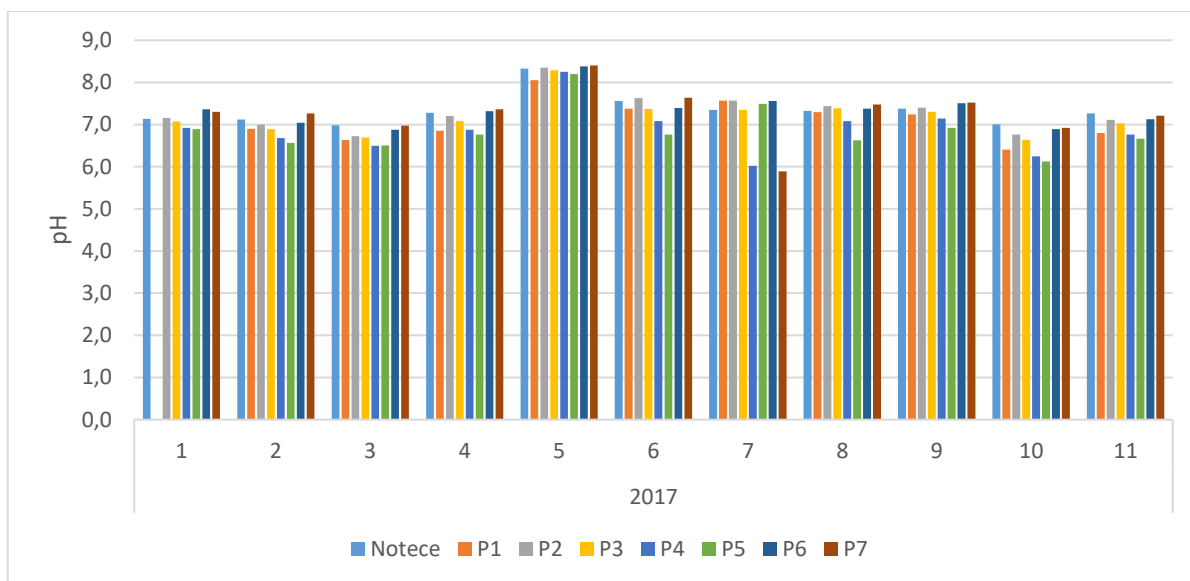
Dabas ūdeņu sastāvu ietekmē skābju un bāzu savstarpējās reakcijas. Gan skābes, gan bāzes veidojas, dēdējot iežiem, cilvēka darbības un bioloģisko faktoru rezultātā. No iežiem, kas īpaši nozīmīgi var ietekmēt ūdeņu pH, jāmin karbonāti (dolomīts, kaļķakmens un citi), kuriem šķīstot, veidojas hidrogēnkarbonāti, kas savukārt var ietekmēt dabas ūdeņu reakciju. Ūdeņu mijiedarbība ar atmosfērā esošām gāzēm ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ) var izraisīt ūdeņu paskābināšanos. Vides aktīvo reakciju pH kā augsnē, tā arī virszemes ūdeņos jūtami ietekmē un izmaina atmosfēras nokrišņu ķīmiskais sastāvs. Arī dabiskas izcelsmes organiskās skābes – humusvielas - var ietekmēt ūdeņu pH (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

16. attēlā atspoguļots vidējais virszemes ūdeņu pH Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. Virszemes ūdeņu pH svārstījās amplitūdā no 5.9 paraugu ņemšanas vietā P7 līdz 8.4 paraugu ņemšanas vietās P2, P6 un P7, bet visā pētījumu periodā vidējais virszemes ūdeņu pH bija 7.2. Dabiskās ūdenstecēs un ūdentilpēs pH vērtība ir diapazonā no 6-8, bet izteikti negatīva ietekme uz ūdens organismiem sāk izpausties tad, kad ūdens pH samazinās zem 5 vai palielinās virs 9.6. Mūsu pētījuma objektā analīžu rezultāti neliecina par virszemes ūdeņu paskābināšanas problēmu, kaut gan 2017. gada pētījumu periodā vērojama neliela virszemes ūdeņu vidējās pH vērtības samazināšanās. Ūdenstecēs pH

samazināšanos izraisa virkne dabisku faktoru, piemēram, skujkoku nobiru nokļūšana un sadalīšanās tajās, kā arī organiskās skābes. 2017. gadā palielinātā nokrišņu daudzuma dēļ bija lielāka virszemes notece, attiecīgi ūdenī nokļuva lielāks daudzums organiskās vielas, no kuras lielu daļu veido organiskās skābes. Par šo dabisko procesu tieši liecina izšķīdušā organiskā oglekļa satura palielināšanās mērījumu punktos (Attēls 24). Tomēr būtiskas pH atšķirības starp paraugu ņemšanas vietām pētījuma periodā netika konstatētas, un nav pamata apgalvot, ka nelielās izmaiņas būtu izraisījuši meža autoceļu būve.



Attēls 16. Vidējais virszemes ūdeņu pH Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

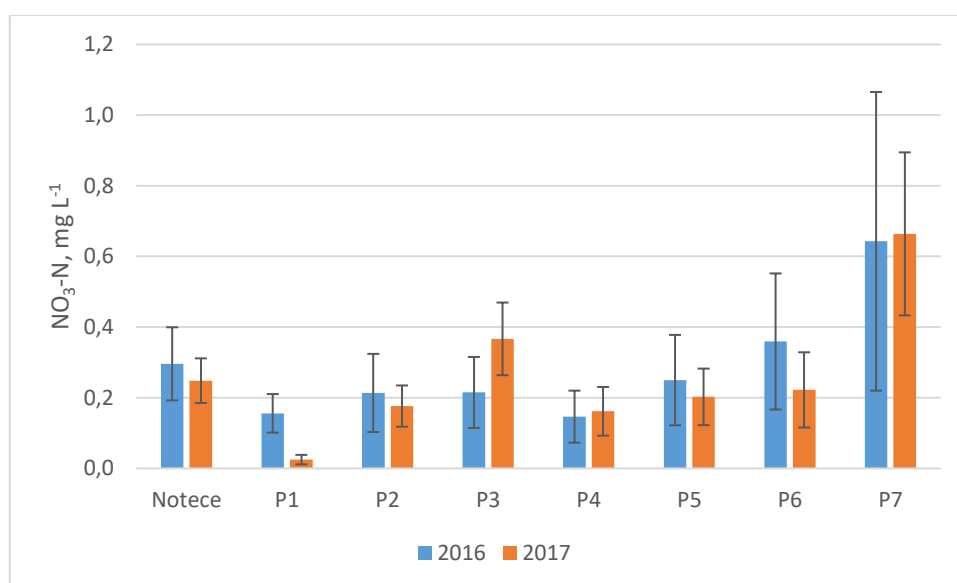


Attēls 17. Virszemes ūdeņu pH Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījuma periodā (janvāris –novembris)

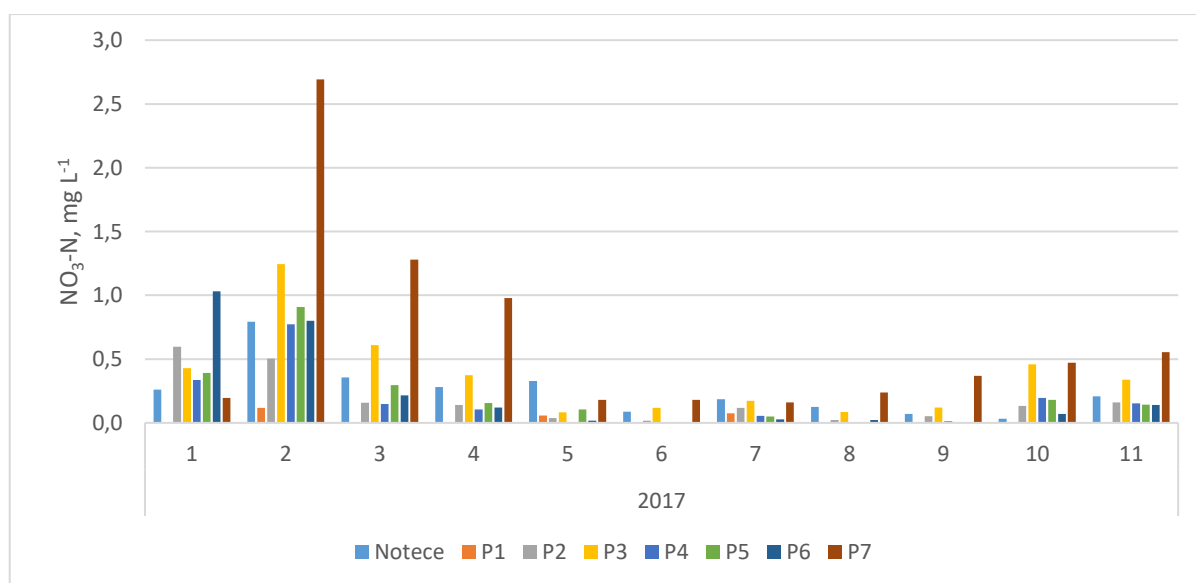
Tīros virszemes ūdeņos nitrātu koncentrācija parasti ir līdz  $0.4-8 \text{ mg L}^{-1}$ , bet piesārņotos ūdeņos – pat līdz  $50 \text{ mg L}^{-1}$ , kas ir ES Nitrātu direktīvā noteiktā nitrātu satura robežvērtība. Nitrātu sezonālās mainības raksturu ietekmē atšķirības starp nitrātjonu pieplūdes un patēriņa avotiem. Galvenie nitrātu avoti meža ekosistēmās ir organisko un neorganisko vielu pārvērtības un transformācijas procesi. Slāpekļa savienojumu apriti nosaka mikroorganismu darbība (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

18. attēlā atspoguļots vidējais nitrātu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā. 19. attēlā parādīts pa mēnešiem izvērsts nitrātu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījuma periodā. Slāpekļa galvenā neorganisko savienojumu forma virszemes ūdeņos pētījuma objektā ir nitrātu forma – vidēji 17% no kopējā slāpekļa satura virszemes

ūdeņos ir nitrātu formā. 2016. gada pētījuma periodā nitrātu saturs virszemes ūdeņos mūsu pētījumu objektā svārstījās amplitūdā no  $<0.01 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$  līdz  $3.92 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ , bet 2016. gada pētījuma periodā vidējais nitrātu saturs virszemes ūdeņos bija  $0.29 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ . 2017. gada pētījuma periodā nitrātu saturs virszemes ūdeņos svārstījās amplitūdā no  $<0.01 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$  līdz  $2.69 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ , bet 2017. gada pētījuma periodā vidējais nitrātu saturs virszemes ūdeņos līdzīgi kā 2016. gada pētījuma periodā bija  $0.26 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ . Būtiskas nitrātu satura atšķirības starp paraugu ņemšanas vietām pētījuma periodā netika konstatētas, kaut gan lielākais vidējais nitrātu saturs gan 2016. gada, gan 2017. gada pētījuma periodā konstatēts paraugu ņemšanas vietā P7, kas neatrodas ceļu būves darbu veikšanas tiešā tuvumā. 2017. gada pētījuma periodā lielāks nitrātu saturs virszemes ūdeņos konstatēts ziemas mēnešos (janvārī un februārī) – vidēji  $0.74 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ . Objekts Zalvīte atrodas Lielupes upju baseinu apgabalā. 2015. gada vidējā  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  koncentrācija Lielupes baseina ūdenstilpēs bija  $0.09 - 4.28 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ , bet maksimālā –  $14.9 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$  (LVĢMC, 2016), kas ir ievērojami vairāk kā mūsu pētītajos virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā. 2016. gada vidējā  $\text{NO}_3^- \text{-N}$  koncentrācija Lielupes baseina ūdenstilpēs bija  $0.03-9.50 \text{ mg L}^{-1}$ , bet maksimālā koncentrācija –  $20.40 \text{ mg L}^{-1}$  – konstatēta Svitenes grīvā (LVĢMC, 2017).



Attēls 18. Vidējais nitrātu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

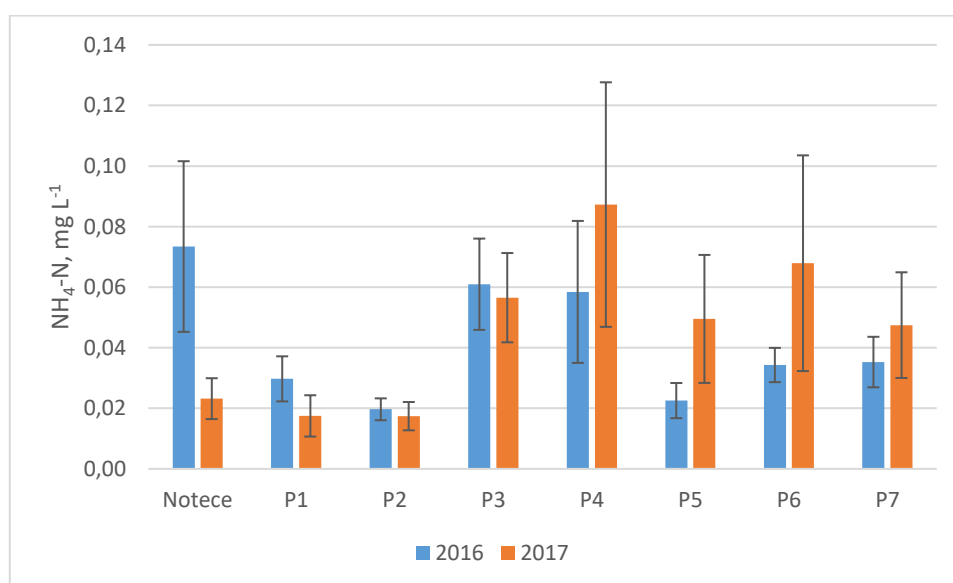


Attēls 19. Nitrātu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījuma periodā (janvāris – novembris)

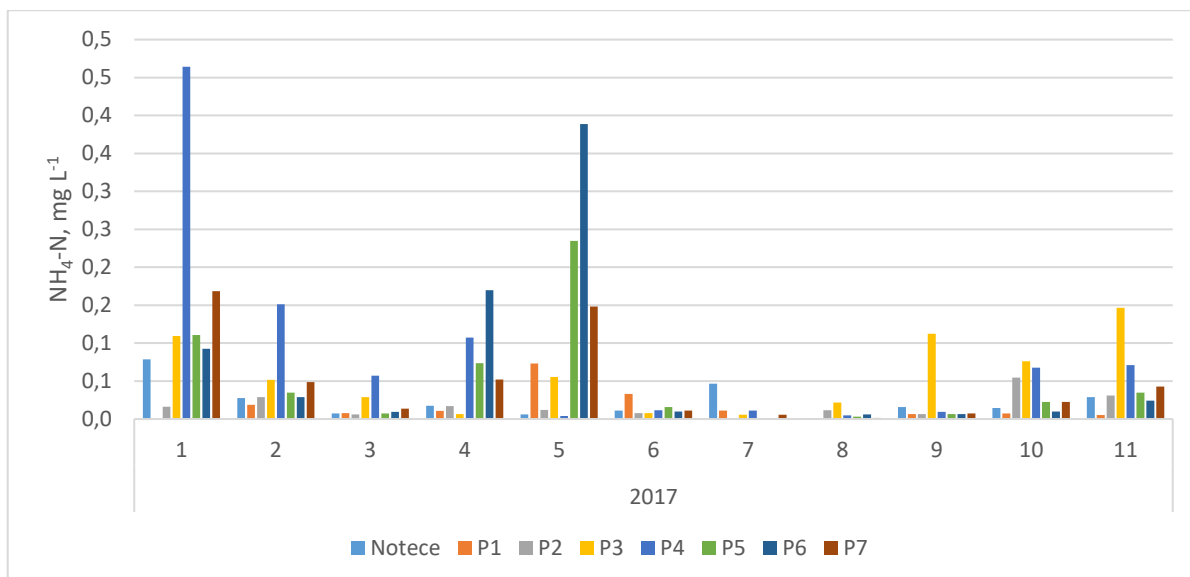
Amonija joni dabas ūdeņos veidojas, sadaloties organiskajām slāpekli saturošajām vielām heterotrofo baktēriju darbības rezultātā. Sadaloties organiskajām vielām, kā starpprodukti veidojas relatīvi daudz dažādu slāpekļa savienojumu, tomēr to akumulācija ūdeņos nenotiek, jo to bioloģiskā stabilitāte ir zema. Atkarībā no vides pH, amonjaks ūdens vidē pastāv kā  $\text{NH}_4^+$  jons (tipiski, ja ūdens pH <7) vai nedisociētā  $\text{NH}_4\text{OH}$ . Amonija joni sorbējas uz suspendētām daļiņām ūdens vidē, bet purvu ūdeņos tie var būt saistīti humīnskābju un fulvoskābju sāļu veidā. Saistīšanās ar organiskām vai suspendētām vielām samazina jonu bioloģisko pieejamību. Amonija jonu saturs dabas ūdeņos ir atkarīgs no bioloģisko procesu rakstura tajos, un tāpēc sezonālie procesi ietekmē amonija jonu koncentrācijas. Tipiski vasaras sezonā notiek to intensīva asimilācija, bet ziemas laikā to koncentrācija ūdeņos pieaug (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

Amonija jonu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. gada pētījumu periodā svārstījās amplitūdā līdz  $0.25 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$ , bet 2016. gada pētījuma periodā vidējais amonija jonu saturs virszemes ūdeņos bija  $0.04 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$ . Savukārt 2017. gada pētījumu periodā vidējais amoniju jonu saturs virszemes ūdeņos svārstījās amplitūdā līdz  $0.46 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$ , bet pētījuma periodā vidējais amonija jonu saturs virszemes ūdeņos bija  $0.05 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$  (Attēls 20). Pētījumu objektā tikai vidēji 3.6% no kopējā slāpekļa satura virszemes ūdeņos ir amonija jonu formā. Salīdzinot pētījuma perioda vidējo amonija jonu saturu virszemes ūdeņos dažādās paraugu ņemšanas vietās, lielāks vidējais amonija jonu saturs 2016. gada pētījuma periodā konstatēts Zalvītes strauta noteces mērīšanas punktā ( $0.08 \text{ mg NH}_4-\text{N L}^{-1}$ ), bet 2017. gada pētījuma periodā – paraugu ņemšanas vietā P4 ( $0.09 \text{ mg NH}_4-\text{N L}^{-1}$ ).

Atbilstoši MK noteikumiem Nr.118 “Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti” 3.pielikumam “Ūdens kvalitātes normatīvi prioritārajiem zivju ūdeņiem”, amonija jonu koncentrācijas robežlielums abu tipu ūdensobjektiem ir  $0.78 \text{ mg L}^{-1}$  (attiecīgi  $\text{NH}_4-\text{N}$  koncentrācijas robežlielums ir  $0.61 \text{ mg L}^{-1}$ ), šis robežlielums nav pārsniegts nevienā mērījumu punktā.



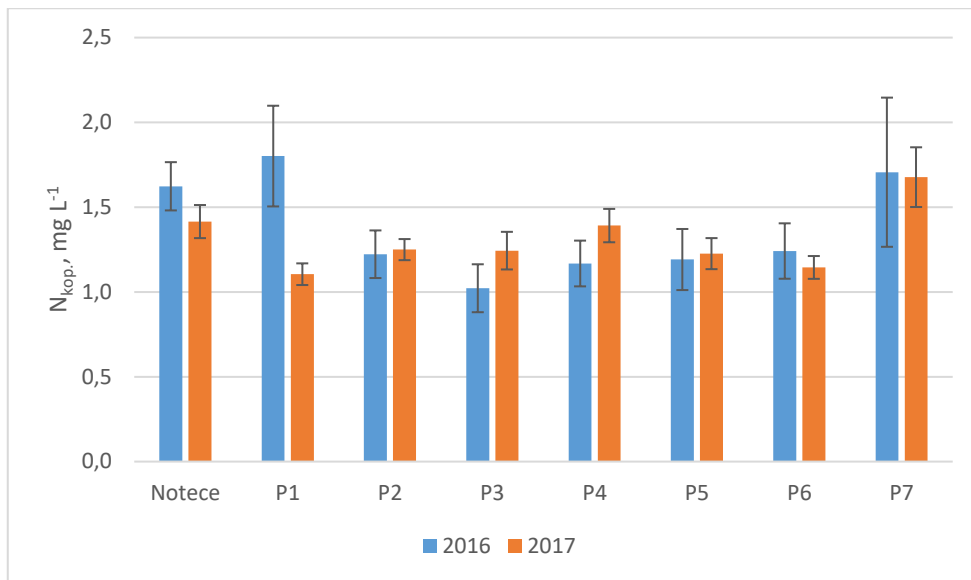
Attēls 20. Vidējais amonija jonu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā



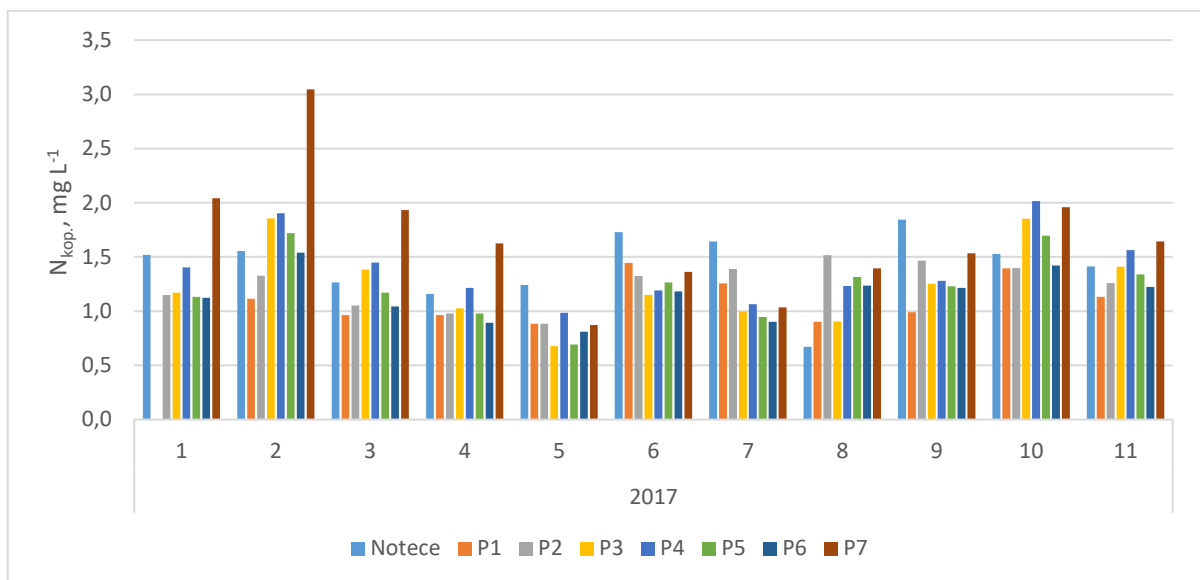
Attēls 21. Amonija jonu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris – novembris)

22. attēlā parādīts vidējais kopējā slāpekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. 23. attēlā atspoguļots pa mēnešiem izvēsts kopējā slāpekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā. Savukārt 24. un 25. attēlā parādīts izšķīdušā organiskā oglekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā. Pētījumu objektā vidēji 80% no kopējā slāpekļa satura virszemes ūdeņos ir organisko savienojumu formā. 2016. gada pētījuma periodā starp kopējā slāpekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa saturu virszemes ūdeņos konstatēta vidēji cieša pozitīva korelācija (korelācijas koeficients  $r$  ir 0.53), bet 2017. gada pētījuma periodā konstatēta vāja korelācija (korelācijas koeficients  $r$  ir 0.31). Salīdzinot kopējā slāpekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa saturu dažādās paraugu ņemšanas vietās pētījuma objektā, 2016. gada pētījuma periodā lielākais vidējais kopējā slāpekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa saturs ( $1.9 \text{ mg N L}^{-1}$  un  $66.5 \text{ mg C L}^{-1}$ ) konstatēts paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī, bet 2017. gada pētījuma periodā lielākais vidējais kopējā slāpekļa saturs konstatēts paraugu ņemšanas vietā P7 ( $1.7 \text{ mg N L}^{-1}$ ), kur 2017. gada pētījuma periodā konstatēts arī lielākais nitrātu saturs virszemes ūdenī (Attēls 18), bet lielākais izšķīdušā organiskā oglekļa saturs konstatēts paraugu ņemšanas vietā P4 ( $58.4 \text{ mg C L}^{-1}$ ). Salīdzinot kopējā slāpekļa saturu virszemes ūdeņos sezonālā griezumā (Attēls 23), lielākais kopējā slāpekļa saturs, līdzīgi kā analizējot nitrātu saturu virszemes ūdeņos, tika konstatēts februārī (attieciģi,  $1.8 \text{ mg N L}^{-1}$ ). Lielākais vidējais izšķīdušā oglekļa saturs virszemes ūdeņos pētījuma periodā konstatēts oktobrī –  $74.7 \text{ mg C L}^{-1}$ .

Atbilstoši modeļteritorijā iegūtajiem datiem, rudens un ziemas mēnešos palielinās nitrātu un amonija koncentrācija ūdens paraugos, kā arī pieaug šo savienojumu īpatsvars kopējā slāpekļa saturā, tajā pašā laikā samazinoties organiskā slāpekļa īpatsvaram. Atkarībā no dažādu dabisku faktoru ietekmes slāpekļi ūdensobjektos var atrasties amonija, nitrātu un organisko savienojumu veidā, un slāpekļa savienojumiem dabā ir raksturīga izteikta sezonālā dinamika, ar ko skaidrojamas slāpekļa un tā savienojumu koncentrācijas izmaiņas arī mūsu pētījuma objektā. Līdzīgas izmaiņu tendences novērotas arī otrā pētījuma modeļteritorijā Slīterē, kur mežā netiek veikta nekāda saimnieciskā darbība.

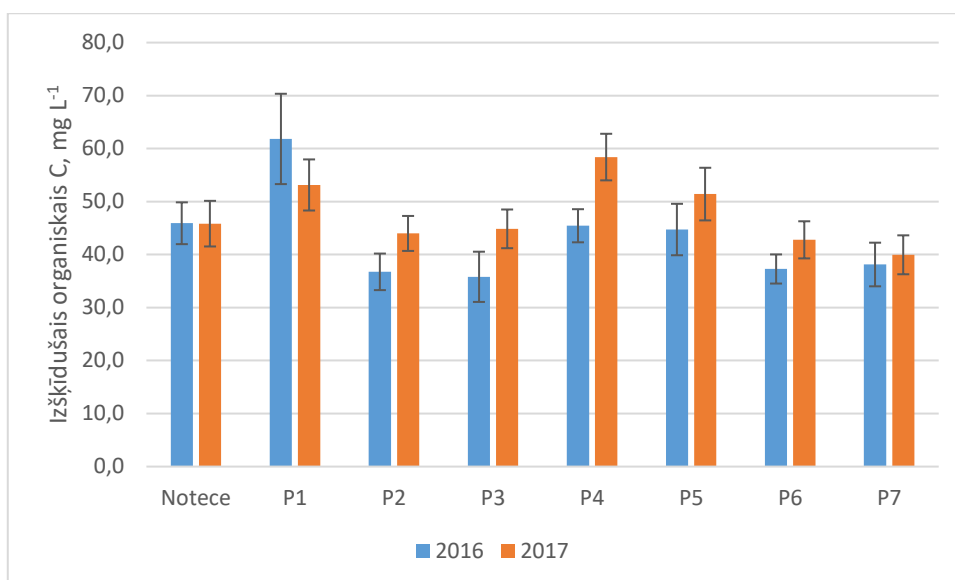


Attēls 22. Vidējais kopējā slāpekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

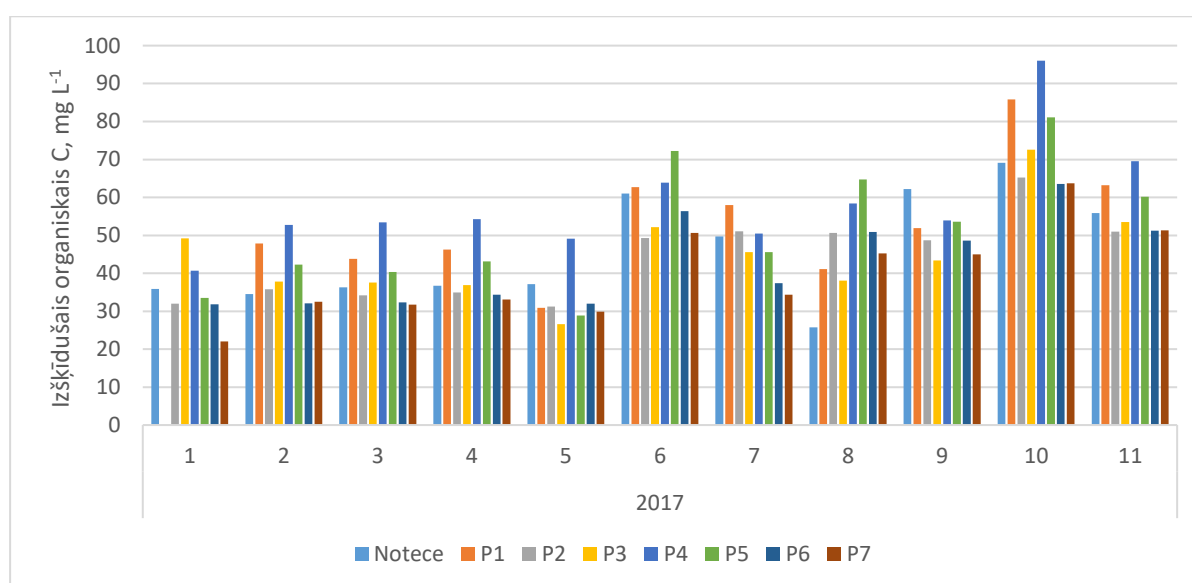


Attēls 23. Kopējā slāpekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris – novembris)



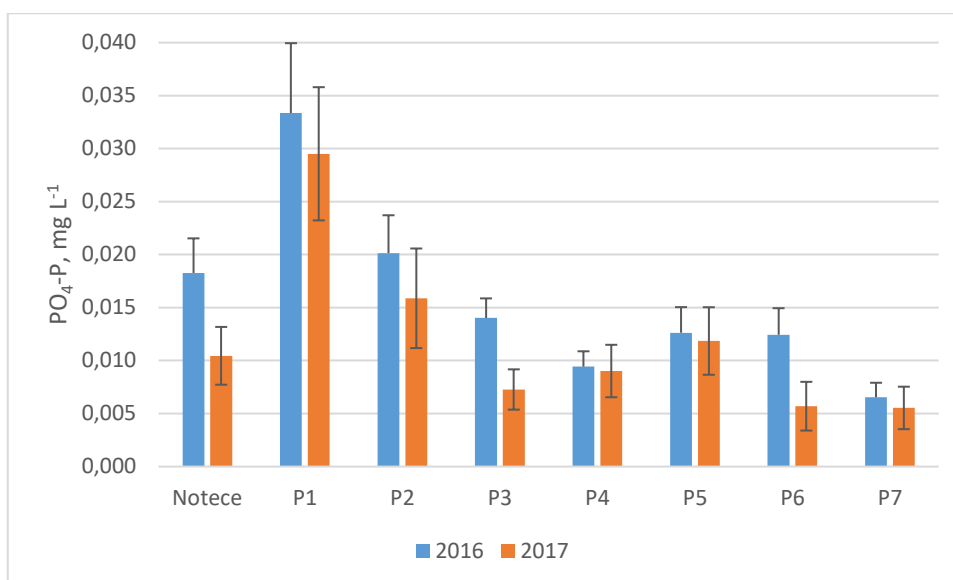


Attēls 24. Vidējais izšķīdušā organiskā oglekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

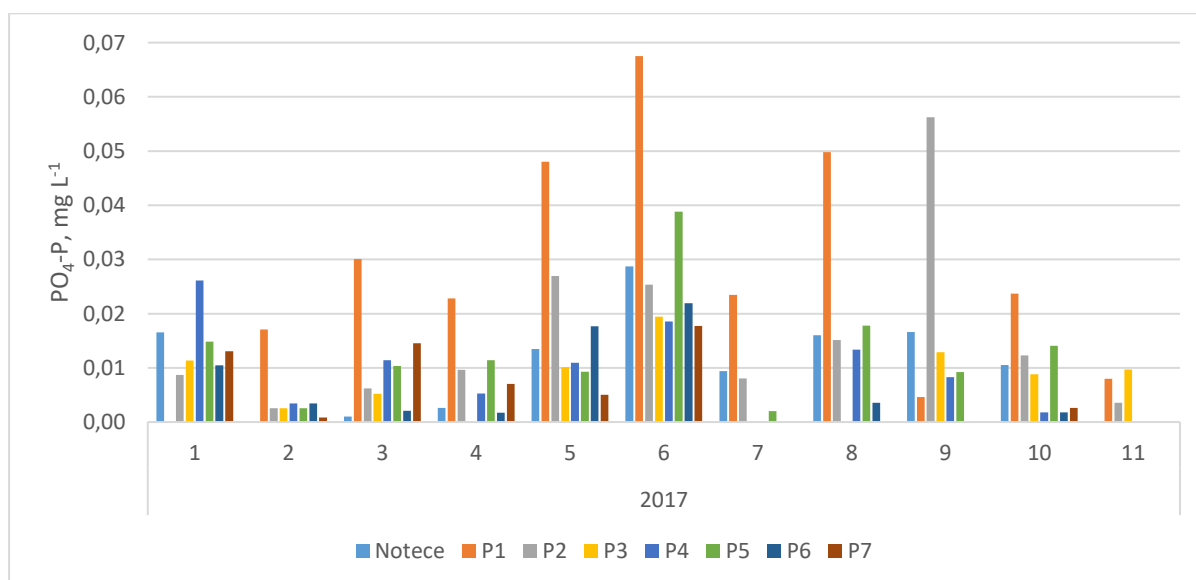


Attēls 25. Izšķīdušā organiskā oglekļa saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījuma periodā (janvāris –novembris)

26. attēlā atspoguļots vidējais fosfātjonu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā. Fosfora savienojumiem ir liela nozīme ūdenskrātuvju eutrofikācijas procesos. Salīdzinot fosfātjonu saturu dažādās paraugu ņemšanas vietās pētījuma objektā, lielākais vidējais fosfātu saturs gan 2016. gada pētījuma periodā, gan 2017. gada pētījuma periodā (vidēji  $0.03 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$ ) konstatēts paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī. Ziemeļkarolīnas Štata universitātes publikācijā (2016) kā fosfātu satura robežvērtība tekošos ūdeņos ir minēti  $0.03 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$ , M. Kļaviņa (2004) dotā koncentrācijas robežvērtība fosfātiem ir  $0.05 \text{ mg L}^{-1}$ , tātad teorētiski var uzskatīt, ka šajā paraugu ņemšanas vietā pastāv eutrofikācijas draudi. Starp P1 un pārējām paraugu ņemšanas vietām arī tika konstatētas būtiskas atšķirības, salīdzinot vidējās vērtības visā pētījuma periodā kopā ( $p < 0.005$ ). Analizējot fosfātjonu saturu virszemes ūdenī sezonālā griezumā, 2017. gadā lielākais fosfātjonu saturs virszemes ūdenī konstatēts jūnija mēnesī ( $0.03 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$ ) (Attēls 27).



Attēls 26. Vidējais fosfātu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā



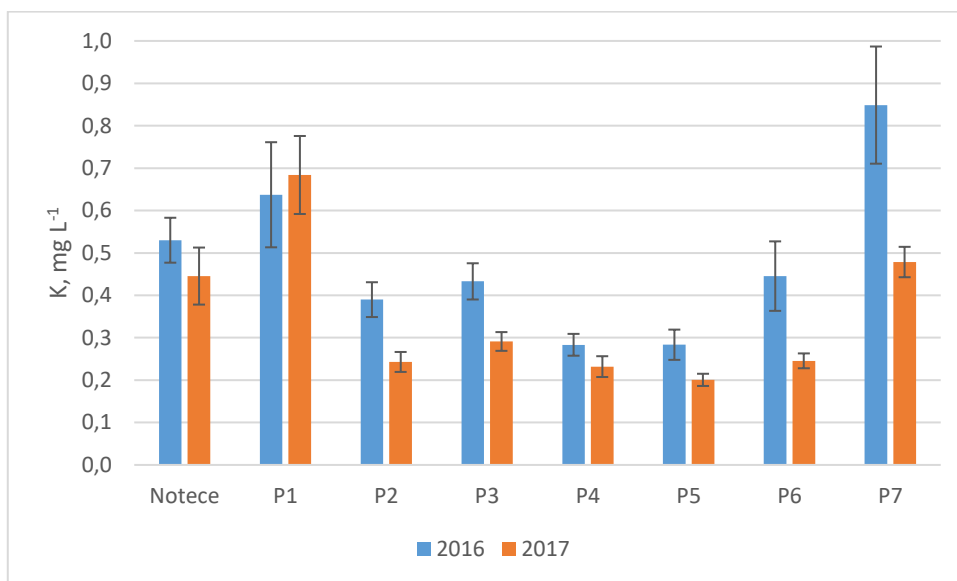
Attēls 27. Fosfātu saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījuma periodā (janvāris – novembris)

Līdzīgi kā gruntsūdeņos, arī virszemes ūdeņos pētījuma objektā katjonu saturs samazinās sekojošā secībā:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ . Kalcijš dabas ūdeņos nokļūst galvenokārt kalcija sulfātu saturošu iežu dēdēšanas rezultātā, kā arī karbonātiem mijiedarbības rezultātā ar oglekļa dioksīdu un ūdeni, veidojoties viegli šķīstošiem hidrogēnkarbonātiem. Magnija avoti ūdeņos ir karbonātu un silikātu dēdēšanas procesi. Magnija nozīmi dabas vidē nosaka tas, ka magnijs ietilpst hlorofila sastāvā. Savukārt kālijs dabas ūdeņos meža ekosistēmās galvenokārt nokļūst, sadēdot tādiem minerāliem kā ortoklāzam, biotītam, laukšpatam un silvinītam. Kālija jonu saturu ūdeņos ietekmē paaugstināta kālija jonu asimilācija augsnē, īpaši kālija joni spēj sorbēties uz minerālu daļiņām un iekļauties to struktūrā. Latvijas apstākļos paaugstināti kālija daudzumi var nokļūt ūdeņos, izskalojoties no augsnēm, kas nabadzīgas ar humusu (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

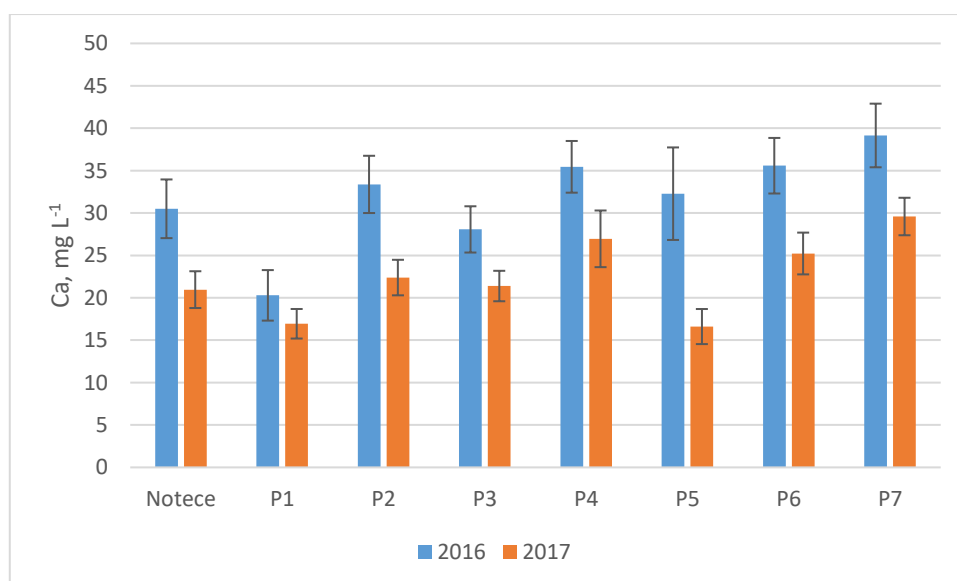
28., 29. un 30. attēlā parādīts vidējais kālija, kalcija un magnija saturs virszemes ūdeņos objektā Zalvīte 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. Kālija saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektā svārstījās amplitūdā no  $0.13 \text{ mg K L}^{-1}$  līdz  $1.80 \text{ mg K L}^{-1}$ . Kalcija saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektā svārstījās

amplitūdā no 9.6 mg Ca L<sup>-1</sup> līdz 65.6 mg Ca L<sup>-1</sup>, bet magnija saturs virszemes ūdeņos svārstījās amplitūdā no 2.3 mg Mg L<sup>-1</sup> līdz 14.1 mg Mg L<sup>-1</sup>. Salīdzinot katjonu saturu dažādās paraugu ņemšanas vietās pētījuma objektā 2016. gada pētījuma periodā, būtiski lielāks kālija (salīdzinot ar P2, P3, P4 un P5; p<0.005) un magnija saturs (salīdzinot ar P1; p=0.044) konstatēts paraugu ņemšanas vietā P7, kas zīmīga ar to, ka Zalvītes strauts vairāku simtu metru garumā tek cauri pārplūstošam klajumam, kur potenciāli iespējama ar bāziskiem katjoniem bagātu pazemes ūdeņu izplūde. Līdzīgi arī 2017. gada pētījuma periodā lielākais kalcijs un magnija saturs ir konstatēts paraugu ņemšanas vietā P7, bet lielākais kālija saturs ir konstatēts paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī.

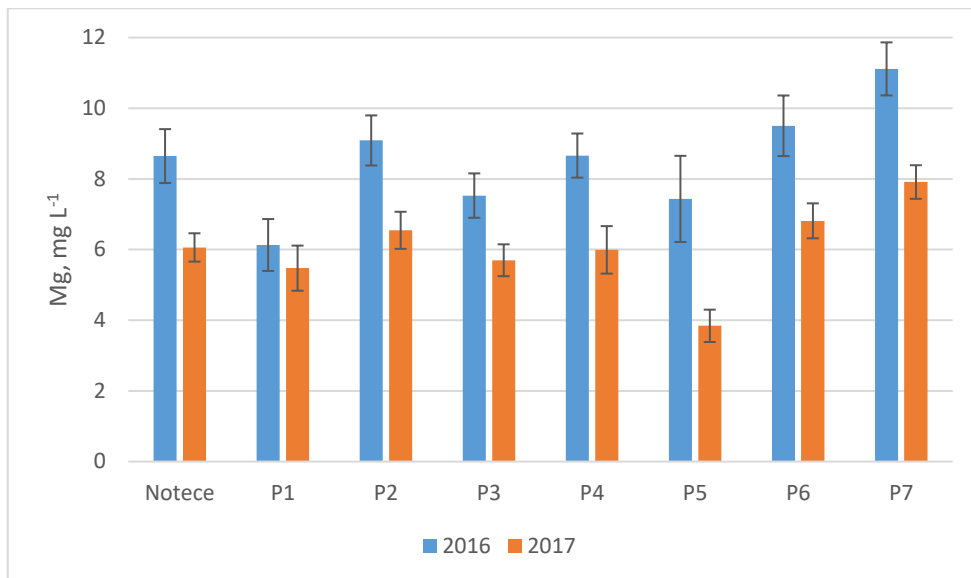
Lielupes un tās baseina ūdeņos ir konstatētas visaugstākās bāzisko katjonu koncentrācijas Latvijā: vidējā kālija jonu koncentrācija gadā ir 4.8 mg L<sup>-1</sup>, vidējā kalcijs jonu koncentrācija – 100 mg L<sup>-1</sup>, bet magnija jonu koncentrācija – 23 mg L<sup>-1</sup> (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). Pētījuma gaitā ņemto ūdens paraugu analīzes rezultāti neliecina par pastiprinātu bāzisko katjonu izizskalošanos saistībā ar meža autoceļu izbūvi.



Attēls 28. Vidējais kālija saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

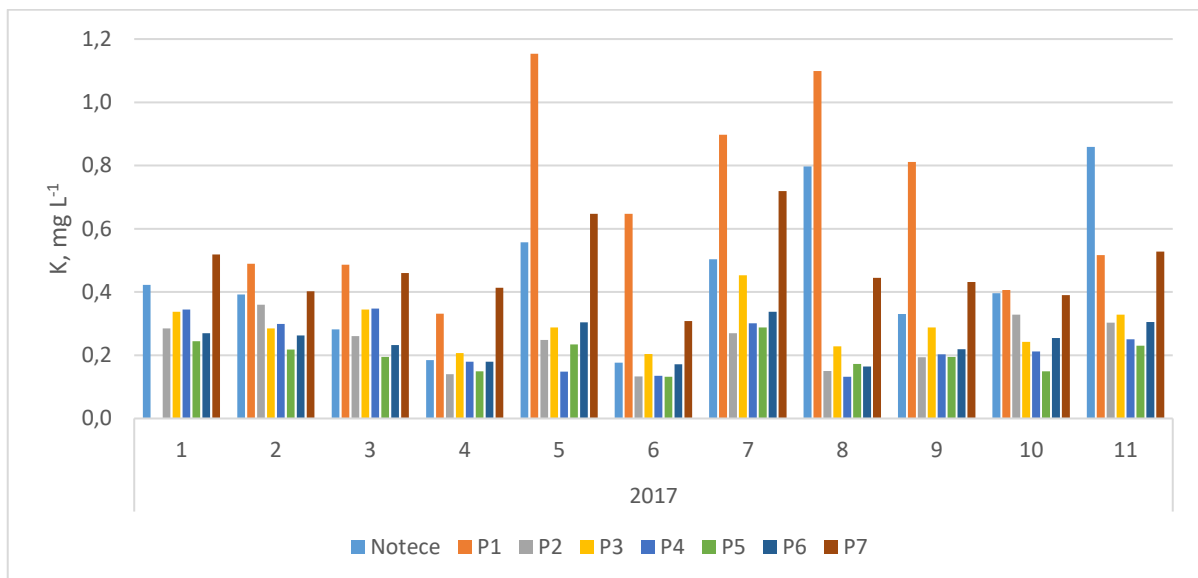


Attēls 29. Vidējais kalcijs saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

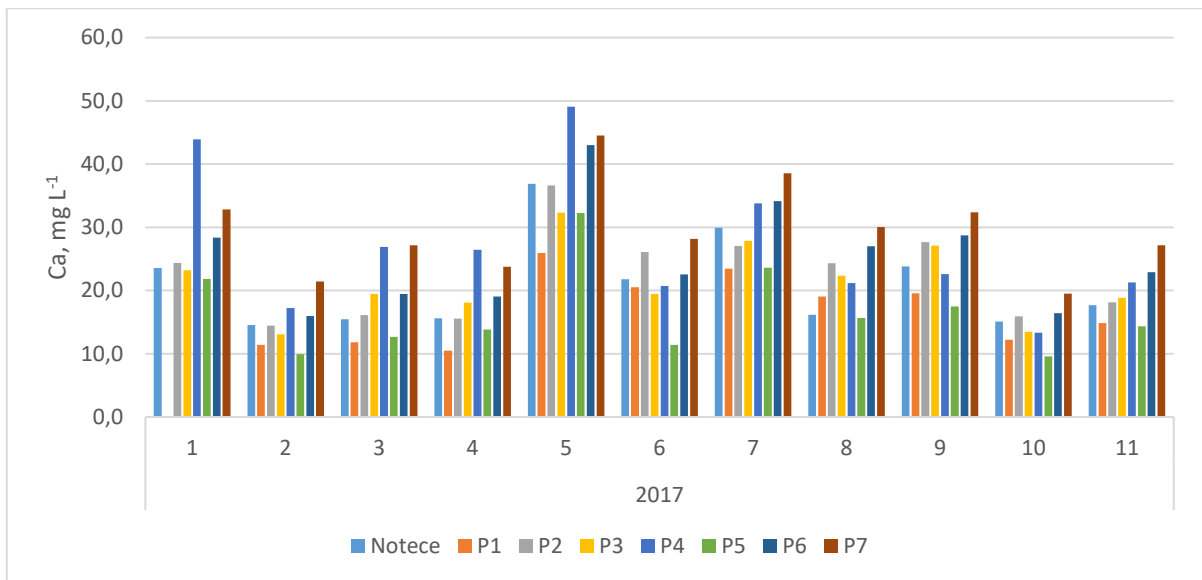


Attēls 30. Vidējais magnija saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

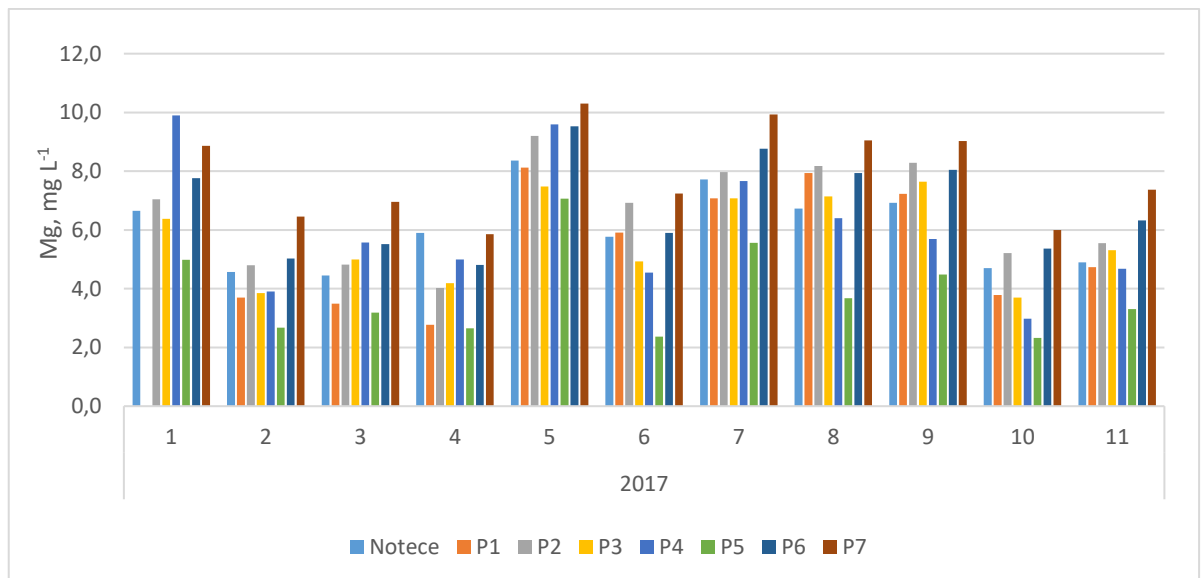
31., 32. un 33. attēlā parādīts pa mēnešiem izvērsti kālija, kalcija un magnija saturs virszemes ūdeņos objektā Zalvīte 2017. gada pētījumu periodā. Analizējot bāzisko katjonu saturu virszemes ūdenī sezonālā griezumā, 2017. gadā lielākais kalcija un magnija saturs virszemes ūdenī konstatēts maija mēnesī (37.6 mg Ca L<sup>-1</sup> un 8.7 mg Mg L<sup>-1</sup>, attiecīgi), bet lielākais kālija saturs virszemes ūdenī konstatēts jūlija mēnesī (0.47 mg K L<sup>-1</sup>).



Attēls 31. Kālija saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris – novembris)



Attēls 32. Kalcija saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris – novembris)



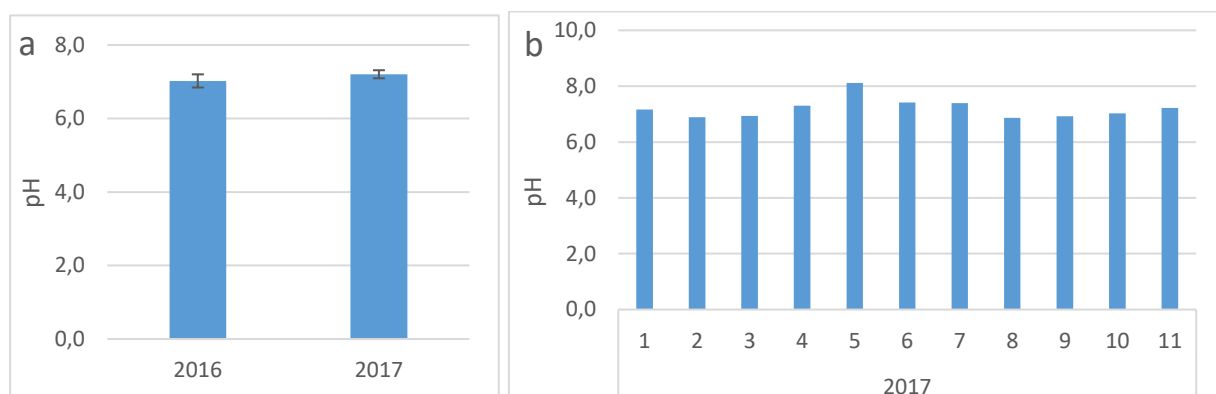
Attēls 33. Magnija saturs virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (janvāris – novembris)

#### Virszemes ūdens kvalitātes rādītāji Slīteres modeļteritorijā

Ūdens ķīmiskā sastāva raksturošanai Mazirbes upē Slīteres modeļteritorijā ūdens paraugos noteikti sekojoši parametri: pH, elektrovadītspēja (EVS), biogēno elementu ( $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NH}_4^+$ -N,  $\text{PO}_4^{3-}$ -P) saturs, kopējā slāpekļa saturs, bāzisko katjonu (Ca, Mg, K) saturs, izšķīdušā organiskā oglekļa saturs (DOC), suspendēto daļiņu saturs, izšķīdušā skābekļa saturs un ūdens duļķainība. Salīdzinot Mazirbes upes (Piejūras mazo upju baseins) un Zalvītes strauta (Lielupes baseins) ūdens ķīmisko sastāvu, vērojamas būtiskas atšķirības. Mazirbes upē vērojams mazāks gan izšķīdušo neorganisko sāļu saturs (izņemot  $\text{K}^+$ ), gan mazāks izšķīdušo organisko vielu saturs, kā arī mazāks vidējais suspendēto daļiņu saturs un ūdens duļķainība. Starp Lielupes un tā baseina ūdeņu ķīmisko sastāvu un ūdeņu sastāvu citos Latvijas reģionos pastāv ievērojamas atšķirības (LVĢMC, 2017), ko apstiprina arī šī pētījuma rezultāti. Būtiskākās atšķirības vērojamas vidējā Ca saturā – Zalvītes strauta ūdeņos vidējais Ca saturs ir par 64% lielāks nekā Mazirbes upes ūdenī, kas izskaidrojams ar kalcija sulfātu saturošu iežu dēdēšanu un ūdeņu bagātināšanu ar Ca Lielupes baseina

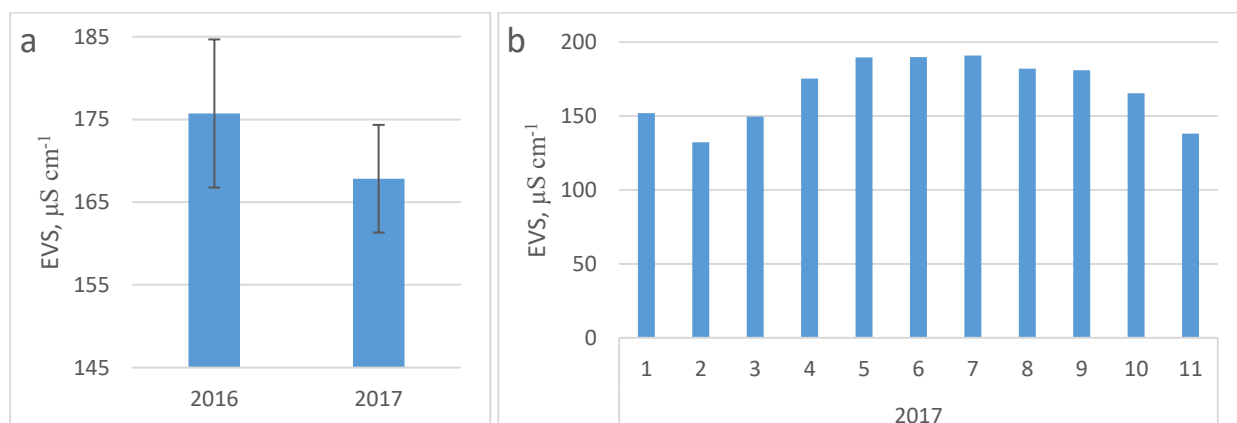
teritorijā, jo Lielupes baseina ūdeņi iezīmējas ar relatīvi paaugstinātu Ca un sulfātu koncentrāciju (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004).

Lielākoties dabas ūdeņu pH ir robežās no pH 6 līdz pH 8 un saglabājas konkrētajam ūdens tipam stabils (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). 34. attēlā atspoguļots ūdens pH Mazirbes upē objektā Slītere 2016. un 2017. gada pētījuma periodā. Ūdens pH Mazirbes upē svārstījās amplitūdā no pH 6.5 līdz 8.1, bet vidējais ūdens pH bija  $7.1 \pm 0.1$ .



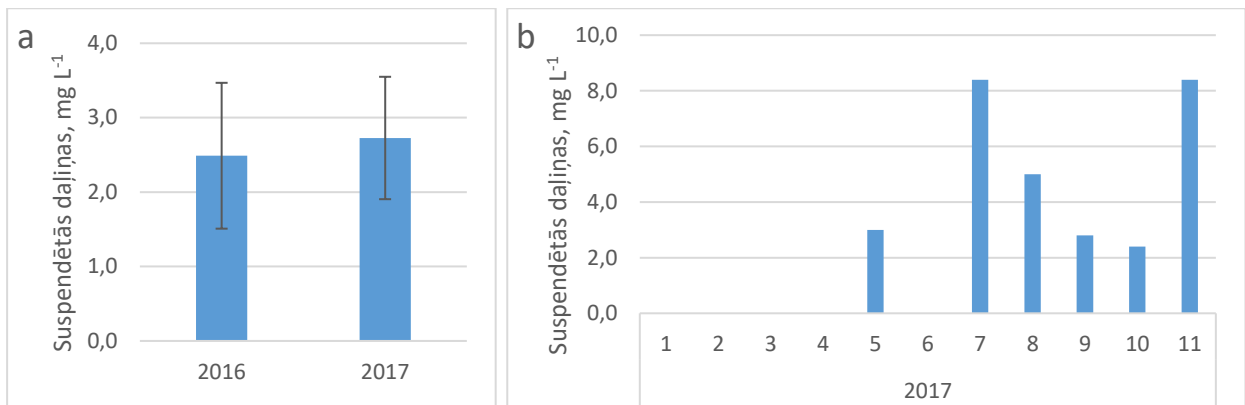
Attēls 34. Ūdens pH Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas pH vērtības 2017. gada pētījuma periodā

Ūdens elektrovadītspēja Mazirbes upē pētījuma periodā bija salīdzinoši stabila - svārstījās šaurā amplitūdā no  $132.4 \mu\text{S cm}^{-1}$  līdz  $191.5 \mu\text{S cm}^{-1}$ , bet pētījuma perioda vidējā ūdens elektrovadītspēja bija  $171 \pm 5 \mu\text{S cm}^{-1}$ , kas ir optimāla vērtība daudzveidīgu dzīvo organismu dzīves apstākļiem (Attēls 35).



Attēls 35. Ūdens elektrovadītspēja Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas EVS vērtības 2017. gada pētījuma periodā

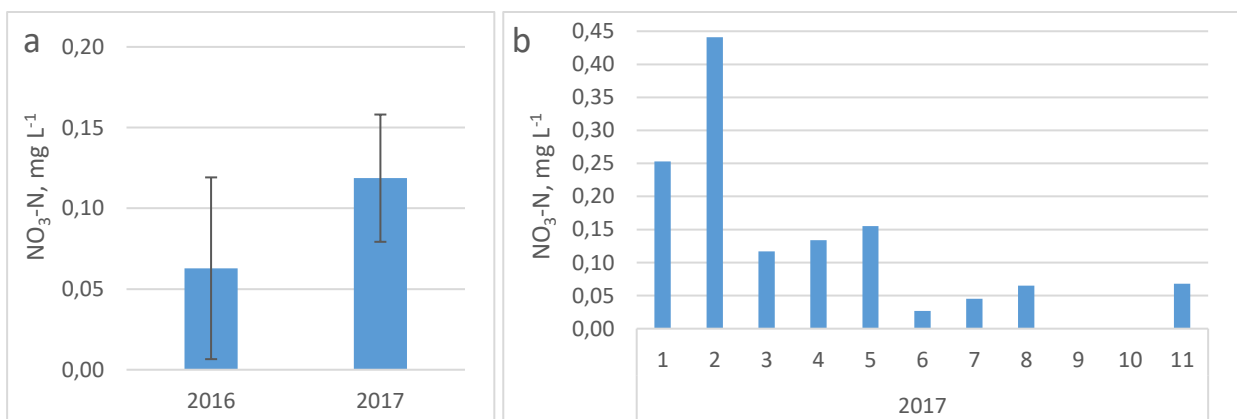
36. attēlā atspoguļots kopējais suspendēto daļiņu saturs Mazirbes upē. Kopējais suspendēto daļiņu saturs Mazirbes upē svārstās amplitūdā līdz  $8.4 \text{ mg L}^{-1}$ , bet pētījuma perioda vidējais suspendēto daļiņu saturs ir  $2.6 \pm 0.7 \text{ mg L}^{-1}$ .



Attēls 36. Kopējais suspendēto daļiņu saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

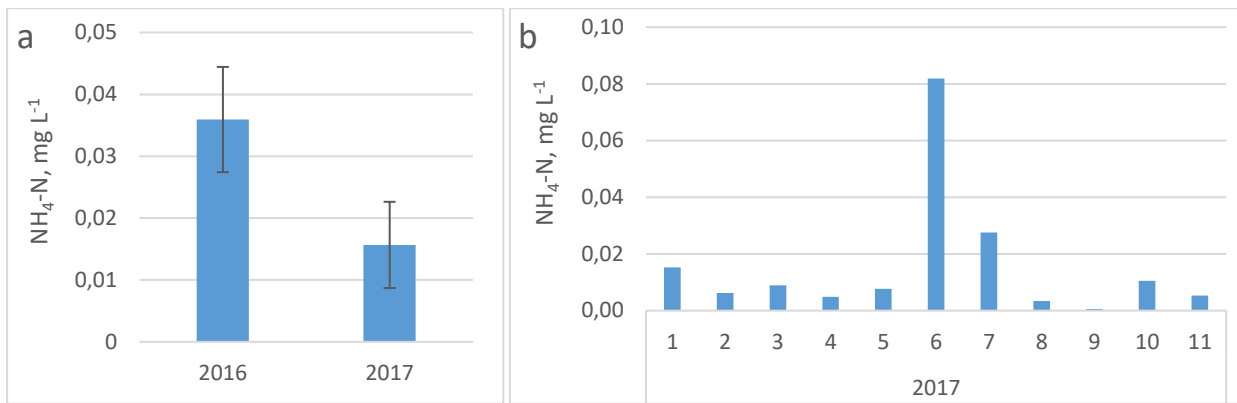
Nitrātjonu saturam raksturīga sezonāla mainība visos Latvijas upju baseinu apgabalos. Iekšzemes ūdeņu monitoringa ietvaros, ko veic VSIA „Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs”, 2015. gadā maksimālās nitrātu koncentrācijas vērtības novērotas paraugos, kas ņemti janvārī un februārī. Šie mēneši ir bijuši ļoti silti (janvāris par 3.6 °C, bet februāris par 4.6°C siltāks par ilggadīgo normu), turklāt janvāris ir bijis arī nokrišņiem bagāts (177% no ilggadīgās normas). Šādi apstākļi veicina augu barības vielu izskalošanos no atkusušām augsnēm. Vasarā konstatējama viszemākā nitrātjonu koncentrācija, kas daudzos gadījumos ir zem izmantoto analītisko metožu kvantificēšanas vai detektēšanas robežām (LVĢMC, 2016).

Nitrātu saturs Mazirbes upē 2016. un 2017. gada pētījumu periodā svārstījās amplitūdā līdz 0.44 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais nitrātu saturs bija 0.10 ±0.03 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (Attēls 37). Mazirbes upē Nitrātu direktīvā noteiktais nitrātu slāpekļa robežlielums 11.3 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> nav ticis sasniegts. Salīdzinājumam - gada vidējā NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N koncentrācija Ventas baseina ūdenstilpēs 2016. gadā bijusi 0.03 – 2.91 mg L<sup>-1</sup>, bet maksimālā – 8.90 mg L<sup>-1</sup> (LVĢMC, 2017), kas ir ievērojami vairāk nekā Mazirbes upē pētījuma periodā.



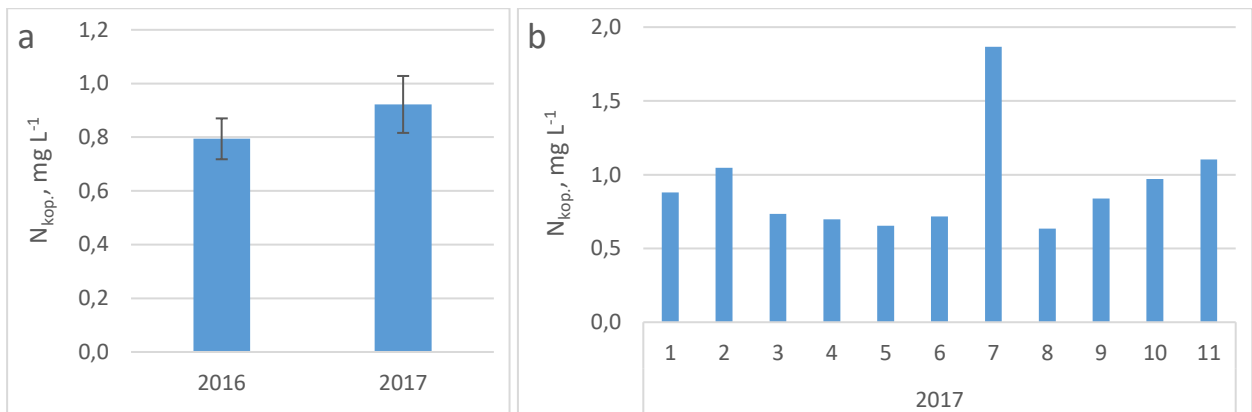
Attēls 37. Nitrātjonu saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

Amonija jonu saturs Mazirbes upē 2016.un 2017. gada pētījumu periodā svārstījās amplitūdā līdz 0.08 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais amonija jonu saturs bija 0.02 ±0.01 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup> (Attēls 38).



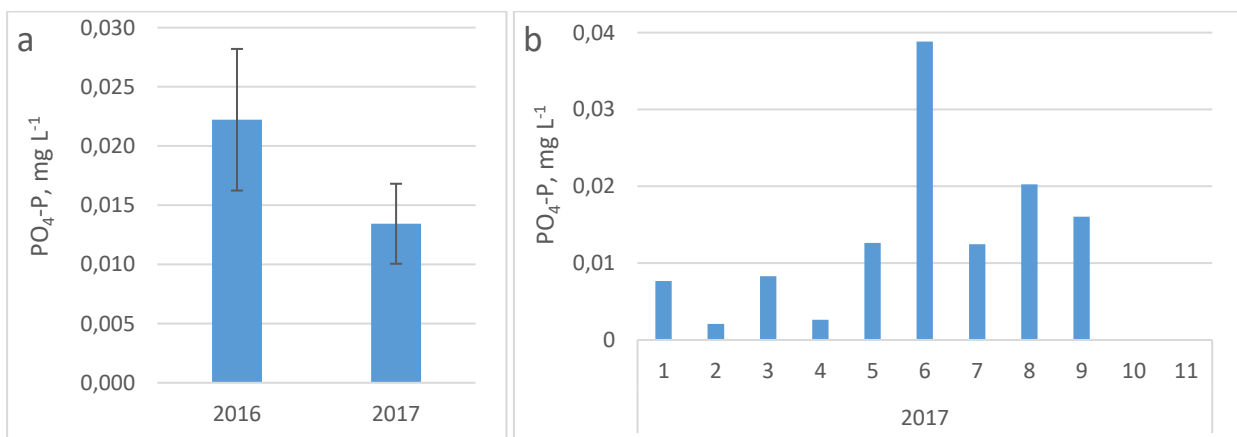
Attēls 38. Amonija jonu saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

Kopējais slāpekļa saturs Mazirbes upē svārstījās amplitūdā no 0.58 mg N L<sup>-1</sup> līdz 1.87 mg N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais kopējais slāpekļa saturs bija 0.87 ±0.07 mg N L<sup>-1</sup> (Attēls 39).



Attēls 39. Kopējais slāpekļa saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

40. attēlā atspoguļots fosfātu saturs Mazirbes upē 2016. un 2017. gada pētījuma periodā. Fosfātu saturs Mazirbes upē svārstījās amplitūdā līdz 0.039 mg PO<sub>4</sub><sup>+</sup>-P L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais fosfātu saturs bija 0.015 ±0.003 mg PO<sub>4</sub><sup>+</sup>-P L<sup>-1</sup>.

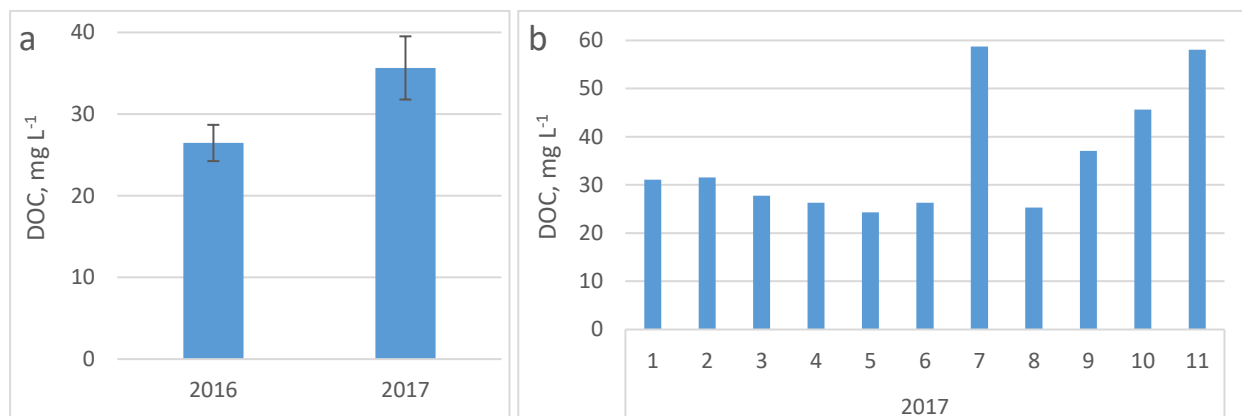


Attēls 40. Fosfātu saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

41. attēlā atspoguļots izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) saturs Mazirbes upē objektā Slītere 2016. un 2017. gada pētījuma periodā. Izšķīdušā organiskā oglekļa saturs Mazirbes upē svārstījās amplitūdā no 17.7 mg C L<sup>-1</sup> līdz 58.8 mg C L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais izšķīdušā organiskā oglekļa saturs bija 32.4

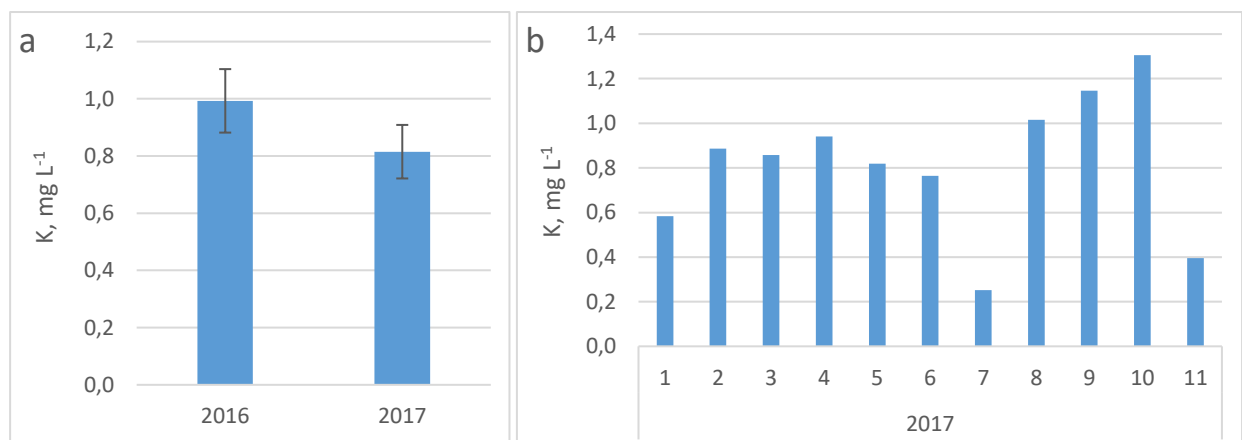


$\pm 2.7 \text{ mg C L}^{-1}$ . Līdzīgi kā virszemes ūdeņos Zalvītes modeļteritorijā, starp kopējā slāpekļa un izšķīdušā organiskā oglekļa saturu Mazirbes upē tika konstatēta cieša, pozitīva korelācija (korelācijas koeficients  $r$  ir 0.82).

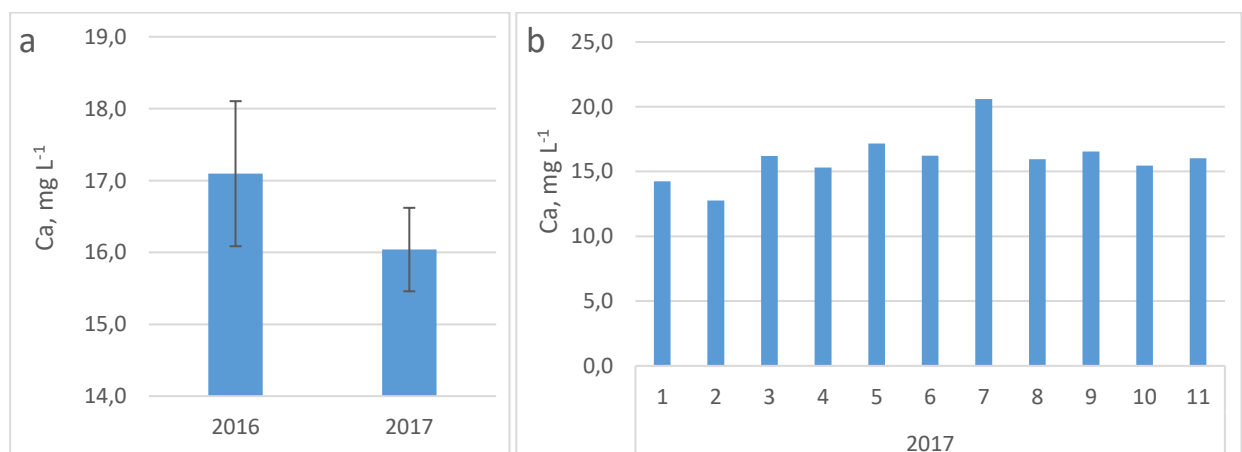


Attēls 41. Izšķīdušā organiskā oglekļa saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

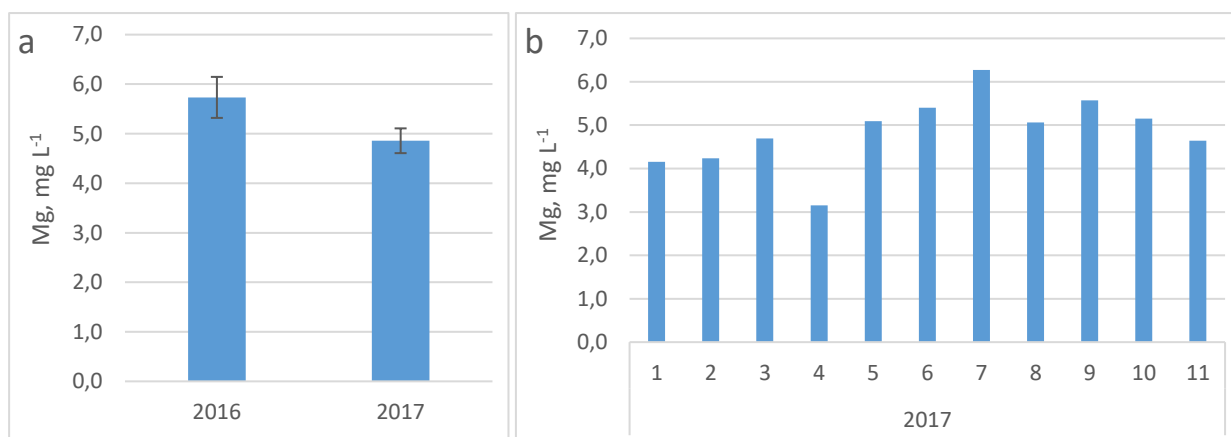
42., 43. un 44. attēlā parādīts kālija, kalcija un magnija saturs ūdenī Mazirbes upē 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. Kālija saturs Mazirbes upē pētījuma periodā svārstījās amplitūdā no  $0.25 \text{ mg K L}^{-1}$  līdz  $1.38 \text{ mg K L}^{-1}$ , bet pētījuma perioda vidējais kālija saturs bija  $0.88 \pm 0.07 \text{ mg K L}^{-1}$ . Kalcija saturs Mazirbes upē pētījuma periodā svārstījās amplitūdā no  $12.8 \text{ mg Ca L}^{-1}$  līdz  $20.6 \text{ mg Ca L}^{-1}$ , bet pētījuma perioda vidējais kalcija saturs bija  $16.4 \pm 0.5 \text{ mg Ca L}^{-1}$ . Magnija saturs Mazirbes upē svārstījās amplitūdā no  $3.2 \text{ mg Mg L}^{-1}$  līdz  $6.7 \text{ mg Mg L}^{-1}$ , bet pētījuma perioda vidējais magnija saturs bija  $5.17 \pm 0.22 \text{ mg Mg L}^{-1}$ .



Attēls 42. Kālija saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

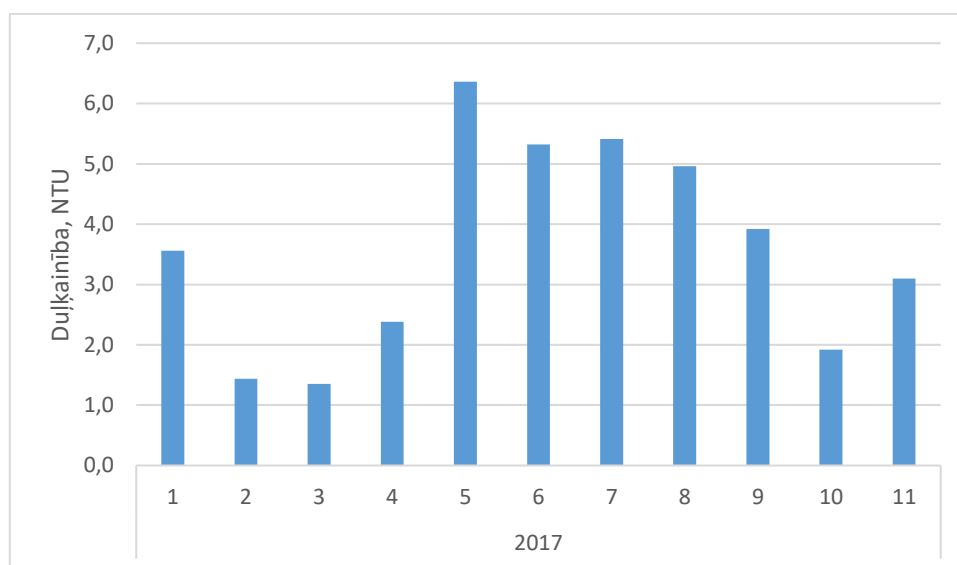


Attēls 43. Kalcija saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā



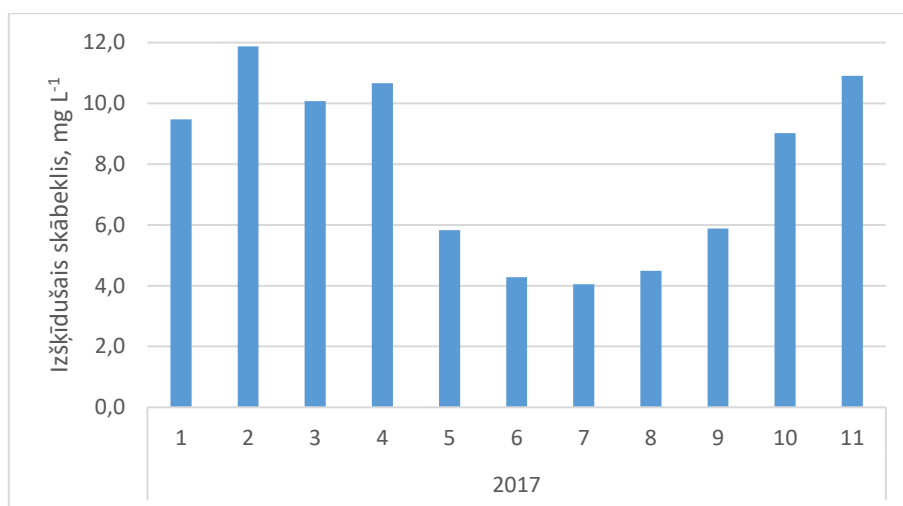
Attēls 44. Magnija saturs Mazirbes upē; a- vidējās vērtībās 2016. un 2017. gada pētījuma periodā, b – pa mēnešiem izvērstas vērtības 2017. gada pētījuma periodā

45. attēlā atspoguļota ūdens duļķainība Mazirbes upē 2017. gada pētījumu periodā. Pētījuma periodā ūdens duļķainība Mazirbes upē svārstījās amplitūdā no 1.4 NTU marta mēnesī līdz 6.4 NTU maija mēnesī, bet pētījuma perioda vidējā duļķainība bija 3.6 NTU. Starp kopējo suspendēto daļiņu saturu un ūdens duļķainību Mazirbes upē tika konstatēta vidēji cieša, pozitīva korelācija (korelācijas koeficients  $r$  ir 0.72).



Attēls 45. Ūdens duļķainība Mazirbes upē 2017. gada pētījuma periodā

46. attēlā atspoguļots izšķīdušā skābekļa saturs Mazirbes upē 2017. gada pētījumu periodā. Pētījuma periodā izšķīdušā skābekļa saturs Mazirbes upē svārstījās amplitūdā no 4.1 mg L<sup>-1</sup> jūlija mēnesī līdz 11.9 mg L<sup>-1</sup> februāra mēnesī, bet vidējais izšķīdušā skābekļa saturs pētījuma periodā bija 7.9 mg L<sup>-1</sup>.



Attēls 46. Izšķīdušā skābekļa saturs Mazirbes upē 2017. gada pētījuma periodā

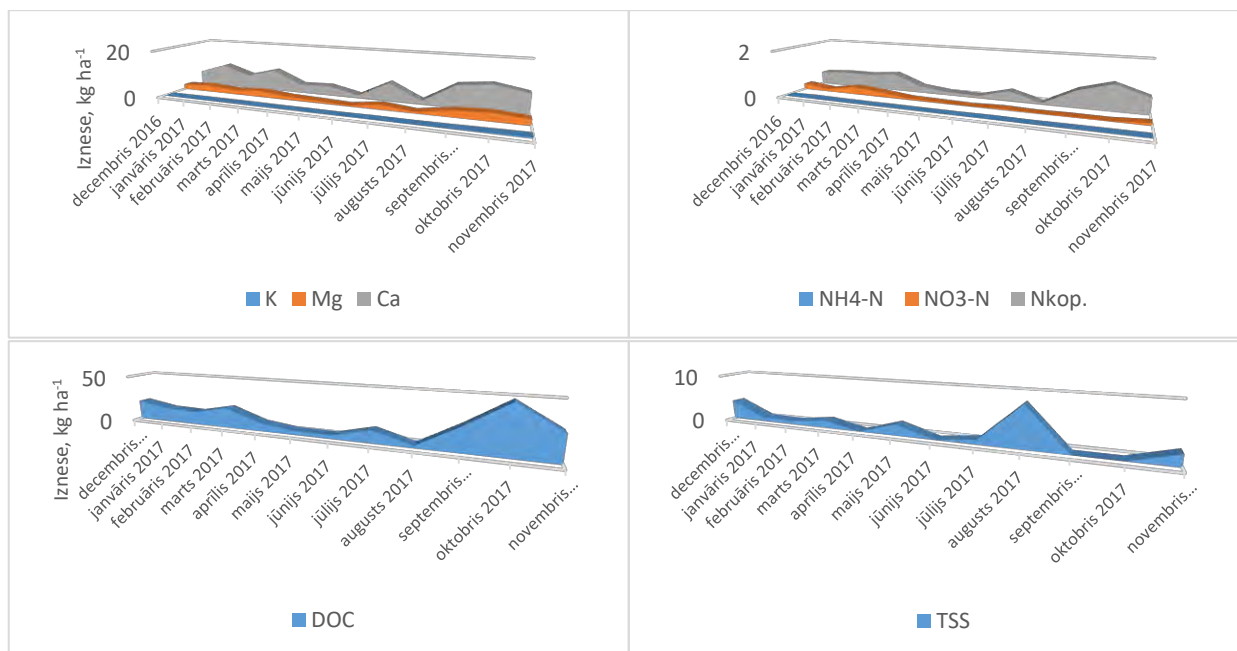
6.tabulā parādīta elementu summārā iznese no viena sateces baseina hektāra Slīteres un Zalvītes modeļteritorijās divos periodos (no 2016.gada maija līdz novembrim un no 2016.gada decembra līdz 2017.gada novembrim). Pirmajā periodā no Slīteres modeļteritorijas visvairāk tiek iznests kalcijs, izšķīdušais organiskais ogleklis (DOC) un magnijs, bet no Zalvītes modeļteritorijas – izšķīdušais organiskais ogleklis, kalcijs un suspendētās daļiņas (TSS), savukārt otrajā periodā abās modeļteritorijās vislielākās ir izšķīdušā organiskā oglekļa izneses. Zalvītes modeļteritorijā tas skaidrojams tikai ar ievērojamo noteces daudzuma palielināšanos nokrišņu rezultātā, jo DOC vidējās koncentrācijas abos pētījumu periodos neatšķiras, bet kalcijs koncentrācija notecē otrajā periodā ir samazinājusies. Savukārt Mazirbes upes notecē 2017.gadā ir palielinājies ne vien noteces apjoms, bet arī DOC vidējā koncentrācija, pretēja tendence vērojama kalcijs koncentrācijai. Salīdzinot ar literatūrā pieejamajiem datiem (A. Indriksona no ilglaicīgu mērījumu datiem aprēķinātās vielu izneses apsaimniekotos meliorētos mežos, 2009), abās mūsu modeļteritorijās aprēķinātās nitrātu, amonija, fosfātu, kālija, kalcijs un magnija izneses ir zemākas (A.Indriksonam: nitrātu iznese - 3.71 kg ha<sup>-1</sup> gadā, amonija iznese – 0.38 kg ha<sup>-1</sup> gadā, fosfātu iznese – 0.13 kg ha<sup>-1</sup> gadā, kālija iznese – 3.27 kg ha<sup>-1</sup> gadā, kalcijs iznese – 124.19 kg ha<sup>-1</sup> gadā, bet magnija iznese – 38.18 kg ha<sup>-1</sup> gadā). Pamatojoties uz patlaban iegūtajiem datiem, varam izvirzīt pieņēmumu, ka platībās, kur dominē minerālaugsnes un nenotiek pazemes spiedes ūdeņu izķīlēšanās, biogēno elementu un citu savienojumu izneses riski varētu būt zemāki, salīdzinot ar nosusinātām kūdras augsnēm, taču precīzākus secinājumus par šo varēs izdarīt tad, kad būs pieejama garāka datu rinda.

Tabula 6. Dažādu elementu iznese no Zalvītes straucha un Mazirbes upes sateces baseina 2016.un 2017.gada pētījumu periodā\*

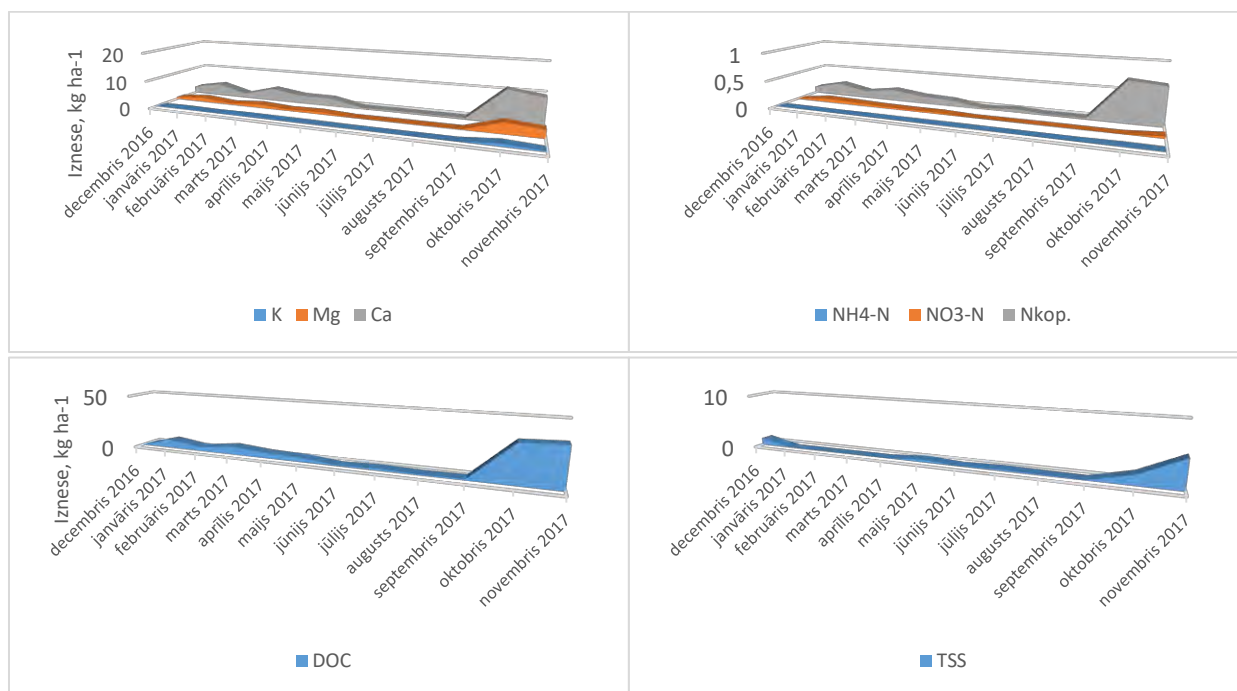
Elements	Iznese kg ha <sup>-1</sup> (2016.gada maijs-novembris)		Iznese kg ha <sup>-1</sup> (2016.gada decembris-2017.gada novembris)	
	Mazirbes upe	Zalvītes strauchs	Mazirbes upe	Zalvītes strauchs
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N	0.059	0.605	0.245	0.955
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P	0.008	0.017	0.010	0.029
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N	0.015	0.065	0.024	0.096
K	0.521	0.565	2.180	1.688
Ca	9.074	29.586	39.012	71.632
Mg	3.009	9.028	11.979	20.910
N <sub>kop.</sub>	0.463	1.996	2.292	5.485
TSS	1.838	13.161	7.883	17.017
DOC	10.949	58.239	101.262	181.909

\*2016.gada izneses vērtības koriģētas atbilstoši precizētajām sateces baseinu platībām.

Slāpekļa savienojumu iznese izmaiņām ir izteikti sezonāls raksturs. Slāpekļa iznese pieaug ziemas mēnešos, kas saistīts gan ar palielinātu noteces apjomu, gan koncentrācijas paaugstināšanos virszemes ūdenī pēc veģetācijas sezonas beigām. Līdzīgas tendences vērojamas saistībā ar bāziskajiem katjoniem, šajā gadījumā to iznesei ir tendence samazināties vasarā, kas sevišķi uzskatāmi parādās Slīteres modeļteritorijā. Slīteres modeļteritorijā veģetācijas sezonas beigās izteikti pieaug arī izšķīdušā organiskā oglekļa un suspendēto daļiņu iznese, savukārt Zalvītes modeļteritorijā arī vasaras mēnešos konstatēta visai liela šo vielu iznese (47. un 48. attēls).



Attēls 47. Vielu iznese no Zalvītes strauta sateces baseina sadalījumā pa mēnešiem (2016.gada decembris-2017.gada novembris)



Attēls 48. Vielu iznese no Mazirbes upes sateces baseina sadalījumā pa mēnešiem (2016.gada decembris-2017.gada novembris)

## Secinājumi

1. Ventas upju baseina ūdenstecēs kopumā ir raksturīgas ievērojami zemākas biogēno elementu un citu savienojumu koncentrācijas nekā Lielupes upju baseina ūdeņos, un pētījuma ietvaros veikto Zalvītes straucha un Mazirbes upes ūdens analīžu rezultāti atspoguļo šo upju sateces baseinu atšķirīgos hidroģeoloģiskos parametrus.
2. Ceļu būves darbi Zalvītes modeļteritorijā paraugu ņemšanas vietu tiešā tuvumā uzsākti 2016. gada 16. oktobrī un turpināti līdz 2017. gada septembrim, taču nozīmīga ietekme uz ūdens kvalitātes rādītājiem (izšķīdušā skābekļa daudzumu, duļķainību, suspendēto daļiņu koncentrāciju u.c.) netika konstatēta. Izmainīts ķīmiskais sastāvs netika konstatēts arī paraugos, kas ņemti paraugu ņemšanas vietās P2, P3, P4 un P6 brīžos, kad tiešā to tuvumā tika veikti ceļu būves darbi. Atbilstošā kvalitātē veikti meža autoceļu būves darbi neatstāj negatīvu ietekmi uz ūdens kvalitātes rādītājiem.
3. Zalvītes modeļteritorijā novērotās būtiskās atšķirības starp ūdens kvalitātes rādītājiem paraugu ņemšanas vietā P1, kas ierīkota nerenovētā grāvī, un paraugu ņemšanas vietās renovētos grāvjos (P2, P3, P4, P5, P6, P7) neatkarīgi no meža ceļu būves darbu veikšanas tuvuma liecina par potenciāli ierobežotiem dzīvības procesiem nerenovētā ūdenstecē. Meliorācijas sistēmu renovācija veicina tādas hidroķīmisko parametru izmaiņas, kas var pozitīvi ietekmēt dzīvības procesus ūdens vidē (skābekļa satura paaugstināšanās, suspendēto daļiņu un duļķainības samazināšanās, fosfātjonu satura samazināšanās).
4. Rezultāti liecina par ievērojamu meteoroloģisko apstākļu (nokrišņu daudzuma) ietekmi uz vielu izneses apjomiem. Biogēno elementu un citu savienojumu variācija notecē no pētītā apsaimeņotā mežainā sateces baseina ir lielākoties dabisku faktoru izraisīta.

## Literatūra

1. Behar S. 1997. Testing the Waters: Chemical and Physical Vital Signs of a River. Montpelier, VT: River Watch Network, 211 p.
2. Copp.G.F. 2003. Is fish condition correlated with water conductivity? Journal of Fish Biology 63, 263–266.
3. Dunlop J., McGregor G. and Horrigan N. 2005. Characterisation of impacts and a discussion of regional target setting for riverine ecosystems in Queensland. The State of Queensland, 72 p.
4. Noteikumi par virszemes ūdensobjektu tipu raksturojumu, klasifikāciju, kvalitātes kritērijiem un antropogēno slodžu noteikšanas kārtību. 2004. "Latvijas Vēstnesis", 168 (3116)
5. Noteikumi par virszemes un pazemes ūdeņu kvalitāti. 2002. LR Ministru Kabinets, "Latvijas Vēstnesis", 50 (2625)

### 1.2.2. Gruntsūdens līmeņa un ķīmiskais sastāvs

Gruntsūdens līmeņa un ķīmiskā sastāva izmaiņas ir viens no indikatoriem, ko var izmantot mežsaimnieciskās darbības ietekmes vērtēšanai. Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs ietekmē koku sakņu nodrošinājumu ar barības vielām, bet gruntsūdens līmeņa, ja tas paaugstinās līdz aktīvajam sakņu horizontam, - koku iespējas barības vielas uzņemt un izmantot.

## Objekti un metodika

Gruntsūdens līmeņa un ķīmiskā sastāva novērtēšanai Zalvītes modeļteritorijā piecos nogabalos, kuros 2018. gadā plānota mežizstrāde (katrā augšanas apstākļu rindā izvēloties vienu visvairāk pārstāvēto meža tipu), ir ierīkotas gruntsūdens akas, un tajās uzsākts regulārs ūdens līmeņa un ķīmiskā sastāva

monitorings (Tabula 7), 2016. gada veģetācijas sezonas otrajā pusē veicot mērījumus ar ūdens līmeņa sensoru vairākas reizes mēnesī, bet, sākot no 2017. gada jūnija vidus, - nepārtraukti ar ūdens līmeņa automātiskajiem logeriem *Van Essen TD-Diver*, kas ievietoti gruntsūdens akās katrā objektā. Automātiskais gruntsūdens līmeņa nolasītājs darbojas nepārtraukti, fiksējot līmeņa svārstības reizi stundā. No 2017. gada jūnija ir iespējams iegūt datus par katra objekta gruntsūdens līmeņa izmaiņām diennakts, nedēļas vai mēneša griezumā. Šajā pārskatā dati apkopoti pa mēnešiem, lai būtu salīdzināmi ar iepriekšējā perioda mērījumiem.

Tabula 7. Nogabalu saraksts ar ierīkotām gruntsūdens akām

Nr.p.k.	Kvartāls	Nogabals	Meža tips	Platība, ha	Meža tips	Valdošā suga	Gruntsūdens aku (logeru) skaits	Mērījumi uzsākti	Automātiskie logeri ievietoti
1	34	34	Dms	0.7	Dms	B	3 (1)	28.07.2016	14.06.2017
2	35	29	Db	0.3	Db	B	3 (1)	28.07.2016	14.06.2017
3	67	17	Ks	0.4	Ks	P	3 (1)	29.06.2016	14.06.2017
4	67	35	As	2.6	As	B	3 (1)	18.07.2016	14.06.2017
5	95	20	Dm	1.1	Dm	P	3 (1)	18.07.2016	14.06.2017

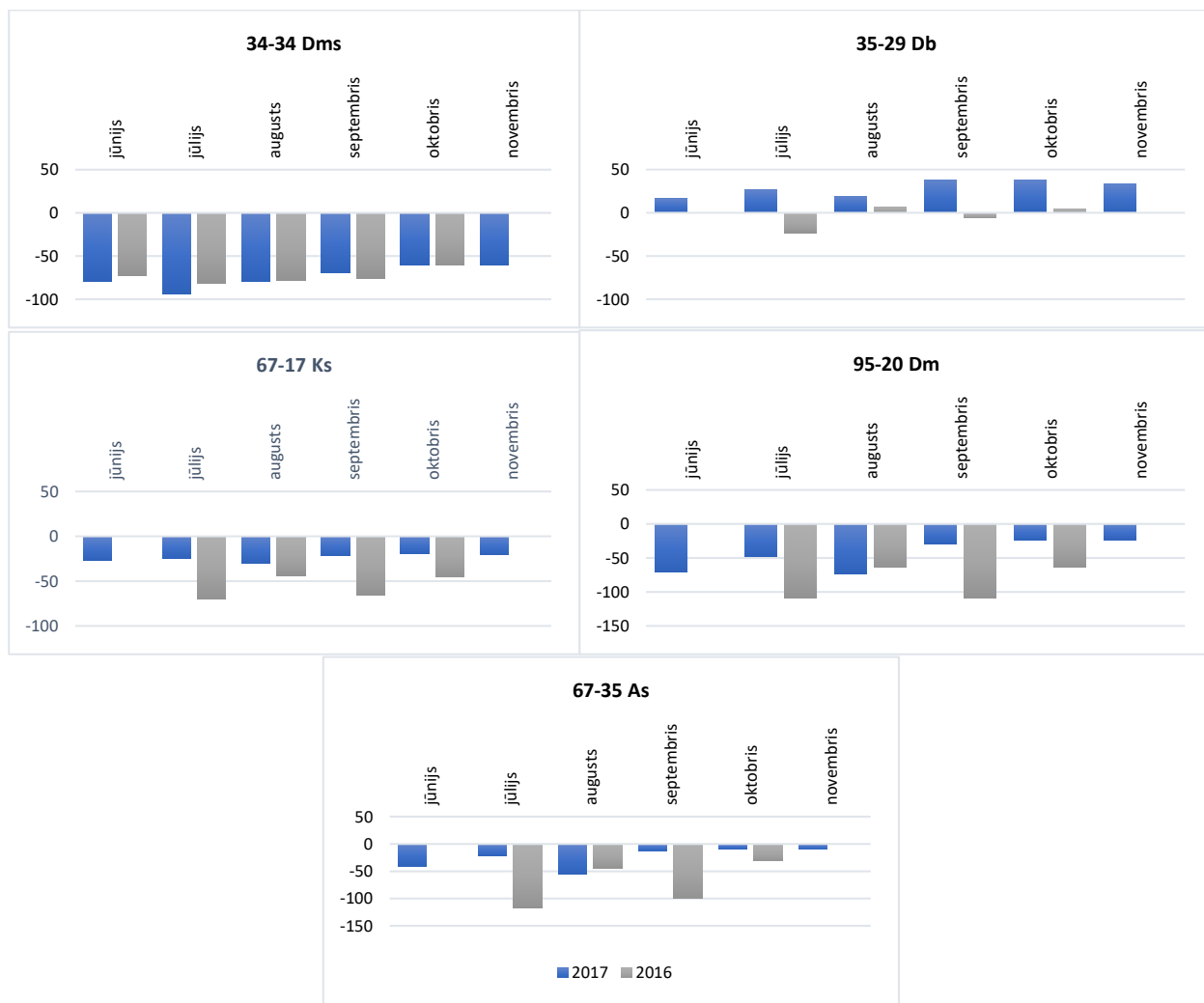
Gruntsūdens paraugi ņemti reizi mēnesī līdz veģetācijas sezonas beigām oktobrī (2016. gads) vai novembrī (2017. gads). Gruntsūdenī analizēti sekojoši parametri: līmenis no zemes virsmas, pH, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N, K, Ca, Mg, N<sub>kop.</sub>, izšķīdušā C<sub>org.</sub> saturs un elektrovadītspēja (EVS).

## Rezultāti

Ilgstošās lietavas un lielais kopējais nokrišņu daudzums 2017. gada vasaras un rudens sezonā ir atstājis nozīmīgu iespaidu uz gruntsūdens procesiem pētījuma objektos. Salīdzinot ar iepriekšējo novērojumu gadu, augstāks gruntsūdens līmenis konstatēts visos objektos. Vasaras otrajā pusē, kad kokaudze ir visjutīgākā pret aerācijas pasliktināšanos sakņu horizontā, vairākos objektos gruntsūdens līmenis tuvojās 30 cm no zemes virsmas (kūdrēnī augustā) vai pat šo līmeni pārsniedza (kūdrēnī un ārenī jūlijā). Sakņu horizonta pilnīga vai daļēja periodiska applūšana rudens mēnešos (no septembra līdz novembrim) bija vērojama visos pētījuma objektos, izņemot slapjo damaksni. Šajā objektā gruntsūdens līmenis pa mēnešiem ir visstabilākais gan 2016., gan 2017. gadā, iespējams, tas saistāms ar valdošās sugas – bērza – augsto transpirācijas kapacitāti. Viens kg bērza lapu veģetācijas sezonā spēj transpirēt divas reizes vairāk ūdens nekā viens kg priedes skuju un piecas reizes vairāk nekā viens kg egles skuju.

Slapjā damakšņa objekta gruntsūdens līmenis kopumā nav būtiski mainījies salīdzinājumā ar 2016. gada novērojumiem. Augstākais gruntsūdens līmenis fiksēts oktobrī – vidēji 60 cm dziļumā. Dumbrāja meža tipa objektā 2017. gadā novērojama pilnīga applūšana visa novērojumu perioda garumā. Maksimālais līmenis virs zemes tika fiksēts oktobrī – 38 cm. Šaurlapju kūdreņa objektā gruntsūdens līmenis, salīdzinājumā ar 2016. datiem, ir redzami paaugstinājies, tāpat arī damakšņa objektā gruntsūdens līmenis sezonālā griezumā ir augstāks nekā 2016. gadā. Augstākais līmenis novērojams oktobrī – 24 cm.

Šaurlapju āreņa objektā novērotas krasas atšķirības starp 2016. un 2017. gada datiem. Augsts gruntsūdens līmenis novērots no septembra līdz novembrim (9 cm – 13 cm), tikai nedaudz zemāks tas bijis jūlija mēnesī. Toties 2017. gada augustā gruntsūdens līmenis šajā objektā ir bijis par 10 cm dziļāks nekā iepriekšējās novērojumu sezonas augustā (44.5 cm) (Attēls 49).



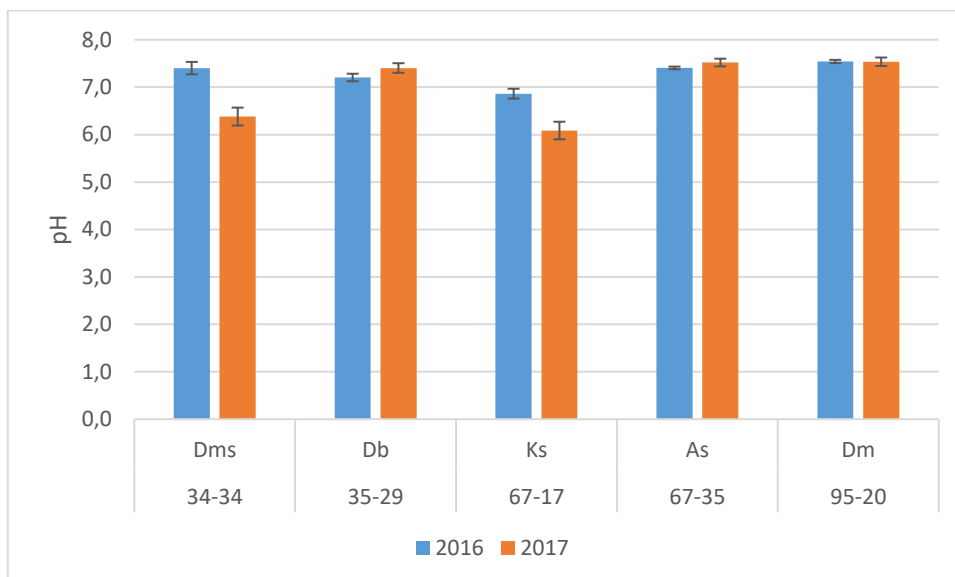
Attēls 49. Vidējais gruntsūdens līmenis no zemes virsmas pētījuma objektos pa mēnešiem 2016. un 2017. gada veģetācijas sezonas otrajā pusē

Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs (pH, elektovadītspēja, biogēno elementu saturs, izšķīdušā organiskā oglekļa saturs un katjonu saturs) Zalvītes modeļteritorijas pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījumu periodā atspoguļots 50.-69. attēlā.

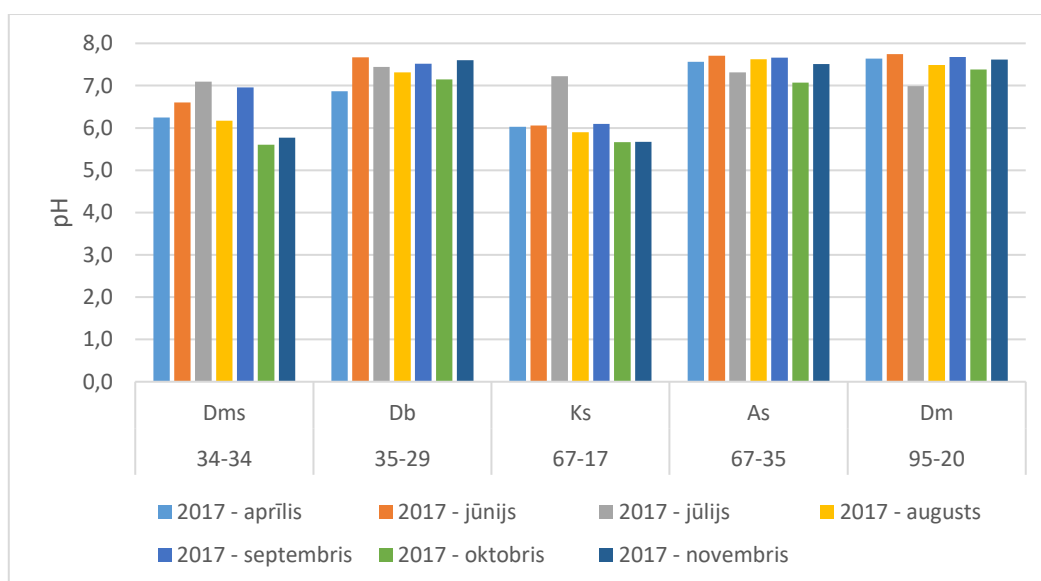
Atkarībā no jonu sastāva un koncentrācijas, ūdens vide var būt skāba vai bāziska. Vides reakcija ir viena no būtiskākajām īpašībām, kas ietekmē augu augšanu. To raksturo ar pH skaitli, kas ir ūdeņraža jonu negatīvais logaritms ( $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$ ). Gruntsūdeņi ir komplicēti dažādu sāļu un skābju šķīdumi, un to pH ir atkarīgs galvenokārt no šajos ūdeņos esošās ogļskābes, kā arī no organisko skābju, gāzu un citu vielu daudzuma. No pH ir atkarīgi daudzi ūdeņu ķīmiskie procesi un dažādo komponentu daudzums tajos. Dažādos literatūras avotos minēti atšķirīgi pazemes ūdeņu pH svārstību intervāli amplitūdā no pH 5.5 līdz pH 9 (Maldavs, 1964; Bambergs, 1993; Zīverts, 2001).

Zalvītes modeļteritorijas objektos 2016. gada pētījumu periodā (no jūlija līdz oktobrim) gruntsūdens vidējais pH svārstījās robežās no 6.9 objektā, kas ierīkots Ks meža tipā, līdz pH 7.5 objektā, kas ierīkots Dm meža tipā, bet 2017. gada pētījumu periodā (no aprīļa līdz novembrim) gruntsūdens pH svārstījās robežās no 6.1 objektā, kas ierīkots Ks meža tipā, līdz pH 7.5 objektā, kas ierīkots Dm meža tipā (Attēls 50). Pētījumu periodā vidēji skābākie gruntsūdeņi novēroti objektā, kas ierīkots Ks meža tipā, kas liecina par palielinātu organisko skābju daudzumu gruntsūdeņos, bet bāziskākie - objektā, kas ierīkots Dm meža tipā. Pētījuma periodā novērota negatīva, vidēji cieša korelācija starp pētījuma objekta vidējo gruntsūdens pH un izšķīdušā organiskā C saturu ūdeņī (korelācijas koeficients -0.73), kas norāda uz ūdens

pH tiešu atkarību no organisko skābju daudzuma gruntsūdeņos. Salīdzinot gruntsūdens vidējo pH pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā, konstatēts, ka objektos, kas ierīkots Dms un Ks meža tipā, 2017. gada pētījuma periodā vērojama ūdens pH vērtības samazināšanās par vidēji 0.9 pH vienībām. 2016. gada pētījuma periodā visos objektos vērojama tendence gruntsūdens pH vērtībai palielināties rudens mēnešos (septembrī un oktobrī). 2017. gadā pētījuma periodā augstākās vidējā pH vērtības tika novērotas jūnijā, jūlijā un septembra mēnesī (Attēls 51).



Attēls 50. Gruntsūdens vidējais pH objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

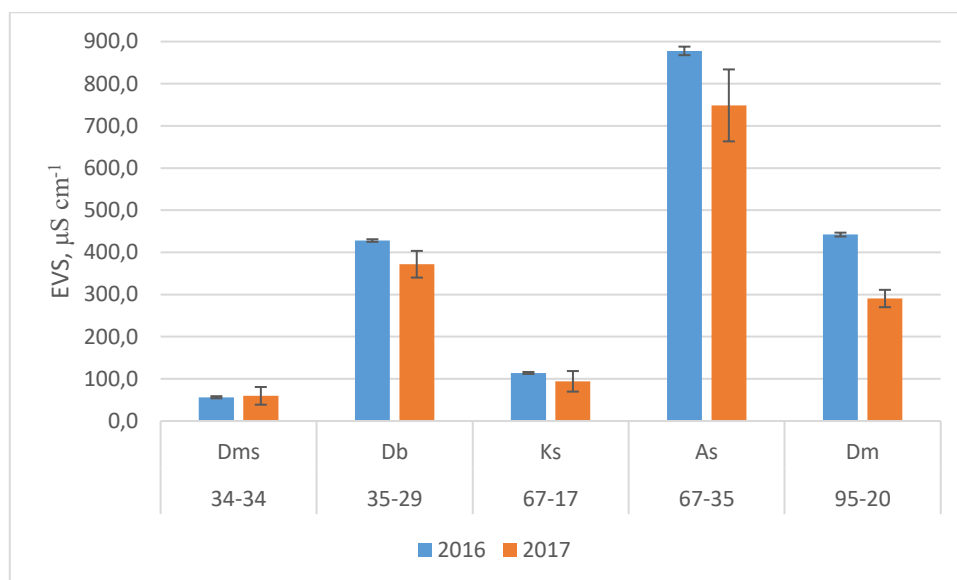


Attēls 51. Gruntsūdens pH objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

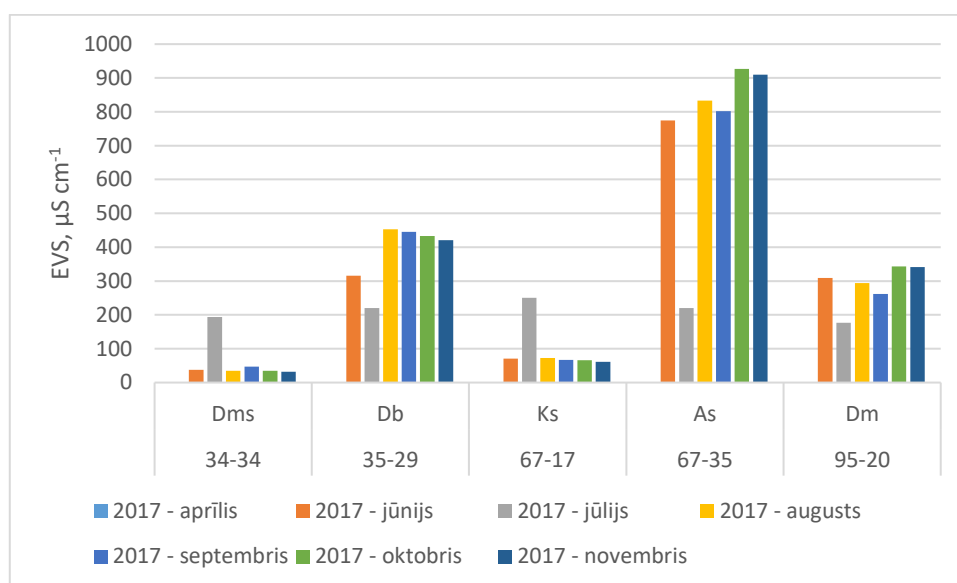
52. attēlā parādīta vidējā gruntsūdens elektrovadītspēja (EVS) dažādos meža tipos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. Gruntsūdens elektrovadītspēja raksturo gruntsūdenī izšķīdušo sāļu daudzumu. 2016. gadā gruntsūdens vidējā elektrovadītspēja pētījuma periodā svārstījās robežās no 56.4  $\mu\text{S cm}^{-1}$  objektā, kas ierīkots Dms meža tipā, līdz 877.9  $\mu\text{S cm}^{-1}$  objektā, kas ierīkots As meža tipā. Līdzīgi arī 2017. gada pētījuma periodā gruntsūdens vidējā elektrovadītspēja svārstījās robežās no 59.7  $\mu\text{S cm}^{-1}$  objektā, kas ierīkots Dms meža tipā, līdz 748.7  $\mu\text{S cm}^{-1}$  objektā, kas ierīkots As meža tipā. Starp objektiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, pastāv ievērojamas gruntsūdens



elektrovadītspējas jeb izšķīdušo sāļu satura atšķirības, bet viena objekta (meža tipa) ietvaros elektrovadītspējas svārstības pētījuma periodā bija nelielas, izņemot 2017. gada jūlija mēnesi, kad visos objektos gruntsūdens elektrovadītspēja variē salīdzinoši šaurā amplitūdā no 176.4  $\mu\text{S cm}^{-1}$  līdz 250.0  $\mu\text{S cm}^{-1}$  (Attēls 53).



Attēls 52. Gruntsūdens vidējā elektrovadītspēja objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

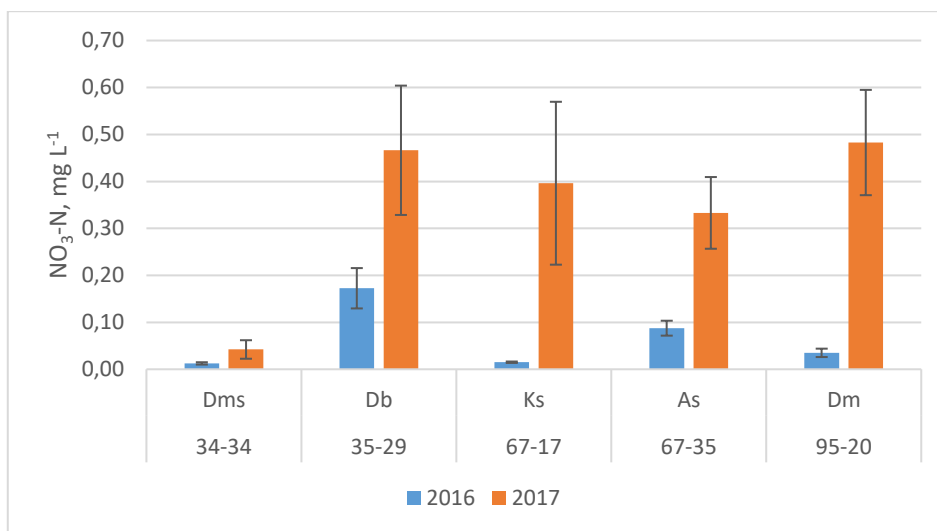


Attēls 53. Gruntsūdens elektrovadītspēja objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

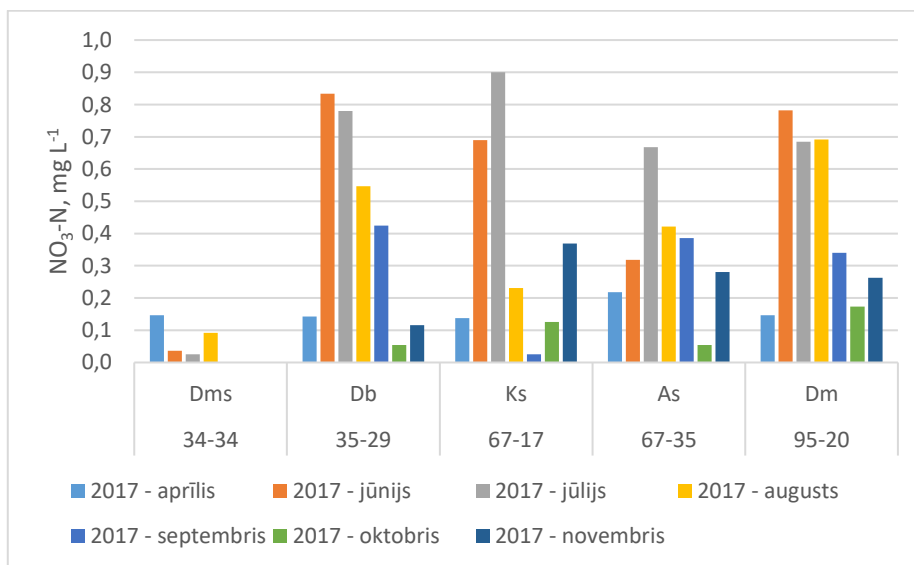
Ņemot vērā lielo nozīmību dzīvības procesu nodrošināšanā, par biogēniem elementiem ūdeņos uzskata slāpekli un fosforu neorganiskajos jonos un organiskos savienojumos (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). Zalvītes modeļteritorijas objektos 2016. gada pētījumu periodā gruntsūdeņos slāpekļis nitrātu formā bija vidēji  $7.6 \pm 1.6\%$  no kopējā slāpekļa satura, bet amonija jonu formā –  $19.5 \pm 3.0\%$  no kopējā slāpekļa satura. 2017. gada pētījuma periodā gruntsūdeņos slāpekļis nitrātu formā bija ievērojami vairāk nekā 2016. gadā - vidēji  $36.3 \pm 4.6\%$  no kopējā slāpekļa satura, bet amonija jonu formā –  $16.1 \pm 2.7\%$  no kopējā slāpekļa satura. Savukārt vidēji  $62.8 \pm 3.6\%$  no kopējā slāpekļa satura gruntsūdeņos atradās organisko savienojumu veidā. Pētījuma periodā starp kopējā N saturu un izšķīdušā organiskā C saturu gruntsūdenī novērota cieša,

pozitīva korelācija (korelācijas koeficients 0.87), kas ir normāla situācija nepiesārņotās ekosistēmās. Gruntsūdens ķīmiskais sastāvs tieši atspoguļo augsnē notiekošos procesus, un slāpekļa savienojumu formas nosaka mikroorganismu darbība. Nitrāti veidojas nitrifikācijas procesā aerobos apstākļos, bet amonijs – amonifikācijas rezultātā no organiskajiem slāpekļa savienojumiem anaerobos apstākļos. No iegūtajiem rezultātiem mūsu pētījuma objektos varam netieši secināt, ka sakņu horizontā, pat gruntsūdens līmenim periodiski paaugstinoties, joprojām dominē aerobi apstākļi. Iespējams, vertikālā ūdens plūsma zināmā mērā pat veicina augsnes aerāciju, bet, lai izdarītu konkrētākus secinājumus, nepieciešami ilgstošāki novērojumi.

Vidējais nitrātu saturs 2016. gada pētījuma periodā svārstījās robežās no 0.01 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> līdz 0.17 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>, bet 2017. gada pētījuma periodā vidējais nitrātu saturs svārstījās robežās no 0.04 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> līdz 0.48 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>, pie tam 2017. gada pētījuma periodā visos objektos vidējais nitrātu saturs gruntsūdenī ir ievērojami lielāks nekā vidēji 2016. gadā (Attēls 54). Visā pētījuma periodā lielākā nitrātu satura gruntsūdeņos vērtība (1.38 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>) konstatēta objektā, kas ierīkots Ks meža tipā, 2017. gada jūnijā (Attēls 55), bet ES Nitrātu direktīvā noteiktā nitrātu satura robežvērtība (50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> L<sup>-1</sup> vai tam ekvivalents 11.3 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>) pētījumu periodā nav pārsniegta.

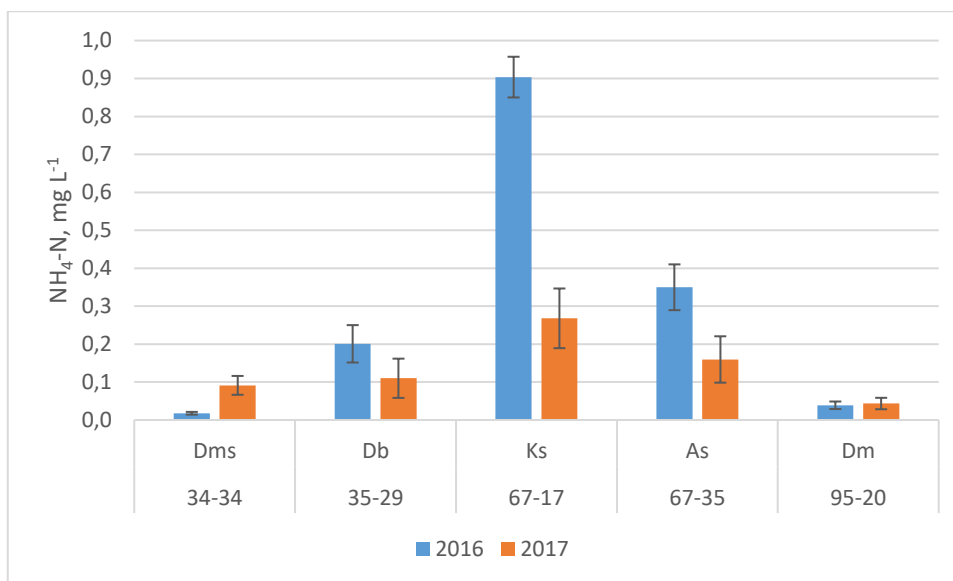


Attēls 54. Vidējais nitrātu saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

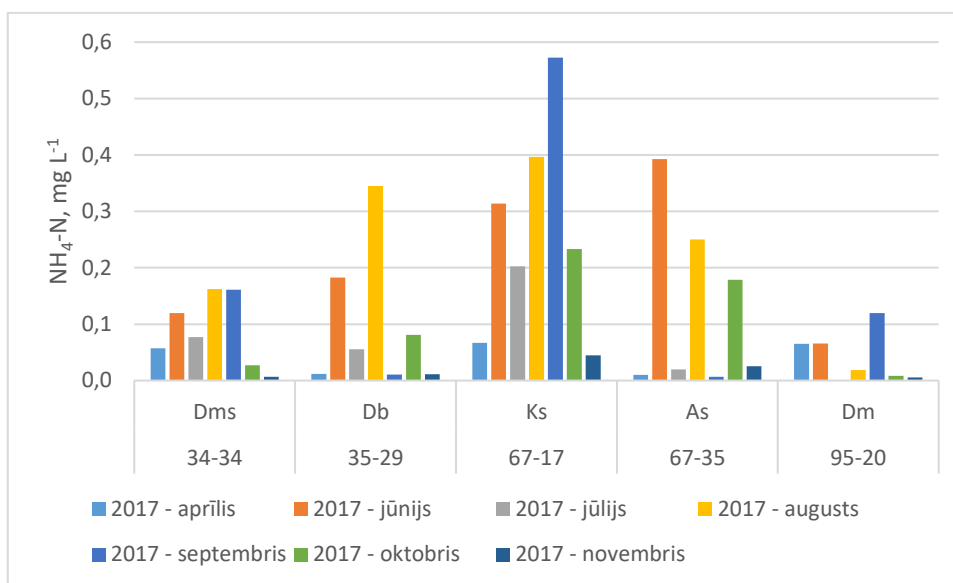


Attēls 55. Nitrātu saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

Amonijs kā galvenā slāpekļa minerālā forma dominē purvainajās (kūdras) augsnēs (Яншевска, 1977). Vidējais amonija jonu saturs Zalvītes pētījuma objektu gruntsūdeņos 2016.gada pētījuma periodā svārstījās robežās līdz  $0.90 \text{ mg NH}_4^+\text{-N L}^{-1}$ , bet 2017. gada pētījuma periodā - līdz  $0.27 \text{ mg NH}_4^+\text{-N L}^{-1}$ . Ievērojami augstāks (īpaši 2016. gada pētījuma periodā) amonija jonu saturs gruntsūdenī konstatēts objektā, kas ierīkots Ks meža tipā (Attēls 56).

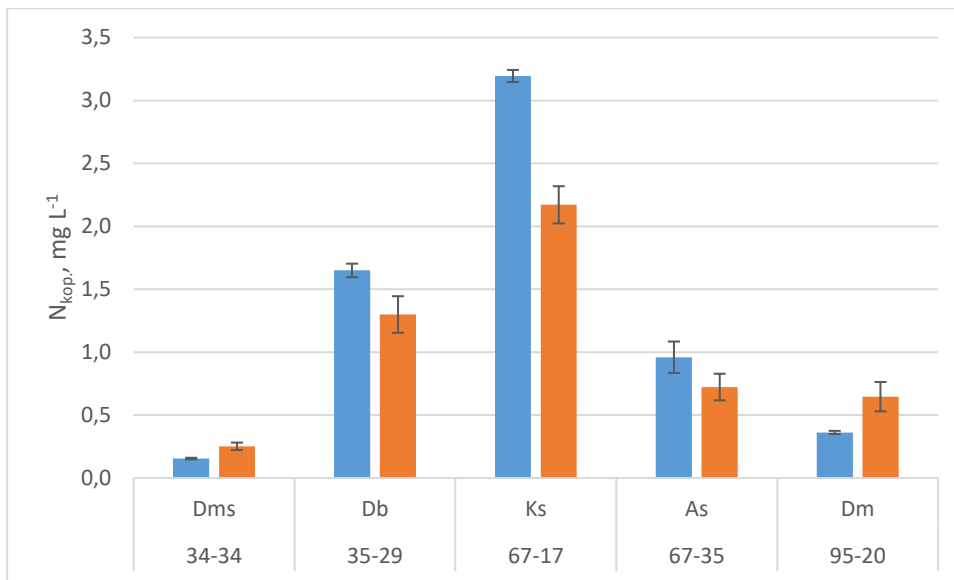


Attēls 56. Vidējais amonija jonu saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

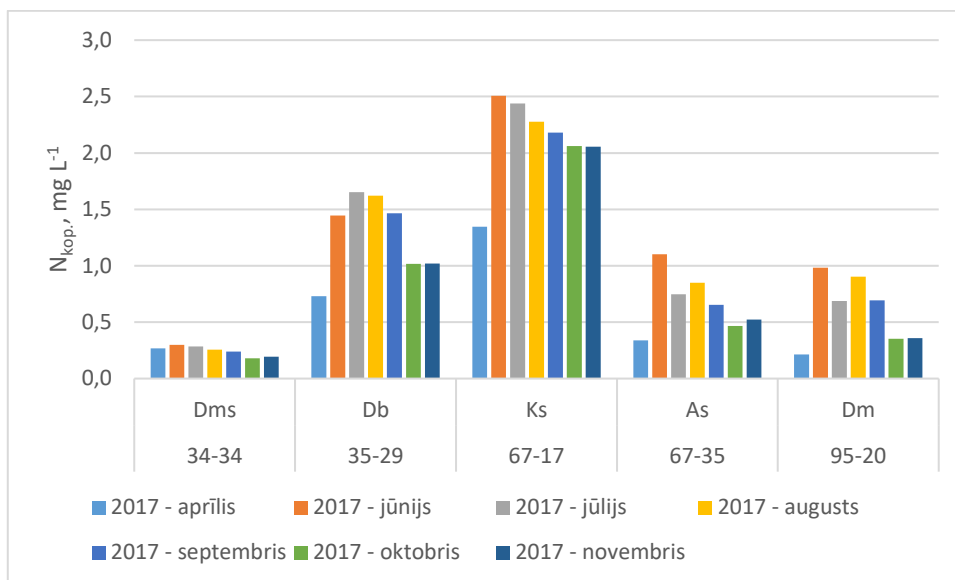


Attēls 57. Amonija jonu saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

Organiskās augsnes ir bagātas ar slāpekli, bet tas atrodas grūti šķīstošu savienojumu veidā (Яншевска, 1977). Pētījuma perioda vidējais kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos Zalvītes modeļteritorijā ierīkotajos pētījuma objektos svārstījās robežās no  $0.16 \text{ mg N L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots Dms meža tipā, līdz  $3.20 \text{ mg N L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots Ks meža tipā. Gan 2016. gada, gan 2017. gada pētījuma periodā būtiski lielāks vidējais kopējā slāpekļa saturs gruntsūdenī konstatēts mežaudzēs uz organiskām augsnēm (Ks un Db), bet mazākais vidējais kopējā slāpekļa saturs pētījuma periodā konstatēts objektā, kas ierīkots Dms meža tipā (Attēls 58, Attēls 59). Tas ir tieši atkarīgs no augsnes sastāva, jo, kā minēts jau iepriekš, lielākā daļa no kopējā slāpekļa satura ir organiskā formā.

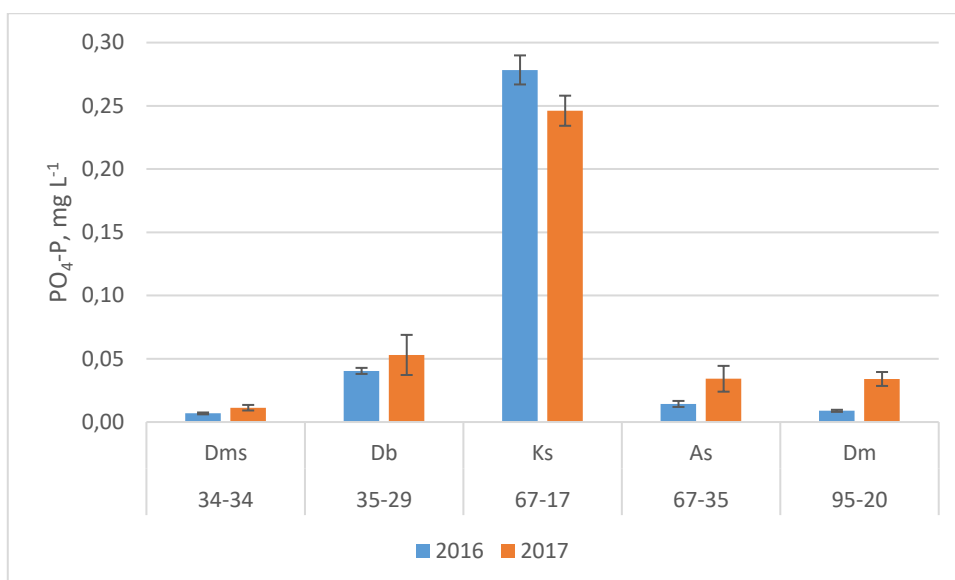


Attēls 58. Vidējais kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

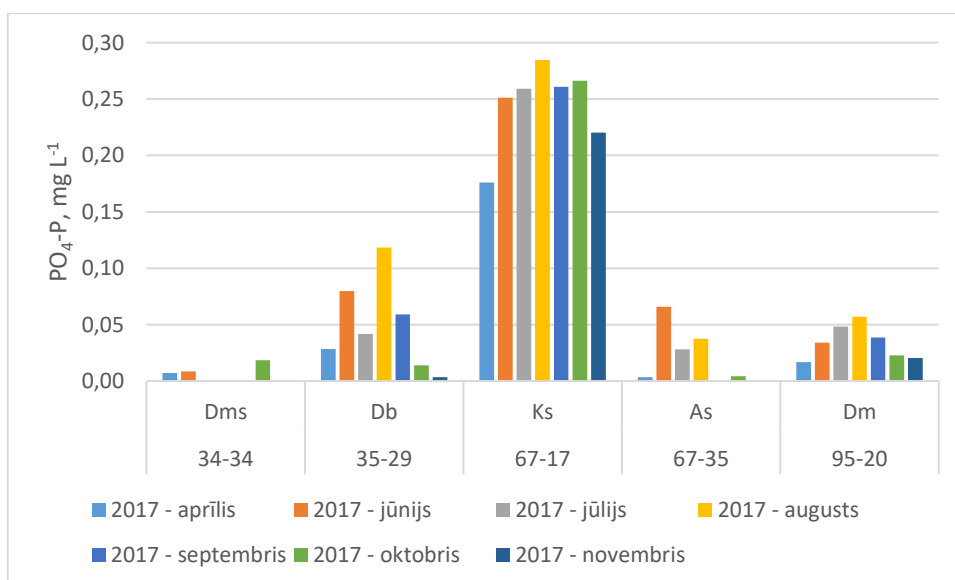


Attēls 59. Kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

Fosforam ir svarīga nozīme visu organismu dzīvības procesos. Fosfāti, tāpat kā amonija sāļi un nitrāti, ir nozīmīgi augu barošanās procesā. Fosfātu minerāli ir ūdenī mazšķīstoši. Fosfors augos tiek uzņemts fosforskābes sāļu anjonu veidā, visbiežāk kā ortofosfāts ( $\text{HPO}_4^{2-}$  resp.,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) (Lyr, Fiedler, Tranquillini, 1992). Neorganiskie fosforskābes sāļi visbiežāk atbrīvojas, sadaloties augu atliekām. 60. attēlā parādīts vidējais fosfātu saturs gruntsūdenī dažādos meža tipos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. Vidējais fosfātu saturs gruntsūdeņos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā svārstījās robežās līdz  $0.28 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$ . Būtiski lielāks vidējais fosfātu saturs gruntsūdenī konstatēts mežaudzēs uz organiskām augsnēm (Ks un Db, Attēls 60 un Attēls 61).

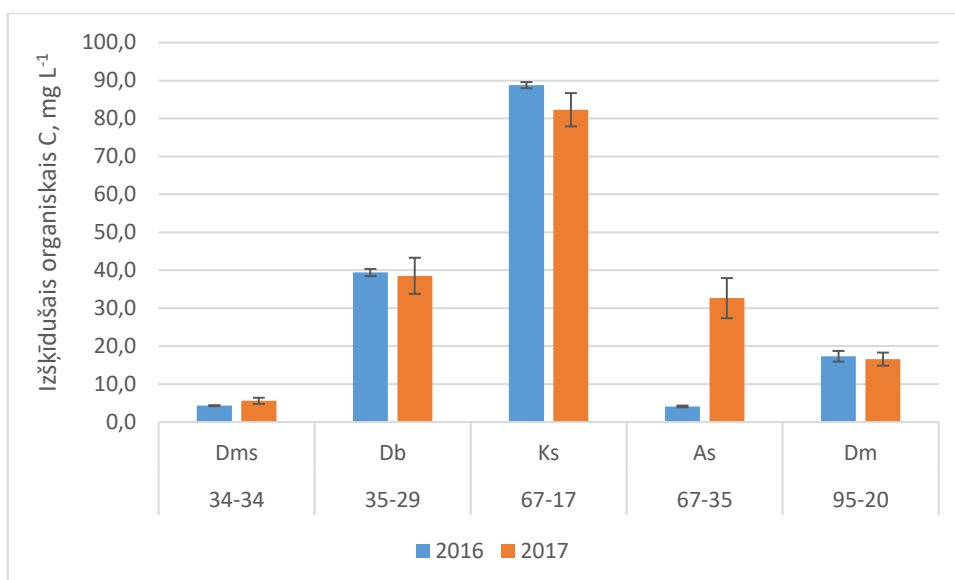


Attēls 60. Vidējais fosfātu saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

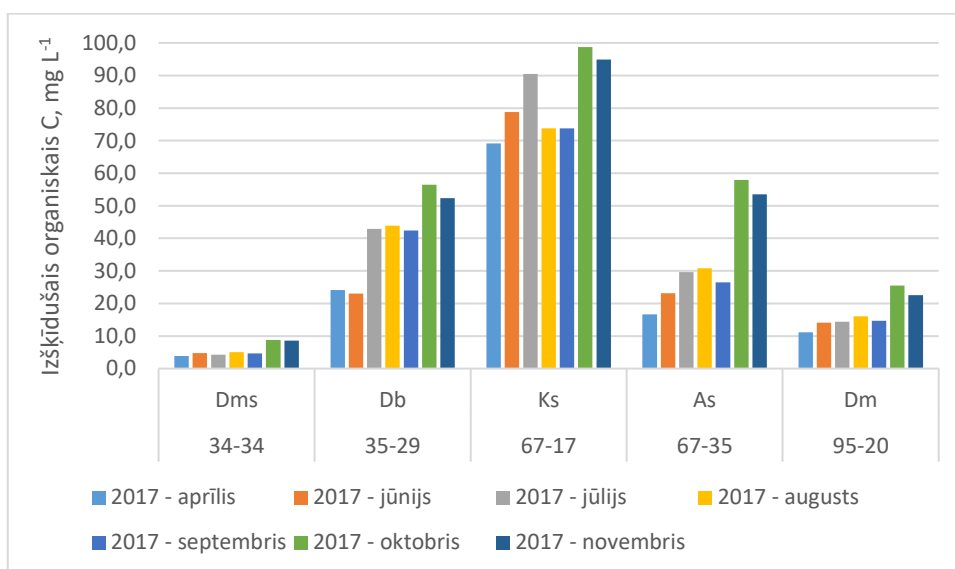


Attēls 61. Fosfātu saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

Pētījuma perioda vidējais izšķīdušā organiskā oglekļa saturs gruntsūdeņos dažādos meža tipos Zalvītes modeļteritorijā (Attēls 62) svārstījās plašā amplitūdā no 4.1 mg L<sup>-1</sup> objektā, kas ierīkots As meža tipā (2016. gads), līdz 88.8 mg L<sup>-1</sup> objektā, kas ierīkots Ks meža tipā (2016. gads). Gan 2016. gadā, gan 2017. gadā objektos, kas ierīkoti mežaudzēs uz organiskām augsnēm (Ks, Db), bija vērojams būtiski lielāks izšķīdušā organiskā oglekļa saturs gruntsūdeņos nekā objektos, kas ierīkoti mežaudzēs uz minerālaugsnēm (Dms, As, Dm). Tas norāda uz tiešu un būtisku augsnes sastāva ietekmi uz gruntsūdens ķīmiskajām īpašībām. Izvērtējot izšķīdušā organiskā oglekļa saturu gruntsūdeņos 2017. gada pētījuma perioda griezumā (Attēls 63), konstatēts, ka visos objektos palielināts izšķīdušā organiskā oglekļa saturs gruntsūdeņos ir bijis rudens mēnešos (oktobrī un novembrī). Izšķīdušā organiskā oglekļa satura palielināšanos rudenī izraisa palielināts nobiru saturs un to sadalīšanās procesi. Vispār izšķīdušā organiskā oglekļa saturs gruntsūdeņos ir ļoti mainīgs lielums, ko ietekmē kompleksi vides procesi (Graham et al. 2015).

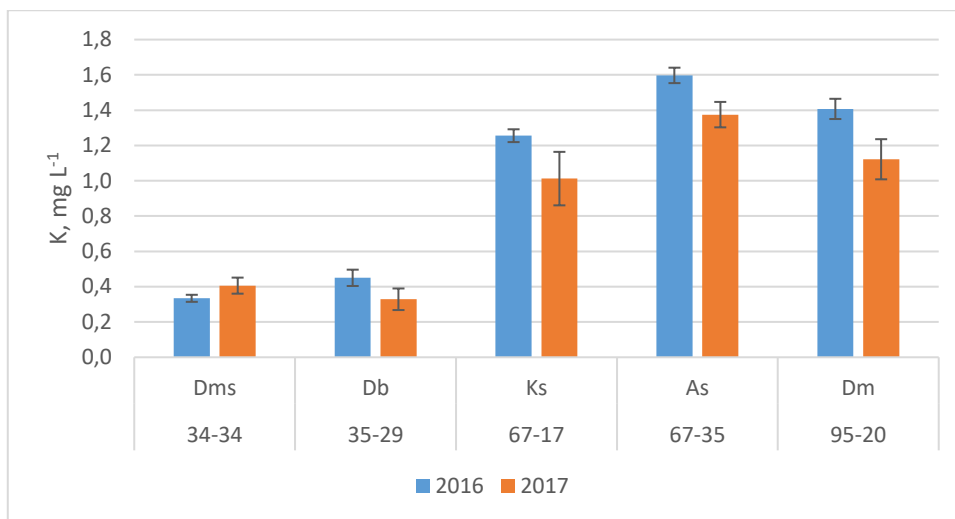


Attēls 62. Vidējais izšķīdušā organiskā oglekļa saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

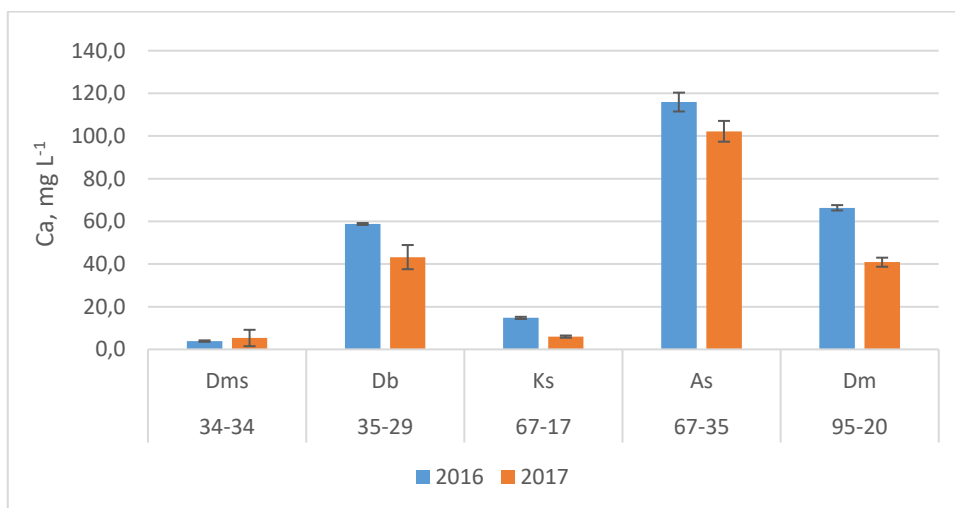


Attēls 63. Izšķīdušā organiskā oglekļa saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

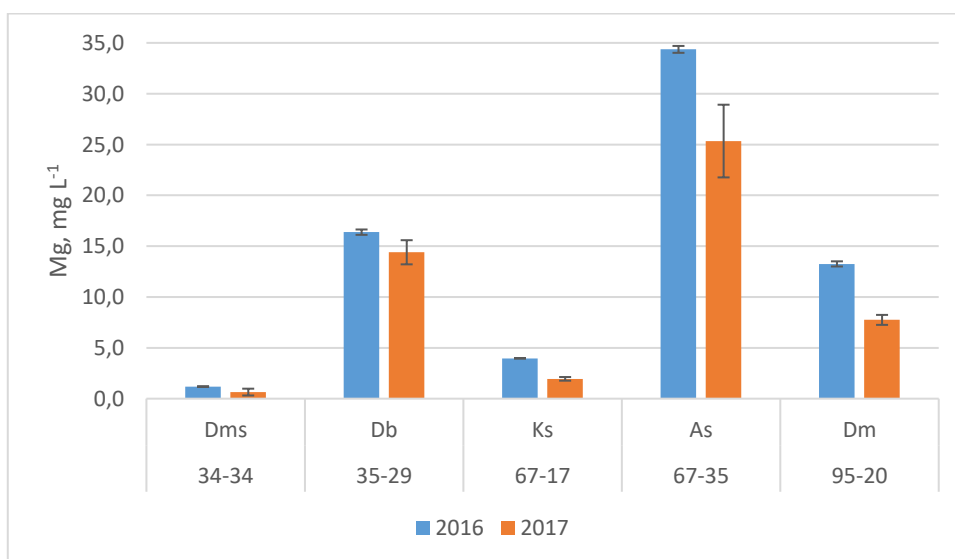
64.-66. attēlā atspoguļots vidējais kālija, kalcija un magnija saturs gruntsūdeņos dažādos meža tipos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā. Pētījuma objektā minēto katjonu saturs gruntsūdeņos samazinās sekojošā secībā:  $\text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ . Pētījuma perioda vidējais kālija saturs gruntsūdeņos dažādos meža tipos svārstījās amplitūdā no  $0.33 \text{ mg L}^{-1}$  objektos, kas ierīkoti Dms un Db meža tipā, līdz  $1.60 \text{ mg L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots As meža tipā. Vidējais kalcija saturs gruntsūdeņos dažādos meža tipos svārstījās amplitūdā no  $3.88 \text{ mg L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots Dms meža tipā, līdz  $115.9 \text{ mg L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots As meža tipā. Savukārt magnija saturs gruntsūdeņos dažādos meža tipos svārstījās amplitūdā no  $0.65 \text{ mg L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots Dms meža tipā, līdz  $34.4 \text{ mg L}^{-1}$  objektā, kas ierīkots As meža tipā. Vislielākā Ca, Mg un K katjonu summa gruntsūdenī konstatēta mežaudzēs uz nosusinātām un sausām minerālaugsnēm (objektos, kas ierīkoti As un Dm meža tipos), savukārt mazākā katjonu summa gruntsūdenī konstatēta mežaudzē uz slapjas minerālaugsnēs (objektā, kas ierīkots Dms meža tipā). Līdz ar to vērojama mežsaimnieciskās darbības – minerālaugšņu nosusināšanas ietekme uz gruntsūdeņu ķīmisko sastāvu.



Attēls 64. Vidējais kālija saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

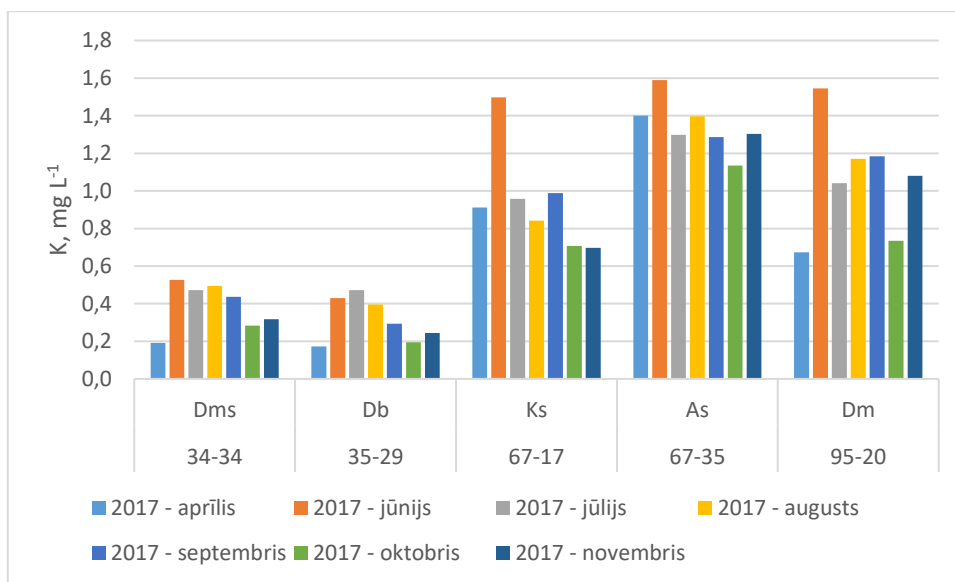


Attēls 65. Vidējais kalcija saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

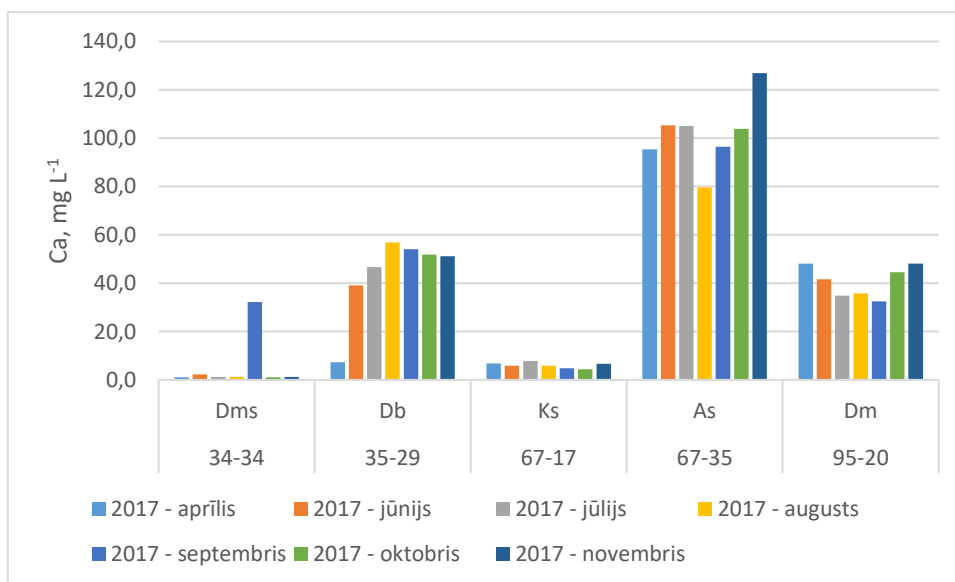


Attēls 66. Vidējais magnija saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2016. un 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

67.-69. attēlā atspoguļots pa mēnešiem izvērsts kālija, kalcija un magnija saturs gruntsūdeņos 2017. gada pētījuma periodā dažādos meža tipos Zalvītes modeļteritorijā. Vērojamas būtiskas atšķirības bāzisko katjonu saturā starp dažādiem pētījuma objektiem, kā arī objektu līmenī vērojamas svārstības bāzisko katjonu saturā gruntsūdeņos pētījuma perioda griezumā, kaut gan vienotas sezonālas tendences nav novērotas. Mūsu rezultātos iezīmējas arī citos pētījumos un cita veida ekosistēmās konstatētā likumsakarība, ka paaugstināts izšķīdušā oglekļa saturs auglīgās augsnēs negatīvi ietekmē magnija koncentrācijas (Sapek 2013). Mūsu pētījumā šo likumsakarību ilustrē Mg koncentrācijas atšķirības ārenī un kūdrēnī.

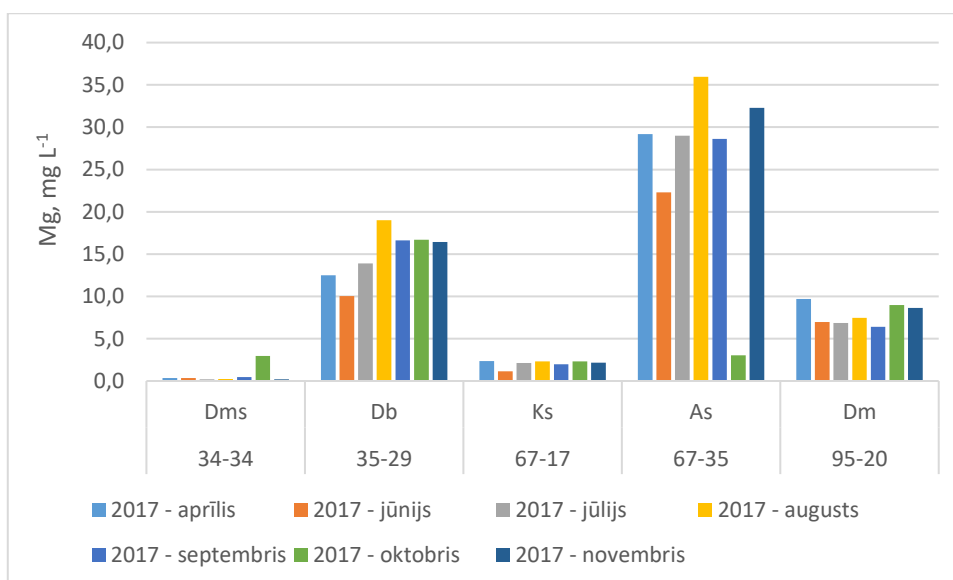


Attēls 67. Kālija saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)



Attēls 68. Kalcija saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)





Attēls 69. Magnija saturs gruntsūdeņos objektos Zalvītes modeļteritorijā 2017. gada pētījumu periodā (uz x ass zem meža tipa norādīts konkrētā pētījuma objekta kvartāla un nogabala numurs)

Turpmākajos pētījuma gados gruntsūdens līmeņa un ķīmiskā sastāva mērījumi pētījuma objektos tiks turpināti, lai identificētu un novērtētu mežsaimniecisko darbību ietekmi.

#### Secinājumi

2017. gadā turpināti 2016. gada vasarā Zalvītes modeļteritorijā uzsāktie gruntsūdens līmeņa mērījumi un ūdens paraugu ķīmiskās analīzes. Patlaban gruntsūdens līmenis, ķīmiskais sastāvs un gruntsūdens ķīmiskā sastāva dažādu parametru korelācijas atspoguļo atšķirīgos edafiskajos apstākļos ierīkoto pētījuma objektu savdabības, bet izmaiņas veģetācijas perioda griezumā ir izskaidrojamas ar augšanas apstākļu un meteoroloģisko faktoru ietekmi.
2017. gada novērojumu sezonā meteoroloģisko apstākļu ietekmē gruntsūdens līmenis visos objektos bija ievērojami augstāks nekā 2016. gada novērojumu sezonā. Vasaras otrajā pusē, kad kokaudze ir visjutīgākā pret aerācijas pasliktināšanos sakņu horizontā, kūdrenī un ārenī gruntsūdens līmenis tuvojās 30 cm no zemes virsmas vai pat šo līmeni pārsniedza, taču biogēno elementu koncentrācijas gruntsūdenī netieši liecina par to, ka patlaban vēl nav vērojama aerācijas pasliktināšanās augšējā augsnes slānī. Ja koku sakņu horizonts neapplūst ilgstoši, gruntsūdens līmeņa vertikālā kustība var veicināt augsnes aerāciju.

#### Literatūra

- Bamberg K. 1993. Ģeoloģija un hidroģeoloģija. Rīga: Zvaigzne, 328 lpp.
- ES Nitrātu direktīva, 1991, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/LV/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0676&from=LV>
- Graham P., Baker A. and Andersen M. 2015. Dissolved Organic Carbon Mobilisation in a Groundwater System Stressed by Pumping. Scientific reports 5:18487.
- Kļaviņš, M., Cimdiņš, P. 2004. Ūdeņu kvalitāte un tās aizsardzība. Rīga, LU Akadēmiskais apgāds, 208 lpp.
- LVĢMC. 2016. Pārskats par virszemes un pazemes ūdeņu stāvokli 2015.gadā. Rīga, 92 lpp.
- LVĢMC. 2017. Pārskats par virszemes un pazemes ūdeņu stāvokli 2016.gadā. Rīga, 113 lpp.
- Maldavs Z. 1964. Pazemes ūdens. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība. 238 lpp.
- Nikodemus, O., Kārklīšs, A., Kļaviņš, M., Melecis, V. 2008. Augsnes ilgtspējīga izmantošana un

- aizsardzība. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 256 lpp.
9. Rusanen, K., Finér, L., Antikainen, M., Korkka-Niemi, K., Backman, B. & Britschgi, R. 2004: The effect of forest cutting on the quality of groundwater in large aquifers in Finland. *Boreal Env. Res.* 9: 253–261
  10. Sapek B. 2013. Relationship between dissolved organic carbon and calcium and magnesium in soil water phase and their uptake by meadow vegetation. *Journal of Water and Land Development* 19 (7–12): 69–76
  11. Zālītis, P. 2003. Meža enciklopēdija. 1. sējums. Rīga, apgāds “Zelta grauds”, 368 lpp.
  12. Zālītis P. 2006. Mežkopības priekšnosacījumi. Rīga, et cetera, 217 lpp.
  13. Zālītis P. 2012. Mežs un ūdens. Salaspils, LVMI “Silava”, 356 lpp.
  14. Zīvertis A. 2001. Pazemes ūdeņu hidroloģija: mācību palīgīdzeklis vides un ūdenssaimniecības specialitātes studentiem. Latvijas Lauksaimniecības universitāte. Jelgava : LLU. 81 lpp.
  15. Залитис П.П. 1983. Основы рационального лесосушения в Латвийской ССР. Зига: Зинатне. 230
  16. Яншевска З. Я. 1977. Изменение количества питательных веществ в удобренных почвах осушенных верховых болот. В кн.: Торф в лесном хозяйстве : сборник статей. Ред. С.К. Салинь. Рига: Зинатне, с.45-52.

### 1.2.3. Aerētā augsnes virskārtas slāņa biezums

Augsnes aerācija ir gaisa, kā arī to veidojošo gāzu apmaiņas process starp augsni un atmosfēru. Pietiekama augsnes aerācija ir svarīgs faktors veselīgas mežaudzes attīstībai. Starp augsnes cietajām daļiņām un agregātiem jeb porās atrodas augsnes gaiss un ūdens. Augsnes porozitāte ietekmē augsnes aerāciju tiešā veidā, ko raksturo poru sadalījums, daudzums un izmēri. Ar organiskajām vielām bagātākām augsnēm ir raksturīga augstāka porozitāte (Melecis, 2011; Nikodemus et al., 2008; Osman, 2013). Skābekļa saturs ir ierobežots sablīvētās smaga granulometriskā sastāva, kā arī applūstošu teritoriju augsnēs.

Kokiem augsnē ir nepieciešams ne tikai ūdens un barības vielas, bet arī pietiekama gaisa cirkulācija. Sakņu elpošanai ir nepieciešams skābeklis no atmosfēras, kā arī iespēja izvadīt oglekļa dioksīdu. Ilgstoši aerētās augsnes poras ir vienīgā saikne starp saknēm un atmosfēru, kuru tilpums un nepārtrauktība nosaka augsnes aerācijas efektivitāti. Ja poru tilpums tiek samazināts vai poras tiek aizsprostotas, saknes netiek apgādātas ar skābekli, izdalītais oglekļa dioksīds tiek iesprostots augsnē (Herbauts et al., 1996; Hildebrand, 1983; Horn et al., 2007), kā rezultātā mazākās saknes pārstāj funkcionēt. Reducēta sakņu sistēma var būt nepietiekama, lai apgādātu koku ar pietiekamu ūdens un barības vielu daudzumu, samazinot kokauga spēju augt un attīstīties, kā arī ietekmē koka vainaga veselību (Weltecke and Gaertig, 2012).

### Objekti un metodika

Lai novērtētu minimālā aerētā augsnes slāņa dziļuma izmaiņas mežsaimniecisko aktivitāšu rezultātā, dažādu meža tipu nogabalos augsnē tika ievietoti 70 cm gari 5-10 (atbilstoši meža nogabalu platībai un konfigurācijai) tērauda stieņi. Stieņa daļa, kas atrodas aerētā augsnes slānī, aprūsē, turpretim daļa, kas atrodas anaerobos apstākļos, neaprūsē, ļaujot noteikt minimālo aerētā slāņa dziļumu no augsnes virskārtas. Šāda metode ir piemērota augsnes aerētā slāņa biezuma noteikšanai plašākā teritorijā, jo ir pietiekoši vienkārša, lai aptvertu lielu objektu skaitu - mazāk laikietilpīga un lētāka metode, nekā gruntsūdens līmeņa novērošana gruntsūdens akās (McKee 1977; Carnell & Andersson 1986, Sajedi et al. 2012). Aerācijas stieņi nogabalos izvietoti pa diagonāli, izvairoties no neraksturīgām vietām, līdz ar augsnes virskārtu, noņemot nedzīvās zemsegas slāni. Stieņu atrašanās vietas tika atzīmētas dabā ar

krāsainiem mietiņiem, un GPS ierīcē tika fiksētas to atrašanās vietu koordinātas. Nogabali tika izvēlēti atbilstoši AS "LVM" sniegtajai informācijai par plānoto mežizstrādi 2018. gadā.

Pirmajā novērojumu periodā aerācijas stieņi izvietoti 21 nogabalā 2016. gada jūnija beigās/jūlija sākumā un izņemti pēc veģetācijas sezonas beigām – 2. novembrī. Otrajā novērojumu periodā aerācijas stieņi izvietoti 38 nogabalos (Tabula 8) 2017. gada jūlija sākumā un izņemti pēc veģetācijas sezonas beigām – 12. decembrī. 2017.gadā periodā izveidoti 5 papildus objekti, kuros ciršana nav plānota (19-46, 39-46, 68-4, 68-17, 68-25), 4 papildus objekti slapjainos, 3 papildus objekti purvainos, 1 papildus objekts ārenī un 4 papildus objekti kūdreņos.

Tabula 8. Nogabalu saraksts ar ievietotiem stieņiem augsnes virskārtas aerētā dziļuma novērtēšanai 2017. gadā

Nr.p.k.	Kvartāls	Nogabals	Meža tips	Edafiskā rinda	Nogabala platība, ha	Stieņu skaits
1	19	45	As	Āreņi	0.8	5
2	67	35	As	Āreņi	2.6	9
3	68	17	As	Āreņi	1	5
4	68	26	As	Āreņi	0.7	5
5	35	29	Db	Purvaini	0.3	5
6	35	30	Db	Purvaini	0.8	5
7	39	45	Db	Purvaini	0.4	5
8	95	28	Db	Purvaini	2.8	10
9	119	4	Db	Purvaini	2.4	10
10	33	18	Dm	Sausieņi	0.8	5
11	36	30	Dm	Sausieņi	3	7
12	69	28	Dm	Sausieņi	0.4	5
13	69	32	Dm	Sausieņi	0.8	6
14	95	20	Dm	Sausieņi	1.1	6
15	96	19	Dm	Sausieņi	1.1	5
16	97	18	Dm	Sausieņi	0.4	5
17	34	29	Dms	Slapjaini	0.7	5
18	34	34	Dms	Slapjaini	0.7	5
19	40	33	Dms	Slapjaini	1.1	6
20	96	33	Dms	Slapjaini	1.6	7
21	68	6	Grs	Slapjaini	1	5
22	68	25	Grs	Slapjaini	2	11
23	37	15	Kp	Kūdreņi	0.8	5
24	68	4	Kp	Kūdreņi	0.6	5
25	17	6	Ks	Kūdreņi	1.5	7
26	37	13	Ks	Kūdreņi	0.5	5
27	38	3	Ks	Kūdreņi	0.6	5
28	67	17	Ks	Kūdreņi	0.4	5
29	33	8	Ln	Sausieņi	0.4	6
30	34	31	Mr	Sausieņi	0.4	5
31	35	26	Mr	Sausieņi	0.6	5
32	37	12	Mr	Sausieņi	1.7	7
33	61	32	Mr	Sausieņi	5.2	10
34	19	46	Pv	Purvaini	2.1	10
35	34	40	Pv	Purvaini	1	5

Nr.p.k.	Kvartāls	Nogabals	Meža tips	Edafiskā rinda	Nogabala platība, ha	Stieņu skaits
36	39	46	Pv	Purvaini	1	5
37	34	27	Sl	Sausieņi	1.2	7
38	96	18	Vrs	Slapjaini	1.4	7

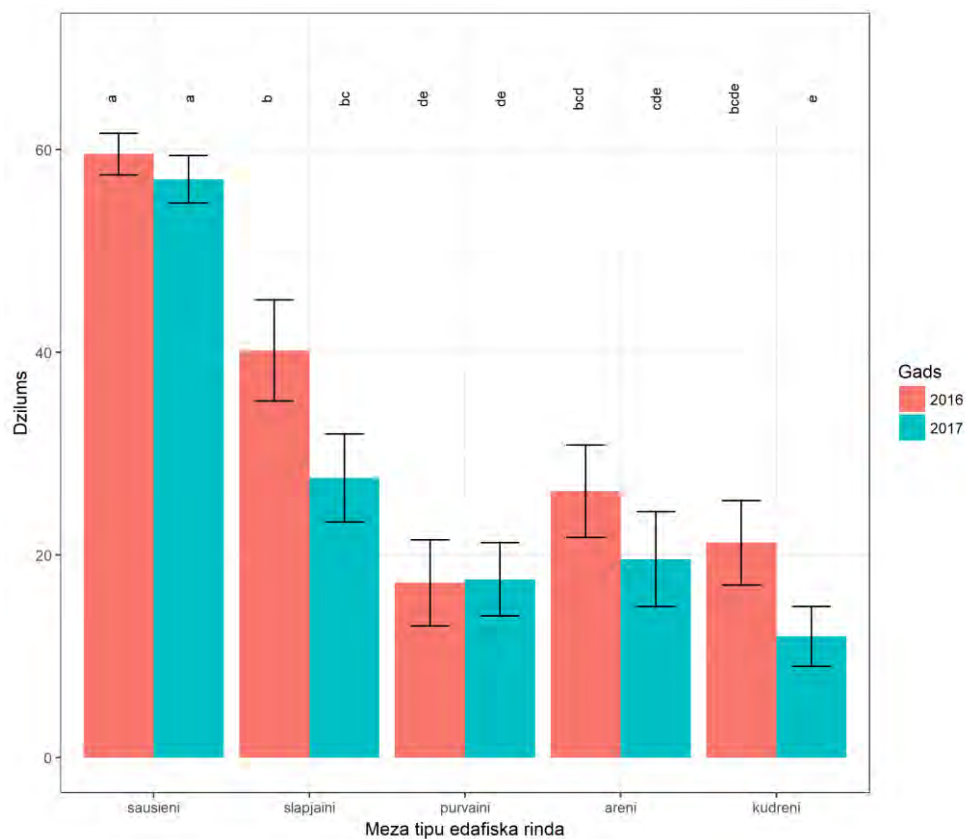
Nesarūsējušās daļas sākums tiek uzskatīts par indikatoru dziļumam, no kura sākot, veģetācijas sezonā dominējuši anaerobi apstākļi. Lai mērījumus varētu matemātiski apstrādāt, gadījumos, kad bija sarūsējis viss stienis, tika pieņemts, ka aerētā augsnes slāņa biezums ir 70 cm, kaut arī tas, iespējams, bija lielāks. Lielākā daļa koku sakņu izvietojas 30-40 cm biežā augsnes virsējā slānī (Zālītis, 2006; Zālītis, 2012), tādēļ šāda pieņēmuma izmantošana ļauj iegūt reprezentatīvus rezultātus.

Datu statistiskā apstrāde veikta, izmantojot *R* programmu. Datu dispersiju analīze veikta, izmantojot *ANOVA* dispersiju analīzi un paraugkopu salīdzināšana veikta, izmantojot *Tukey post-hoc* testu.

### Rezultāti

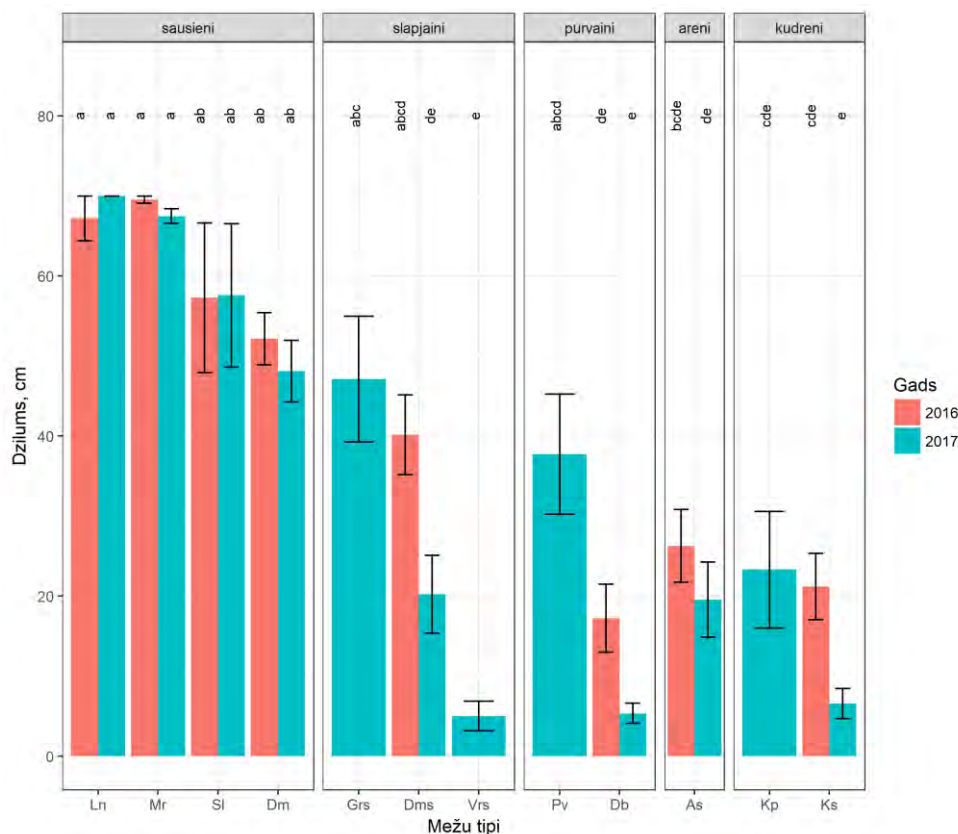
Nokrišņu daudzums Latvijā ir vidēji 667 mm gadā, 2016. gadā nokrišņu daudzums Latvijā sasniedza 740 mm, taču 2017. gadā sasniedza 800 mm. Zalvītes modeļteritorijai tuvākajā meteoroloģiskajā stacijā Skrīveros 2016. gadā reģistrēti 894 mm un 2017. gadā 874 mm nokrišņu, kas abos gados ir ievērojami vairāk virs Latvijas ilgtermiņa vidējā rādītāja, kā arī ir lielāks, nekā vidēji Latvijā attiecīgajā gadā. Mēnešos, kad augsnē bija ievietoti aerācijas stienīši, reģistrēti 590 mm nokrišņu, kas sastāda 68 % no kopējiem gada nokrišņiem Skrīveru meteoroloģiskajā stacijā (LVGMC, 2018). Abos pētījuma periodos ir bijuši palielināti mitruma apstākļi.

Salīdzinot abus pētījuma gadus (Attēls 70), augsnes aerētā slāņa biezums vidēji visās meža tipu edafiskajās rindās ir samazinājies, izņemot purvainus. Šīs izmaiņas nav statistiski būtiskas (arī salīdzinot rezultātus tikai edafiskās rindas ietvaros), taču tendence ir skaidri saskatāma. Aerētās augsnes slāņa biezumi pa gadiem kūdreņos, purvainos un āreņos ir statistiski līdzīgi, turpretim sausieņos aerētā slāņa biezums ir ievērojami lielāks un statistiski atšķirīgs. Slapjainu aerētā augsnes slāņa biezums pa gadiem ir statistiski līdzīgs āreņiem, taču novērota statistiski būtiska atšķirība no sausieņiem.



Attēls 70. Aerētās augsnes dziļums dažādās meža tipu edafiskajās rindās 2016. un 2017. gadā Zalvītes modeļteritorijās (ar nogriežņiem attēlotas standartkļūdas; dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām)

Augsnes aerētā dziļuma atšķirības starp meža tipiēm attēlotas 71.attēlā. Starp sausieņu meža tipiēm nav novērotas statistiski būtiskas atšķirības. Lānā un mētrājā liela daļa mērījumu ir sasnieguši 70 cm, silā un damaksnī aerētās augsnes dziļums vidēji ir nedaudz mazāks, taču pietiekams netraucētas sakņu attīstības nodrošināšanai. Edafiskajai rindai turpinoties slapjāku meža tipu virzienā, nav novērotas vispārējas tendences, kas skaidrojams ar pārmērīgi mitrajiem apstākļiem. Slapjajā gāršā 2017. gadā konstatēti statistiski līdzīgi aerētā augsnes slāņa dziļumi kā slapjajā damaksnī 2016. gadā, taču 2017. gadā iegūtie mērījumi liecina par statistiski būtiskām atšķirībām. 2017. gadā slapjā vēra un slapjā damakšņa aerētās augsnes dziļumi ir statistiski līdzīgi. 2017. gadā statistiski būtiskas atšķirības tika konstatētas starp purvāju un šaurlapju kūdreni un starp purvāju un dumbrāju.



Attēls 71. Aerētās augsnes dziļums dažādos mežu tipos 2016. un 2017. gadā Zalvītes modeļteritorijās (ar nogriežņiem attēlotas standartkļūdas; dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām)

Stieniši aerētā augsnes dziļuma mērīšanai objektos tiks ievietoti arī 2018. un 2019. gadā. Šajos objektos 2017./2018.gadā ir plānota kailcirte, un pēc turpmākajos gados iegūto datu apkopošanas varēsim izdarīt secinājumu par kailcirtes īstermiņa ietekmi uz aerētā augsnes dziļuma izmaiņām.

### Secinājumi

2017. gadā lielākais augsnes aerētās virskārtas biezums konstatēts lāna meža tipā, bet mazākais – slapjajā vērī, dumbrājā un šaurlapju kūdrenī. Salīdzinot ar iepriekšējo gadu (2016. gadu), visās edafiskajās rindās, izņemot purvainus, otrajā novērojumu periodā (2017. gadā) konstatēts mazāks aerētās augsnes virskārtas biezums, ko ietekmējis palielinātais nokrišņu daudzums divus gadus pēc kārtas.
- Abi novērojumu gadi ir bijuši nokrišņiem bagāti, un šobrīd rezultāti parāda dažādu meža tipu augšņu reakciju uz ilgstoši pārmitriem apstākļiem. Lai izdarītu pamatotus secinājumus par gruntsūdens līmeņa izmaiņām mežsaimniecības rezultātā, novērojumus nepieciešams turpināt, iegūstot garāku datu rindu.

### Literatūra

- Carnell, R. & Anderson M.A. 1986. A technique for extensive field measurement of soil anaerobism by rusting of steel rods. *Forestry* 59 (2), 129-140
- Herbauts, J., El Bayad, J., Gruber, W., 1996. Influence of logging traffic on the hydromorphic degradation of acid forest soils developed on loessic loam in middle Belgium. *For. Ecol. Manage.* 87, 193–207. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03826-1](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03826-1)
- Hildebrand, E.E., 1983. Der Einfluß der Bodenverdichtung auf die Bodenfunktionen im forstlichen Standort. *Forstwissenschaftliches Cent.* 102, 111–125. <https://doi.org/10.1007/BF02741844>
- Horn, R., Vossbrink, J., Peth, S., Becker, S., 2007. Impact of modern forest vehicles on soil physical properties. *For. Ecol. Manage.* 248, 56–63. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.02.037>

5. LVĢMC. 2017. Meteoroloģiskie dati. <https://www.meteo.lv/meteorologija-datu-meklesana/?nid=461> (skatīts 29.01.18.)
6. McKee W.H. 1977. Rust on iron rods indicates depth of soil moisture. In: Balmer W.E.(Ed.) Soil moisture-site productivity symposium, November 1-3, Myrtle Beach, USA, 286-291
7. Melecis, V. 2011. Ekoloģija. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 352 lpp.
8. Nikodemus, O., Kārklīņš, A., Kļaviņš, M., Melecis, V. 2008. Augsnes ilgtspējīga izmantošana un aizsardzība. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 256 lpp.
9. Osman K. T., Forest Soils, DOI 10.1007/978-3-319-02541-4\_2, © Springer International Publishing Switzerland 2013
10. Sajedi T., Prescott. E, Seely B, Lavkulich L. 2012. Relationships among soil moisture, aeration and plant communities in natural and harvested coniferous forests in coastal British Columbia, Canada. *Journal of Ecology*, 100, 605–618
11. Weltecke, K., Gaertig, T., 2012. Influence of soil aeration on rooting and growth of the Beuys-trees in Kassel, Germany. *Urban For. Urban Green.* 11, 329–338. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2012.02.001>

#### 1.2.4. Veģetācija

Invazīvās sugas ir svešzemju izcelsmes augu sugas, kas nejauši ievazātas vai apzināti introducētas citos reģionos ārpus to izcelsmes areāla, pārgājušas savvaļā un apdraud vietējo sugu dzīvotnes. To izplatība tiek uzskatīta par vienu no biotas mainības indikatoriem un bioloģiskās daudzveidības samazināšanās iemesliem (Anon, 1992; Anon, 2002; Weber un Gut, 2004). Masveidīga šo sugu savairošanās var izmainīt vietējās ekosistēmas un to funkcijas, vienveidot biotu (McKinney and Lockwood, 1999) un radīt ekonomiskus zaudējumus (Pimental et al., 2000). Lai gan Latvijā lielākā daļa invazīvo sugu izplatās lēnām, un neizspiež vietējās sugas no to dzīvotnēm, atsevišķas svešzemju sugas un to izplatība pēdējos gados kļūst agresīva. Šobrīd Latvijā apstiprināta tikai viena invazīva augu suga – Sasnovska latvānis *Heracleum sosnowskyi* (Ministru kabineta noteikumi Nr. 468, 2008), taču šobrīd notiek intensīvs darbs pie invazīvo un potenciāli invazīvo augu sugu saraksta izveides un šo sugu kartēšanas. Tādēļ šajā pētījumā par vietējām ekosistēmām vienlīdz bīstamām uzskatītas arī potenciāli invazīvās sugas (Tabula 9) (Priede, 2011; Everts-Bunders, 2016).

Tabula 9. Potenciāli invazīvās augu sugas Latvijā. Ar × atzīmētas sugas, kuru atradnes reģistrētas 20 km rādiusā no pētījuma vietas (Priede, 2009; Laiviņš, 2002, 2008; Lange, 1949)

Latviskais nosaukums	Latīniskais nosaukums	Atradne reģistrēta 20 km rādiusā
Adataināis dzeloņgurķis	<i>Echinocystis lobata</i>	×
Austrumu dižpērkone	<i>Bunias orientalis</i>	×
Blīvā skābene	<i>Rumex confertus</i>	×
Daudzlapu lupīna	<i>Lupinus polyphyllus</i>	×
Kanādas zeltgalvīte	<i>Solidago canadensis</i>	×
Kānādas sīkjānītis	<i>Erigeron canadensis</i>	
Krokainā roze	<i>Rosa rugosa</i>	
Melnais plūškoks	<i>Sambucus nigra</i>	×
Ošlapu kļava	<i>Acer negundo</i>	
Pabērzu smiltsērķšķis	<i>Hippophae rhamnoides</i>	
Parastā līklape	<i>Campylopus introflexus</i>	
Parastā sērmūkšpireja	<i>Sorbaria sorbifolia</i>	×
Puķu sprigane	<i>Impatiens glandulifera</i>	×
Sarkanais plūškoks	<i>Sambucus racemosa</i>	
Sīkziedu sprigane	<i>Impatiens parviflora</i>	×

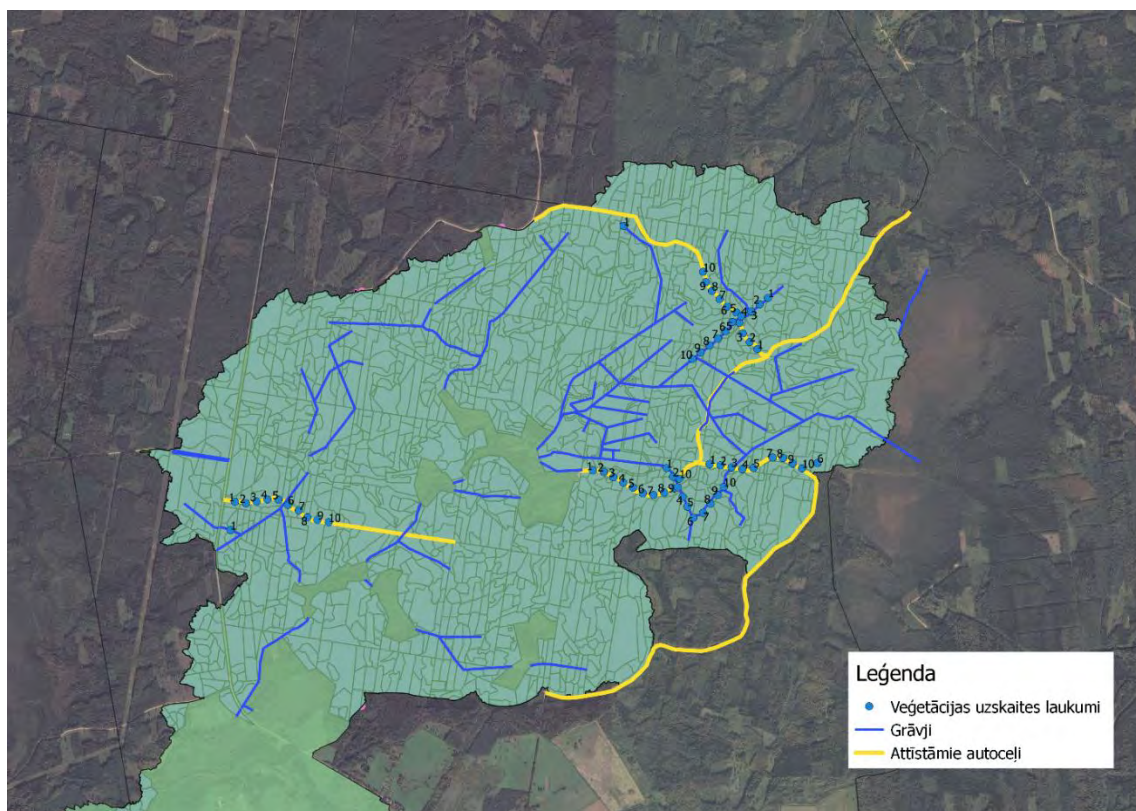
Vārpainā korinte	<i>Amelanchier spicata</i>	×
Vītollapu miķelīte	<i>Aster salignus</i>	

Sugām dabisko biotopu degradāciju un svešzemju sugu izplatību veicina klimata izmaiņas un pieaugošā antropogēnā slodze uz dabiskajām ekosistēmām: vides eitrofikācija, urbanizācija, transporta attīstība, zemes lietojuma veidu izmaiņas un biotopu fragmentācija (Priede, 2009). Priede (2009) norādījusi, ka biežākais neapzinātais svešzemju sugu izplatīšanās veids Latvijā jau vēsturiski ir bijis migrācijas ceļi un transporta koridori, kas apstiprināts arī daudzās ārvalstu publikācijās (Tyser and Worley, 1992; Gelbard and Belnap, 2003; Von der Lippe and Kowarik, 2007). Līdzīgi, sugu izplatībai labvēlīgi, gari lineārveida koridori ir arī ūdensteces (Wilczek et al., 2015). Latvijā līdzīgi kā Eiropā lielākā invazīvo sugu koncentrācija konstatēta apdzīvotu teritoriju un maģistrālo ceļu tuvumā, bet izolētos vienlaidus mežu un lielos lauksaimniecības zemju masīvos tās konstatētas reti. Svešzemju sugu izplatībai nozīmīgas ir apdzīvotu vietu un mežu, apdzīvotu vietu un lauksaimniecības zemju vai mežu un lauksaimniecības zemju saskares zonas (Song et al., 2005), kā arī ceļu-mežu vai ceļu-lauksaimniecības zemju kontaktjoslas, kur ekoloģiskie apstākļi ir vēl daudzveidīgāki (Priede, 2009), tāpēc šajā pētījumā īpaša uzmanība pievērsta lineārveida objektiem, kas ir sasaistē ar dažāda lietojuma veida zemēm. Traucētas vietas un cilvēka darbības radīti biotopi ar mēreniem augšanas apstākļiem ir visvairāk pakļauti svešzemju sugu ekspansijai (Chytrý et al., 2008), tāpēc šī projekta ietvaros uzsākts pētīt meža ceļu izbūves un meliorācijas grāvju renovācijas nozīmi invazīvo un potenciāli invazīvo sugu izplatībā. No jauna izbūvēti vai rekonstruēti ir visi četri pētījumā iekļautie autoceļi un renovēti divi no četriem grāvjiem. Pārējie divi grāvji ir daļēji ietekmēti ceļu būves procesā.

#### *Objekti un metodika*

Pētījumam izvēlēta 2762 ha liela AS Latvijas valsts meži apsaimniekota teritorija, kas atrodas Zalvītes upes sateces baseinā (skat. Attēls 1). Veģetācijas, tai skaitā invazīvo sugu uzskaitē šī projekta laikā atkārtoti tiek veikta četriem šajā teritorijā ietilpstošiem meža ceļiem un četriem meliorācijas grāvjiem (Attēls 72). Objektu stāvoklis veģetācijas uzskaites laikā, kā arī līdz tam veiktā saimnieciskā darbība katram objektam aprakstīta 10. tabulā. Pirmā veģetācijas uzskaitē veikta 2016. gadā, 2017. gadā veģetācijas uzskaitē pēc šādas pašas metodes veikta atkārtoti.





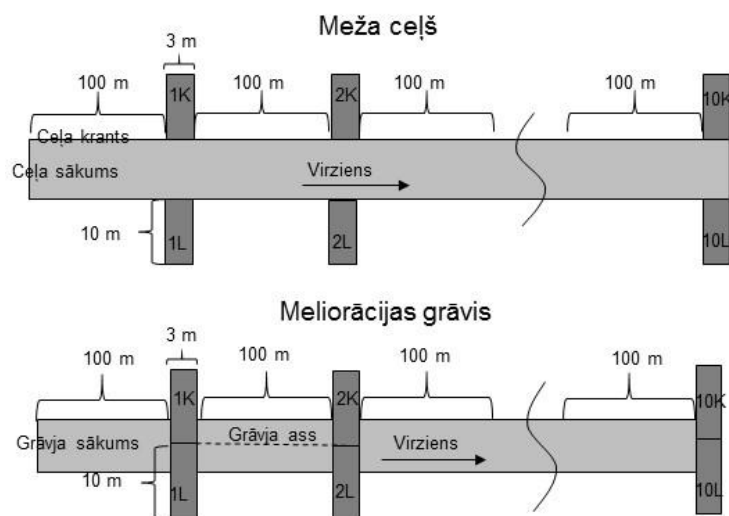
Attēls 72. Veģetācijas uzskaites laukumu izvietojums modeļteritorijā

Tabula 10. Objektu stāvoklis un veiktās saimnieciskās darbības 2016. un 2017. gadā

Objekta nosaukums vai Nr.	Stāvoklis līdz veģetācijas uzskaitē	
	2016. g.	2017.g.
Apālais ceļš no krustojuma ar Bruģa ceļu	izbūvēts 2015. g.	izbūvēts 2015. g.
Bruģa ceļš no krustojuma ar Mežmuižas ceļu	esošs/dabiska brauktuve	rekonstrukcija pabeigta 2017.g. jūnijā
Saukas purva ceļš no krustojuma ar Bruģa ceļu	esošs/dabiska brauktuve	rekonstrukcija pabeigta 2017.g. maijā
Šoseja Mežmuižas ceļš	plānots (mežā atsprausta trase)	būvdarbi pilnībā pabeigti 2017. g. maijā
Grāvis Nr. 598	renovēts 2015. g.	renovēts 2015. g.
Grāvis Nr. 586	renovēts 2015. g.	parauglaukumi 1L, 2L, 3L, 3K atkārtoti skarti grāvja rekonstrukcijā 2017. g. maijā
Grāvis Nr. 812/987/832	sen izbūvēts, sekls	ceļa izbūvē 2017. g. skarti parauglaukumi 8L, 8K
Grāvis Nr. 626	sen izbūvēts, sekls	ceļa izbūvē 2017. g. skarti parauglaukumi 5L, 5K

Katrā vietā veģetācijas uzskaitē veikta 1 km garā posmā. Uz šī posma ar atkārtojamību ik pēc 100 m ierīkoti 10 transeksti, kas šķērso ceļa vai grāvja viduslīniju (Attēls 73). Šis transeksts sadalīts divos (labā (L) un kreisā (K) ceļa vai grāvja puse iešanas virzienā) 3 × 10 m lielos parauglaukumos, kas ceļam sākas līdz ar ceļa kranti, bet grāvim, grāvja gultnes centru, un to garākā mala ir vērsta mežā. Meliorācijas grāvjiem atzīmēts, kurš parauglaukums (K vai L) atrodas atbērtnes pusē. Pirmais uzskaites transeksts ierīkots 100 m no ceļa vai grāvja trases sākuma. Kopā apsekoti 160 parauglaukumi, 20 uz vienas ceļa vai grāvja trases. Katrā parauglaukumā pēc Braun-Blanquet metodes (Braun-Blanquet, 1964) piecu baļļu skalā (1. balle - sugas kopējais segums parauglaukumā < 5%; 2. 5 - 25%; 3. 25 - 50%; 4. 50 - 75%; 5. 75 - 100%) uzskaitītas visas

lakstaugu un sūnu stāva sugas. Vaskulāro augu sugu nomenklatūra veidota pēc Gavrilovas un Šulca (1999), bet sūnu un ķērpju pēc Āboliņas u.c (2015). Veģetācijas uzskaitē veikta laika posmā no 2016 un 2017. gada jūnija vidus līdz jūlija vidum.



Attēls 73. Veģetācijas uzskaites shēma uz meža ceļiem un meliorācijas grāvju trasēm

Lauka pētījumos iegūtie 160+160 veģetācijas apraksti uzkrāti TURBOVEG datu bāzē (Hennekens, 1995), kas piemērota, lai uzglabātu, atlasītu un eksportētu datus tālākai apstrādei citās datorprogrammās. Katram parauglaukumam aprēķinātas Ellenberga indikatorvērtības (Ellenberg et al., 1992), kas izmantotas, lai aprakstītu ekoloģisko daudzveidību detrendētajā korespondentanalīzē (DCA). Sugu skaita atšķirības starp ceļiem un meliorācijas grāvjiem utt. Aprēķinātas, izmantojot vispārināto lineāro modeli jeb GLM. Šis pats modelis izmantots arī, lai noskaidrotu objekta veida (dabiski iebraukta brauktuve, mežā atsprausta ceļa trase, rekonstruēts ceļš, vecs meliorācijas grāvis, renovēts meliorācijas grāvis) un zemes seguma (mežs, jaunaudze, izcirtums, stiga, pļava) ietekmi uz sugu daudzveidību. Tā kā tajā analizēti skaita dati, tad izvēlēts Puasona atlikuma sadalījums un logaritmiskā saistības funkcija (Zuur et al., 2007). Sugu skaita atšķirības starp gadiem starp ceļiem un grāvjiem, kā arī šo objektu veidiem visām sugām kopā, kā arī lakstaugiem un sūnām atsevišķi analizētas, izmantojot atkarīgu paraugkopu *t*-testu. *P*-vērtības pielāgotas, izmantojot Bonferroni transformāciju. Sugu sastāvs starp objektu un zemes segumu veidiem salīdzināts, izmantojot līdzības analīzi ANOSIM, kur līdzības indekss  $R=1$  nozīmē, ka teritorijas ir pilnīgi atšķirīgas, savukārt  $R=0$  – vienādas. Visas analīzes veiktas pie  $\alpha = 0.05$ . Datu statistiskā analīze veikta datorprogrammā R (R Core Team 2014) and PC-ORD 6 (Peck, 2010).

## Rezultāti

Saistībā ar to, ka kāda objekta atsevišķi posmi, vai viss objekts laika posmā no 2016. uz 2017. gada veģetācijas uzskaitē ir saimnieciski ietekmēts, rezultāti pat viena objekta ietvaros var būt krasi atšķirīgi un bez padziļinātas izpētes grūti skaidrojami.

2017. gadā kopā uzskaitītas 218 (2016. gadā – 249) lakstaugu (pieskaitītas arī lakstaugu stāvā esošas kokaugu sugas), un 34 (2016. gadā – 42) sūnu sugas (1. pielikums). Redzams, ka sugu skaits, pieaugot saimnieciskās darbības intensitātei ir samazinājies.

2017. gadā būtiski atšķirās ( $p$ -vērtība $<0.001$ ) gan lakstaugu, gan sūnu sugu kopējais skaits gar ceļiem un meliorācijas grāvjiem; atbilstoši tika konstatētas 185 un 165 lakstaugu un 24 un 29 sūnu sugas (Tabula 11). Kopējais sugu skaits un lakstaugu sugu skaits no 2016 līdz 2017. gadam gan gar ceļiem, gan meliorācijas grāvjiem nebija būtiski mainījies, taču būtiski ( $p$ -vērtība $=0.002$ ) samazinājies sūnu sugu skaits gar ceļiem (Tabula 11).

Tabula 11. Kopējais sugu skaits un tā atšķirības parauglaukumos 2016. un 2017. gadā

	Lakstaugi			Sūnas			Kopā		
	2016	2017	p-vērtība	2016	2017	p-vērtība	2016	2017	p-vērtība
Meža ceļš	163	185	0.80	30	24	0.002	193	209	0.28
Meliorācijas grāvis	194	165	0.34	34	29	0.53	228	194	0.27
<b>Objekta veids</b>									
Dabiski iebraukta brauktuve	122	100	0.006	18	12	<0.001	140	112	<0.001
Mežā atsprausta ceļa trase	62	51	0.0006	25	18	0.0002	87	69	<0.001
Rekonstruēts ceļš	92	113	<0.001	13	16	0.0004	105	129	<0.001
Vecs meliorācijas grāvis	101	110	0.67	28	26	0.009	129	136	0.09
Renovēts meliorācijas grāvis	176	152	0.26	24	24	0.03	200	156	0.62

2016. gadā sugu skaits būtiski atšķirās starp dažādiem ceļu un meliorācijas grāvju veidiem, norādot uz saimnieciskās darbības ietekmi (Tabula 12). Būtiskas atšķirības šajos objektos saglabājas arī 2017. gadā, taču jāatzīst, ka objekta veidi ir krasi mainījušies (Tabula 10), jo visi ceļi ir pārbūvēti, un tādējādi vēl labāk var spriest par saimnieciskās darbības ietekmi. Visos objektos, kur veikta saimnieciskā darbība, sugu skaits samazinājies, piem., uz mežā atsprausta ceļa (principā neskarts mežs) sugu skaits no 15 sugām samazinājies uz 9 sugām, savukārt objektos, kur rekonstrukcija pabeigta 2016. gadā (rekonstruēti ceļi, renovēti grāvji) tas palielinājies vai saglabājies nemainīgs (Tabula 12).

Tabula 12. Sugu skaita atšķirības parauglaukumos dažādiem ceļu un meliorācijas grāvju apsaimniekošanas veidiem 2016. un 2017. gadā. Vid. – vidējais, Min. – minimālais, Maks. – maksimālais sugu skaits, Std. – standartkļūda

Objekta veids	2016					2017				
	Vid.	Min.	Maks.	Std.	p-vērtība	Vid.	Min.	Maks.	Std.	p-vērtība
Dabiski iebraukta brauktuve (references līmenis)	18	7	36	1.05		13	3	29	0.92	
Mežā atsprausta ceļa trase	15	5	35	1.68	0.002	9	1	26	1.41	<0.001
Rekonstruēts ceļš	15	1	34	1.99	0.001	28	16	42	1.48	<0.001
Vecs meliorācijas grāvis (references līmenis)	35	21	46	1.06		33	17	53	1.41	
Renovēts meliorācijas grāvis	41	27	57	1.06	<0.001	41	7	58	1.45	<0.001

Dažādu lokālu faktoru (mitruma apstākļi, sēklu avota attālums, u.c.) ietekme uz sugu daudzveidību vērojama abos novērojuma gados, jo viena objekta ievaros sugu skaits ievērojami variē (Tabula 12 – minimālais un maksimālais sugu skaits). Taču saimnieciskajai darbībai ir vēl lielāka nozīme, jo, piemēram, gar renovētiem meliorācijas grāvjiem atsevišķos parauglaukumos sugu skaits 2017. gadā būtiski samazinājies, novēršot grāvī atklātos defektus pēc veiktajiem renovācijas darbiem (Tabula 10 un Tabula 12), taču kopumā tas palicis nemainīgs (Tabula 11). Vēl viens labs paraugs ir veci meliorācijas grāvji, kur stabilo vides apstākļu un iztrūkstošās saimnieciskās darbības ietekmē, sugu skaits abos gados bija līdzīgs (Tabula 11).

2016. gadā vismazākais sugu skaits vienā parauglaukumā (1 suga) bija uz nesen rekonstruēta ceļa, savukārt gada laikā sugu skaits palielinājies līdz 16, kas norāda uz strauju sugu ieviešanos un izplatību. Taču sugu ieviešanās ir ilglaicīgs process, jo sugu skaits uz rekonstruēta ceļa turpināja augt arī laukumos, kur iepriekš tas bijis liels (no 34 sugām uz 42) (Tabula 12). Sākotnēji ieviešas viengadīgās un divgadīgās sugas – galvenokārt nezāles un ruderālās sugas kā baltā balanda *Chenopodium album*, ganu plikstiņš

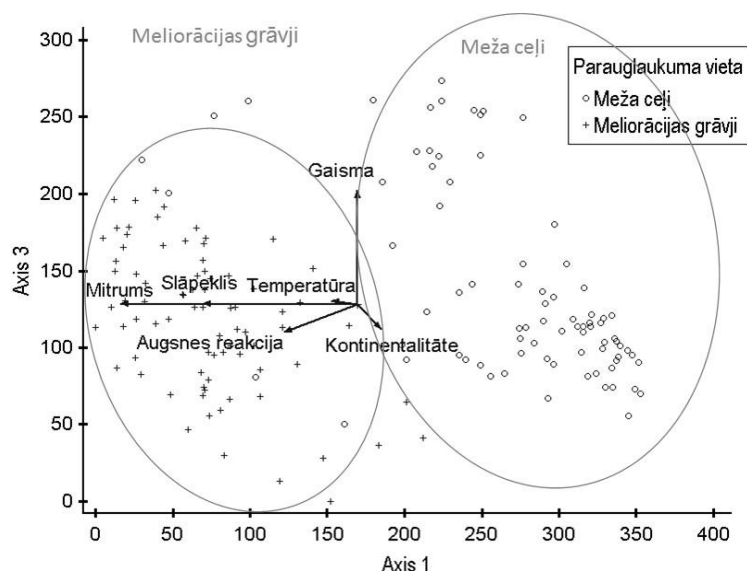
*Capsella bursa pastoris*, akļi *Galeopsis* spp., kas veido nenoturīgas augu sabiedrības, kuras ar laiku nomaina daudzgadīgas stabili augu sabiedrību sugas.

Sugu skaitu gar meža ceļiem un meliorācijas grāvjiem 2016. gadā būtiski ietekmēja arī zemes seguma veids, kādu tas šķērso, šī sakarība, neskatoties uz to, ka saimnieciskās darbības veikšanas vietās zemes seguma veidi vienveidojas, saglabājas joprojām (Tabula 13). Vidēji lielākais sugu skaits abos gadījumos bija izcirtumos (atbilstoši, 23 un 40 suga), bet mazākais uz stigas (Tabula 13). Izcirtumos, kur ekoloģiskie apstākļi ir spēcīgi izmainīti, ieviešas liels skaits sugu ar plaša diapazona ekoloģiskajiem apstākļiem, turklāt augšanas apstākļi šajās vietās var būt līdzīgi, jo sugu skaitam nav tendences variēt starp parauglaukumiem (minimālais un maksimālais sugu skaits ir līdzīgs) (Tabula 13).

Tabula 13. Sugu skaita atšķirības parauglaukumos gar ceļiem un meliorācijas grāvjiem dažos zemes seguma veidos

Objekta vieta	Vidēji	Minimāli	Maksimāli	Standartklūda	p-vērtība
Ceļš caur mežu (references līmenis)	15	1	42	1.22	
Ceļš caur jaunaudzi	11	6	15	4.5	0.08
Ceļš caur izcirtumu	23	20	26	3	0.008
Ceļš (plānots) uz stigas	7	7	7	-	0.04
Ceļš caur pļavu	18	13	22	1.31	0.06
Meliorācijas grāvis caur mežu (references līmenis)	36	7	58	1.25	
Meliorācijas grāvis caur izcirtumu	40	27	53	2.06	0.05

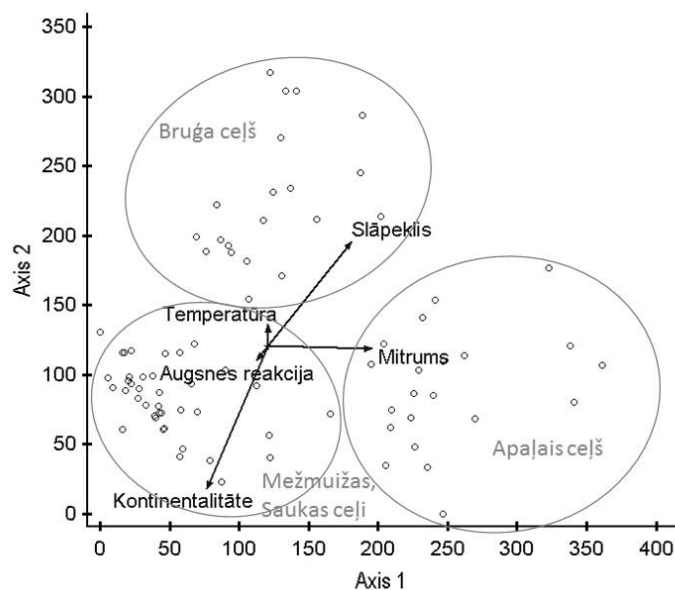
Analizējot sugu sastāvu, tas būtiski atšķiras starp ceļiem un meliorācijas grāvjiem ( $R=0.61$ ,  $p$ -vērtība=0.001). Ceļu un grāvju parauglaukumi labi turpina izdalīties arī DCA, kur galvenie parauglaukumu izvietojumu nosakošie faktori bija mitrums (pirmās ass Pīrsona korelācijas koeficients ar Ellenberga skalas mitrumu bija 0.88)/slāpekļis (0.71) un kontinentalitāte (0.28) (Attēls 74).



Attēls 74. DCA ordinācija visiem parauglaukumiem

Savukārt analizējot tikai ceļu parauglaukumus, sugu sastāvs visos objektos bija samērā līdzīgs ( $R=0.42$ ,  $p$ -vērtība=0.001). Ja 2016. gadā DCA ordinācijā izdalījās četras grupas, kuru ekoloģiskās atšķirības bija skaidrojamas ar zemes seguma un saimnieciskās darbības veidiem, tad šogad pēc ceļu izbūves un vides apstākļu vienveidošanās, atsevišķi izdalījās katrs objekts (Attēls 75). Apaļais ceļš tika izbūvēts visagrāk – 2015. gadā un tam raksturīgas mitrus augšanas apstākļus mīlošas sugas: *Carex cinerea*, *Carex nigra*, *Galium palustre*, *Calamagrostis arundinacea*, *Cirsium arvense*, *Rubus idaeus* u.c. Pirmās ass Pīrsona

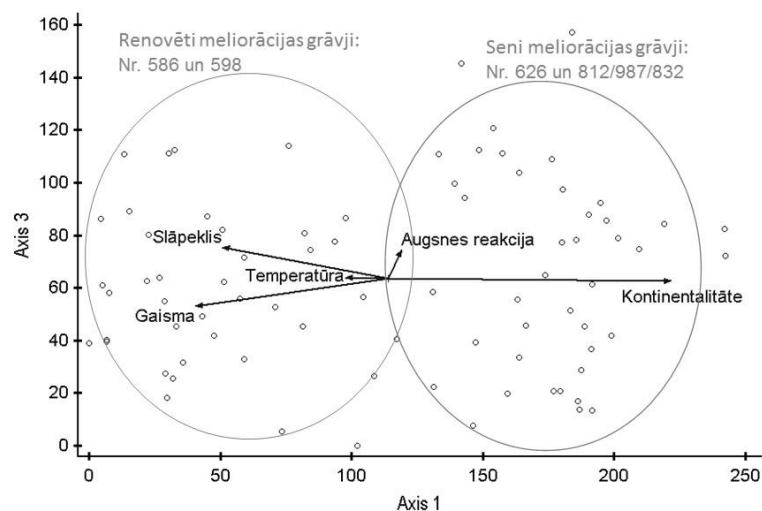
korelācijas koeficients ar Ellenberga skalas mitrumu bija 0.61 (Attēls 75). Bruģa ceļam raksturīgas dažādas nezāļu un ruderālās sugas kā arī ar slāpekli bagātākas augtenes mīlošas: *Capsella bursa-pastoris*, *Lepidotheca suaveolens*, *Polygonum arenastrum*, *Achillea millefolium*, *Artemisia vulgaris*, *Plantago major*, *Aegopodium podagraria*, *Elytrigia repens*, u.c. Otrās ass Pīrsona korelācijas koeficients ar Ellenberga skalas slāpekli bija 0.61 (Attēls 75). Savukārt Mežmuižas un Saukas ceļu parauglaukumi, kurus saimnieciskā darbība skārusi pēdējos veidoja vienotu grupu, kurai raksturīgākas izteiktākas mežu un kontinentālās sugas: *Dryopteris expansa*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Hylocomium splendens*, *Agrostis tenuis*, *Ranunculus acris*, u.c. Otrās ass Pīrsona korelācijas koeficients ar Ellenberga skalas kontinentalitāti bija 0.72 (Attēls 75).



Attēls 75. DCA ordinācija ceļmalu parauglaukumiem

Arī meliorācijas grāvju parauglaukumiem sugu sastāvs gan seniem, gan renovētiem grāvjiem bija līdzīgs ( $R=0.25$ ,  $p$ -vērtība=0.001). Meliorācijas grāvju parauglaukumi DCA ordinācijā līdzīgi kā 2016. gadā veidoja divas grupas: renovēti un seni (Attēls 76), jo grāvju renovācija 2017. gadā nenotika vai atsevišķās vietās skāra tikai pāris parauglaukumus (Tabula 10). Šajā gadījumā parauglaukumu izvietojumu noteica Ellenberga gaismas (1. ass Pīrsona korelācijas koeficients ar Ellenberga skalas gaismu bija 0.70)/slāpekļa (0.65) un kontinentalitātes (0.85) rādītāji. Renovēto grāvju grupai raksturīgs liels gaismas daudzums, paaugstināta temperatūra un augstāks slāpekļa daudzums. Grupai raksturīgas atklātus un ruderālus biotopus mīlošas sugas: akļi *Galeopsis* sp., tīruma usne *Cirsium arvense*, parastā vībotne *Artemisia vulgaris*, parastā mällēpe *Tussilago farfara*, lielā ceļteka *Plantago major* u.c. Savukārt gar senāk raktiem meliorācijas grāvjiem, kurus ieskauj lieli koki, sastopamas kontinentālākas un galvenokārt mežam raksturīgas sugas: mellene *Vaccinium myrtillus*, brūklene *Vaccinium vitis-idaea*, Eiropas septiņstarīte *Trientalis europaea*, meža zaķskābene *Oxalis acetosella*, meža grīslis *Carex sylvatica* u.c.





Attēls 76. DCA ordinācija meliorācijas grāvju parauglaukumiem

2017. gadā līdzīgi kā 2016. gadā konstatētas četras potenciāli invazīvas sugas: daudzlapu lupīna *Lupinus polyphyllus*, Kanādas zeltslotiņa *Solidago canadensis*, blīvā skābene *Rumex confertus* un Kanādas jānītis *Erigeron canadensis*. Kopējais šo sugu segums saimnieciskās darbības – rakšanas un līdzināšanas ietekmē ir samazinājies, taču palielinājies objektu skaits, kuros šīs sugas tika konstatētas, jo *Erigeron canadensis* no jauna parādījies uz rekonstruēta ceļa (Tabula 14). Lai arī kopējais parauglaukumu skaits, kuros potenciāli invazīvas sugas bija konstatētas gada laikā nav mainījies, tas krasi izmainījies viena objekta ietvaros –pieaugot par sešām *Erigeron canadensis* atradnēm, bet nedaudz samazinoties citu sugu atradnēm (Tabula 14). *Erigeron canadensis* atradņu pieaugums skaidrojams ar sugas izplešanos, bet atradņu samazināšanās ar saimniecisko darbību – atradņu norakšanu. 14.tabulā redzams, ka potenciāli invazīvas sugas galvenokārt sastopamas un no jauna parādās gar saimnieciski ietekmētiem objektiem, kas ir galvenais šo sugu izplatīšanās veids.

Tabula 14. Potenciāli invazīvo sugu augtņu raksturojums 2016. un 2017. gadā. RG – renovēts grāvis, RC – rekonstruēts ceļš, DIB – dabiski iebraukta brauktuve, VG – vecs grāvis

	2016	2017	2016	2017	2016	2017	2016	2017
	<i>Erigeron canadensis</i>		<i>Lupinus polyphyllus</i>		<i>Rumex confertus</i>		<i>Solidago canadensis</i>	
Kopējais segums	2	6.5	11	3.5	4.5	3	2.5	0.5
Maksimālais segums parauglaukumā	1	1	3	0.5	1	0.5	1	0.5
Sastopama objektos	2	3	1	1	2	2	1	1
Sastopama parauglaukumos	3	9	9	7	8	6	3	1
Objekta veids	RG RG	RG RG RC	DIB	RC	RG VG	RG VG+RG	RG	RC

### Diskusija

Kaut arī sugu skaits gar meža ceļiem 2017. gadā, salīdzinot ar 2016. gada uzskaiti, ir palielinājies, kopējais sugu skaits uzskaites laukumos ir samazinājies (Tabula 11). Būtiski ir samazinājies sūnu sugu skaits gar ceļiem ( $p$ -vērtība=0.002), norādot, ka tām nepieciešams daudz ilgāks atjaunošanās laiks (Tabula 11). Vietās, kur renovācija nav veikta, piemēram, gar veciem grāvjiem, sugu skaits palicis nemainīgs (Tabula 11). Lai gan pirmā gada laikā pēc traucējuma sugu skaits strauji palielinājies (ieviesušās 15 jaunas sugas) un vēlāk tas stabilizējas (Tabula 12), traucējumam ir būtiska nozīme uz sugu sastāvu. Sākotnēji parādās

viengadīgās, nezāļu un ruderālās sugas, kas veido nenoturīgas augu sabiedrības, bet daudz lēnāk atgriežas kontinentālās, mežam raksturīgās stabili augu sabiedrību sugas. Šis laiks uzreiz pēc traucējuma ir īpaši labvēlīgs invazīvo sugu ekspansijai, jo tām ir plašas pielāgošanās spējas izmainītajiem vides apstākļiem un trūkst konkurences (Chytrý et al., 2008). Liela nozīme ir arī sēklu avotam u.c. apstākļiem, ko labi parāda zemes seguma veida ietekme uz sugu skaitu; izcirtumos, kur sugu un līdz ar to sēklu avota daudzveidība ir vislielākā, konstatēta arī visstraujākā sugu atgriešanās traucētajās vietās (Tabula 13).

Sugu sastāvs arī pēc traucējuma būtiski atšķiras ( $R=0.61$ ,  $p$ -vērtība= $0.001$ ) starp abiem objektiem – ceļiem un grāvjiem. DCA norāda, ka galvenie to ietekmējošie faktori ir mitrums, slāpekļis un kontinentalitāte (Attēls 74). Atsevišķā ceļu parauglaukumu analizē sugu sastāvs starp ceļiem bija līdzīgs ( $R=0.42$ ,  $p$ -vērtība= $0.001$ ), taču DCA norādīja, ka pēc traucējuma zemes seguma veidam vairs nav būtiska ietekme sugu sadalījumā (Priede, 2009), bet lielāka nozīme ir laikam (ilgumam) pirms kura notika traucējums, kā arī lokālajiem vides apstākļiem (Attēls 75). Līdzīgi arī meliorācijas grāvjiem sugu sastāvs bija līdzīgs ( $R=0.25$ ,  $p$ -vērtība= $0.001$ ) un DCA būtiska nozīme bija laika posmam pēc traucējuma. Analizē izdalījās renovētu un vecu grāvju grupas (Attēls 76), kurās parauglaukumu izvietojumu noteica gaismas, slāpekļa un kontinentalitātes rādītāji.

2017. gadā tāpat kā 2016. gadā konstatētas četras potenciāli invazīvas sugas: *Lupinus polyphyllus*, *Solidago canadensis*, *Rumex confertus* un *Erigeron canadensis*. Saimnieciskās darbības (norakšanas) ietekmē gandrīz divkārt samazinājies šo sugu kopējais segums, taču konstatēta arī jauna *Erigeron canadensis* atradne uz rekonstruēta ceļa, kas norāda uz visai ātru šīs sugas izplatību un ekspansiju stabilos apstākļos, jo gada laikā sastopamība palielinājusies no trīs līdz deviņiem parauglaukumiem. Saimnieciskās darbības ietekmē ierobežots/samazināts arī invazīvo sugu maksimālais segums, taču līdz ar to, ka konkrētajos objektos sugas saglabājušās, paredzams, ka apstākļiem stabilizējoties, sugas ātri atgriezīsies, strauji izplatīsies un pat izkonkurēs citas (Rejmánek et al., 2005). Arī šogad pētītajos objektos netika konstatēta neviena no Eiropā raksturīgajām upju ieleju invazīvajām sugām, kā arī netika reģistrētas jaunas potenciāli invazīvas sugas, norādot uz to ka, teritorija pagaidām vēl ir izolēta, taču pieaugot transporta plūsmai, situācija tuvākajos gados var mainīties.

### Secinājumi

1. Lakstaugu sugu skaits pēc traucējuma samazinājies nebūtiski, bet sūnu sugu skaits samazinājies būtiski, uzrādot lielāku jutību pret izmainītiem vides apstākļiem.
2. Sugu skaita izmaiņas galvenokārt ietekmējusi saimnieciskās darbības veikšana, bet sugu sastāvu – lokālie vides apstākļi.
3. Sugu skaits viena gada laikā pēc traucējuma strauji aug un pakāpeniski stabilizējas, taču traucējums atstāj būtisku nozīmi uz sugu sastāvu: sākotnēji parādās viengadīgās, nezāļu un ruderālās sugas, kas veido nenoturīgas augu sabiedrības, bet daudz lēnāk atgriežas kontinentālās, mežam raksturīgās stabili augu sabiedrību sugas.
4. Laiks uzreiz pēc traucējuma ir īpaši labvēlīgs invazīvo sugu ekspansijai, jo tām ir plaša pielāgošanās spēja izmainītajiem vides apstākļiem un trūkst konkurences. Invazīvo sugu skaits viena gada laikā pēc traucējuma palicis nemainīgs, bet palielinājies objektu, kā arī parauglaukumu skaits kur tās sastopamas, norādot uz šo sugu straujo izplatības potenciālu.

### Literatūra

- Anon, 1992. Convention on Biological Diversity. Rio de Janeiro, <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf> (skatīts 11.09.2017).
- Anon. 2002. COP 6 Decision VI/23. Alien species that threaten ecosystems, habitats or species. <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7197> (skatīts 13.10.2017).
- Āboliņa, A., Piterāns, A., Bambe, B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. DU AA "Saule", Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 213. lpp.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Wien, New York, Springer

- Verlag, 865 S.
- Chytrý, M., Jarošík, V., Pyšek, P., Hájek, O., Knollová, I., Tichý, L., Danihelka, J. 2008. Separating habitat invasibility by alien plants from the actual level of invasion. *Ecology* 89: 1541–1553.
- Ellenberg, H., Ruprecht, D., Volkmar, W., Willy, W., Dirk, P. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* 18, 258 S.
- Evarts-Bunders, P. 2016. Invazīvie svešzemju augi Latvijā, to provizoriskais saraksts un monitoringa nepieciešamība.  
[http://www.daba.gov.lv/upload/File/Prezentacijas/150918\\_Invazsugusem\\_PEvartsBunders\\_Invaz\\_augi.pdf](http://www.daba.gov.lv/upload/File/Prezentacijas/150918_Invazsugusem_PEvartsBunders_Invaz_augi.pdf) (skatīts 14.08.2017)
- Gavrilova, G., Šulcs, V. 1999. Latvijas vaskulāro augu flora. Taksonu saraksts. Latvijas Akadēmiskā bibliotēka, Rīga, 136 lpp.
- Gelbard, JL, Belnap, J. 2003. Roads as Conduits for Exotic Plant Invasions in a Semiarid Landscape. *Conservation Biology* 17:420-432.
- Hennekens, S.M. 1995. TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. User's guide. Wageningen/Lancaster.
- Laiviņš, M. 2002. *Sambucetum nigrae* Oberd. 1967 augu sabiedrības Latvijā. *Mežzinātne* 11(44): 92–110.
- Laiviņš, M. 2008. *Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Br. naturalizēšanās Latvijā. *Latvijas Veģetācija* 16: 45–60.
- Lange, V. 1949. Serviceberry (Amelanchier Med.) ģints izplatība Latvijas PSR. *Mežsaimniecības problēmu institūta raksti* 1: 151–161.
- McKinney, M.L., Lcokwood, J.L. 1999. Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Tree* 14(11): 450-454.
- Ministru kabineta noteikumi Nr.468, 2008. Invazīvo augu sugu saraksts.  
<http://likumi.lv/doc.php?id=177511> (skatīts 27.11.2017)
- Peck J. E. 2010. Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR. 162 pp.
- Pimental, D., Lach, L., Zuniga, R., Morrison, D. 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53-65.
- Priede, 2011. Invasive species. <http://biodiv.daba.gov.lv/cooperation/invaz> (skatīts 15.10.2017)
- Priede, A. 2009. Invazīvie neofīti Latvijas florā: izplatība un dinamika. Promocijas darbs. Latvijas Universitāte Ģeogrāfijas un Zemes Zinātņu fakultāte.
- R Core Team, 2014. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL: <http://www.R-project.org/>. Accessed 22.10.2017.
- Rejmánek, M., Richardson, D. M., Pyšek, P. 2005. Plant invasions and invasibility of plant communities. In: Van der Maarel E. (ed.) *Vegetation ecology*, p. 332–355, Blackwell Science, Oxford, pp. 332-255.
- Song, I., Hong, S., Kim, H. 2005. The pattern of landscape patches and invasion of naturalized plants in developed areas of urban Seoul. *Landscape and urban planning* 70(3-4): 205-219.
- Tyser, RW, Worley, CA. 1992. Alien flora in grasslands adjacent to road and trail corridors in Glacier National Park, Montana (USA). *Conservation Biology* 6:253-262.
- Von der Lippe, M., Kowarik, I. 2007. Long-distance dispersal of plants by vehicles as driver of plant invasions. *Conservation Biology* 21(4): 986-996.
- Weber E., Gut D. 2004. Assessing the risk of potentially invasive plant species in Central Europe. *Journal of Nature Conservation* 12: 171-179.
- Wilczek, Z., Chabowska, Z., Zarzycki, W. 2015. Alien and invasive species in plant communities of the Vistula and Brennica rivers gravel bars (Western Carpathians, Poland). *Biodiversity Research and Conservation* 38 (1): 57–62.
- Zuur A. F., Ieno E. N., Smith G. M. 2007. Introduction to mixed modelling. Chapter 8. - Gail M., Krickeberg K., Samet J., Tsiatis A., Wong W. (eds.). *Statics for Biology and Health. Analysing Ecological Data*. Springer Science + Business Media, LLC, United States of America, 125-142.



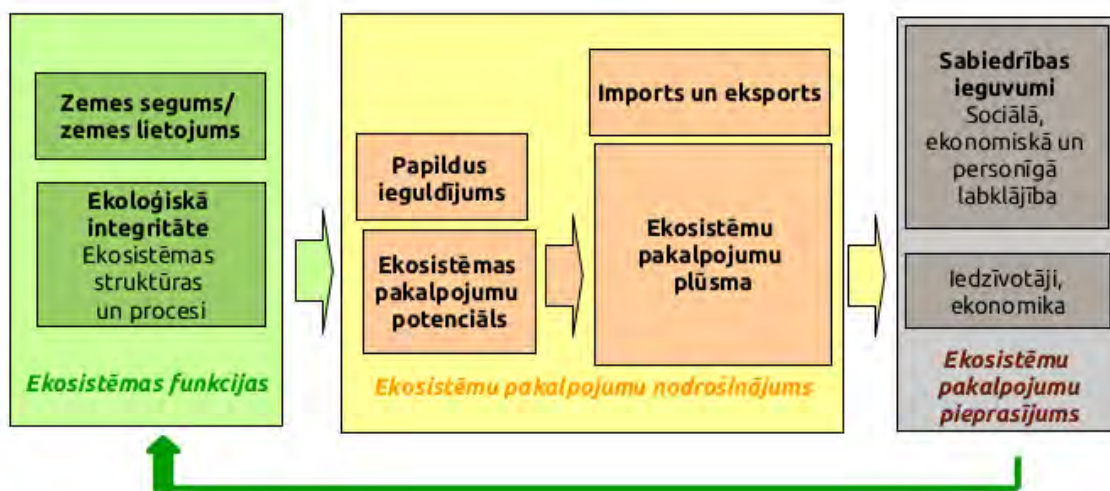
### 1.3. Mežsaimniecības un meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumu vērtējuma sistēmas izveide

Apakšnodaļa attiecas uz 1.2. darba uzdevumu.

#### 1.3.1. Ekosistēmu pakalpojumu jēdziens un klasifikācija

Pasaules ekonomiskās augšupejas un labklājības pamatā ir dabas kapitāls, t.i., bioloģiskā daudzveidība, kas ietver ekosistēmas, kas cilvēkiem sniedz būtiskas preces un pakalpojumus (no auglīgām augsnēm un multifunkcionāliem mežiem līdz produktīvām zemēm un jūrām, no labas kvalitātes saldūdens un tīra gaisa līdz apputeksnēšanai, klimata regulācijai un aizsardzībai pret dabas katastrofām). Tas ir iemesls kāpēc, piemēram, ES 7. Vides rīcības programmas (*The 7th Environment Action Programme of the European Union*) pirmais prioritārais mērķis ir aizsargāt, saglabāt un paplašināt ES dabas kapitālu (Burkhard & Maes, 2017). Ekosistēmas sniedz virkni pakalpojumu, kas ir būtiski cilvēku labklājībai, veselībai, iztikai un izdzīvošanai (Costanza *et al.*, 2014). Ar ekosistēmu pakalpojumiem saprot ekosistēmas struktūru un funkciju ieguldījumus cilvēku labklājībā, kas veidojas kombinācijā ar cilvēku darbības ieguldījumu ekosistēmā (Burkhard *et al.*, 2012a). Tātad ekosistēmu pakalpojumi ir vērtējami arī kontekstā ar cilvēka pārveidotām un ietekmētām ekosistēmām.

Zemes segums un lietojuma veids būtiski ietekmē ekosistēmas funkcijas. Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums ir balstīts uz specifisku ekosistēmu pakalpojumu potenciālu, kas, mijiedarbībā ar cilvēka saimniecisko darbību vai ietekmi, rada reāli (*de facto*) izmantoto ekosistēmu pakalpojumu apjomu, un tādējādi rada ieguvumus sabiedrībai (Burkhard *et al.*, 2014).



Attēls 77. Ekosistēmu funkciju, pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma savstarpējo attiecību konceptuālais modelis (Burkhard *et al.*, 2014)

EP koncepcija ir kļuvusi par nozīmīgu modeli, kas saista ekosistēmu funkcionalitāti ar cilvēku labklājību (Fisher *et al.*, 2009). Ekosistēma nevar sniegt pakalpojumu cilvēkiem bez to klātbūtnes (cilvēku kapitāls), to kopienas (sociālais kapitāls) un to ietekmes uz vidi (cilvēku veidotais kapitāls). Dabas kapitāla ieguldījums cilvēku labklājībā veidojas nevis tiešā veidā, bet caur ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu, mijiedarbojoties ar cilvēku veidoto un sociālo kapitālu.

Pēdējā desmitgadē ir izstrādātas vairākas ekosistēmu pakalpojumu klasifikācijas un kategorizācijas sistēmas, un tiek apspriesta to pieņemšana un iekļaušana lēmumu pieņemšanā (Ojea *et al.*, 2012); (Willemen *et al.*, 2013); (Norgaard, 2010). Līdz šim ir veikti vairāki daudzsoļi mēģinājumi definēt un klasificēt EP, piemēram, TEEB (2010), MEA (2005) un CICES (pieņemts ES) (Burkhard *et al.*, 2014).

Pēdējos gados ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanā un kartēšanā biežāk tiek izmantotas trīs kategorijas – apgādes, vidi regulējošie un kultūras pakalpojumi, kas veido arī Eiropas Savienībā pieņemto CICES klasifikāciju. Nereti EP klasifikācijai tiek pievienotas ekosistēmu funkcijas (struktūras un procesi, kas ir būtiski ekosistēmas pašorganizācijai) (Burkhard *et al.*, 2014; (Müller & Burkhard, 2012). Šī vai tai pielāgota klasifikācijas shēma pēdējos gados ir izmantota virknē Eiropas Savienības valstu, piemēram, EP nacionālajos novērtējumos Vācijā un Beļģijā, kā arī boreālo mežu EP novērtējumā Somijā (Albert *et al.*, 2014; Turkelboom *et al.*, 2013; Saastaimonen *et al.*, 2014).

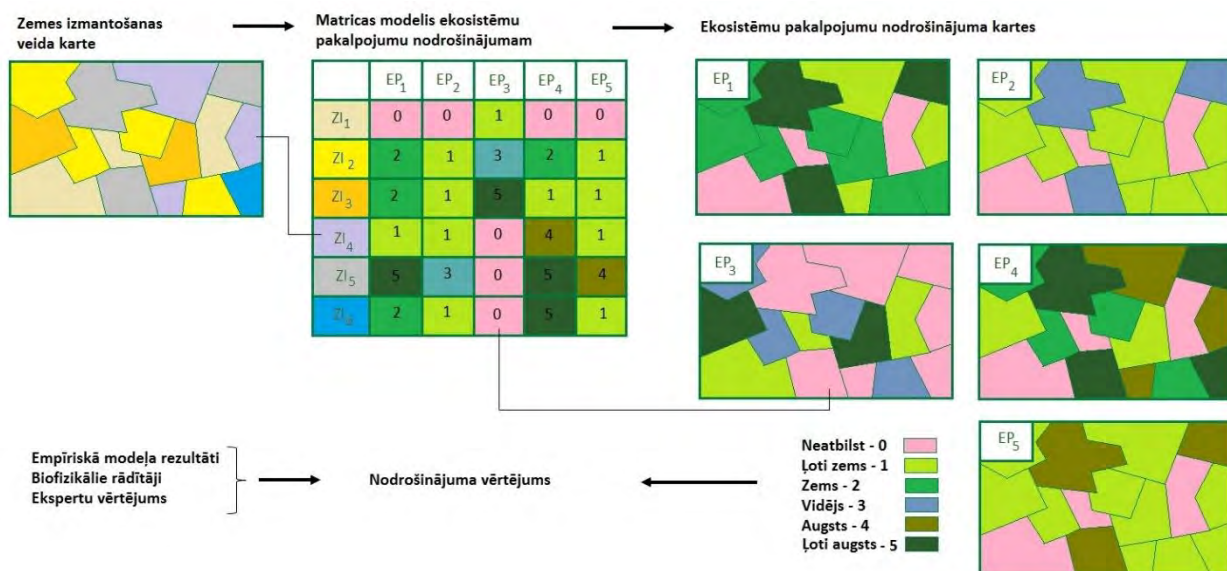
Ekosistēmu pakalpojumu pieeja un CICES klasifikācija izmantota arī vairākos Latvijā īstenotos projektos: piekrastes ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas metodes izstrādē projektā “LIFE Ekosistēmu pakalpojumi” (<http://ekosistemas.daba.gov.lv>), zālāju apsaimniekošanas modeļu izstrādē projektos “Integrēta plānošanas pieeja zālāju dzīvotspējai” (<http://vivagrass.eu>) un “Alternatīvas biomasas izmantošanas iespējas zālāju bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu uzturēšanai” (<http://grassservice.balticgrasslands.eu>). CICES klasifikācija izmantota arī šajā pētījumā meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumu identifikācijai un novērtēšanai. Pilns ekosistēmu pakalpojumu uzskaitījums atbilstoši CICES klasifikācijai pieejams [www.cices.eu](http://www.cices.eu). CICES klasifikācijas sistēma tiek periodiski uzlabota un papildināta, kopš 2018. gada sākuma spēkā ir CICES 5.1.versija.

Detalizēts pārskats par ekosistēmu pakalpojumu pieeju un izmantotajām klasifikācijas sistēmām iekļauts pētījumu programmas 2016.gada rezultātu pārskatā.

### 1.3.2. Pētījumā pielietotās metodes - matricas modeļa - īss raksturojums

Viena no populārākajām EP novērtēšanas tehnikām ir “matricas modelis” EP nodrošinājuma novērtējumam dažādām zemes seguma vai izmantošanas veida klasēm (Attēls 78). EP novērtējums, kas balstīts uz zemes izmantošanas veida klasēm, ir galvenokārt balstīts uz vairākiem datu avotiem, piemēram, statistikas datiem, modeļu rezultātiem, ekspertu zināšanām, interviju rezultātiem, monitoringa u.c. datiem. Novērtējumam tiek izmantotas salīdzināmas daļēji kvantitatīvas vienības, lai varētu veikt salīdzināšanu un analīzi visās EP un zemes izmantošanas veida klasēs (Jacobs *et al.*, 2015).

Modeļa matricas kolonnas raksturo EP klasi, bet rindas – ģeotelpiskās vienības. Attiecīgās telpiskās vienības spēja nodrošināt ekosistēmu pakalpojumus tiek izvērtēta katrā matricas šūnā jeb krustojumā. EP kapacitātes novērtējums sākas ar ekspertu hipotēžu izvirzīšanu. Nākamais solis ir hipotēžu testēšana, izmantojot datorizētu modeļu rezultātus, statistikas datus, padziļinātas intervijas un praktisku mērījumu datus. Rezultātā EP, kas kvantificējami gan fizikālās, gan sociālās vienībās, ir salīdzināmi (Jacobs *et al.*, 2015).



Attēls 78. Ekosistēmu pakalpojumu matricas modeļa shematisks koncepts (Jacobs et al., 2015)

Šī pētījuma ietvaros atsevišķu ekosistēmu pakalpojumu indikatoru izstrādes procesā iesaistīti nozares eksperti, izmantoti telpiski attiecināmi dati (*spatial proxy data*) un loģisko pieņēmumu modeļi par procesu savstarpējo saistību un cēloņsakarībām.

### 1.3.3. Ekosistēmu pakalpojumu kartēšana modeļteritorijās

Ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas soļi atspoguļoti 79.attēlā. Pētījuma otrajā etapā turpināta potenciāli izmantojamo ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas indikatoru izstrāde, kā arī veikta iepriekšējā etapā izstrādāto indikatoru un to skalu precizēšana (3.un 4.novērtēšanas solis, Attēls 79).



Attēls 79. Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas soļi

Atbilstoši CICES klasifikācijas 5.1. versijai pētījuma ietvaros identificētas 34 uz meža un saistītajām ekosistēmām attiecināmas ekosistēmu pakalpojumu klases (Tabula 15). Katrā EP klasē definēti vairāki potenciālie indikatoru, to mērvienības un norādīts potenciāli izmantojamais datu avots. Tiešās novērtēšanas indikatoru raksturo tieši iegūstamos ekosistēmu pakalpojumus (pārsvārā attiecināmi uz nodrošinājuma EP), bet netiešās novērtēšanas indikatoru raksturo apstākļus, kas ietekmē ekosistēmas funkcijas konkrēta EP sniegšanas kontekstā.

Tabula 15. Uz meža un saistītajām ekosistēmām attiecināmās ekosistēmu pakalpojumu klases un potenciāli izmantojamie indikatori

Ekosistēmu pakalpojumu kategorija (Ecosystem Services Section according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu klase (Ecosystem Services Class according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu kods (Ecosystem Services Code according CICES V5.1)	Potenciālie indikatori	Tiešās vai netiešās novērtēšanas indikators (T/N)	Mērvienība	Nepieciešamie dati
Nodrošinošie ekosistēmu pakalpojumi (biotiskie)	Savvaļas augi lietošanai uzturā	1.1.5.1	Sēņu raža	T	kg ha <sup>-1</sup> gadā	Mežaudžu dati
			Ogu raža	T	kg ha <sup>-1</sup> gadā	Mežaudžu dati
			Lazdu sastopamība riekstu ieguvei	N	Lazdu sastopamības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
			Ēdamu augu sastopamība	N	Ēdamu augu kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
			Nektāraugu sastopamība	N	Nektāraugu kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
	Savvaļas dzīvnieki lietošanai uzturā	1.1.6.1	Medijamo dzīvnieku medību platību kvalitāte*uzskaitīto dzīvnieku blīvums (pa sugām)	N	Bonitāte, korigēta ar dzīvnieku uzskaites datiem	Mežaudžu dati, dzīvnieku uzskaites dati
	Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)	1.1.5.2	Galvenajā cirtē iegūstamais kokmateriālu apjoms (izņemot malku un enerģētisko koksni)	T	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
			Starpcirtē iegūstamais kokmateriālu apjoms (izņemot malku un enerģētisko koksni)	T	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
			Dekoratīvo augu sastopamība	N	dekoratīvo augu kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
			Krāsu augu sastopamība	N	krāsu augu kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
			Kosmētikā izmantojamo augu sastopamība	N	Kosmētikā izmantojamo augu kumulatīvais nozīmības	Mežaudžu dati

Ekosistēmu pakalpojumu kategorija (Ecosystem Services Section according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu klase (Ecosystem Services Class according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu kods (Ecosystem Services Code according CICES V5.1)	Potenciālie indikatori	Tiesās vai netiesās novērtēšanas indikators (T/N)	Mērvienība	Nepieciešamie dati
					indekss konkrētā meža tipā	
			Ārstniecības augu sastopamība	N	Ārstniecības augu kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
			Ziemassvētku koku sastopamība	N	Ziemassvētku koku kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
	Šķiedras un citi materiāli no savvaļas dzīvniekiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)	1.1.6.2	legūstamais medijamo dzīvnieku zvērādu apjoms (atbilstoši medību limitam)	T	skaits konkrētā platībā	VMD dati
	Sēklas, sporas un citi augu materiāli, kas tiek izmantoti populācijas uzturēšanai vai izveidošanai	1.2.1.1	Ģenētisko resursu mežaudzes	T	Esamība konkrētā platībā	Meža inventarizācijas dati
	Savvaļas augu enerģijas ieguvei	1.1.5.3	Galvenajā cirtē iegūstamais enerģētiskās koksnes apjoms (malka un ciršanas atliekas)	T	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
			Starpcirtē iegūstamais enerģētiskās koksnes apjoms (malka un ciršanas atliekas)	T	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
Regulējošie ekosistēmu pakalpojumi (biotiskie)	Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu bioremediācija ar mikroorganismiem, algēm, augiem un dzīvniekiem	2.1.1.1	Fitoremediācija ar kokiem	N	Potenciāli sastopamo koku sugu, kuras ir piemērotas fitoremediācijai, kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati

Ekosistēmu pakalpojumu kategorija (Ecosystem Services Section according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu klase (Ecosystem Services Class according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu kods (Ecosystem Services Code according CICES V5.1)	Potenciālie indikatori	Tiesās vai netiesās novērtēšanas indikators (T/N)	Mērvienība	Nepieciešamie dati
			Fitoremediācija ar zemesdziedz augiem	N	Potenciāli sastopamo zemesdziedz augu sugu, kuras ir piemērotas fitoremediācijai, kumulatīvais nozīmības indekss konkrētā meža tipā	Mežaudžu dati
	Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu filtrācija, piesaiste un uzkrāšana ar mikroorganismiem, alģēm, augiem un dzīvniekiem	2.1.1.2	Atmosfērā esošo cieta daļiņu filtrācija ar veģetāciju	N	Atšķirīgu koku (augu) sugu īpatsvars	Mežaudžu dati
			Gāzveida atmosfēras piesārņotāju filtrācija ar veģetāciju	N	Atšķirīgu koku (augu) sugu īpatsvars	Mežaudžu dati
	Trokšņu mazināšana	2.1.2.2	Trokšņa mazināšanas potenciāls	N	Audzes kopējā biežība	Mežaudžu dati
	Erozijas kontrole	2.2.1.1	Ūdens erozijas draudu klase	N	Skaitlisks indikators	Mežaudžu dati Kartogrāfiskā informācija
			Vēja erozijas draudu klase	N	Skaitlisks indikators	Mežaudžu dati Kartogrāfiskā informācija
	Hidroloģiskā cikla un ūdens plūsmas regulācija (ieskaitot plūdu kontroli un krastu aizsardzību)	2.2.1.3	Ūdens saglabāšanas potenciāls	N	Skaitlisks indikators	Mežaudžu dati Kartogrāfiskā informācija
			Virszemes noteces apjoms	N	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> gadā	Hidroloģiskie dati
	Aizsardzība no vēja	2.2.1.4	Vēja bojājumu draudu klase	N	skaitlisks indikators	Kartogrāfiskā informācija, topogrāfiskie indeksi
	Apputeksnēšana	2.2.2.1	Apputeksnētāju sugu un indivīdu skaits	T	n ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu/biotopu dati
			Apputeksnētājiem piemērotu dzīvotņu skaits	N	n ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu/biotopu dati
			Nepārtrauktu ūdensteču (t.sk.grāvju) kopgarums	N	m ha <sup>-1</sup>	Kartogrāfiskā informācija
	Sēklu izplatīšana	2.2.2.2	Sēklu izplatītāju sugu un indivīdu skaits	T	n ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu/biotopu dati
	Kaitēkļu kontrole (ieskaitot invazīvo sugu)	2.2.3.1	Kaitēkļu apkarotājsugu populāciju (sugu)	T	n ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu/biotopu dati

Ekosistēmu pakalpojumu kategorija (Ecosystem Services Section according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu klase (Ecosystem Services Class according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu kods (Ecosystem Services Code according CICES V5.1)	Potenciālie indikatori	Tiesās vai netiesās novērtēšanas indikators (T/N)	Mērvienība	Nepieciešamie dati
			skaits			
			Kaitēkļu apkarotājsugām piemēroto dzīvotņu skaits	N	n ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu/biotopu dati
			Invasīvo un potenciāli invazīvo sugu un īpatņu skaits	N	n ha <sup>-1</sup>	Veģetācijas uzskaites dati
	Augsnes veidošanās procesi un to ietekme uz augsnes kvalitāti	2.2.4.1	K uzkrājums	T	kg ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
	Sadalīšanās un fiksācijas procesi un to ietekme uz augsnes kvalitāti	2.2.4.2	C/N attiecība	N	Skaitlisks indekss	Mežaudžu dati
			N uzkrājums	T	kg ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
			Vidējais O horizonta biezums attiecīgā meža tipā	T	cm	Mežaudžu dati
	Saldūdeņu ķīmiskā sastāva regulācija ar dzīvības procesiem	2.2.5.1	N savienojumu koncentrācija ūdensobjektos	T	mg L <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
			P savienojumu koncentrācija ūdensobjektos	T	mg L <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
			Bāzisko katjonu koncentrācija ūdensobjektos	T	mg L <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
			Suspendēto daļiņu koncentrācija ūdensobjektos	T	mg L <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
			Izšķīdušā skābekļa koncentrācija ūdensobjektos	T	mg L <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
			Izšķīdušā organiskā oglekļa koncentrācija ūdensobjektos	T	mg L <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
			Ūdens skābums ūdensobjektos	T	pH vērtība	Ūdens analīžu rezultāti
			Duļķainība	T	FNU	Ūdens analīžu rezultāti
			Elektrovadītspēja	N	μS cm <sup>-1</sup>	Ūdens analīžu rezultāti
Sālsūdeņu ķīmiskā sastāva regulācija ar dzīvības procesiem	2.2.5.2					
Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija	2.2.6.1	C piesaistes potenciāls	T	Skaitlisks indekss	Mežaudžu dati	
		Saražotā skābekļa apjoms	T	t ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati	



Ekosistēmu pakalpojumu kategorija (Ecosystem Services Section according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu klase (Ecosystem Services Class according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu kods (Ecosystem Services Code according CICES V5.1)	Potenciālie indikatori	Tiesās vai netiesās novērtēšanas indikators (T/N)	Mērvienība	Nepieciešamie dati
	Temperatūras un mitruma regulācija, ieskaitot ventilāciju un transpirāciju	2.2.6.2				
	Cits - piemērotas dzīvotnes un vairošanās vietas augiem un dzīvniekiem	2.3.X.X	Meža ekosistēmu tipu daudzveidība ainavas mērogā	N	Skaitlisks indekss	Mežaudžu dati
			Meža vecumklašu daudzveidība ainavas mērogā	N	Skaitlisks indekss	Mežaudžu dati
			Ekosistēmas saglabāšanās ilglaicības potenciāls	N	Gadi līdz ekosistēmas nomaiņai	Mežaudžu dati
			Aizsargājamo platību (dzīvotņu) īpatsvars konkrētā teritorijā	N	n ha-1 ha ha-1	Mežaudžu dati Kartogrāfiskā informācija
Regulējošie ekosistēmu pakalpojumi (abiotiskie)	Mediācija ar citiem ķīmiskiem un fizikāliem procesiem (piemēram, filtrācija, piesaistīšana, uzkrāšana, akumulēšana)	5.1.1.3	Vidējā toksisko smago metālu (Cd, Hg un Pb) piesaiste augsnes virskārtā	T	kg ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
			Vidējā toksisko smago metālu (Cd, Hg un Pb) piesaiste zemsegā	T	kg ha <sup>-1</sup>	Mežaudžu dati
Kultūras ekosistēmu pakalpojumi (biotiskie)	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu veselību veicinošas, atvērto vai prieku sniežošas aktivitātes, aktīvi mijiedarbojoties ar ekosistēmu	3.1.1.1	Platības piemērotība meža ekosistēmu izmantošanai brīvā laika aktivitātēm	T	Skaitlisks indekss	Mežaudžu dati un kartogrāfiskā informācija
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu veselību veicinošas, atvērto vai prieku sniežošas aktivitātes, vērojot vai pasīvi mijiedarbojoties ar ekosistēmu	3.1.1.2	Platības piemērotība mežam raksturīgo ainavu un tās komponentu vērošanai	T	Skaitlisks indekss	Mežaudžu dati un kartogrāfiskā informācija



Ekosistēmu pakalpojumu kategorija (Ecosystem Services Section according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu klase (Ecosystem Services Class according CICES V5.1)	Ekosistēmu pakalpojumu kods (Ecosystem Services Code according CICES V5.1)	Potenciālie indikatori	Tiesās vai netiešās novērtēšanas indikators (T/N)	Mērvienība	Nepieciešamie dati
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu zinātnisko izpēti vai tradicionālo ekoloģisko zināšanu radīšanu	3.1.2.1	ZI meži un zin.objekti citos mežos	T	ZI mežu platības īpatsvars teritorijā, zin.objektu skaits uz platības vienību	Zin.objektu reģistri
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu izglītošanu un apmācību	3.1.2.2	Izglītojošu objektu daudzums mežā	T	Skaits uz platības vienību	Informācija dažādos avotos
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas atspoguļo kultūras mantojuma vai vēsturiskā mantojuma aspektus	3.1.2.3	Vides elementu ar kultūrvēsturisku nozīmi daudzums mežā	T	Skaits uz platības vienību	Vēsturiskā informācija, kartogrāfiskais materiāls
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu estētiskas pieredzes iegūšanu	3.1.2.4	Dažādas koku sugas gleznās, mākslas darbos, skaņdarbos u.tml.	N	Skaitlisks indekss vai kvalitatīvs raksturojums	Informācija dažādos avotos
	Atsevišķi dzīvu sistēmu elementi, kam ir simboliska nozīme	3.2.1.1	Simbolisku elementu esamība platībā	N	Kvalitatīvs raksturojums	Informācija dažādos avotos
	Atsevišķi dzīvu sistēmu elementi, kam ir svēta vai reliģiska nozīme	3.2.1.2	Svētvietu skaits meža platībās	T	Skaits uz platības vienību	Vēsturiskā informācija, kartogrāfiskais materiāls
	Atsevišķi dzīvu sistēmu elementi, ko izmanto izklaidei vai reprezentācijai	3.2.1.3	Dažādu meža ekosistēmu atainojums nozīmīgākajās latviešu kinofilmās	N	Kvalitatīvs raksturojums	Informācija dažādos avotos
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums vai atsevišķas īpašības, kam piemīt pastāvēšanas vērtība	3.2.2.1				
	Dzīvu sistēmu iezīmju kopums vai atsevišķas īpašības, kam piemīt saglabāšanas vai novēlējuma vērtība	3.2.2.2				

2017. gadā turpināts darbs pie ekosistēmu pakalpojumu vērtējuma indikatoru izstrādes. Vairākiem indikatoriem izstrādāta otrā, uzlabotā versija, kā arī definēti vairāki jauni indikatori (Tabula 16). Abās modeļteritorijās visi indikatori pārrēķināti atbilstoši precizētajām robežām (skat.2.pielikumu).

Tabula 16. Potenciālie indikatori meža ekosistēmu nodrošinošo un regulējošo pakalpojumu sākotnējai kartēšanai

EP kategorija	EP klase	Indikatori	Mērvienība	Indikatora versija, izstrādes gads	Piezīmes
Nodrošinošie EP	Savvaļas augi lietošanai uzturā	Potenciālā brūkleņu raža	kg ha <sup>-1</sup> gadā	v2, 2017	Indikators korigēts ar nogabala pieejamības koeficientu
		Potenciālā melleņu raža	kg ha <sup>-1</sup> gadā	v2, 2017	Indikators korigēts ar nogabala pieejamības koeficientu
		Pārtikā izmantojamu augu sastopamība	Skaitlisks indekss	v1, 2017	
		Nektāraugu sastopamība	Skaitlisks indekss	v1, 2017	
	Savvaļas augi enerģijas ieguvei	Galvenajā cirtē potenciāli iegūstamās enerģētiskās koksnes apjoms (malka un ciršanas atliekas)	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	v1, 2016	Atbilstoši galvenās cirtes vecumam
	Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)	Galvenajā cirtē iegūstamās koksnes apjoms (izņemot enerģētisko koksni)	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	v1, 2016	Atbilstoši galvenās cirtes vecumam
		Ārstniecības augu sastopamība	Skaitlisks indekss	v1, 2017	
		Dekoratīvu augu sastopamība	Skaitlisks indekss	v1, 2017	
		Kosmētiskā izmantojamu augu sastopamība	Skaitlisks indekss	v1, 2017	
	Savvaļas dzīvnieki lietošanai uzturā	Medjamie dzīvnieki - platību piemērotība alnim	Medību platību bonitāte*uzskaitīto dzīvnieku blīvums	v2, 2017	
		Medjamie dzīvnieki - platību piemērotība staltbriedim	Medību platību bonitāte*uzskaitīto dzīvnieku blīvums	v2, 2017	
		Medjamie dzīvnieki - platību piemērotība stirnai	Medību platību bonitāte*uzskaitīto dzīvnieku blīvums	v2, 2017	

EP kategorija	EP klase	Indikatori	Mērvienība	Indikatora versija, izstrādes gads	Piezīmes
		Medijamie dzīvnieki - platību piemērotība mežacūkai	Medību platību bonitāte*uzskaitīto dzīvnieku blīvums	v2, 2017	
Regulējošie EP	Cits - piemērotas dzīvotnes un vairošanās vieta augiem un dzīvniekiem	Ekosistēmu (meža) tipu daudzveidība	Daudzveidības indeksi apvienotās telpiskās vienībās	v1, 2016	
		Ekosistēmas saglabāšanās ilglaicības potenciāls	Laiks līdz galvenajai cirtei	v1, 2016	
	Trokšņu mazināšana	Trokšņa mazināšanas potenciāls	Skaitlisks indekss	v1, 2016	
	Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu bioremediācija ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem	Koku veiktā fitoremediācija	Skaitlisks indekss	v1*, 2016	
		Zemsedzes augu veiktā fitoremediācija	Skaitlisks indekss	v1*, 2016	
	Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija	Mežaudzes saražotais skābekļa daudzums	t ha <sup>-1</sup>	v1, 2016	
		C piesaistes potenciāls	Skaitlisks indekss	v1, 2017	

\*Koriģēta vērtējuma skala

Katram indikatoram sastādīta individuālā novērtēšanas skala (relatīva skala no 0 līdz 5), izmantojot pieejamos datus no dažādiem avotiem - literatūru, pētījumu rezultātus, dažādu monitoringa programmu rezultātus, personisku komunikāciju ar jomas ekspertiem u.c (Tabula 17). Modeļteritorijās indikatori vērtēti telpisko vienību dalījuma līmenī: zemes lietošanas veids, kur tas iespējams, dalot sīkāk. Meža zemes kategorijām 10 (mežaudze) un 14 (izcirtums) sīkākā dalījuma vienība, kam piešķirta individuāla ekosistēmu pakalpojuma nodrošinājuma vērtība, ir meža nogabals.

Tabula 17. Ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma relatīvā skala atsevišķam indikatoram

Skala	Paskaidrojums
0	EP netiek sniegts
1	EP ļoti zema vērtība
2	EP zema vērtība
3	EP vidēja vērtība
4	EP augsta vērtība
5	EP ļoti augsta vērtība

Šī etapa pārskatā iekļauts to indikatoru apraksts, kuri izstrādāti no jauna (v1, 2017), precizēti (v2, 2017) vai kuriem ir precizētas vērtēšanas skalas (v1\*, 2016). Pārējo indikatoru skalas atrodamas pētījumu programmas 2016. gada etapa pārskatā.

### Potenciālā ogu raža

Indikatori attiecināmi uz EP klasi "Savvaļas augi lietošanai uzturā". Divām visvairāk izmantotajām savvaļas ogu sugām Latvijā – mellenēm un brūklenēm – potenciālā raža aprēķināta, izmantojot J. Doņa (2013) izstrādātos vienādojumi ogulāju projektīvā seguma aprēķinam un ogu bioloģiskajai ražai atkarībā no audžu projektīvā seguma. Indikatoru otrajā versijā aprēķinātās ogu ražas tiek koriģētas ar pieejamību (attālumu no ceļa). Līdz 300 m attālumā no ceļa tiek pieņemts, ka potenciāli pieejami ir 100% ogu ražas, līdz 600 m – 80%, bet tālāk – 60%. Pieejamības koeficienti patlaban ir pieņemti, balstoties uz pašu pētnieku pieredzi, un tos ir paredzēts koriģēt. Informācija korekcijai tiks iegūta, modeļteritorijās aptaujājot ogotājus par attālumu, kādā tie no ceļa dodas lasīt ogas. EP vērtība atbilstoši šiem indikatoriem modeļteritorijās tiek rēķināta mežaudzēm (meža zemes kategorija 10). Ogu ražas aprēķinu metodika un skala – 2016. gada etapa rezultātu pārskatā.

### Pārtikā izmantojamu augu sastopamība (izņemot ogas un riekstus)

Indikators attiecināms uz EP klasi "Savvaļas augi lietošanai uzturā". Indikators izstrādāts, balstoties uz literatūras datiem par pārtikā izmantojamu augu sugām (Straupe, nepubl.materiāls), to sastopamību un sastopamības biežumu izcirtumā un mežaudzē konkrētajā meža tipā. Vispirms, balstoties uz meža tipu aprakstiem dažādos avotos (Bušs, 1981; Indriksons, 2014;), izveidots potenciāli biežāk sastopamo augu sugu saraksts katram meža tipam. Augiem piešķirts nozīmības indekss, kas atkarīgs no attiecīgā auga pielietojuma iespējām konkrētam mērķim, šajā gadījumā lietošanas iespējām pārtikā (0 – nav pielietojams; 1 – ir pielietojams), un sastopamības biežuma konkrētā meža tipā (3 – bieži/daudz; 2 – reizēm; 3 – reti). Katra auga nozīmības indeksu iegūst kā tā pielietojamības un sastopamības biežuma reizinājumu, bet kumulatīvo nozīmības indeksa vērtību meža tipam iegūst, summējot konkrētā meža tipā potenciāli sastopamo augu nozīmības indeksus.

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
1	6-17 (Sl, Gs, Mrs, Pv, Av, Am, Kv, Km)
2	18-28 (Mr, Dms, Vrs, Nd, Db, Ks)
3	29-39 (Ln, Dm, Vr, Lk, As)
4	40-50 (Grs, Ap, Kp)
5	50 un vairāk (Gr)

### Nektāraugu sastopamība

Indikators attiecināms uz EP klasi "Savvaļas augi lietošanai uzturā". Indikators izstrādāts, balstoties uz literatūras datiem par nektāraugu sugām (Straupe, nepubl.materiāls), to sastopamību un sastopamības biežumu izcirtumā un mežaudzē konkrētajā meža tipā. Vispirms, balstoties uz meža tipu aprakstiem dažādos avotos (Bušs, 1981; Indriksons, 2014;), izveidots potenciāli biežāk sastopamo augu sugu saraksts katram meža tipam. Augiem piešķirts nozīmības indekss, kas atkarīgs no attiecīgā auga pielietojuma iespējām konkrētam mērķim, šajā gadījumā nektāra iegūšanai (0 – nav pielietojams; 1 – ir pielietojams), un sastopamības biežuma konkrētā meža tipā (3 – bieži/daudz; 2 – reizēm; 3 – reti). Katra auga nozīmības indeksu iegūst kā tā pielietojamības un sastopamības biežuma reizinājumu, bet kumulatīvo nozīmības indeksa vērtību meža tipam iegūst, summējot konkrētā meža tipā potenciāli sastopamo augu nozīmības indeksus.

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
1	3-7 (Sl, Gs, Mrs, Pv, Nd, Av)
2	8-12 (Kv)
3	13-18 (Mr, Ln, Vrs, Grs, Db, Am, As, Km, Ks)
4	19-23 (Dm, Vr, Dms, Ap)
5	24 un vairāk (Gr, Lk, Kp)

#### Ārstniecības augu sastopamība

Indikators attiecināms uz EP klasi “Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)”. Indikators izstrādāts, balstoties uz literatūras datiem par nektāraugu sugām (Straupe, nepubl.materiāls), to sastopamību un sastopamības biežumu izcirtumā un mežaudzē konkrētajā meža tipā. Vispirms, balstoties uz meža tipu aprakstiem dažādos avotos (Bušs, 1981; Indriksons, 2014;), izveidots potenciāli biežāk sastopamo augu sugu saraksts katram meža tipam. Augiem piešķirts nozīmības indekss, kas atkarīgs no attiecīgā auga pielietojuma iespējām konkrētam mērķim, šajā gadījumā ārstnieciskiem mērķiem (0 – nav pielietojams; 1 – ir pielietojams), un sastopamības biežuma konkrētā meža tipā (3 – bieži/daudz; 2 – reizēm; 3 – reti). Katra auga nozīmības indeksu iegūst kā tā pielietojamības un sastopamības biežuma reizinājumu, bet kumulatīvo nozīmības indeksa vērtību meža tipam iegūst, summējot konkrētā meža tipā potenciāli sastopamo augu nozīmības indeksus.

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
1	19-40 (Gs, Mrs, Pv, Av, Am, Kv)
2	41-61 (Sl, Dms, Nd, Km)
3	62-83 (Mr, Vrs, Db, As, Ks)
4	84-103 (Ln, Grs, Lk, Ap)
5	104 un vairāk (Dm, Vr, Gr, Kp)

#### Dekoratīvo augu sastopamība

Indikators attiecināms uz EP klasi “Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)”. Indikators izstrādāts, balstoties uz literatūras datiem par nektāraugu sugām (Straupe, nepubl.materiāls), to sastopamību un sastopamības biežumu izcirtumā un mežaudzē konkrētajā meža tipā. Vispirms, balstoties uz meža tipu aprakstiem dažādos avotos (Bušs, 1981; Indriksons, 2014;), izveidots potenciāli biežāk sastopamo augu sugu saraksts katram meža tipam. Augiem piešķirts nozīmības indekss, kas atkarīgs no attiecīgā auga pielietojuma iespējām konkrētam mērķim, šajā gadījumā dekoratīviem mērķiem (0 – nav pielietojams; 1 – ir pielietojams), un sastopamības biežuma konkrētā meža tipā (3 – bieži/daudz; 2 – reizēm; 3 – reti). Katra auga nozīmības indeksu iegūst kā tā pielietojamības un sastopamības biežuma reizinājumu, bet kumulatīvo nozīmības indeksa vērtību meža tipam iegūst, summējot konkrētā meža tipā potenciāli sastopamo augu nozīmības indeksus.

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
1	16-24 (Gs, Mrs, Pv, Nd, Av, Am, Kv, Km)

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
2	25-33 (Dms, Vrs, Db, Ks)
3	34-42 (Sl, Grs, Lk, As, Kp)
4	43-50 (Ap)
5	51 un vairāk (Ln, Dm, Vr, Gr)

#### Platību piemērotība medijamajiem dzīvniekiem

Indikators attiecināms uz EP klasi "Savvaļas dzīvnieki lietošanai uzturā". 2016. gada pētījuma etapā izstrādātais indikators – medību platību bonitāte – koriģēts ar aktuālajiem datiem par medijamo dzīvnieku blīvumu (dzīvnieku skaits uz 1000 ha) katrā medību iecirknī. Dati par aļņu, staltbriedzi, stirnu un mežacūku blīvumu iegūti no Valsts meža dienesta. EP novērtējuma skalas atbilstoši blīvumam izstrādātas, izmantojot četru gadu datus: 2013./2014., 2014./2015., 2015./2016. un 2016./2017.gada sezona. Šo indikatoru skalas ir periodiski jāpārskata un jāaktualizē, ņemot vērā reālo situāciju dzīvnieku populāciju stāvoklī ilgtermiņā. Bonitātes korekcija ar uzskaitīto dzīvnieku blīvumu tiek veikta telpisko datu apstrādes programmā ĢIS datos.

EP vērtība	Dzīvnieku blīvums uz 1000 km			
	Alnis	Staltbriedis	Stirna	Mežacūka
1	līdz 4	līdz 19.8	līdz 14.6	līdz 17
2	4.1-8	19.9-39.6	14.7-29.2	17.1-34
3	8.1-12	39.7-59.4	29.3-43.8	34.1-51
4	12.1-16	59.5-79.2	43.9-58.4	51.1-68
5	vairāk par 16	vairāk par 79.2	vairāk par 58.4	vairāk par 68

#### Kosmētiskā izmantojamu augu sastopamība

Indikators attiecināms uz EP klasi "Šķiedras un citi materiāli no savvaļas augiem tiešai izmantošanai vai pārstrādei (neskaitot ģenētisko materiālu)". Indikators izstrādāts, balstoties uz literatūras datiem par nektāraugu sugām (Straupe, nepubl.materiāls), to sastopamību un sastopamības biežumu izcirtumā un mežaudzē konkrētajā meža tipā. Vispirms, balstoties uz meža tipu aprakstiem dažādos avotos (Bušs, 1981; Indriksons, 2014;), izveidots potenciāli biežāk sastopamo augu sugu saraksts katram meža tipam. Augiem piešķirts nozīmības indekss, kas atkarīgs no attiecīgā auga pielietojuma iespējām konkrētam mērķim, šajā gadījumā kosmētiskiem mērķiem (0 – nav pielietojams; 1 – ir pielietojams), un sastopamības biežuma konkrētā meža tipā (3 – bieži/daudz; 2 – reizēm; 3 – reti). Katra auga nozīmības indeksu iegūst kā tā pielietojamības un sastopamības biežuma reizinājumu, bet kumulatīvo nozīmības indeksa vērtību meža tipam iegūst, summējot konkrētā meža tipā potenciāli sastopamo augu nozīmības indeksus.

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
1	5-6 (Sl, Gs, Av)
2	7-8 (Mrs, Pv, Nd, Kv)
3	9-10 (Mr, Ln, Dm, Vr, Vrs, Grs, Db, Lk, Km)
4	11-12 (Dms, Am, As, Ap, Ks, Kp)

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi
5	13 un vairāk (Gr)

#### Fitoremediācija ar augiem

Indikatori attiecināmi uz EP klasi “Antropogēnas izcelsmes atkritumu un toksisku vielu bioremediācija ar mikroorganismiem, aļģēm, augiem un dzīvniekiem”.

Izstrādāti divi indikatori: 1) koku sugu, kuras ir piemērotas fitoremediācijai, kumulatīvais nozīmības indekss attiecīgā meža tipā; 2) citu augu sugu, kuri ir piemēroti fitoremediācijai, kumulatīvais nozīmības indekss attiecīgā meža tipā. Pamatojums un metodika – 2016. gada etapa rezultātu pārskatā.

EP vērtība	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi - koki	Kumulatīvais augu nozīmības indekss meža tipa ietvaros un atbilstošie meža tipi – zemsedzes augi
1	2 (Grs, Lk, Kp)	3 (Sl)
2	3-4 (Gs, Vrs, Db, Ap)	4
3	5-6 (Sl, Vr, Gr, Mrs, Pv, Av, As, Km)	5 (Lk)
4	7-8 (Mr, Ln, Dm, Dms, Nd, Kv)	6 (Mr)
5	9 (Am, Ks)	7 un vairāk (Db)

#### Oglekļa uzkrājums dzīvajā koku biomasā

Indikators attiecināms uz EP klasi “Atmosfēras un okeāna ķīmiskā sastāva regulācija”. Indikatora izstrādei izmantoti pielāgoti IPCC 2006. gada metodikas aprēķini, ņemot vērā koku dzīvās biomasas oglekļa uzkrājumu konkrētā nogabalā (Gancone u.c., 2017). Aprēķinos izmantoti dati par kopējo krāju nogabalā, valdošo sugu un oglekļa ķīmisko saturu dažādos koku biomasas elementos (vainagā, stumbrā, saknēs). Koeficientu vērtības, kuras nosaka oglekļa saturu, aprēķinos atkarīgas no nogabala valdošās koku sugas. Indikatora aprēķinos un kartēšanā tiek pieņemts, ka aprēķinus veic tikai mežaudzēs (zemes kategorija 10).

EP vērtība	Oglekļa uzkrājums, t C ha <sup>-1</sup>
1	0-40
2	41-80
3	81-120
4	121-140
5	>160

#### 1.3.4. Kultūras ekosistēmu pakalpojumi un tos raksturojošo indikatoru izstrāde

Vēsturiski dažādas ideoloģijas ir atspoguļojušas un veidojušas cilvēku attieksmi un rīcību attiecībā uz dabisko vidi, piemēram, cilvēki kā dabas valdnieki, kā dabas sniegto labumu saņēmēji, kā dabas pārvaldnieki u.c. Ekosistēmu pakalpojumu (EP) ietvars ir kļuvis par formālu pieeju, lai aprakstītu un klasificētu attiecības starp ekosistēmām un sabiedrību.

Kultūras EP tiek definēti kā nemateriālie labumi, ko cilvēki iegūst no ekosistēmām, piemēram, kultūras daudzveidība un kultūras mantojuma vērtības, garīgās un reliģiskās vērtības, zināšanu sistēmas, izglītojošas vērtības, iedvesma, estētiskās vērtības, sociālās attiecības, piederības un identitātes sajūta, rekreācija un ekoturisms (Daniel et al., 2012). Cilvēku saimniekošanas izvēles ietekmē kultūras ekosistēmu pakalpojumu sniegto apjomu, kvalitāti un veidu, tomēr, lai izmantotu šos pakalpojumus, kas ir pieejami visai sabiedrībai, neatkarīgi no sabiedrības grupas interesēm, cilvēkam ir jāsniedz pretī tāda saimnieciskā

darbība, kas saglabā ekosistēmu funkcijas un nodrošina ekosistēmu pakalpojumu pieejamību nākamajām paaudzēm. Kultūras EP sniedz ieguldījumu personības izaugsmē, vairo zināšanas un estētisko baudījumu. Izmantojot dabas resursus, cilvēks pakāpeniski uzkrāj zināšanas par dabu, kas turpmāk tiek izmantota gan tehniskos risinājumos, lai uzlabotu dzīves kvalitāti, gan estētiskos nolūkos. Fizikāliem, emocionāliem un garīgiem labumiem, ko rada kultūras EP, bieži vien ir emocionāls un intuitīvs raksturs, kas tiek netieši izteikts caur netiešām izpausmēm (Milcu et al., 2013). Lai arī dažas kultūras vērtības ir netieši atkarīgas no ekosistēmu funkcijām (piemēram, vēsturiskām celtnēm, gleznām un reliģiskām relikvijām), kultūras pakalpojumiem, tāpat kā visiem citiem EP, ir jādemonstrē būtiskas attiecības starp ekosistēmu struktūrām un funkcijām, kas izteiktas biofizikālās dimensijās, un cilvēku vajadzību un vēlmju apmierinājumu, kas izteikts caur medicīniskām, psiholoģiskām un sociālām iezīmēm (Daniel et al., 2012). Kultūras EP ir ne tikai savstarpēji cieši saistīti, bet bieži saistīti arī ar nodrošinošiem un regulējošiem EP (<http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/cultural-services/en/>).

Vērtība, kas tiek piešķirta kultūras EP, ir atkarīga no to ieguldījuma labklājībā pēc individuāla un kultūras definēta novērtējuma (Milcu et al., 2013). Praksē kultūras EP bieži tiek iekļauti tieši neizmantojamo vērtību kategorijā, tiek slikti kvantificēti, un vērojams zems to integrācijas līmenis pārvaldības plānos. Lai arī kultūras EP augstu novērtē ieinteresētās puses un sabiedrība kopumā, nereti politikas veidotāji kultūras EP ziedo ekonomisko un ekoloģisko mērķu vārdā (Milcu et al., 2013). Tomēr svarīgi saprast, ka daudzās situācijās kultūras EP piemīt vienas no vissvarīgākajām vērtībām, kas cilvēkiem asociējas ar dabu kopumā. Līdz ar to projekta ietvaros nozīmīgi ir izprast arī kultūras EP, ko sniedz meža ekosistēmas, jo īpaši, ņemot vērā vēsturiski izveidojušos emocionālo uztveri un sasaisti ar meža ekosistēmām un to sniegtajiem pakalpojumiem boreālajā un hemiboreālajā reģionā (<http://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/background/cultural-services/en/>).

Atbilstoši CICES klasifikācijai, pētījumā ir identificētas 11 uz mežu un saistītajām ekosistēmām attiecināmas ekosistēmu pakalpojumu klases (Tabula 15).

#### *Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu veselību veicinošas, atvērto vai patīku sniežošanas aktivitātes, aktīvi mijiedarbojoties ar ekosistēmu*

Meža ekosistēmas ir piemērotas ļoti daudziem aktīvās atpūtas veidiem. Katrs cilvēks, atkarībā no savām vēlmēm un iespējām, var izvēlēties sev atbilstošu aktivitāti, tieši izmantojot dažādos meža vides apstākļus. Piemēram, ģimenes izvēlas mierīgu pastaigu dabas takās vai parkos, kas atrodas meža vidē vai tieša tā tuvumā. Cilvēki un sabiedrības grupas, kas vēlas attīstīt un uzlabot savu fizisko formu, pilnveidot zināšanas un gūt jaunus iespaidus, izvēlas aktīvu atpūtu, piemēram, dažādas sarežģītības pārgājienus, medības vai orientēšanos mežā. Aktīvajai atpūtai mežā ir pietiekami augsta popularitāte un noturīgas tradīcijas, ik gadus tiek organizēti arī dažādi publiski sporta pasākumi, piemēram, orientēšanās sacensības, taku skrējieni u.c. Sīkāka Latvijas iedzīvotāju rekreācijas preferenču analīze sniegta 4.1.nodaļā.

Turpmākai izstrādei tiek piedāvāti trīs indikatori.

Platības piemērotība medībām. Kombinēts indikators: 1) Ir/nav medību platība – izslēdzošs indikators; 2) Pieejamība – ceļa kopgarums uz platības vienību, grāvju tīkla blīvums, sauso mežu īpatsvars, jaunaudžu īpatsvars; 3) specializētās medību infrastruktūras esamība – kvalitatīvs vērtējums (ļoti maz, maz, vidēji, daudz, ļoti daudz); 4) īpašuma formu sadrumstalotība; 5) medijamo dzīvnieku esamība – dzīvnieku uzskaites rezultāti.

Platības piemērotība aktīvās atpūtas veidiem, ko veic uz ceļiem (piem., skriešana, riteņbraukšana). Kombinēts indikators 1) pieejamība – attālums no apdzīvotas vietas (pilsētas), attālums no galvenajiem, reģionālajiem ceļiem/ceļiem ar cietu segumu; 2) ceļu tīkls – ceļu kopgarums uz platības vienību; 3) specializētas infrastruktūras un apskates objektu esamība (SNV skaits uz platības vienību)



Platības piemērotība aktīvās atpūtas veidiem, ko veic bezceļa apstākļos un nepieciešama piekļuve teritorijai (piem., orientēšanās). Kombinēts indikators 1) pieejamība – attālums no apdzīvotas vietas; 2) specializētas infrastruktūras un apskates objektu esamība (sabiedrībai nozīmīgu vietu (SNV) skaits uz platības vienību)

*Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu veselību veicinošas, atveseļojošas vai patīku sniedzošas aktivitātes, vērojot vai pasīvi mijiedarbojoties ar ekosistēmu*

Pasīva mijiedarbība ar meža ekosistēmu var notikt apzināti (piemēram, dodoties dabā ar mērķi vērot kādu konkrētu sugu grupu – putnu vērošana) vai neapzināti (vienkārši atrodoties meža vidē). Raugoties uz vizuāli pievilcīgu ainavu vai tikai ieklausoties meža skaņās, cilvēks gūst materiāli nenovērtējamu ieguvumu sev. Būšanai dabā ir atveseļojoša un nomierinoša ietekme. Meža ainava ir mainīga atkarībā no laikapstākļiem un gadalaika, tai ir noteiktas raksturīgas pazīmes, taču tās nav vienveidīgas. Līdz ar to netiešā mijiedarbība, kas var notikt cauru gadu, katrā atsevišķā reizē ir neatkārtojama, jo meža ainava nepārtraukti mainās.

Vērojot meža ainavas (skatus) dažādos laikapstākļos un gadalaikos, tiek uztvertas arī krāsu paletes nemitīgās izmaiņas, ko piedāvā mežs. Gadalaikiem Latvijas teritorijā ir sev raksturīgās iezīmes un krāsu tonalitātes, bet dominējošā cauru gadu ir zaļā. Zaļā krāsa pēc sava rakstura ir neitrāla. Tā harmonizējoši un nomierinoši iedarbojas uz cilvēku psihi. Pastaiga mežā vai tā tiešā tuvumā, ieklausoties dabas skaņās, atbrīvo domas un dod emocionālu stabilitātes sajūtu. Attiecīgi pasīvai mijiedarbībai ar meža ekosistēmām piemīt arī krāsu un skaņu terapijas iezīmes.

Turpmākai izstrādei tiek piedāvāts viens indikators.

Platības piemērotība mežam raksturīgo ainavu un tās komponentu vērošanai. Kombinēts indikators: 1) Pieejamība – ceļa kopgarums uz platības vienību (1-3); 2) meža ekosistēmu tipu daudzveidība ainavas mērogā – ekosistēmu tipu daudzveidības indekss, v1, 2016; 3) infrastruktūra - lineāro elementu kopgarums uz platības vienību (stiga, ugunsjosla, grāvis) – ceļiem perpendikulāri lineārie elementi, tueklāt labi uzturēti, palielina iespējas ieraudzīt meža ekosistēmai raksturīgos faunas pārstāvjus. Skatu torņa esamība paaugstina EP vērtējumu par vienu balli.

*Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu zinātnisko izpēti vai tradicionālo ekoloģisko zināšanu radīšanu.*

Dabas un ekosistēmu izpēte ir ļoti nozīmīgs process, un, tā kā Latvijā lielāko daļu sauszemes aizņem meža ekosistēmas, tad loģiski, ka tieši tās ir nozīmīgs izpētes objekts. Latvijas specifika ir tā, ka daļa no meža teritorijas ir specifiski paredzēta zinātniskajai izpētei, pētījumu rezultātu demonstrācijai un studentu apmācībai. Arī ārpus Zinātniskās izpētes mežu robežām ir ierīkots visai liels skaits pētījumu objektu gan valstij piederošajos saimnieciskajos mežos, gan citu apsaimniekotāju apsaimniekotajās meža ekosistēmās.

Tiek piedāvāti divi indikatori.

Zinātniskās izpētes mežu īpatsvars platībā un reprezentativitāte.

Zinātniskās izpētes objektu (ārpus zinātniskās izpētes mežiem) skaits (platības īpatsvars, reprezentativitāte) platībā.

EP klasē “Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu izglītošanu un apmācību” tiek piedāvāts sekojošs indikators.

Izziņas un/vai izglītības objektu skaits platībā.

### *Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas atspoguļo kultūras mantojuma vai vēsturiskā mantojuma aspektus*

Šajā EP klasē ietilpst tādi ekosistēmu pakalpojumi kā kultūras identitātes un kultūrvēsturiskā mantojuma nozīme.

Kultūras identitātes nozīme aplūko cilvēka radītās kultūras un vides mijiedarbību, uzskatot, ka kultūras elementu, formu un procesu daudzveidību ietekmē fiziskā vide, ainava, dabas apstākļu kopums. Kultūras identitāte nav skatāma atrauti no vietējo zināšanu sistēmām un valodas, visās tās izpausmēs.

Kultūrvēsturiskā mantojuma nozīme ir pagātnē notikušās kultūras modifikācijas vērtība, kas saglabājusies. Kā vēsturiskā laikmeta liecība tā var attiekties uz zemes izmantošanas praksēm, kas var tik turpinātas vai saglabātas to unikālā rakstura vai elementu dēļ. Šis ir attiecināms arī uz meža apsaimniekošanas praksi, kas atšķirīgos laika posmos var būt atšķirīga (kāda laika periodā dominējošās apsaimniekošanas sistēmas, koku sugas utml.). Šajā kategorijā ieskaitāmi arī dažādi vietvārdi.

#### **Zalvītes modeļteritorijas piemērs**

Zalvītes modeļteritorijai kultūras pakalpojumu nozīme, atskaitot tūrisma un rekreācijas un ainavas estētikas nozīmi, piemīt arī kultūrvēsturiskā mantojuma nozīmē, kas ir vēsturiski specifiska lielu, senu meža masīvu teritorijām. Šeit jāpiemin vismaz šādi skatījumi:

1) **Saimniekošanas ilgums meža zemē un ilglaicīgā meža platība.** Neizslēdzot iespēju, ka lokāli notikusi zemes lietojumu maiņa, kam pašai par sevi var piemist ar kultūras identitāti un mantojumu saistīta nozīme, dominējošais lietojums šeit lielā teritorijā ir bijis mežs, daždās šī vārda nozīmēs. (Arī 19.gs zemju plānos *Forst* (dižmeži) tika nodalīti atsevišķi no *Buschland* (atmatas), kaut gan ne vienmēr to fiziskā stāvokļa dēļ, piemēram, apauguma pakāpes, koku augstuma u.tml. pazīmju dēļ abi lietojumi atšķīrās.)

Lieli seno meža masīvi kļūst par ainavas telpas vienībām, kuros, no vienas puses, spēcīgi izteikta ir dabas procesu klātbūtne, bet tajā pašā laikā noris mainīga un daudzveidīga saimnieciskā un dzīvesdarbība. Dati par lokālām darbībām retrospektīvā griezumā, jo īpaši pirms 20.gs., ir fragmentāri pieejami, tomēr Zalvītes gadījumā kartogrāfiskie materiāli (2-verstu karte, LR topogrāfiskā karte M 1:75000 u.c.) liecina par meža nepārtrauktību lielākajā teritorijas daļā. Vienlaikus jānošķir upju, strautu krasti, kur daudzviet atrodas vēsturiskās "tālo pļavu" teritorijas. Senās meža zemes funkcija meža masīviem akcentē to vēsturisko veidošanās procesu. Lai runātu par īpašu šīs funkcijas nozīmi, ir jāveic detāls pētījums, kurā skatītos gan uz vēsturiski saglabātiem elementiem, gan dažādu laiku saimnieciskās darbībām, piemēram, dažādu laiku sējumiem, stādījumiem, teritorijām, kurās redzami daudzveidīgi saimniekošanas paņēmieni utml.

2) **Kultivētie areāli senajās meža zemēs.** Lielajiem meža masīviem raksturīgas ir "meža salas" - iekoptas, ilgstoši pastāvējušas saimniecības, nereti veidotas kā pusmuižas vai kroņa muižu mežniecības. Zalvītes gadījumā tas ir Lielzalves Meža mežniecības centrs. Vecas ēkas, ēku drupas un augājs, īpaši lielie lapu koki ir vizuāli atšķirīgs elements meža ainavā, kas piešķir papildus nozīmi.

3) **Lineārie elementi, kas reprezentē seno lietojumu.** Līdzīgi kā meža masīvi, arī galveno vēsturisko ceļu tīklojums atrodams vēsturiskajās kartēs. Piemēram, ceļš no Zalves muižas uz Lielzalves mežniecību attēlots teju visās 18.un19.gs. lielmēroga kartēs. Uzmanība būtu jāpievērš ceļa malas teritorijām, kur, iespējams, atrodami vēsturiski elementi. Sava nozīme ir arī vietvārdiem. Papildus ceļiem būtu atzīmējami arī senie lineārie elementi - susināšanas grāvīši.

### *Dzīvu sistēmu iezīmju kopums, kas padara iespējamu estētiskas pieredzes iegūšanu*

Šī EP klase ir klasificējama sīkāk, piemēram, iedvesmojošā nozīme, kad ainavas tēla veidošanās cilvēka apziņā var kalpot kā iedvesmas avots kultūras liecību radīšanā vai tā būtu tautas mutvārdu daiļrade vai klasiskās glezniecības paraugi. Meža ekosistēmu estētiskā nozīme uzskatāmi parādās dažādās mākslas nozarēs: glezniecībā, lietišķajā mākslā, fotomākslā, arī mūzikā. Atsevišķi jānošķir ainavas pieredzēšanas nozīme, kurā estētiskais ainavu novērtējums ir galvenais vadmotīvs, taču nesaistās tikai un vienīgi ar redzi kā noteicošo cilvēka maņu.

Detalizētāku priekšstatu par šīs ekosistēmu pakalpojumu klases nozīmi iespējams gūt, piemēram, sīkāk analizējot dažādu meža ekosistēmu/koku sugu atainojumu mākslas darbos un literatūrā.

### *Atsevišķi dzīvu sistēmu elementi, kam ir simboliska nozīme*

Atsauces uz meža ekosistēmu elementiem (kokiem, augiem, dzīvniekiem) atrodamas dažādās simbolu sistēmās, piemēram, ornamentos (piem., Austras koks), tautasdziesmās (piem., koki kā simboli), tautas pasakās (piem., meža dzīvnieku personifikācijas), teikās, tradīcijās (piem., meža dzīvnieku maskas), ticējumos u.c. Simboliska nozīme piemīt arī dižkokiem. Arī mežkopības tradīcijās nereti tikuši saudzēti tieši ozoli, pat lielākā mērā, kā to nosaka tīri praktiski apsvērumi par kuģu būvi viduslaikos, kā arī kokaudžu atjaunošanas, barība putniem un zvēriem utml.

### *Atsevišķi dzīvu sistēmu elementi, kam ir svēta vai reliģiska nozīme*

Koku kults bija pazīstams visā Eiropā. Anglijā bija svētie ozolu meži. Īrijā tika pielūgti oši un īves. Skandināvu mitoloģijā svēti bija oši, tos necirta, lai kā būtu vajadzīga malka un būvmateriāli. Vēsturiskajos materiālos ir atrodamas liecības par svētajiem kokiem un svētajām birzīm Latvijas teritorijā. Atbilstoši Saliņa (2002) paustajam, "senlatviešu pirmatnējā reliģija ir dzimusi mežā, mežs viņiem bija svētuma pirmcēlonis un dievības sākums. Šie pirmatnējās reliģijas ticējumi saglabājušies tādā vai citā pakāpē līdz mūsdienām. Par to visu bagātīgas ziņas sniedz Latvijas etnogrāfija un folklorā. No pirmatnējās reliģijas veidojās tradīcija atzīmēt svarīgus notikumus cilvēka un sabiedrības dzīvē, stādot kokus vai birzis." Ir pieejamas ziņas par aptuveni 40 svētmežiem un svētbirzīm Latvijas teritorijā, no kurām lielākā daļa atrodas Kurzemē un Vidzemes ziemeļu daļā.

### *Atsevišķi dzīvu sistēmu elementi, ko izmanto izklaidei vai reprezentācijai*

Mežs tuvumā un tālumā Latvijā ir viena no pierastākajām ikdienas ainavām, ko piedzīvo cilvēks. Tāpēc tam ir būtiska nozīme izklaides un kultūras industrijas sfērā. Piemēram, meža elementi vai to kopums var tikt izmantoti reklāmās, nepieciešamo informāciju nododot patērētājiem. Pateicoties meža ekosistēmu daudzveidībai, ainavas raksta īpatnībām un tā izmaiņām, kā arī vispāratzītājam dabas vērtībām, sabiedrībai ir vieglāk uztvert organizācijas sniegto informāciju. Raksturīgās ekosistēmas un to elementi tiek izmantoti arī, piemēram, kinofilmās. Tāpat jāpiemin arvien populārākā emuāru – blogu – veidošana tiešsaistē. Daļā no tiem tiek izmantoti foto un videomateriāli, kas ataino meža ekosistēmas. Jāatzīmē, ka meža ekosistēmas elementus ir teju neiespējami pilnībā "izcelt" un nošķirt no kopējā konteksta, tāpēc iespējams speciāli saglabāt (nepasakot visu) un ar dažādiem izteiksmes līdzekļiem ilustrēt noteiktu to noslēpuma pakāpi. Atvasinot meža elementu svēto un dziļi sakrālo jēgu, iespējama cilvēku uzrunājoša simbolu, kā arī simboliskas nozīmes piešķiršana šķietami ierastiem meža elementiem.

#### 1.3.5. Ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas modeļu īss apskats

Nemot vērā ekosistēmu pakalpojumu pieejas plašo popularitāti, ir izveidots samērā liels skaits brīvpiekļuves programmu dažādu ekosistēmu pakalpojumu grupu vērtēšanai. Apakšnodaļā aplūkoti populārākie no tiem, izvērtējot iespējas tos izmantot EP vērtēšanā šī pētījuma modelīteritorijās.

#### *InVest*

##### Oglekļa uzkrājuma un piesaistes modelēšana

Nepieciešami dati par zemes lietojuma klasēm rastra formā (piemēram, Latvijas vai Zalvītes mērogā). Katrai šūnai savs zemes lietojuma kods (LULC jeb land use/land cover), kā arī Excel datne ar oglekļa satura aprēķinu katrai LULC klasei (četri līmeņi – virszemes, pazemes, augsnes un atmirušais).

Lai modelētu oglekļa piesaistes izmaiņas sakarā ar zemes lietojuma maiņu (no mežaudzes uz izcirtumu), nepieciešams modelī pievienot atsevišķu teritorijas rastra karti, kurā izmainītas iespējamās nākotnes LULC klases (piemēram, nomainot LULC kodu nogabaliem, kuros plānota mežizstrāde).

Gala rezultāts maza mēroga (Zalvīte) teritorijām neatspoguļotu īpaši precīzāku oglekļa piesaistes un uzkrājuma ekosistēmas pakalpojumu vērtību, salīdzinot ar šajā pētījumā izstrādātā indikatora

izmantošanu (Excel, ArcGIS, individuāli aprēķinātās C vērtības katam nogabalam, skat.šī pārskata 83.lpp.). Precīzākiem modeļa aprēķiniem būtu jāizveido atsevišķas LULC klases katrai koku sugai, vecumam, bonitātei utt., lai iegūtu pilnu atspoguļojumu.

Latvijas vai reģiona mēroga EP kartēm InVest ir atbilstošāks, ja tiek apskatītas vairākas lielākas LULC klases (mežs, urbānās teritorijās, purvi utt.). Tādā gadījumā var izmantot piedāvātās modeļa testa vērtības oglekļa satura raksturošanai.

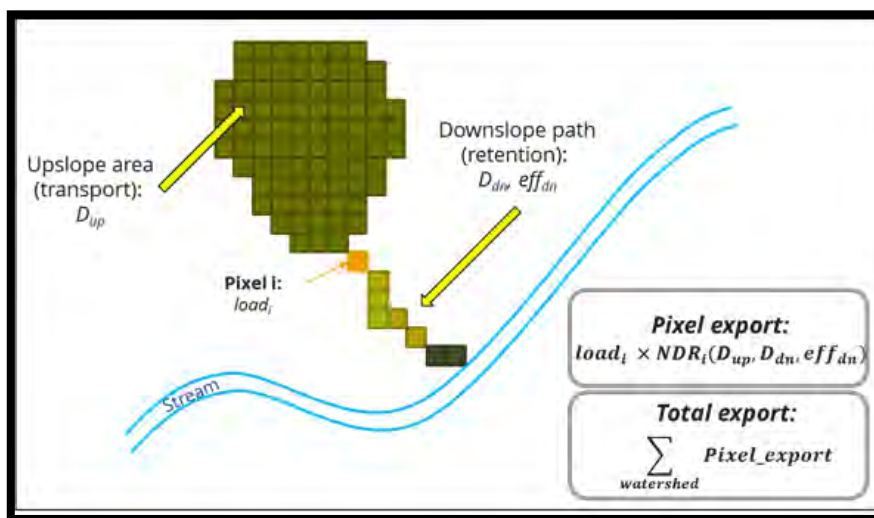
InVest piedāvā arī modeli Forest Carbon Edge Effect modeli, kas aprēķina oglekļa saturu, ņemot vērā distanci līdz mežmalai. Piezīme – modeļa literatūras bāze balstīta uz tropu biomu.

#### Nutrient Retention: Water Purification

Modelis aprēķina katra rastra pikseļa spēju aizturēt barības vielas, kā arī parāda kopējo barības vielu ienesi un aizturi sateces baseinā. Iekļauj arī ekonomisko vērtību konkrētajam EP (mākslīga piesārņojuma attīrīšanas izmaksas). Modelis izmanto sekojošus datus: zemes lietojuma veidi (LULC), digitālais virsmas modelis (DEM), veģetācijas saknēm nepiemērotais dziļums (dziļums augsnē mm, kur saknes nespēj attīstīties), augiem pieejamais ūdens daudzums augsnē, gada nokrišņu datu slānis.

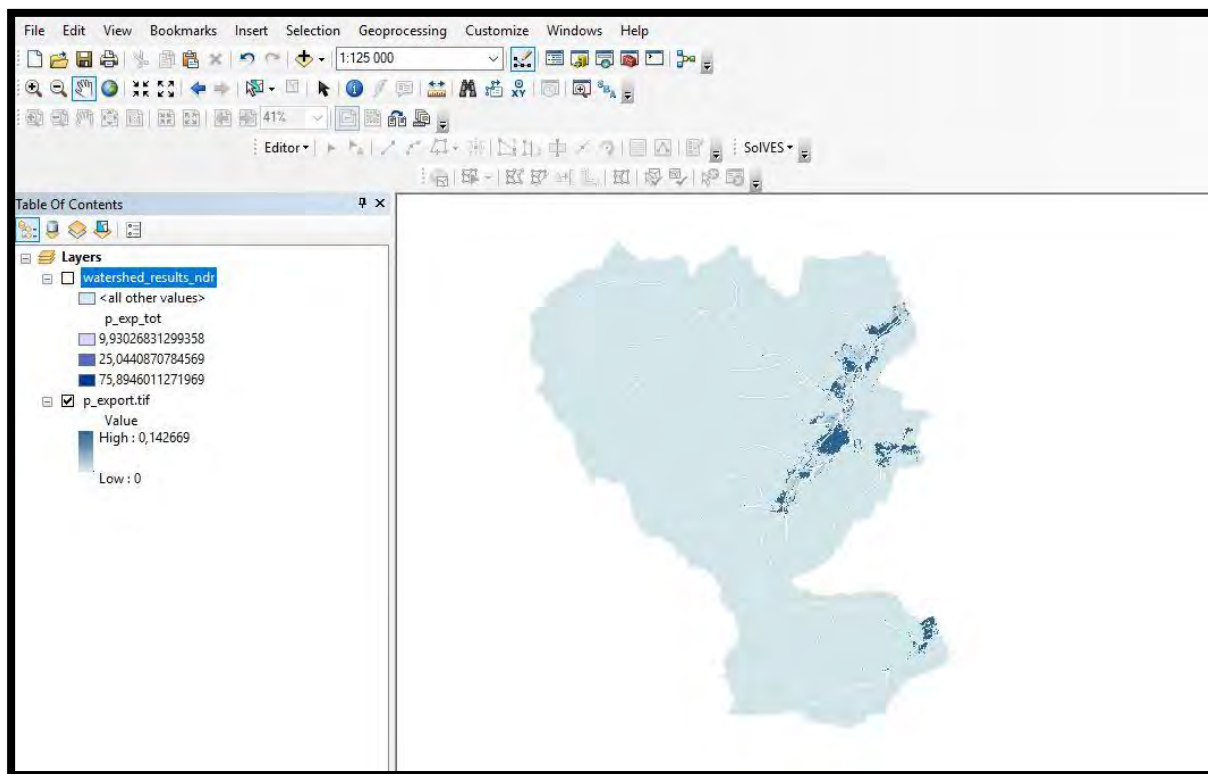
#### Nutrient Delivery Ratio (barības vielu ieskaļošanas modelis)

Modelis izmanto datus par zemes lietojuma veidiem (LULC), DEM (digital elevation model), atdalītu sateces baseina poligonu (izveido ArcGIS no DEM datiem) un katra LULC atbilstošo potenciālo fosfora vai slāpekļa ieskaļošanas pakāpi. Atsevišķas LULC klases katrai valdošai sugai vai vecuma grupai ir ieteicams atdalīt tikai tad, ja ir pieejami attiecīgie dati.



Modelis gala rezultātā izveido .shp un .tif failus, kur parāda:

- visu slāpekļa un fosfora daudzumu sateces baseinā bez zemes lietojuma ietekmes, kg gadā;
- kopējo barības vielu eksportu no sateces baseina, kg gadā;
- rastra karti pikseļu formā, kur katrs pikselis reprezentē barības vielu daudzumu, kas faktiski nonāk ūdens objektā, kg/pikselis.



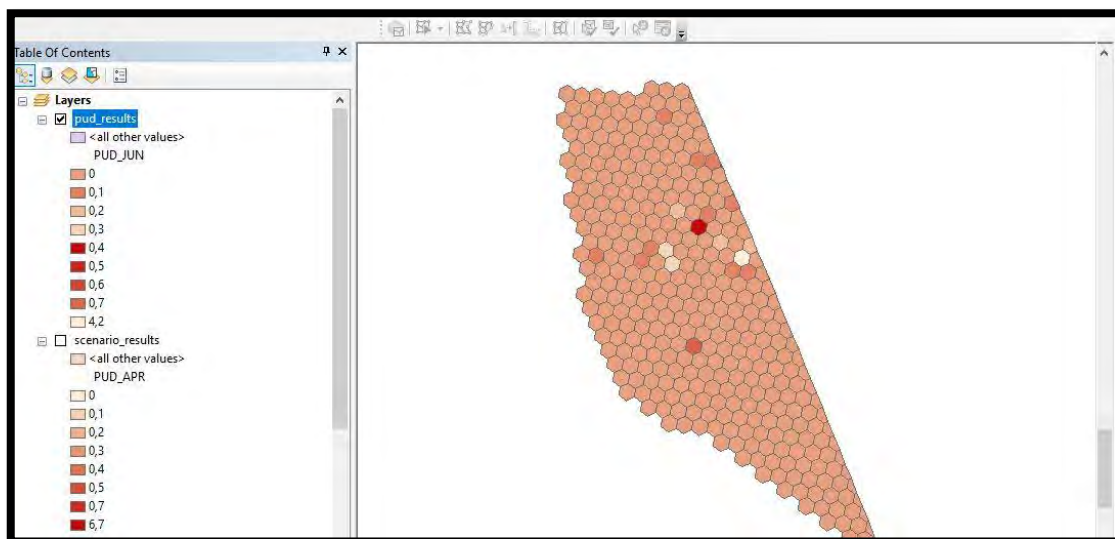
### Sediment Delivery Ratio (sedimentu ienese)

Darbojas pēc līdzīga principa kā NDR modelis, šī modeļa mērķis ir parādīt sedimentu avotus un nonākšanu ūdens objektā. Papildus vajadzīgie datu avoti – nokrišņu radītās erozijas indekss (var aprēķināt pēc FAO metodikas), augsnes erozijas riska indekss (modelis piedāvā iepriekš definētas vērtības). Pamatā modelim ir RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) – matemātisks modelis, kas apraksta augsnes erozijas procesus, izmantojot minētos indeksus.

### Rekreācijas pakalpojumu modelēšana

Izmanto tādus faktorus kā internetā ievietotās bildes (flickr servisā), aplūkojot vispārējo vietas situāciju (ceļi, pilsētas, LULC). Tiek pielāgots poligonu režģa princips, katrs režģis parāda esošo rekreācijas vērtību (cilvēku vēlmi pavadīt laiku). Rezultātus var vizualizēt pa mēnešiem (PUD – photo user days).

Modeļa lielākais mīnuss ir izmantotais serviss (flickr). Modeļteritorijai nav pieejamas nevienas publiski ievietotas fotogrāfijas. Modelis varētu labi strādāt Latvijas mērogā, jo tādā mērogā fotoattēlu, iespējams, pietiktu, lai reāli atspoguļotu teritorijas izmantošanu rekreācijai. Teorētiski var izmantot arī tikai papildu faktorus modeļa regresijas vienādojumā (bez fotoattēliem), taču tas nav paredzēts modeļa aprakstā.



### [Citi potenciāli interesanti InVest modeļi](#)

Dzīvotņu kvalitāte.

Dzīvotņu risku novērtējums.

### *Citi modeļi*

**MESH - Mapping Ecosystem Services to Human well-being.** Lietotājiem draudzīgāka InVest versija, kuras pamatā ir identiski (iespējams, novecojuši) InVest modeļi. Visi lietošanas nosacījumi (LULC princips, datu avoti utt.) paliek spēkā.

**ARIES** – pagaidām modelim nav publiski pieejama prototipa, taču tiek organizētas apmācības pie izstrādātāja. Izstrādes stadijā ir lietotājiem pielāgota versija (k.Explorer), kuras pamatā ir informācijas apmaiņa starp dažādām institūcijām, projektiem, pētniekiem. Izmantošana balstās uz lielu pieejamo datu/modelētās informācijas apjomu, kuru var pielāgot un izmantot pētījumā.

**Co\$ting Nature** – EP novērtēšanas rīks, kas bāzēts interneta vidē. Brīvpiekļuves, taču piekļuve tikai no konkrētās mājaslapas. Fokuss uz zemes izmantošanas veida maiņas modelēšanu, piemēram, kā mainīsies konkrētās teritorijas situācija, ja tiks veikta mežizstrāde. Modeļi balstās galvenokārt uz tālizpētes datiem, taču var augšupielādēt savus datus. Modelim pieejamas daudzas video apmācības (salīdzinot ar InVest).

**I-Tree Eco** – interesants pilsētvides koku sniegtu pakalpojumu aprēķināšanas rīks. Izmanto datus par atsevišķiem kokiem vai paraugu kopu, savienojot tos ar meteo un piesārņojuma datiem.

Daudzi modeļi un to saistītā programmatūra ir maksas (piemēram, **Sence**), pieejama tikai pēc pasūtījuma vai vēl ir izstrādes stadijā (LUCI, ARIES). Ieteicams izmantot brīvpieejas modeļus (InVest), jo tas dod lielāku iespēju atsaukties uz citiem pētījumiem, kā arī nodrošina brīvāku pieeju atbalstam forumos.

**Kopējais atzinums** – EP modeļus var izmantot kā papildinošus elementus, lai ilustrētu EP nozīmi un pētniecības iespējas. Atsevišķus modeļu testus varētu veikt trešajā/ceturtajā pētījuma etapā.

### 1.3.6. Publicitāte

Balstoties uz pētījuma aktivitātes pirmā etapa rezultātiem, Latvijas Universitātes Vides zinātņu fakultātes students Edgars Jūrmalis 2017.gada pavasarī izstrādāja bakalaura darbu “Apgādes un vidi regulējošo ekosistēmu pakalpojumu biofizikālā novērtēšana un kartēšana saimnieciski izmantojamā meža teritorijā”, par kuru saņēma vērtējumu “izcili” (10 balles).

Darba uzdevuma ietvaros līdzšinējie rezultāti prezentēti trijās konferencēs:

- E. Jūrmalis, Z. Lībiete. Meža ekosistēmu pakalpojumu biofizikālā kartēšana un novērtēšana modeļteritorijās. Rīga, LU 75.zinātniskā konference, 01.02.2017.
- E.Jūrmalis, Z.Lībiete, A.Bārdule. Forest ecosystem service assessment and mapping in model areas. Daugavpils, 9th International Conference on Biodiversity Research, 27.04.2017. Pamatojoties uz šo ziņojumu, zinātniskajā izdevumā "Acta Biologica Universitatis Daugavpiliensis" publicēts zinātniskais raksts ar tādu pašu nosaukumu.
- Z.Lībiete, A.Bārdule, E.Jūrmalis, M.Lūkins, A.Bārdulis. Assessment of provisioning ecosystem service potential in Latvia (stenda ziņojums). IUFRO 125<sup>th</sup> Anniversary Congress, Freiburga, Vācija, 20.09.2017.

Ir sagatavota publikācija **Ilze Matisone, Amanda Zumberga, Zane Lībiete, Linda Gerra-Inohosa, Jurgis Jansons. *The impact of forest road and drainage network reconstruction on the expansion of potentially invasive alien plant species: First results from a study in Latvia.*** Izvēlēties atbilstošāko zinātnisko izdevumu un iesniegt publikāciju paredzēts 2018.gada februārī.

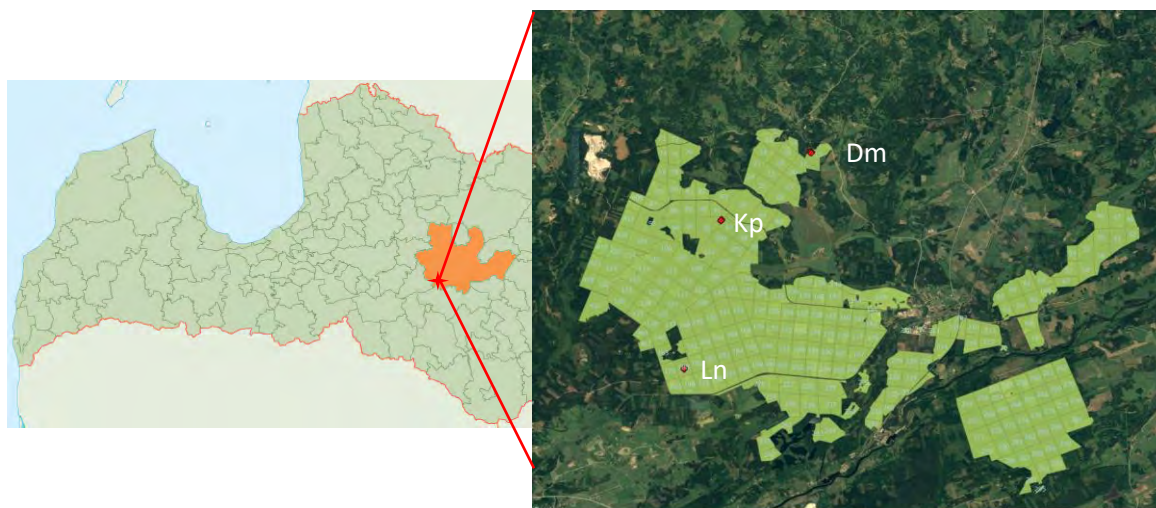


## 1.4. Monitorings 2011. gadā ierīkotajos objektos

Apakšnodaļa attiecas uz 1.3., 1.4. un 1.5. darba uzdevumu.

### 1.4.1. Objektu un metodika

Pētījuma ietvaros arī 2017. gada veģetācijas sezonā no maija līdz oktobrim tiek turpināts monitorings trijos 2011. gadā ierīkotajos objektos Meža pētīšanas stacijas mežos Kalsnavas mežu novadā, kuros tiek analizēta dažādas intensitātes mežizstrādes ietekme uz barības vielu apriti (Attēls 80). Pētījuma objekti ierīkoti Dm, Kp un Ln meža tipos, katrā no tiem ir trīs parauglaukumi: izcirtums, kur izvākta visa virszemes biomasa (VB parauglaukums), izcirtums, kur izvākta stumbru biomasa (SB parauglaukums) un nenocirsta mežaudze jeb kontrole (K parauglaukums). Mežizstrāde objektos veikta 2013.gada sākumā. Objektu, darbu organizācija un mērījumu metodika ir detalizēti aprakstīta no 2011. līdz 2015. gadam īstenotā Meža nozares kompetences centra pētījuma "Metodes un tehnoloģijas meža kapitālvērtības palielināšanai" virziena "Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēte" pārskatos (Lībieta, 2015).



Attēls 80. Objektu kailcirtes ar stumbra biomasas izvākšanu un ar visas biomasas izvākšanu ietekmes novērtēšanai

### Barības vielu aprite

2017. gadā visos trijos objektos turpināta gruntsūdeņu, augsnes ūdeņu, virszemes ūdeņu un nobiru paraugu ņemšana. Ūdens un nobiru paraugi tika ņemti reizi mēnesī veģetācijas sezonas laikā, laboratoriski noteikti sekojoši ķīmiskie parametri:  $PO_4^{3-}$ -P,  $N_{kop.}$ ,  $NH_4^+$ -N,  $NO_3^-$ -N, K, Ca un Mg joni, pH augsnes ūdenī, gruntsūdenī un notecē, kā arī N, P, K, Ca, Mg ienese ar nobirām. 2017.gada paraugu ņemšana pabeigta oktobrī.

### Koku uzskaitē jaunaudzē

Lai noskaidrotu, vai pastāv kādas atšķirības starp meža atjaunošanās sekmēm platībā, kur izvākta stumbra biomasa, un platībā, kur izvākta visa virszemes biomasa, 2016. gada maijā un 2017.gada aprīlī šajos pētījuma objektos tika veikta koku uzskaitē, katrā parauglaukumā (VB – izvākta visa biomasa; SB – izvākta stumbru biomasa) ierīkojot četrus vienmērīgi izvietotus apļveida uzskaites laukumus ar rādiusu 5.64 m (platība  $100\text{ m}^2$ ) un uzskaitot gan stādītos, gan dabiski iesaģušos kociņus 10 cm augstuma klasēs. Objektos Damaksnis un Lāns, kur meža atjaunošana veikta ar priedi, atsevišķi uzskaitīti dzīvie, bojātie un bojājājušie kociņi. Objektā Kūdrēnis, kur atjaunošana veikta ar egli, liela daļa no kokiem ir pārnadžu bojāti



(sānu un galotnes dzinumumu apkodumi), tādēļ tur atsevišķi uzskaitīti dzīvie nebojātie koki, dzīvie koki ar bojātiem sānu dzinumiem, dzīvie koki ar bojātu galotnes dzinumumu un bojāgājušie koki, kā arī dabiski ieaugušie (paaugas) koki. Parauglaukumi dabā marķēti ar metāla mietiņiem, lai nākamajos gados uzskaiti varētu atkārtot.

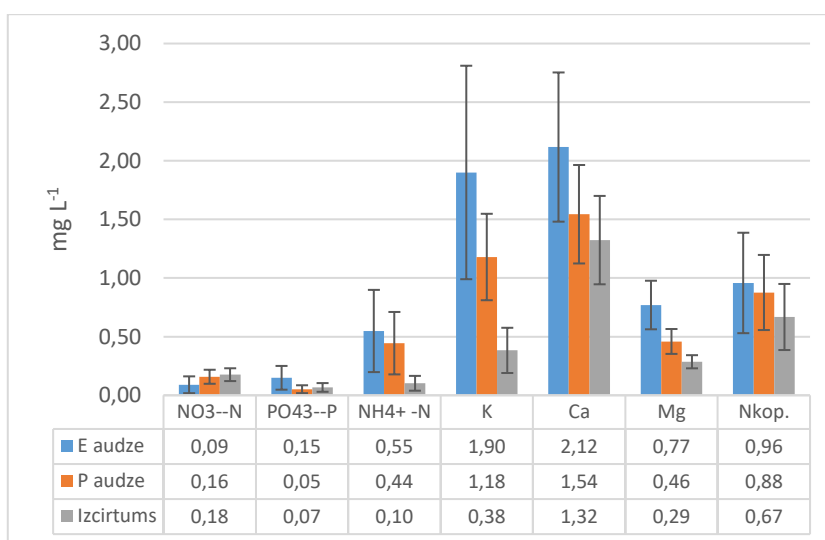
#### Veģetācijas uzskaitē

Lai turpinātu sekot veģetācijas izmaiņām, 2017. gada vasaras otrajā pusē visos trijos objektos veikta trešā veģetācijas uzskaitē, 2012.gadā marķētajos uzskaites laukumīnos uzskaitot vaskulāro augu un sūnu sugas. Katrā objektā uzskaitē veikta sešos laukumīnos, detalizēta metodika atrodama pārskatā par pētījuma “Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz vidi un bioloģisko daudzveidību izpēte” 2012.gada (otrā etapa) rezultātiem.

#### 1.4.2. Barības vielu aprites izmaiņas

##### Barības vielu ienese ar nokrišņiem

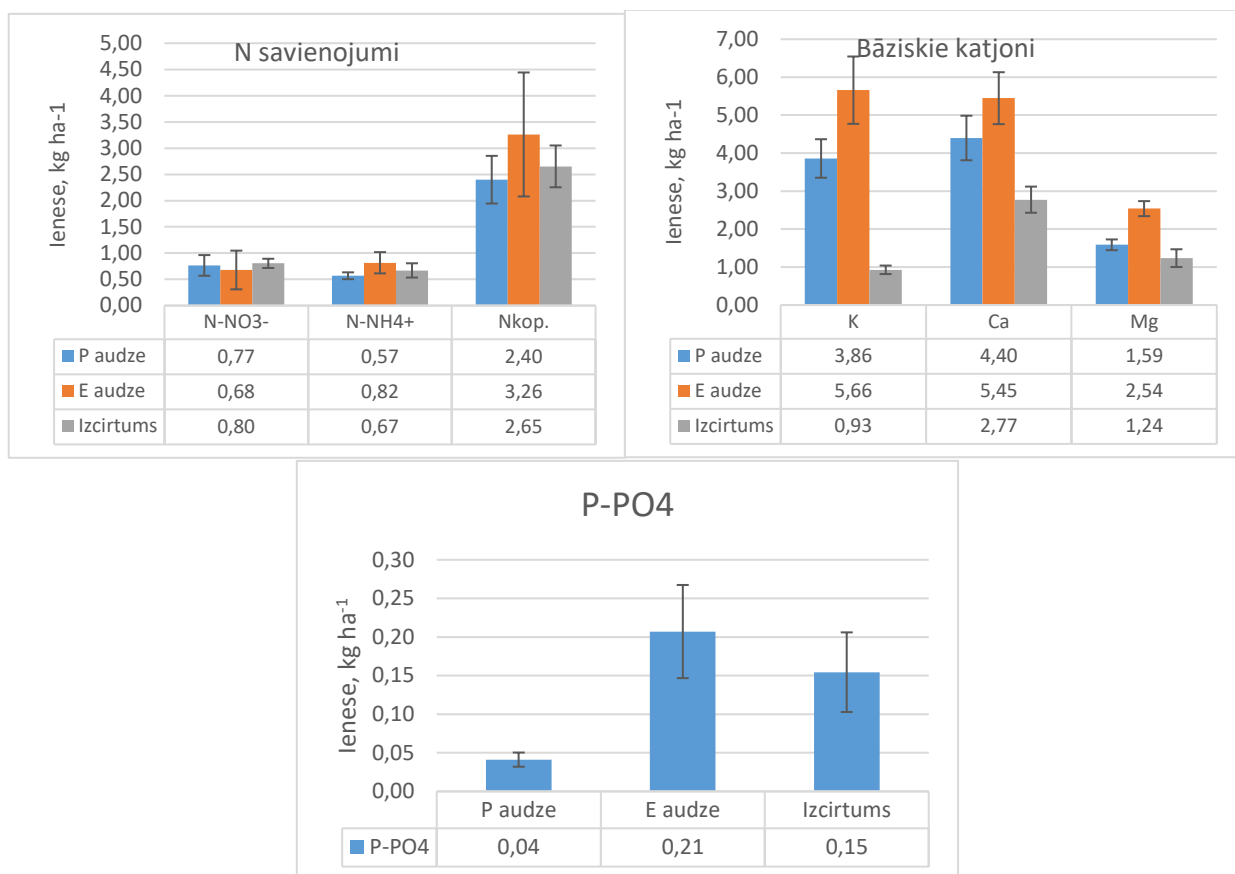
Vidējās ķīmisko elementu koncentrācijas nokrišņos izcirtumā un zem koku vainagiem laika periodā no 2012. līdz 2017. gadam parādītas 81.attēlā. Gandrīz visu elementu koncentrācijas atklātas platības nokrišņos ir zemākas nekā mežaudzē, jo mežaudzē, izkrītot caur koku vainagiem, nokrišņi uztver uz skuju vai lapu virsmas esošos savienojumus (Attēls 81). Egļu audzēs gandrīz visu analizēto elementu koncentrācijas vainagu caurtecē ir augstākas nekā priežu audzēs, kas visticamāk skaidrojams ar lapu laukuma indeksa atšķirībām – egļu vainagi ir blīvāki, un tajos izsēžas vairāk daļiņu no atmosfēras, kas pēc tam nonāk nokrišņu ūdeņos.



Attēls 81. Vidējās ķīmisko elementu koncentrācijas nokrišņos no 2012.līdz 2017.gadam (izcirtumā no 2013. līdz 2017.gadam)

Vidējās veģetācijas perioda (maijs-oktobris) ķīmisko elementu ieneses ar nokrišņiem no 2012. līdz 2017. gadam parādītas 82.attēlā. Izcirtumos ar nokrišņiem ienestais nitrātu, amonija un kopējā slāpekļa apjoms ir attiecīgi  $0.80 \pm 0.09$  kg  $\text{NO}_3^- \text{-N ha}^{-1}$ ,  $0.67 \pm 0.14$  kg  $\text{NH}_4^+ \text{-N ha}^{-1}$  un  $2.65 \pm 0.40$  kg  $\text{N}_{\text{kop.}} \text{ ha}^{-1}$ . Priežu audzēs zem vainagiem ienestais nitrātu apjoms ir visai līdzīgs kā izcirtumā, bet amonija un kopējā slāpekļa apjoms – nedaudz zemāks. Egļu audzēs ar nokrišņiem ienestais nitrātu un amonija apjoms ir nedaudz mazāks kā izcirtumā, bet kopējais slāpekļa apjoms - visai līdzīgs. Vismazākā bāzisko katjonu vidējā ienese veģetācijas periodā laika posmā no 2012. līdz 2017. gadam konstatēta izcirtumā –  $0.93 \pm 0.11$  kg  $\text{K ha}^{-1}$ ,  $2.77 \pm 0.34$  kg  $\text{Ca ha}^{-1}$  un  $1.24 \pm 0.23$  kg  $\text{Mg ha}^{-1}$ . Vislielākās kālija, kalcija un magnija ieneses aprēķinātas egļu audzēs – attiecīgi  $5.66 \pm 0.89$  kg  $\text{K ha}^{-1}$ ,  $5.45 \pm 0.68$  kg  $\text{Ca ha}^{-1}$  un  $2.54 \pm 0.20$  kg  $\text{Mg ha}^{-1}$ . Vidējā fosfora

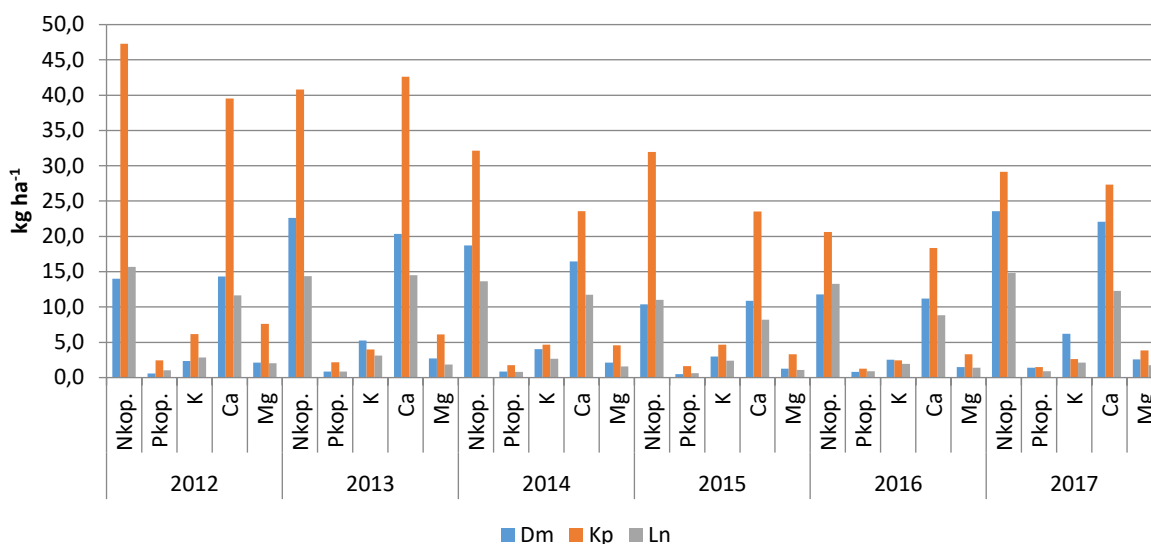
ienese vislielākā bija egļu audzē, bet vismazākā – priežu audzē (attiecīgi  $0.04 \pm 0.01 \text{ kg PO}_4^{3-}\text{-P ha}^{-1}$  un  $0.21 \pm 0.06 \text{ kg PO}_4^{3-}\text{-P ha}^{-1}$ ).



Attēls 82. Ķīmisko elementu ienese ar nokrišņiem veģetācijas sezonā (maijs-oktobris), 2012.-2017.gada vidējās vērtības

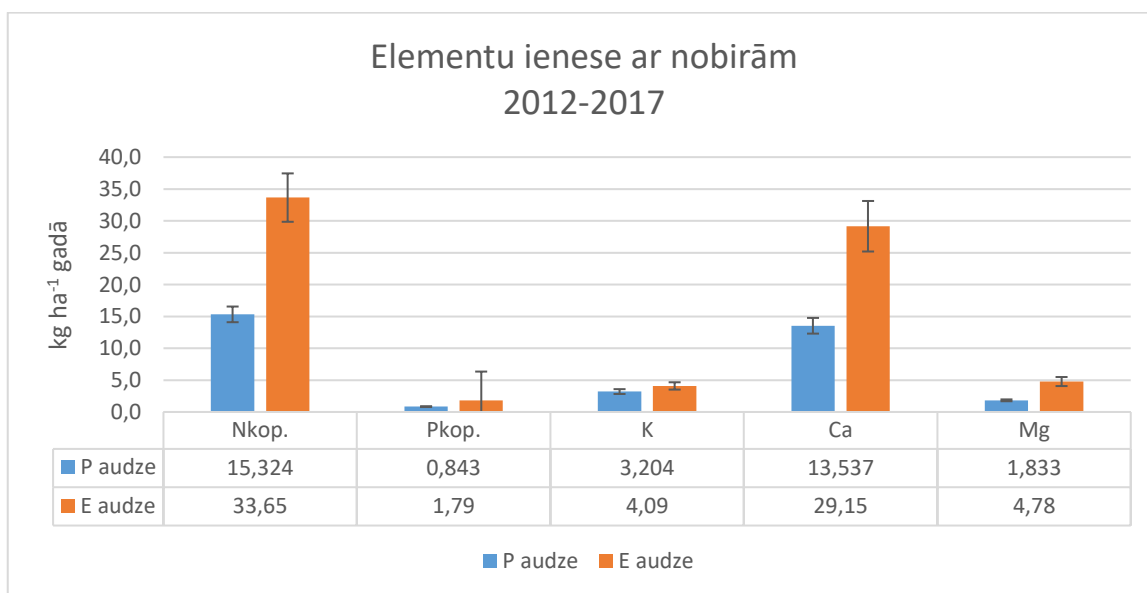
#### Barības vielu ienese ar nobirām

Barības vielu ieneses ar nobirām izmaiņas pa gadiem parādītas 83.attēlā. Kūdrēnī ierīkotajā pētījumu objektā veģetācijas sezonas kopējā barības vielu ienese ar nobirām laika posmā no 2012. līdz 2016. gadam ir samazinājusies. Priežu mežos ierīkotajos objektos šāda tendence nav vērojama. Kūdrēnī pētījuma īstenošanas laikā vairākas reizes ir izgāzti koki, tajā skaitā nobiru savācēju tuvumā esošie, kas varētu būt ietekmējis kopējo nobiru apjomu un līdz ar to arī summāro barības vielu ienesi. 2017.gadā barības vielu ienese ar nobirām palielinājusies visos objektos (Attēls 83).

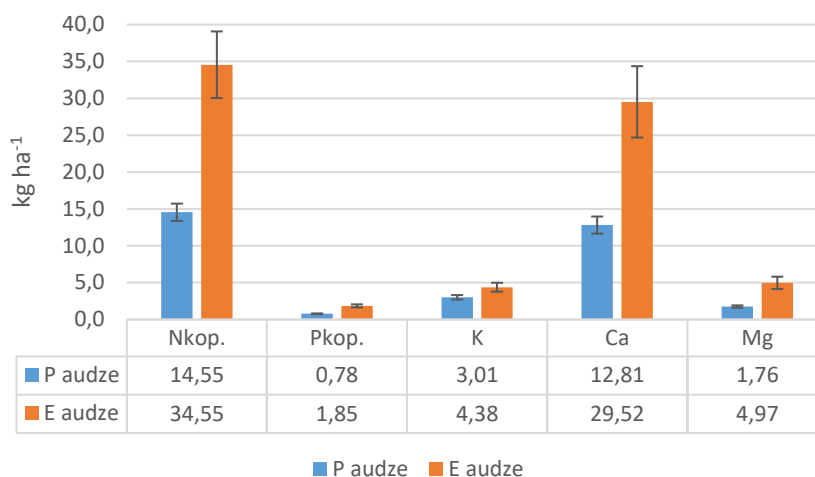


Attēls 83. Barības vielu ienese ar nobirām pētījuma objektos veģetācijas sezonā pa gadiem

Izvērtējot vidējās veģetācijas perioda ķīmisko elementu ienese sešu gadu periodā, konstatēts, ka visu elementu ienese ar nobirām ievērojami lielāka bijusi egļu audzē (Attēls 85). Kopējā slāpekļa ienese bija  $33.65 \pm 3.79 \text{ kg ha}^{-1}$ , kopējā fosfora ienese -  $1.78 \pm 4.55 \text{ kg ha}^{-1}$ , kālija, kalcija un magnija ieneses attiecīgi -  $4.09 \pm 0.57$ ,  $29.15 \pm 3.97$  un  $4.78 \pm 0.71 \text{ kg ha}^{-1}$ . Tajā pašā laikā priežu audzēs kopējā slāpekļa ienese ar nobirām veģetācijas sezonā bija  $15.32 \pm 1.23 \text{ kg ha}^{-1}$ , kopējā fosfora ienese bija  $0.84 \pm 0.07 \text{ kg ha}^{-1}$ , bet kālija, kalcija un magnija ieneses attiecīgi -  $3.20 \pm 0.38$ ,  $13.54 \pm 1.23$  un  $1.83 \pm 0.15 \text{ kg ha}^{-1}$ . Salīdzinājumam – E. Tērauda Integrālā monitoringa priežu parauglaukumā Taurenē konstatējusi sekojošus ķīmisko elementu ieneses apjomus gada laikā ar nobirām:  $15.1 \pm 2.6 \text{ kg ha}^{-1}$  kalcija,  $2.2 \pm 0.3 \text{ kg ha}^{-1}$  magnija,  $3.8 \pm 0.8 \text{ kg ha}^{-1}$  kālija un  $21 \pm 3.4 \text{ kg ha}^{-1}$  kopējā slāpekļa.



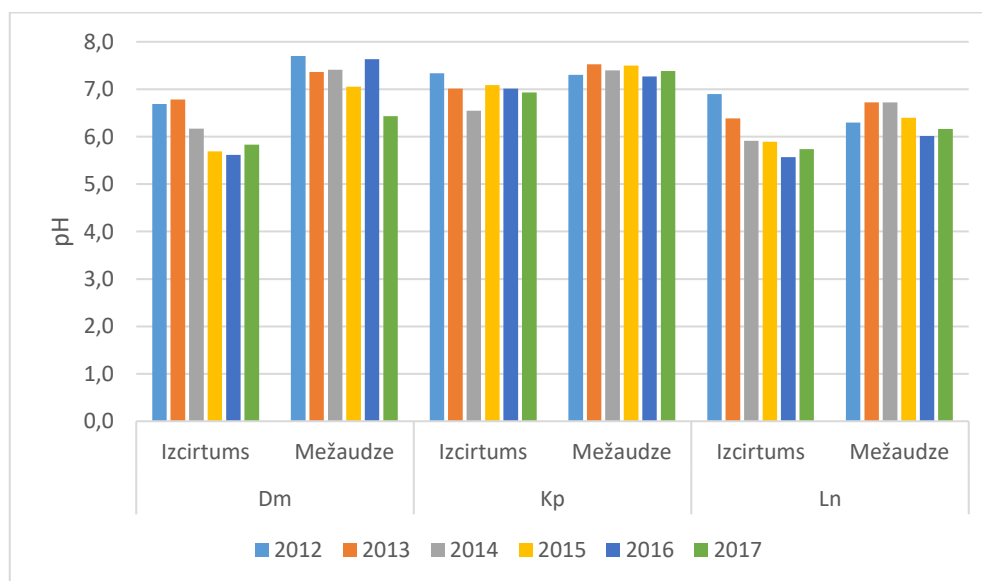
Attēls 84. Vidējā barības vielu ienese ar nobirām priežu un egļu audzēs veģetācijas periodā laika posmā no 2012. līdz 2017. gadam



Attēls 85. Barības vielu ienese ar nobirām priežu un egļu audzēs veģetācijas periodā 2017. gadā

### Barības vielu koncentrācija augsnes ūdenī

86. attēlā parādīts augsnes ūdens vidējais pH pētījuma objektu parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, un kontroles parauglaukumos, kur mežaudze ir saglabāta. Lai novērtētu mežizstrādes ietekmi uz augsnes ūdens ķīmisko sastāvu, pētījums uzsākts gadu pirms mežizstrādes veikšanas (2012. gadā) un pētījums turpināts piecus gadus pēc mežizstrādes darbu veikšanas (2013.-2017. gads). Augsnes ūdens vidējais pH mežaudzē, kur nav veikta mežizstrāde, pētījuma periodā variē no pH 6.0 (Ln meža tips, 2016. gads) līdz 7.7 (Dm meža tips, 2012. gads). Savukārt parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, pētījuma perioda vidējais augsnes ūdens pH svārstās no pH 5.6 (Dm un Ln meža tips, 2016. gads) līdz pH 7.3 (Kp meža tips, 2012. gads). Izvērtējot sešus gadus ilga pētījuma rezultātus, konstatēta tendence augsnes ūdens pH samazināties pēc mežizstrādes veikšanas. Samazinājums ir būtisks Kp objektā parauglaukumā, kur izvēkta visa biomasa, salīdzinot 2012. gadu ar 2014. gadu ( $p=0.011$ ), kā arī Ln objektā parauglaukumā, kur izvēkta visa biomasa, salīdzinot 2012. gadu ar 2016. gadu ( $p=0.009$ ) un parauglaukumā, kur izvēkta stumbru biomasa, salīdzinot 2012. gadu ar 2014.-2016. gadu ( $p<0.001$ ). Objektos, kas ierīkoti Dm un Ln meža tipos, 2017. gadā vērojama tendence augsnes ūdens skābumam atkal samazināties (pH vērtība palielinās).



Attēls 86. Augsnes ūdens vidējais pH pētījumu objektos

87.-89. attēlā atspoguļots vidējais nitrātu, amonija jonu un kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī pētījuma objektu parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, un kontroles parauglaukumos, kur mežaudze ir saglabāta. Vidējais nitrātu saturs augsnes ūdenī parauglaukumos, kur nav veikta mežizstrāde, pētījuma periodā variē no 0.01 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, 2015. un 2016. gads) līdz 1.91 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (Kp meža tips, 2016. gads). Savukārt parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, pētījuma perioda vidējais nitrātu saturs augsnes ūdenī svārstās no 0.86 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (Kp meža tips, 2017. gads) līdz 7.41 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, 2015. gads). Salīdzinot sešu gadu ilga pētījuma perioda vidējo nitrātu saturu augsnes ūdenī starp parauglaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos un kur mežaudze ir saglabāta, vidēji lielākais nitrātu saturs konstatēts Kp meža tipā (1.19 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>), bet salīdzinot nitrātu saturu augsnes ūdenī starp parauglaukumiem, kur veikta mežizstrāde, lielākais nitrātu saturs konstatēts Dm meža tipā (4.27 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>).

Būtisks nitrātu satura palielinājums augsnes ūdenī, salīdzinot ar retrospekcijas periodu, Dm objektā konstatēts VB parauglaukumā 2014. (p=0.039) un 2015. (p<0.001) gadā un SB parauglaukumā 2015. gadā (p=0.014). Kontroles parauglaukumā šajā pašā objektā, salīdzinot ar retrospekcijas periodu, konstatēts būtisks nitrātu koncentrācijas samazinājums visos turpmākajos gados (p<0.05). 2017. gadā Dm objektā (gan SB, gan VB parauglaukumā) vidējā nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī ir mazāka kā vidēji retrospekcijas periodā. Savukārt Kp objekta SB parauglaukumā nitrātu koncentrācija augsnes ūdenī laika posmā no 2013.-2016. gadam ir būtiski zemāka nekā 2012. gadā (p<0.05), bet 2017. gadā – nedaudz lielāka nekā vidēji 2012. gadā. Arī Ln objekta VB parauglaukumā nitrātu saturs augsnes ūdenī 2016.gadā bija būtiski mazāks nekā 2012. gadā (p=0.003), bet 2017. gadā vidējais nitrātu saturs augsnes ūdenī ir nedaudz palielinājies salīdzinot ar 2016. gadu. Šī pašā objekta SB un arī kontroles parauglaukumā konstatēts būtisks nitrātu satura palielinājums 2013.-2016. gadā, salīdzinot ar references periodu (p<0.05), bet 2017. gada vidējais nitrātu saturs augsnes ūdenī SB parauglaukumā ir pietuvinājies vidējiem rādītājiem 2012. gadā.

Vidējais amonija jonu saturs augsnes ūdenī parauglaukumos, kur nav veikta mežizstrāde, pētījuma periodā variē no 0.01 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup> (Kp un Ln meža tips, 2016. gads; Dm un Kp meža tips, 2017. gads) līdz 0.65 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, 2014. gads). Savukārt parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, pētījuma perioda vidējais amonija jonu saturs augsnes ūdenī svārstās no 0.01 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup> (Ln meža tips, 2016. gads) līdz 0.41 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, 2014. gads). Salīdzinot sešu gadu ilga pētījuma perioda vidējo amonija jonu saturu augsnes ūdenī starp parauglaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, lielākais amonija jonu saturs gan parauglaukumos, kur mežaudze ir saglabāta, gan parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, ir Dm meža tipā (attiecīgi, 0.22 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup> un 0.17 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup>).

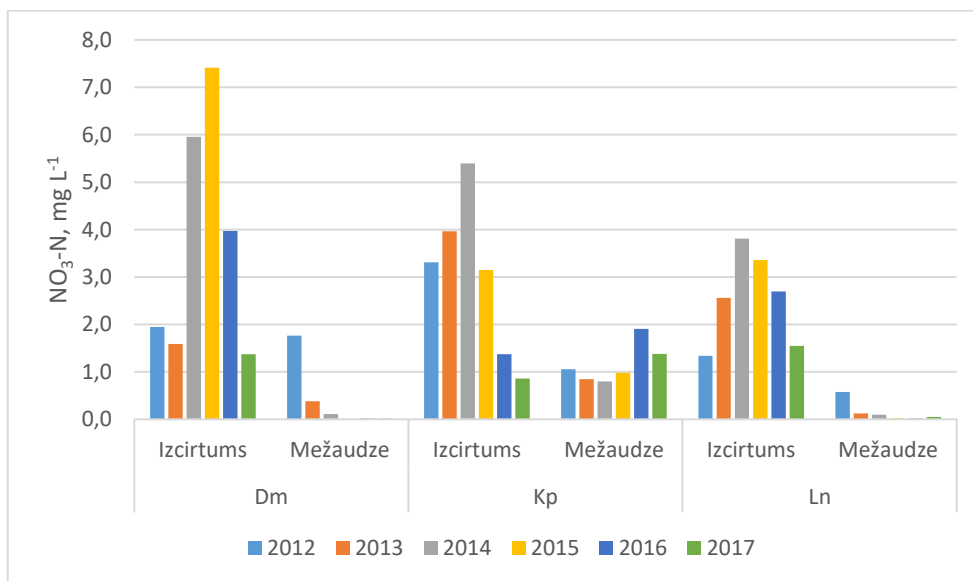
Dm objektā nevienā parauglaukumā netika konstatētas būtiskas amonija satura atšķirības, salīdzinot gadus pēc kailcirtes ar retrospekcijas periodu. Kp objektā amonija saturs augsnes ūdenī SB un kontroles parauglaukumos nākamajos gados pēc kailcirtes ir būtiski samazinājies (p<0.05), līdzīga likumsakarība novērota Ln objekta VB parauglaukumā, salīdzinot 2015. un 2016. gadu ar retrospekcijas periodu (p=0.001) un kontroles parauglaukumā, salīdzinot 2016. gadu ar retrospekcijas periodu (p=0.036). 2017. gadā vidējais amonija saturs augsnes ūdenī visos parauglaukumos izņemot VB parauglaukumu objektā Kp ir nedaudz palielinājies salīdzinot ar vidējo saturu augsnes ūdenī 2016. gadā, bet salīdzinot ar retrospekcijas periodu visos parauglaukumos izņemot VB parauglaukumu objektā Kp 2017. gadā konstatēts mazāks amonija jonu saturs.

Vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī parauglaukumos, kur nav veikta mežizstrāde, pētījuma periodā variē no ~ 0.3 mg N L<sup>-1</sup> (Ln meža tips, 2015.-2017. gads) līdz 3.01 mg N L<sup>-1</sup> (Kp meža tips, 2016. gads). Savukārt parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, pētījuma perioda vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī variē no 1.45 mg N L<sup>-1</sup> (Ln meža tips, 2012. gads) līdz 10.20 mg N L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, 2014. gads). Salīdzinot sešu gadu ilga pētījuma perioda vidējo kopējo slāpekļa saturu augsnes ūdenī starp

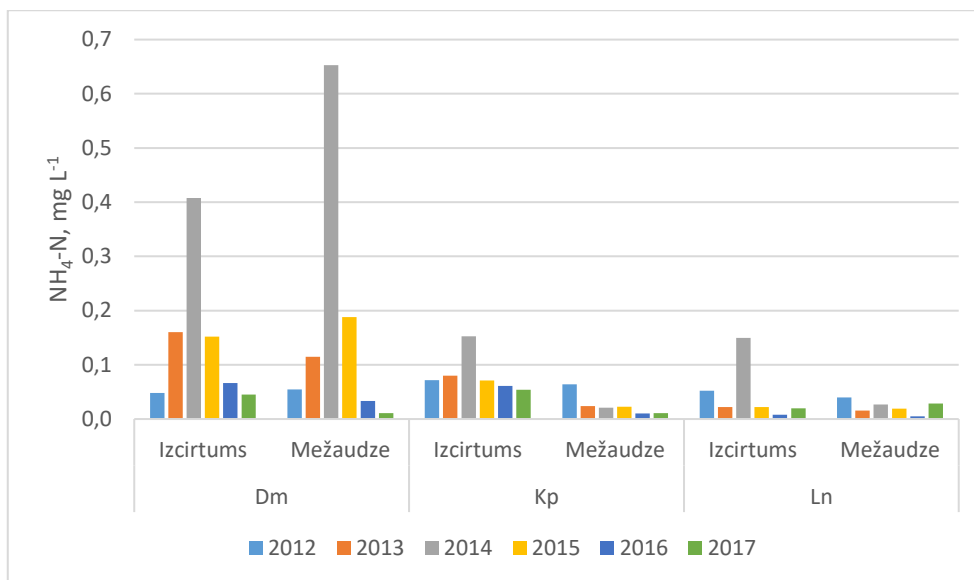
paraugļaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos un kur mežaudze ir saglabāta, vidēji lielākais kopējā slāpekļa saturs konstatēts Kp meža tipā ( $2.54 \text{ mg N L}^{-1}$ ), bet salīdzinot kopējā slāpekļa saturu augsnes ūdenī starp paraugļaukumiem, kur veikta mežizstrāde, lielākais kopējā slāpekļa saturs konstatēts Dm meža tipā ( $5.63 \text{ mg N L}^{-1}$ ).

Būtisks kopējā slāpekļa satura palielinājums augsnes ūdenī, salīdzinot ar retrospekcijas periodu, konstatēts tikai 2014. gadā Dm objekta VB ( $p=0.005$ ) un SB ( $p=0.004$ ) paraugļaukumos un Ln objekta SB paraugļaukumā 2014. ( $p<0.01$ ), 2015. ( $p=0.013$ ) un 2016. ( $p=0.040$ ) gadā. Kp objekta SB paraugļaukumā nākamajos gados pēc mežizstrādes konstatēts būtisks kopējā slāpekļa satura samazinājums ( $p<0.05$ ), bet VB paraugļaukumā vērojams kopējā slāpekļa satura palielinājums pirmajā un otrajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas. Būtisks kopējā slāpekļa satura augsnes ūdenī samazinājums konstatēts arī Ln objekta VB paraugļaukumā 2016.gadā ( $p=0.025$ ). 2017. gadā visos paraugļaukumos, izņemot SB paraugļaukumu objektā Ln, vērojams kopējā slāpekļa satura samazinājums, ja salīdzina ar retrospekcijas periodu (2012. gads).

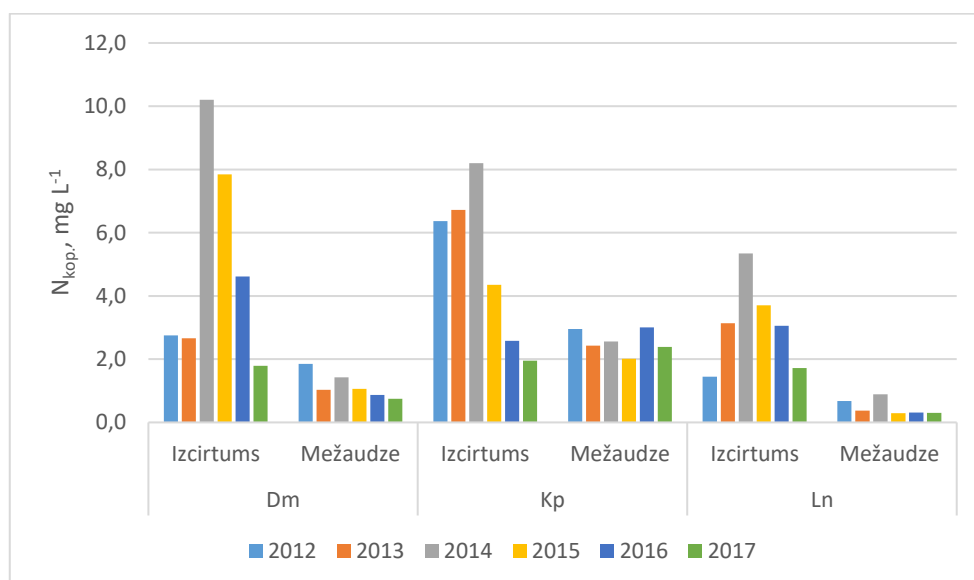
Piecus gadus ilga pētījuma rezultāti liecina, ka atsevišķos gadījumos izcirtumos augsnes ūdenī ir palielinājies izšķīdušo slāpekļa savienojumu saturs, īpaši otrajā un trešajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas. Palielinātam slāpekļa savienojumu saturam augsnes ūdenī, ir duāla ekoloģiska ietekme – pirmkārt, tiek palielināts barības elementu izskalošanās risks no meža ekosistēmas un, otrkārt, tiek palielināta barības vielu pieejamība jaunaudzei. Tomēr no mūsu datiem nevar viennozīmīgi secināt, ka slāpekļa savienojumu satura palielināšanās augsnes ūdenī ir izraisījusi tieši kailcirte, jo dažos gadījumos slāpekļa saturs ir palielinājies arī kontroles platībās, savukārt citos tas ir samazinājies, tajā skaitā arī izcirtumos. Slāpekļa savienojumu satura palielināšanās augsnes ūdenī periodā pēc kailcirtes nedaudz izteiktāka ir paraugļaukumā, kur izvākta stumbru biomasa un zari atstāti izklaidus.



Attēls 87. Nitrātu saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos

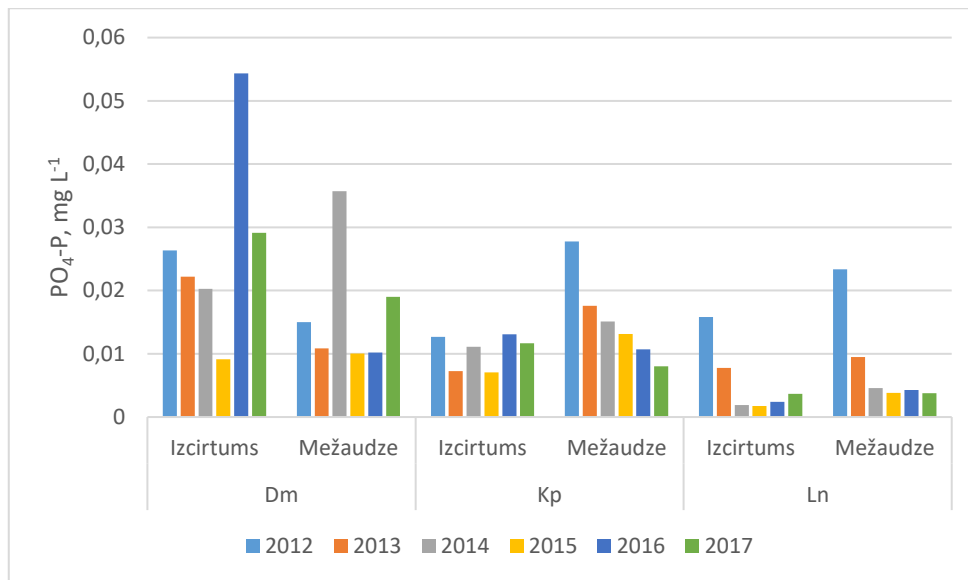


Attēls 88. Amonija jonu saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos



Attēls 89. Kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos

90. attēlā atspoguļots vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektu parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, un kontroles parauglaukumos, kur mežaudze ir saglabāta. Vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī parauglaukumos, kur nav veikta mežizstrāde, pētījuma periodā variē no  $<0.01 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$  līdz  $0.036 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$  (Dm meža tips, 2014. gads). Savukārt parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, pētījuma perioda vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī svārstās no  $<0.01 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$  līdz  $0.054 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$  (Dm meža tips, 2016. gads). Salīdzinot sešu gadu ilga pētījuma perioda vidējo fosfātjonu saturu augsnes ūdenī starp parauglaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, lielākais fosfātjonu saturs gan parauglaukumos, kur mežaudze ir saglabāta, gan parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, ir Dm meža tipā (attiecīgi,  $0.021 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$  un  $0.028 \text{ mg PO}_4^{3-}\text{-P L}^{-1}$ ). Pētījuma ietvaros fosfātjonu satura palielināšanās augsnes ūdenī pēc mežizstrādes veikšanas, salīdzinot ar 2012. gadu, tika konstatēta tikai Dm objekta VB parauglaukumā (2014.-2017. gads) un Kp objekta VB parauglaukumā (2016.-2017. gads). Kp objekta SB un kontroles parauglaukumos un Ln objektā visos parauglaukumos pēc mežizstrādes, salīdzinot ar 2012. gadu, vērojams būtisks fosfātu satura samazinājums augsnes ūdenī.

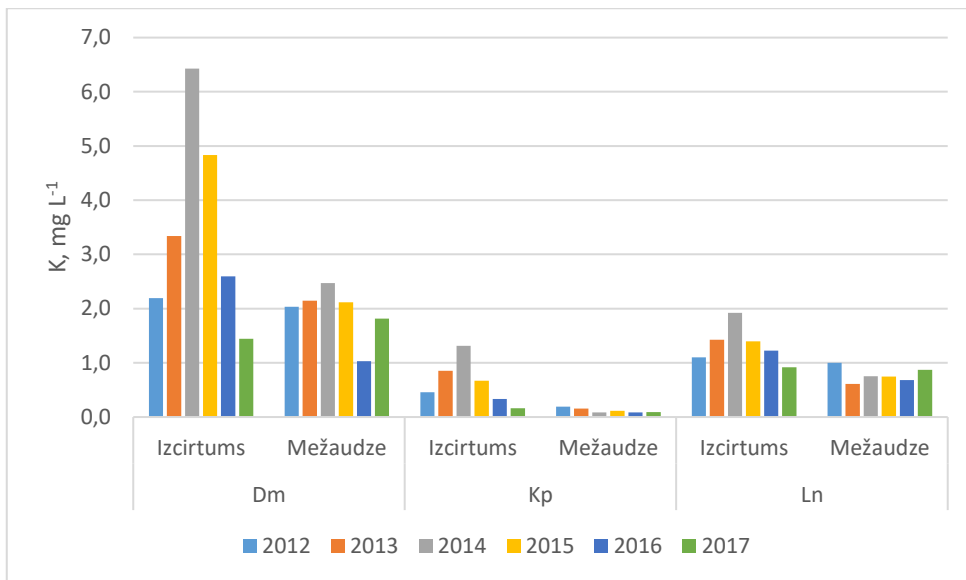


Attēls 90. Fosfātu saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos

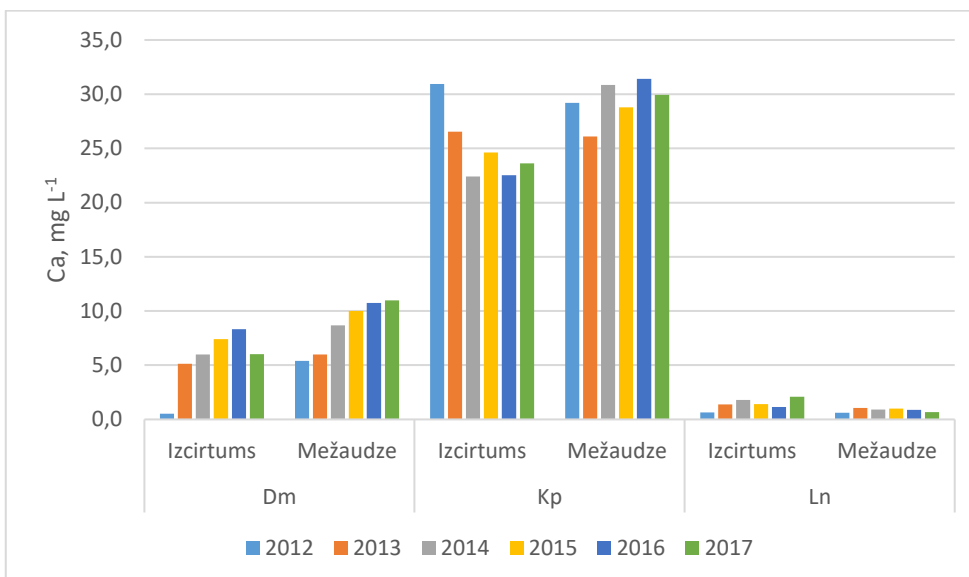
91-93. attēlā atspoguļots vidējais bāzisko katjonu (K, Ca un Mg) saturs augsnes ūdenī pētījuma objektu parauglaukumos, kur veikta mežizstrāde, un kontroles parauglaukumos, kur mežaudze ir saglabāta. Vidējais kālija saturs augsnes ūdenī parauglaukumos pētījuma periodā variē no 0.08 mg K L<sup>-1</sup> (Kp meža tips, mežaudze, 2014. gads) līdz 6.43 mg K L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, izcirtums, 2014. gads), vidējais kalcija saturs augsnes ūdenī variē no 0.52 mg Ca L<sup>-1</sup> (Dm meža tips, mežaudze, 2012. gads) līdz 31.4 mg Ca L<sup>-1</sup> (Kp meža tips, mežaudze, 2016. gads), bet vidējais magnija saturs augsnes ūdenī variē no 0.40 mg Mg L<sup>-1</sup> (Ln meža tips, mežaudze, 2012. gads) līdz 8.26 mg Mg L<sup>-1</sup> (Kp meža tips, mežaudze, 2012. gads). Salīdzinot pētījuma perioda vidējo bāzisko katjonu saturu augsnes ūdenī starp parauglaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, vērojamas atšķirības. Lielāks vidējais K saturs augsnes ūdenī konstatēts parauglaukumos (gan kontroles mežaudzē, gan izcirtumā), kas ierīkoti Dm meža tipā, savukārt lielāks Ca un Mg saturs augsnes ūdenī konstatēts Kp meža tipā.

Salīdzinot bāzisko katjonu saturu augsnes ūdenī pirms un pēc mežizstrādes, konstatēts, ka Dm objektā tas ir būtiski palielinājies 2014. gadā (attiecīgi VB parauglaukumā p=0.07 un SB parauglaukumā p=0.002). Kālija saturs augsnes ūdenī, salīdzinot ar 2012. gadu, 2014. gadā ir palielinājies arī Ln objekta SB parauglaukumā un Kp objekta VB parauglaukumā (attiecīgi p=0.007 un p=0.006), bet magnija saturs - 2013. gadā Ln objekta SB parauglaukumā (p=0.024). Tajā pašā laikā šī objekta VB parauglaukumā 2016. gadā augsnes ūdenī konstatēta būtiski zemāka kālija koncentrācija, salīdzinot ar 2012. gadu (p=0.003). Kālija saturs augsnes ūdenī Kp objekta SB un kontroles parauglaukumā no 2014. līdz 2017. gadam bijis būtiski mazāks nekā 2012. gadā (p<0.001). Kopumā 2017. gadā visos SB un VB parauglaukumos, izņemot SB parauglaukumu Ln objektā, vērojams mazāks vidējais kālija saturs augsnes ūdenī salīdzinot ar 2012. gadu.

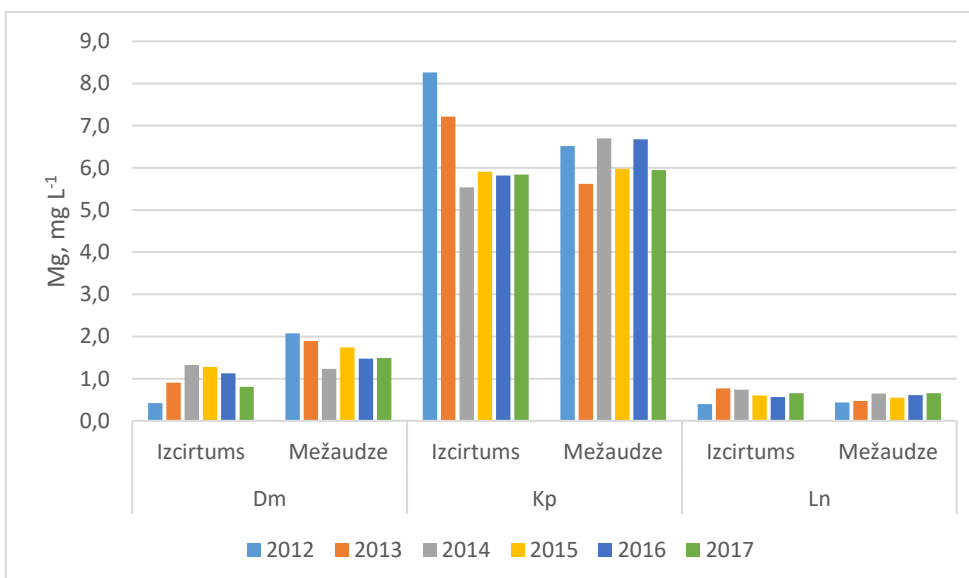




Attēls 91. Kālija saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos

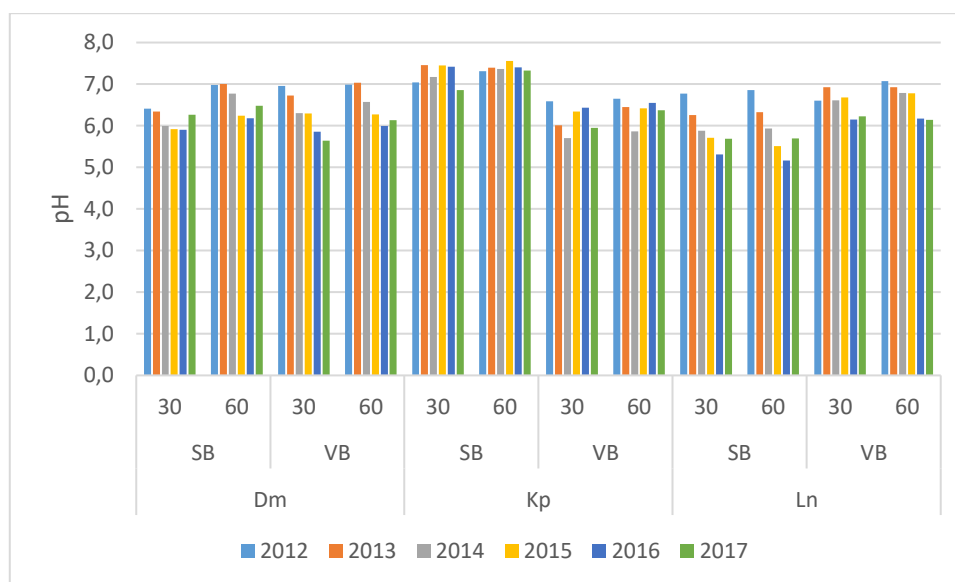


Attēls 92. Kalcija saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos



Attēls 93. Magnija saturs augsnes ūdeņos pētījuma objektos

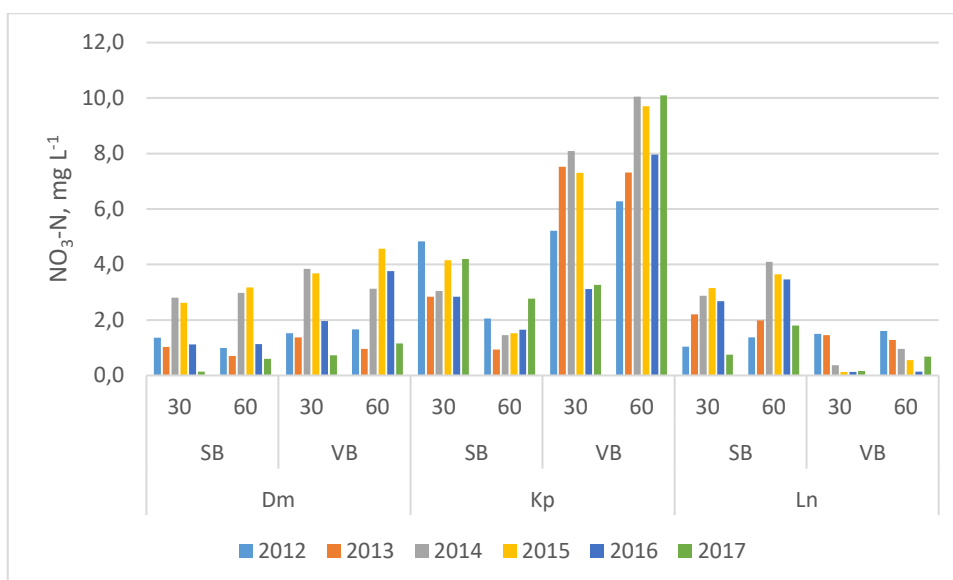
94. attēlā atspoguļots augsnes ūdens skābums 30 cm un 60 cm dziļumā pētījuma objektos, kas ierīkoti Dm, Kp un Ln meža tipā, atkarībā no mežizstrādes intensitātes – kailcirte ar visas biomasas izvākšanu (VB) vai kailcirte ar stumbra biomasas izvākšanu (SB). Pētījuma perioda vidējais augsnes ūdens pH svārstās no pH 5.2 (2016. gads, Ln meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 60 cm dziļums) līdz pH 7.6 (2015. gads, Kp meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 60 cm dziļums). Salīdzinot augsnes ūdens pētījuma perioda vidējo pH starp parauglaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, bāziskākie augsnes ūdeņi gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā konstatēti Kp meža tipā, kas norāda uz ar karbonātiem bagātu pazemes spiedes ūdeņu pieplūdi pētījuma objektā. Skābākie augsnes ūdeņi konstatēti parauglaukumā Ln meža tipā, kur veikta stumbra biomasas izvākšana. Dm un Ln meža tipā ierīkotos parauglaukumos vērojama tendence mežizstrādes rezultātā augsnes ūdeņiem paskābināties gan 30 cm, gan 60 cm dziļumā. Būtiskas augsnes ūdens skābuma atšķirības starp mežizstrādes variantiem konstatētas Kp objektā laika posmā no 2013. līdz 2017. gadam ( $p < 0.001$ ), visos gadījumos augsnes ūdens bija skābāks parauglaukumā, kur izvākta visa biomasas. Pretēja sakarība konstatēta Ln objektā, kur laika posmā no 2013. līdz 2017. gadam augsnes ūdens bija būtiski skābāks parauglaukumos, kur izvākta stumbru biomasas ( $p < 0.001$ ).



Attēls 94. Augsnes ūdens pH pētījuma objektos atkarībā no mežizstrādes intensitātes

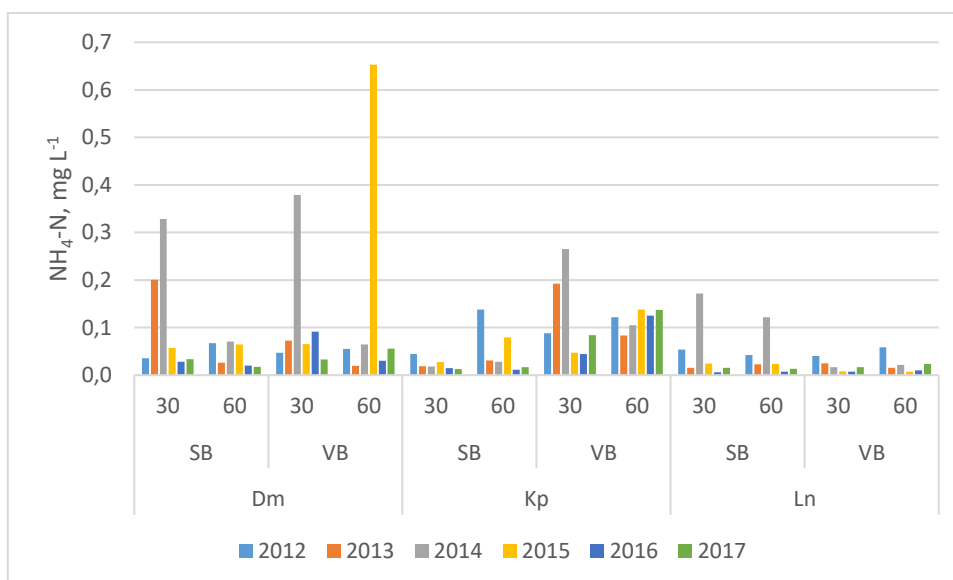
Pētījuma perioda vidējais nitrātu saturs augsnes ūdenī variē no 0.13 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (2015.-2016. gads, Ln meža tips, parauglaukums, kur veikta visa biomasas izvākšana, 30 cm dziļumā) līdz 10.09 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (2017. gads, Kp meža tips, parauglaukums, kur veikta visa biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā) (Attēls 95). Atsevišķos parauglaukumos mežizstrādes rezultātā vērojama tendence palielināties nitrātu saturam augsnes ūdeņos, īpaši otrajā un trešajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas, savukārt ceturtajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas atkal vērojama nitrātu satura augsnes ūdeņos samazināšanās. Vislabāk šī tendence saskatāma parauglaukumos, kas ierīkoti Dm meža tipā, kur tendence saglabājas arī 2017. gadā. Viennozīmīga mežizstrādes intensitātes ietekme uz nitrātu saturu augsnes ūdenī nav novērota.

Būtiskas nitrātu satura augsnes ūdenī atšķirības starp mežizstrādes variantiem Dm objektā konstatētas tikai 2015. gadā ( $p < 0.001$ ), VB parauglaukuma augsnes ūdenī nitrātu saturs bija augstāks. Kp objektā līdzīga sakarība novērota pirmajos trijos gados pēc mežizstrādes ( $p < 0.001$ ). Ln objektā būtiskas augsnes ūdens nitrātu satura atšķirības starp izcirtumiem konstatētas 2014., 2015. un 2016. gadā, bet šajā objektā augstāks nitrātu saturs augsnes ūdenī bija SB parauglaukumā ( $p < 0.001$ ).



Attēls 95. Nitrātu saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes

Pētījuma perioda vidējais amonija jonu saturs augsnes ūdenī variē no  $<0.01 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$  līdz  $0.65 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$  (2015. gads, Dm meža tips, parauglaukums, kur veikta visa biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā). Atsevišķos parauglaukumos mežizstrādes rezultātā vērojama tendence palielināties amonija jonu saturam augsnes ūdeņos, īpaši otrajā un trešajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas (Attēls 96). Būtiskas atšķirības starp augsnes ūdens amonija jonu saturu parauglaukumā, kur izvākta stumbra biomasa un visa virszemes biomasa, konstatētas Kp objektā visus piecus gadus pēc mežizstrādes ( $p < 0.05$ ), lielāks augsnes ūdens amonija jonu saturs konstatēts VB parauglaukumā. Ln objektā būtiskas atšķirības starp VB un SB parauglaukumiem novērotas tikai 2014.gadā ( $p = 0.012$ ), bet šajā gadījumā augstāks amonija jonu saturs augsnes ūdenī bija parauglaukumā, kur izvākta stumbru biomasa. Attiecīgi viennozīmīga mežizstrādes intensitātes ietekme uz amonija jonu saturu augsnes ūdenī nav novērota.

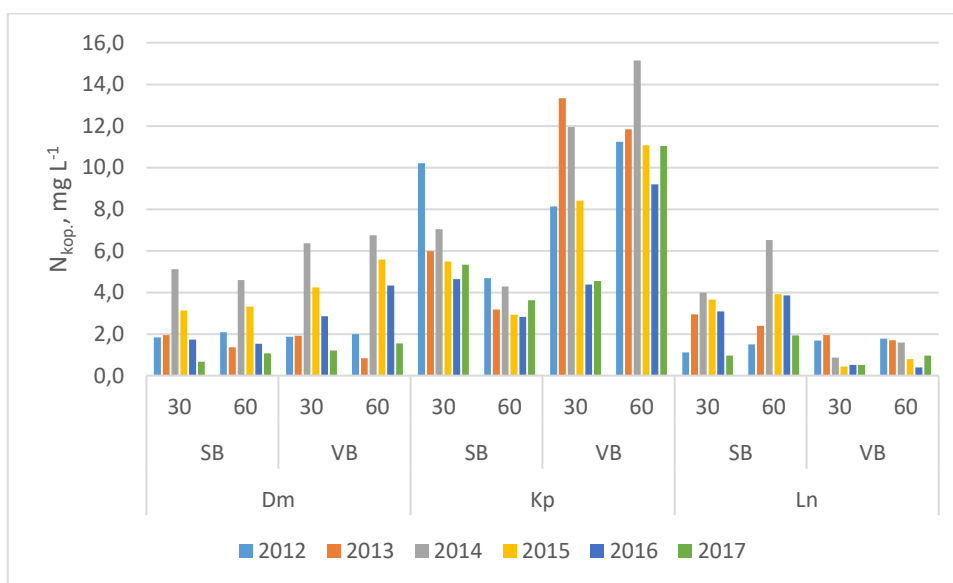


Attēls 96. Amonija jonu saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes

97. attēlā atspoguļots vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī 30 cm un 60 cm dziļumā pētījuma objektos atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Pētījuma perioda vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī variē no  $0.39 \text{ mg N L}^{-1}$  (2016. gads, Ln meža tips, parauglaukums, kur veikta visa biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā) līdz  $15.15 \text{ mg N L}^{-1}$  (2014. gads, Dm meža tips, parauglaukums, kur veikta visa

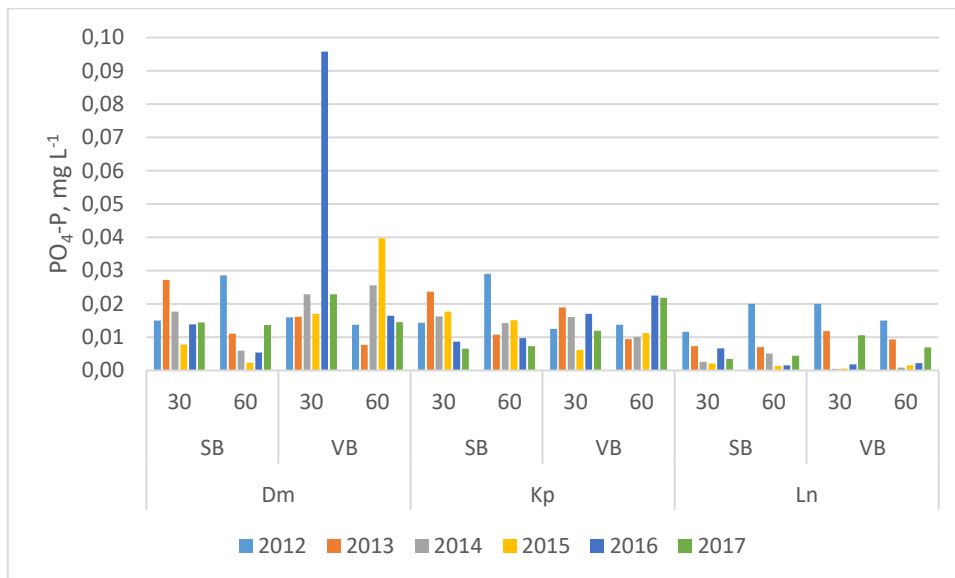
biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā). Galvenokārt parauglaukumos mežizstrādes rezultātā vērojama tendence palielināties kopējā slāpekļa saturam augsnes ūdeņos, īpaši otrajā un trešajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas, savukārt ceturtajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas atkal vērojama kopējā slāpekļa satura augsnes ūdeņos samazināšanās, kas Dm objektā un Ln objekta SB parauglaukumā turpinās arī piektajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas (2017. gadā). Šāda tendence nav saskatāma parauglaukumos, kas ierīkoti Kp meža tipā, kur vērojama pazemes spiedes ūdeņu pieplūde.

Būtiskas augsnes ūdens kopējā slāpekļa atšķirības starp VB un SB parauglaukumu konstatētas Dm objektā 2015. ( $p=0.004$ ) un 2016. ( $p<0.001$ ) gadā, šī elementa saturs augstāks bijis VB parauglaukumā. Līdzīga sakarība konstatēta Kp objektā 2013., 2014. un 2015. gadā ( $p<0.001$ ), bet Ln objektā augsnes ūdens kopējā slāpekļa saturs 2014., 2015. un 2016. gadā būtiski augstāks bijis SB parauglaukumā ( $p<0.001$ ). Viennozīmīga mežizstrādes intensitātes ietekme uz kopējā slāpekļa saturu augsnes ūdenī nav novērota.



Attēls 97. Kopējais slāpekļa saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes

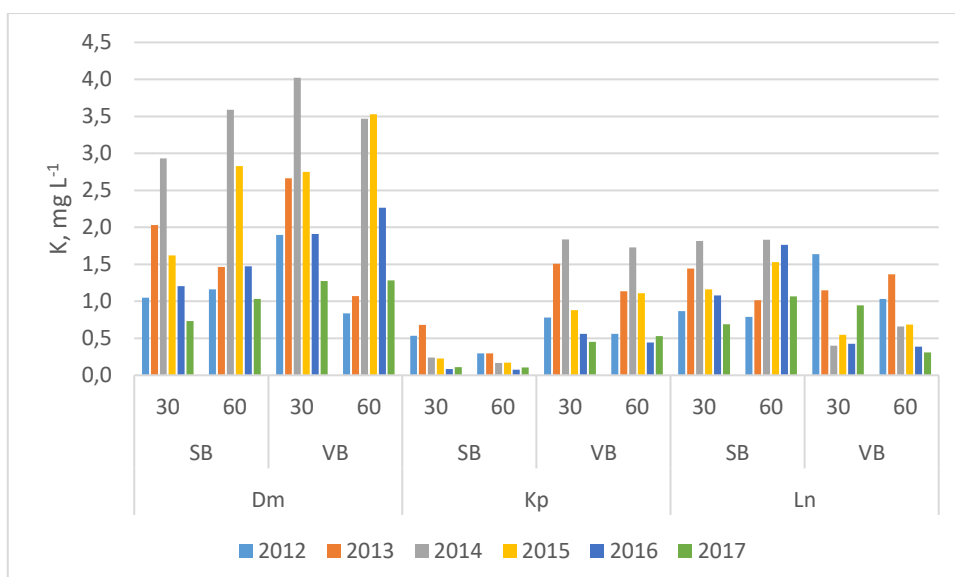
98. attēlā atspoguļots vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī 30 cm un 60 cm dziļumā pētījuma objektos atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Pētījuma perioda vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī variē līdz 0.096 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup> (2016. gads, Dm meža tips, parauglaukums, kur veikta visa biomasas izvākšana, 30 cm dziļumā). Pētījuma ietvaros nav novērota būtiska mežizstrādes vai mežizstrādes paņēmiena ietekme uz fosfātjonu saturu augsnes ūdenī. Vienīgā būtiskā fosfātjonu satura augsnes ūdenī atšķirība starp izcirtumiem konstatēta Kp objektā 2016.gadā ( $p<0.001$ ), augstāks fosfātu saturs bijis VB parauglaukumā.



Attēls 98. Fosfāciju saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes

Pētījuma perioda vidējais kālija saturs augsnes ūdenī variē salīdzinoši plašā amplitūdā no 0.07 mg K L<sup>-1</sup> (2016. gads, Kp meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā) līdz 4.02 mg K L<sup>-1</sup> (2014. gads, Dm meža tips, parauglaukums, kur veikta visa biomasas izvākšana, 30 cm dziļumā) (Attēls 99). Salīdzinot pētījuma perioda vidējo K saturu augsnes ūdeņos starp parauglaukumiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, būtiski lielāks K saturs augsnes ūdeņos konstatēts Dm meža tipā. Vismazākais K saturs augsnes ūdeņos konstatēts SB parauglaukumā, kas ierīkots Kp meža tipā, kur vērojama pazemes spiedes ūdeņu pieplūde. Galvenokārt parauglaukumos mežizstrādes rezultātā vērojama tendence palielināties kālija saturam augsnes ūdeņos, īpaši otrajā un trešajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas, savukārt ceturtajā un piektajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas atkal vērojama kālija satura augsnes ūdeņos samazināšanās. Šāda tendence nav saskatāma SB parauglaukumā, kas ierīkots Kp meža tipā, kur vērojama pazemes spiedes ūdeņu pieplūde.

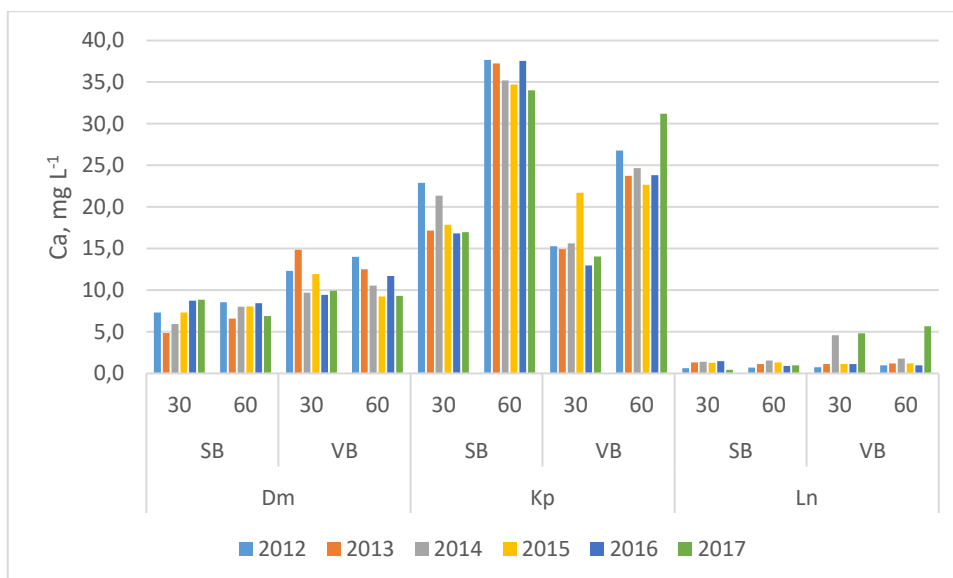
Dm objektā 2016.gadā VB parauglaukumā konstatēts būtiski lielāks kālija saturs augsnes ūdenī nekā SB parauglaukumā ( $p=0.012$ ). Kp objektā šāda likumsakarība novērota visos gados pēc mežizstrādes ( $p<0.001$ ), bet Ln objektā 2014., 2015. un 2016. gadā augsnes ūdens kālija saturs SB parauglaukumā bija būtiski augstāks nekā VB parauglaukumā ( $p<0.001$ ).



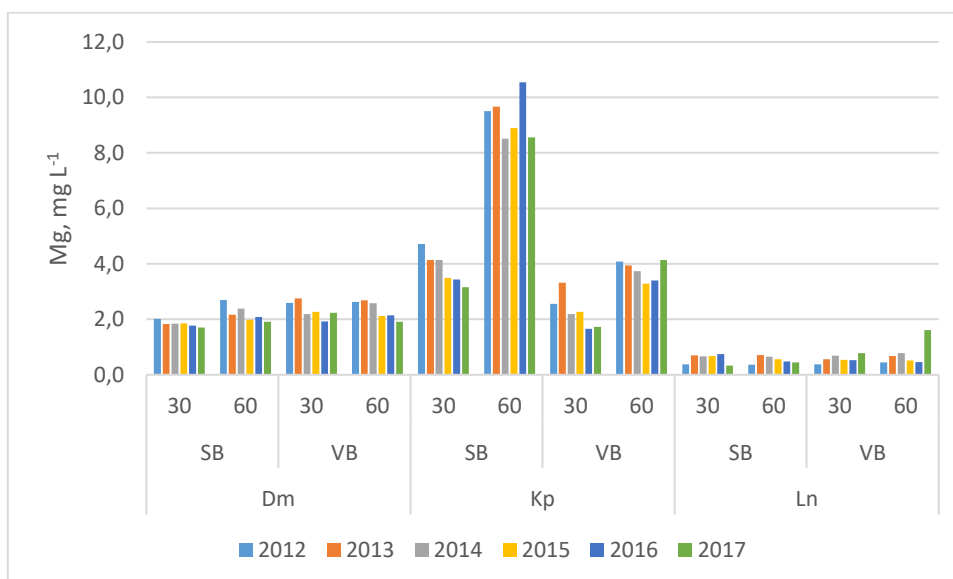
Attēls 99. Kālija saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes

100. un 101. attēlā parādīts vidējais Ca un Mg saturs augsnes ūdenī 30 cm un 60 cm dziļumā pētījuma objektos atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Pētījuma perioda vidējais kalcija saturs augsnes ūdenī variē no 0.45 mg Ca L<sup>-1</sup> (2017. gads, Ln meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 30 cm dziļumā) līdz 37.66 mg Ca L<sup>-1</sup> (2012. gads, Kp meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā), bet vidējais Mg saturs augsnes ūdenī variē no 0.33 mg Mg L<sup>-1</sup> (2017. gads, Ln meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 30 cm dziļumā) līdz 10.54 mg Mg L<sup>-1</sup> (2016. gads, Kp meža tips, parauglaukums, kur veikta stumbra biomasas izvākšana, 60 cm dziļumā). Salīdzinot pētījuma perioda vidējo Ca un Mg saturu augsnes ūdeņos starp parauglaukiem, kas ierīkoti dažādos meža tipos, būtiski lielāks Ca un Mg saturs augsnes ūdeņos 60 cm dziļumā konstatēts Kp meža tipā, kur vērojama pazemes spiedes ūdeņu pieplūde. Vismazākais Ca un Mg saturs augsnes ūdeņos konstatēts parauglaukumos, kas ierīkoti Ln meža tipā.

Dm objektā netika konstatētas būtiskas kalcija vai magnija satura atšķirības augsnes ūdenī izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasas, un izcirtumā, kur izvākta visa biomasas. Kp objektā savukārt parauglaukumā, kur izvākta stumbru biomasas, 2013.-2017. gadā bija būtiski augstāks kalcija un magnija saturs augsnes ūdenī, salīdzinot ar otru izcirtumu ( $p < 0.005$ ).



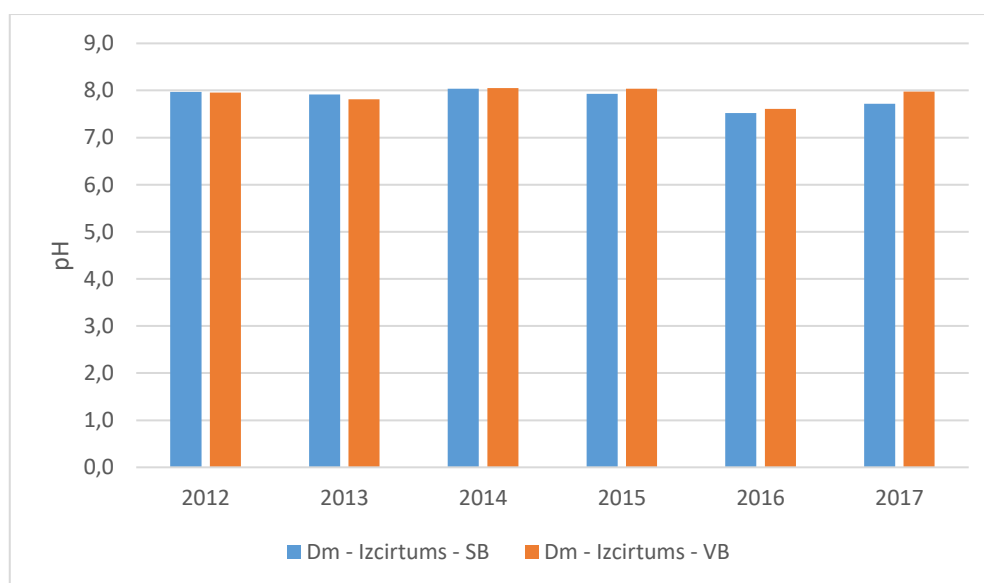
Attēls 100. Kalcija saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes



Attēls 101. Magnija saturs augsnes ūdenī atkarībā no mežizstrādes intensitātes

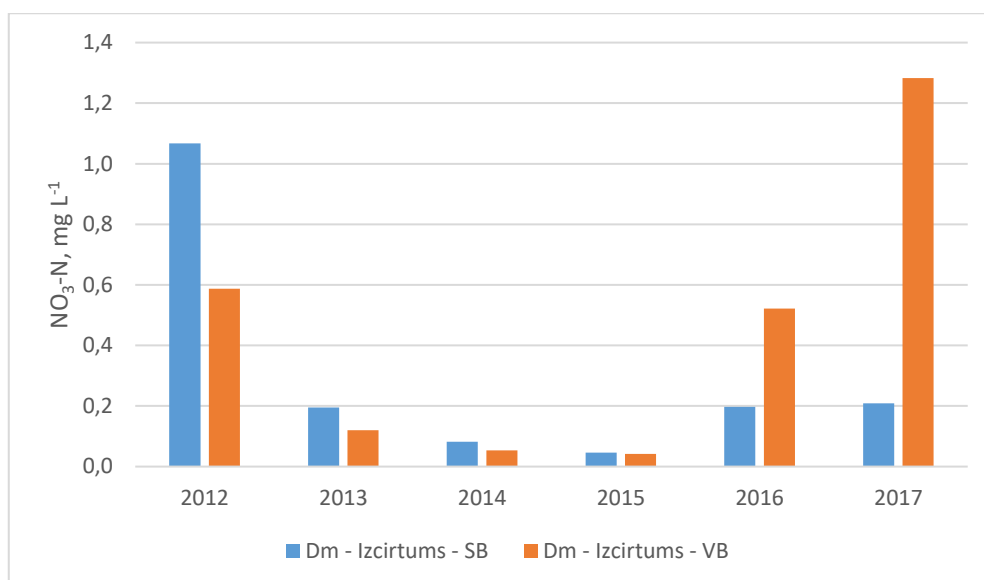
### Barības vielu koncentrācija gruntsūdenī

102.-109. attēlā atspoguļots gruntsūdens ķīmiskais sastāvs Dm pētījuma objekta SB un VB parauglaukumos. 102. attēlā parādīts gruntsūdens pH Dm pētījuma objektā, izcirtumos ar dažādu mežizstrādes intensitāti. Pētījuma ietvaros gruntsūdens ķīmiskais sastāvs pētīts atsevišķi parauglaukumā, kur veikta tikai stumbra biomasas izvākšana, un parauglaukumā, kur veikta visas biomasas izvākšana. Gruntsūdeņu vidējais pH sešus gadus ilga pētījuma periodā ir salīdzinoši stabils un gadu griezumā nesvārstās vairāk par 0.5 pH vienībām. Gan parauglaukumā, kur veikta tikai stumbra biomasas izvākšana, gan parauglaukumā, kur veikta visas biomasas izvākšana, neliela gruntsūdeņu paskābināšanās novērota 2016 gadā, SB parauglaukumā tā, salīdzinot ar 2012.gadu, bijusi būtiska ( $p=0.013$ ).



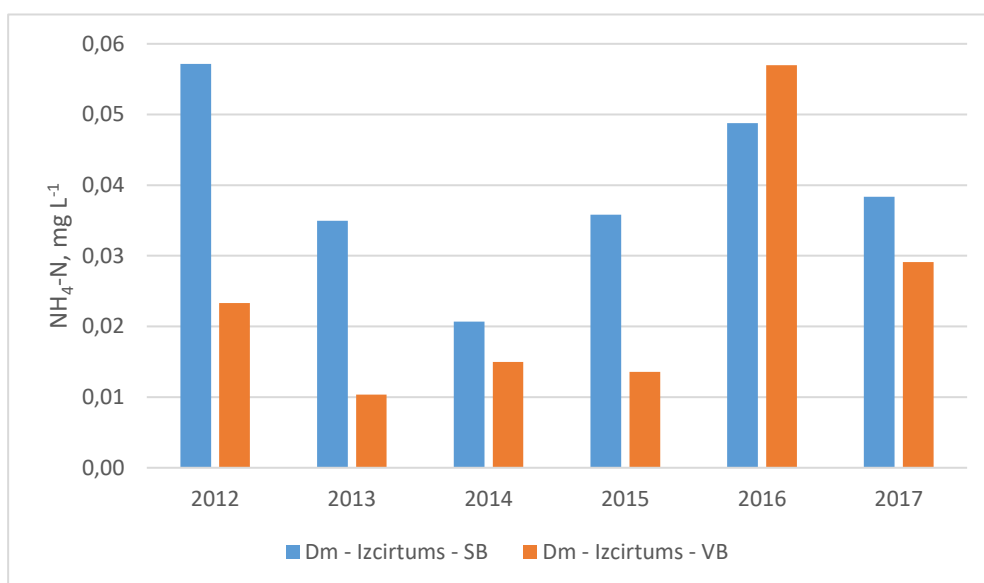
Attēls 102. Gruntsūdeņu pH Dm pētījuma objektā

103. attēlā parādīts nitrātu, kas ir galvenā slāpekli saturošā neorganiskā savienojumu forma, saturs gruntsūdeņos objektā, kas ierīkoti Dm meža tipā, atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Nitrātu saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā variēja līdz  $2.26 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ , bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedza  $1.28 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ . Augstākais vidējais nitrātu saturs gruntsūdeņos parauglaukumā, kur veikta tikai stumbra biomasas izvākšana, konstatēts 2012. gadā, pēc tam nitrātu saturs gruntsūdeņos samazinājies, sasniedzot būtisku samazinājuma līmeni ( $p < 0.05$ ). Parauglaukumā, kur veikta visas biomasas izvākšana, augstākais nitrātu saturs konstatēts 2017. gadā (piektais gads pēc mežizstrādes veikšanas), bet, lai novērtētu mežizstrādes teorētiski iespējamo ietekmi uz nitrātu satura paaugstināšanos gruntsūdeņos, ir jāturpina pētījums. ES Nitrātu direktīvā (1991) noteiktā nitrātu satura robežvērtība ( $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$  vai tam ekvivalents  $11.3 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ ) pētījumu periodā nav pārsniegta.



Attēls 103. Nitrātu saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā

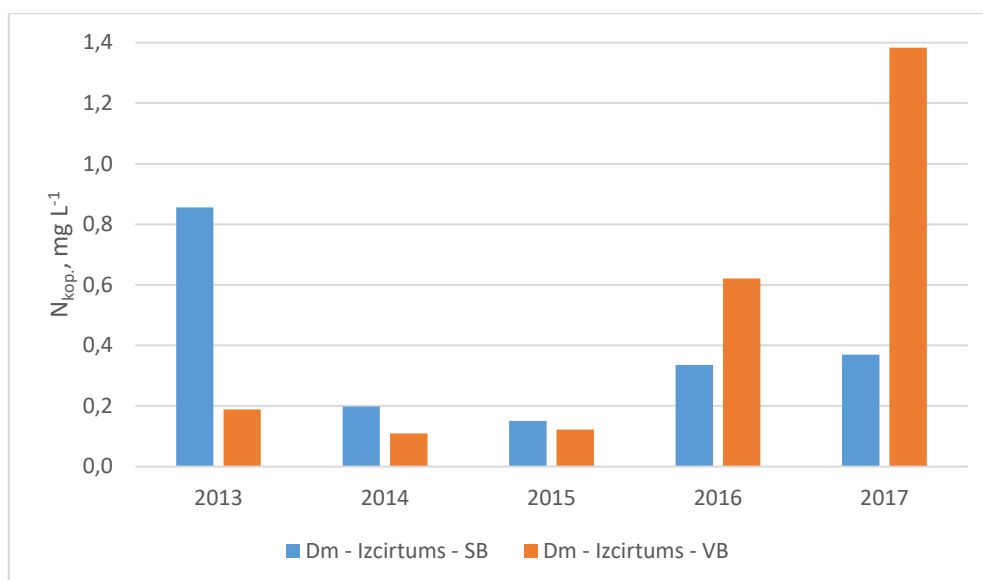
104. attēlā atspoguļots amonija jonu saturs gruntsūdeņos objektā, kas ierīkoti Dm meža tipā, atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Amonija jonu saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā variē līdz 0.18 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedz 0.057 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup>. Parauglaukumā, kur izvēkta stumbru biomasa, amonija saturs gruntsūdenī līdz 2014. gadam samazinājies, 2015. un 2016. gadā palielinājies, tomēr nesasniedzot 2012.gada vērtību. VB parauglaukumā vidējais amonija saturs diezgan ievērojami pieaudzis 2016. gadā, bet 2017. gadā vidējās amonija satura vērtības, salīdzinot ar 2016. gadu, atkal samazinājušās gan VB, gan SB parauglaukumā. Vienīgā būtiskā atšķirība starp parauglaukumiem konstatēta 2013. gadā (p=0.020).



Attēls 104. Amonija jonu saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā

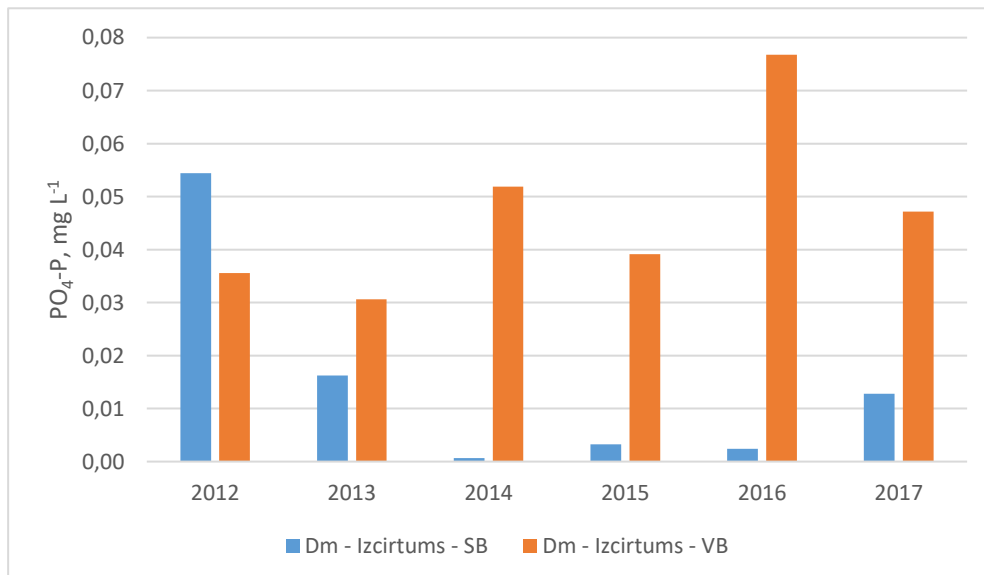
105. attēlā atspoguļots kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos objektā, kas ierīkoti Dm meža tipā, atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā variē no 0.04 mg N L<sup>-1</sup> līdz 6.03 mg N L<sup>-1</sup>. 2013. gadā (pirmais gads pēc mežizstrādes veikšanas) ievērojami lielāks kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos konstatēts SB parauglaukumā, bet 2016. un 2017. gadā ievērojami lielāks kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos konstatēts VB parauglaukumā.





Attēls 105. Kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā

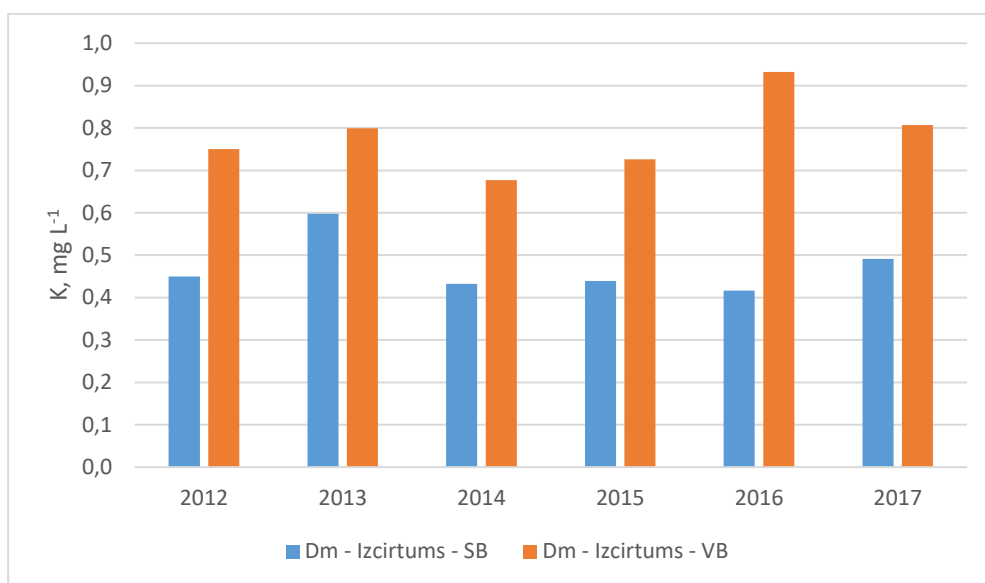
106. attēlā parādīts fosfātu saturs gruntsūdeņos objektā, kas ierīkoti Dm meža tipā, atkarībā no mežizstrādes intensitātes. Fosfātu saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā variē līdz 0.19 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedz 0.077 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>. Kopš 2013. gada ievērojami lielāks vidējais fosfātu saturs konstatēts VB parauglaukumā, salīdzinot ar SB parauglaukumu, turklāt 2014., 2015. un 2016. gadā vērojamas būtiskas atšķirības ( $p < 0.001$ ,  $p < 0.001$  un  $p = 0.001$ , attiecīgi). Izvērtējot vidējo fosfātu saturu gruntsūdenī laika posmā no 2012. līdz 2017. gadam, ievērojams vidējā fosfātu satura palielinājums konstatēts VB parauglaukumā 2016. gadā.



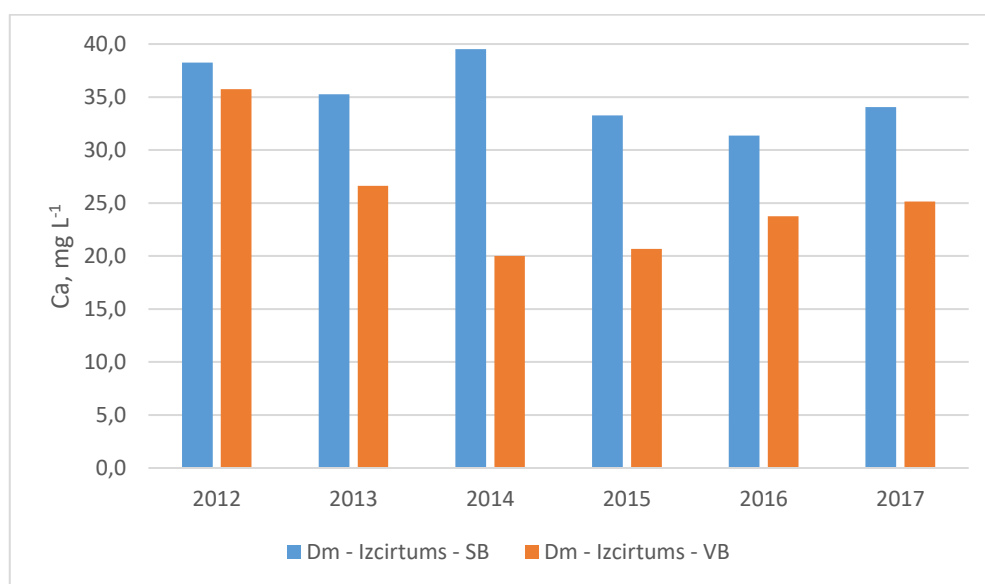
Attēls 106. Fosfātu saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā

Kālija saturs gruntsūdeņos pētījuma objektos variē no 0.26 mg K L<sup>-1</sup> līdz 1.17 mg K L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais kālija saturs nepārsniedz 0.93 mg K L<sup>-1</sup> (Attēls 107). Kalcija saturs gruntsūdeņos pētījuma objektos variē no 14.79 mg Ca L<sup>-1</sup> līdz 59.08 mg Ca L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais kalcija saturs nepārsniedz 39.51 mg Ca L<sup>-1</sup> (Attēls 108). Savukārt magnija saturs gruntsūdeņos pētījuma objektos variē no 3.16 mg Mg L<sup>-1</sup> līdz 11.98 mg Mg L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais magnija saturs nepārsniedz 9.16 mg Mg L<sup>-1</sup> (Attēls 109). Līdzīgi kā virsūdeņos, arī gruntsūdeņos bāzisko katjonu saturs samazinās sekojošā secībā: Ca<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup>. VB parauglaukumā gruntsūdeņos visus piecus gadus pēc mežizstrādes (2013.-2017. gads) konstatēta būtiski mazāka kalcija un magnija koncentrācija ( $p < 0.001$ ), salīdzinot ar 2012. gadu.

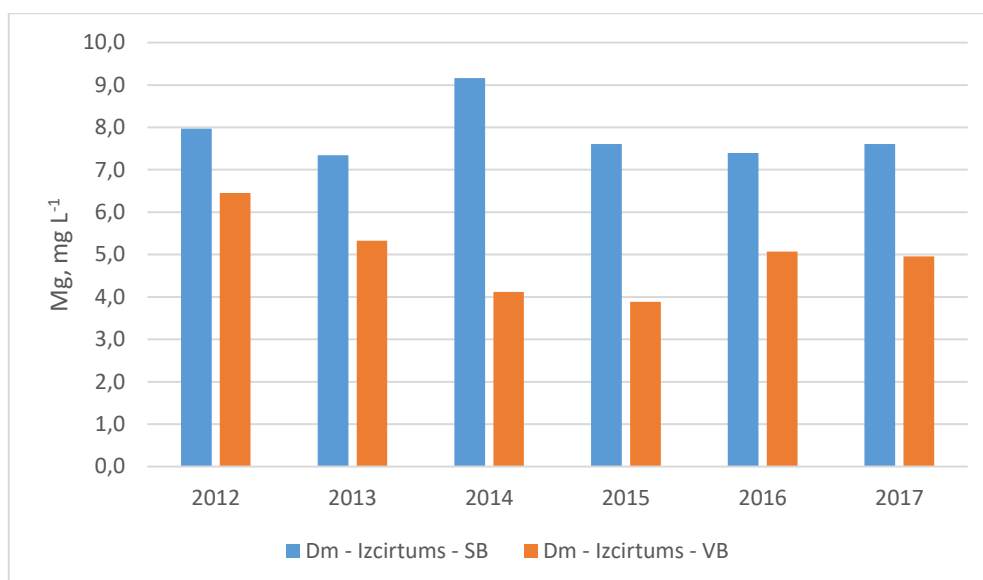
Visos pētījuma gados pēc mežizstrādes novērotas arī būtiskas bāzisko katjonu koncentrācijas atšķirības starp abiem šī objekta parauglaukumiem ( $p < 0.05$ ). Kālija saturs augstāks bijis VB parauglaukumā, bet kalcija un magnija saturs – SB parauglaukumā.



Attēls 107. Kālija saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā

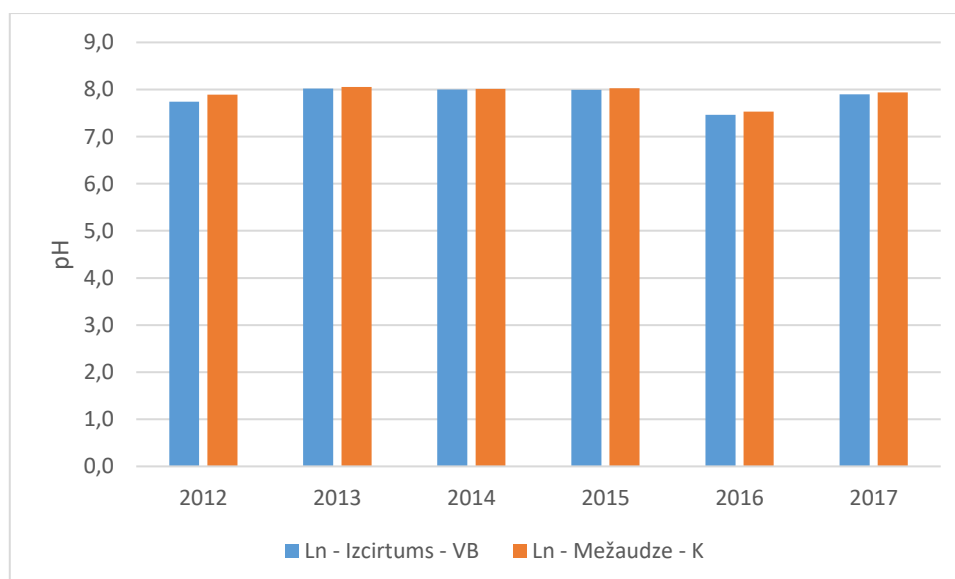


Attēls 108. Kalcija saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā



Attēls 109. Magnija saturs gruntsūdeņos Dm pētījuma objektā

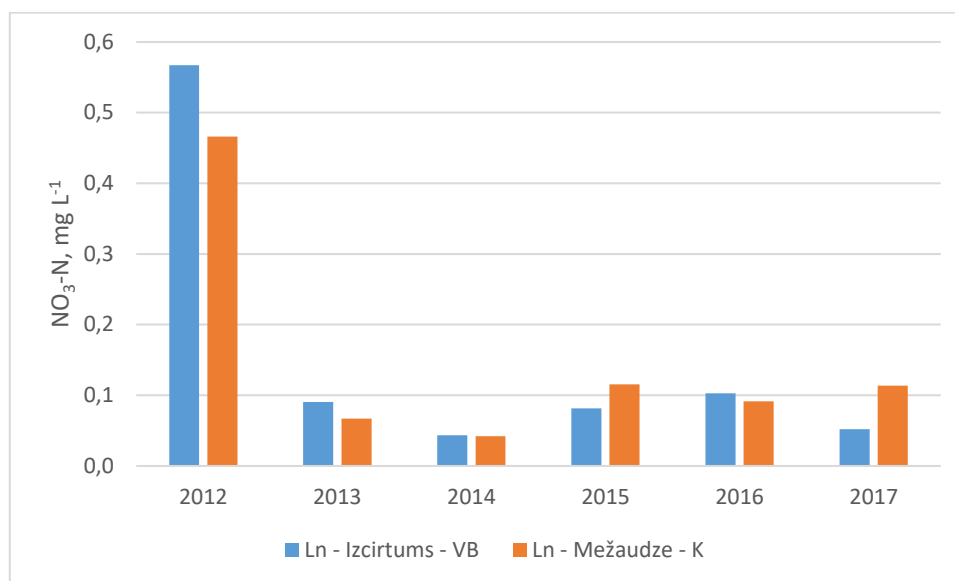
110. attēlā parādīts gruntsūdens pH pētījuma objektā, kas ierīkots Ln meža tipā. Pētījuma ietvaros gruntsūdens ķīmiskais sastāvs pētīts atsevišķi parauglaukumā, kur veikta visas biomasas izvākšana, un kontroles parauglaukumā. Līdzīgi kā liecina gruntsūdeņu pētījumu rezultāti objektā Dm, arī objektā Ln gruntsūdeņu pH sešus gadus ilga pētījuma periodā ir salīdzinoši stabils un gadu griezumā nesvārstās vairāk par 0.6 pH vienībām. Gan parauglaukumā, kur veikta biomasas izvākšana, gan kontroles parauglaukumā neliela gruntsūdeņu paskābināšanās novērota 2016 gadā, taču tā nav būtiska.



Attēls 110. Gruntsūdeņu pH Ln pētījuma objektā

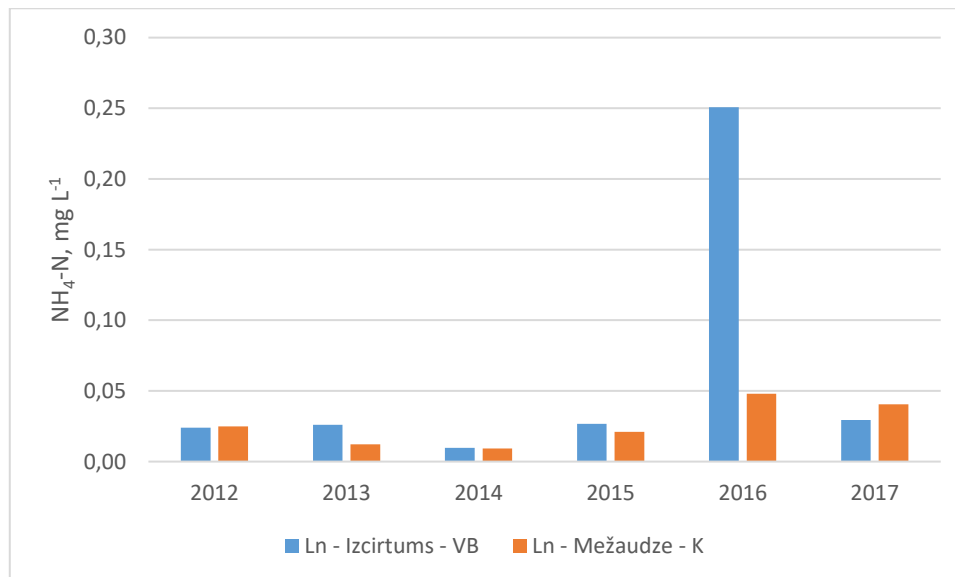
Pētījuma periodā nitrātu saturs gruntsūdeņos variē līdz 0.94 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup> (Attēls 111), bet pētījuma perioda vidējais nitrātu saturs nepārsniedz 0.57 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>. Augstākais nitrātu saturs gruntsūdeņos gan parauglaukumā, kur veikta biomasas izvākšana, gan kontroles parauglaukumā, konstatētas 2012. gadā. Turklāt salīdzinot nākamo gadu koncentrācijas ar 2012. gada koncentrācijām, abos parauglaukumos vērojams būtisks samazinājums ( $p < 0.001$ ). Pētījuma ietvaros nav novērota būtiska mežizstrādes ietekme uz nitrātu saturu gruntsūdeņos, jo samazinājums vienlīdz izteikti vērojams arī kontroles parauglaukumā. Starp abiem parauglaukumiem būtiskas atšķirības netika konstatētas. ES

Nitrātu direktīvā noteiktā nitrātu saturs robežvērtība ( $50 \text{ mg NO}_3^- \text{ L}^{-1}$  vai tam ekvalents  $11.3 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ ) pētījumu periodā nav pārsniegta.



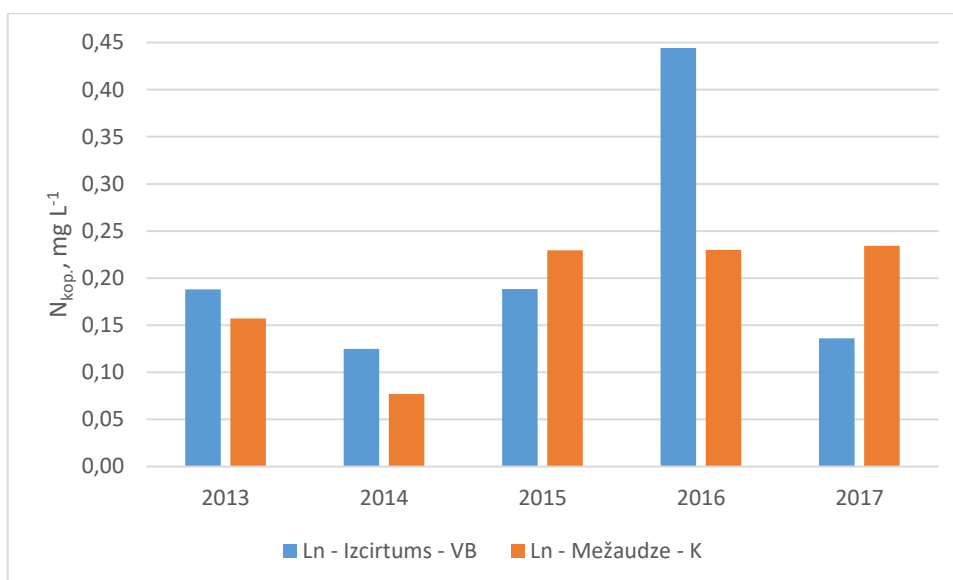
Attēls 111. Nitrātu saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā

Pētījuma perioda vidējais amonija jonu saturs gruntsūdeņos Ln objektā variē līdz  $1.35 \text{ mg NH}_4^+ \text{-N L}^{-1}$  (Attēls 112), bet pētījuma perioda vidējais amonija jonu saturs nepārsniedz  $0.25 \text{ mg NH}_4^+ \text{-N L}^{-1}$ . Augstākais amonija jonu saturs gruntsūdeņos parauglaukumā, kur veikta biomasas izvākšana, konstatēts 2016. gadā, kas teorētiski varētu norādīt uz mežizstrādes ietekmi, taču tas nav viennozīmīgi, jo amonija saturs 2016. gadā palielinājies arī kontroles parauglaukuma gruntsūdeņos.



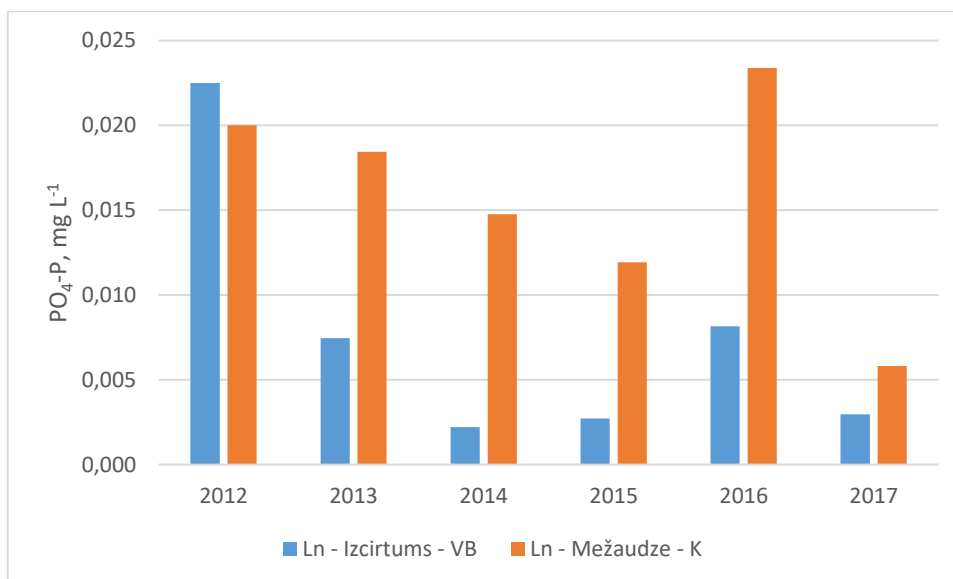
Attēls 112. Amonija jonu saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā

Pētījuma periodā kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos Ln objektā variē no  $0.02 \text{ mg N L}^{-1}$  līdz  $1.52 \text{ mg N L}^{-1}$  (Attēls 113), bet pētījuma perioda vidējais kopējā slāpekļa saturs nepārsniedz  $0.44 \text{ mg N L}^{-1}$ . Augstākais kopējā slāpekļa saturs gruntsūdeņos parauglaukumā, kur veikta visas biomasas izvākšana, konstatēts 2016. gadā, bet kontroles parauglaukumā - 2017. gadā. Kopējā slāpekļa koncentrācijas palielināšanās VB parauglaukuma gruntsūdenī 2016. gadā teorētiski varētu norādīt uz mežizstrādes ietekmi, kaut arī atšķirība nav būtiska.



Attēls 113. Kopējais slāpekļa saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā

114. attēlā atspoguļots fosfātu saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā, kas ierīkoti Ln meža tipā. Pētījuma periodā fosfātu saturs gruntsūdeņos variē līdz 0.125 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais fosfātu saturs nepārsniedz 0.023 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>. Salīdzinot fosfātu saturu gruntsūdeņos parauglaukumā, kur veikta mežizstrāde ar visas virszemes biomasas izvākšanu, un kontroles parauglaukumā vērojama tendence fosfātu saturam gruntsūdeņos samazināties pēc mežizstrādes veikšanas (VB parauglaukumā atšķirības no 2012. gada līmeņa nākamajos gados pēc kailcirtes ir būtiskas, p<0.001).

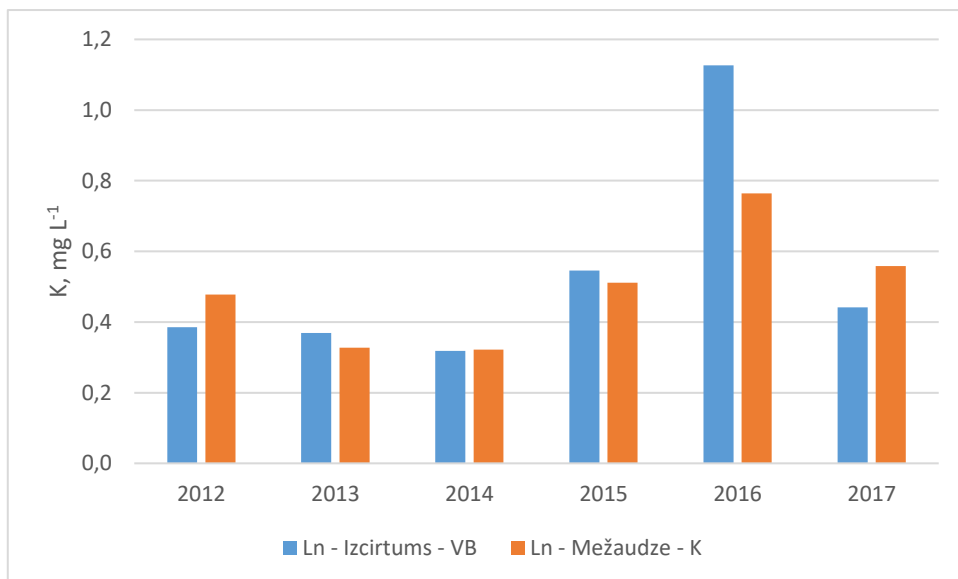


Attēls 114. Fosfātu saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā

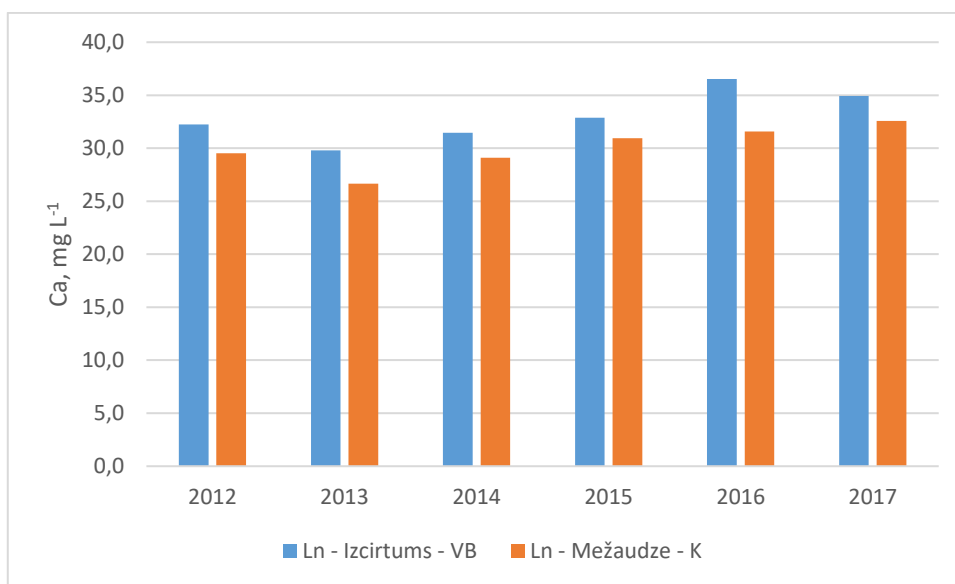
115.-117. attēlā parādīts bāzisko katjonu (K, Ca, Mg) saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā, kas ierīkoti Ln meža tipā. Pētījuma periodā kālija saturs gruntsūdeņos variē no 0.12 mg K L<sup>-1</sup> līdz 3.23 mg K L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējais kālija saturs gruntsūdeņos nepārsniedz 1.13 mg K L<sup>-1</sup>. Augstākais kālija saturs gruntsūdeņos gan parauglaukumā, kur veikta biomasas izvākšana, gan kontroles parauglaukumā konstatētas 2016. gadā, būtisks palielinājums, salīdzinot ar gadu pirms mežizstrādes, vērojams VB parauglaukumā (p=0.004).

Ca un Mg saturs gruntsūdeņos sešus gadus ilga pētījuma periodā ir salīdzinoši stabils un gadu griezumā svārstās salīdzinoši šaurā amplitūdā – Ca saturs gruntsūdeņos variē no 23.3 mg Ca L<sup>-1</sup> līdz 45.2

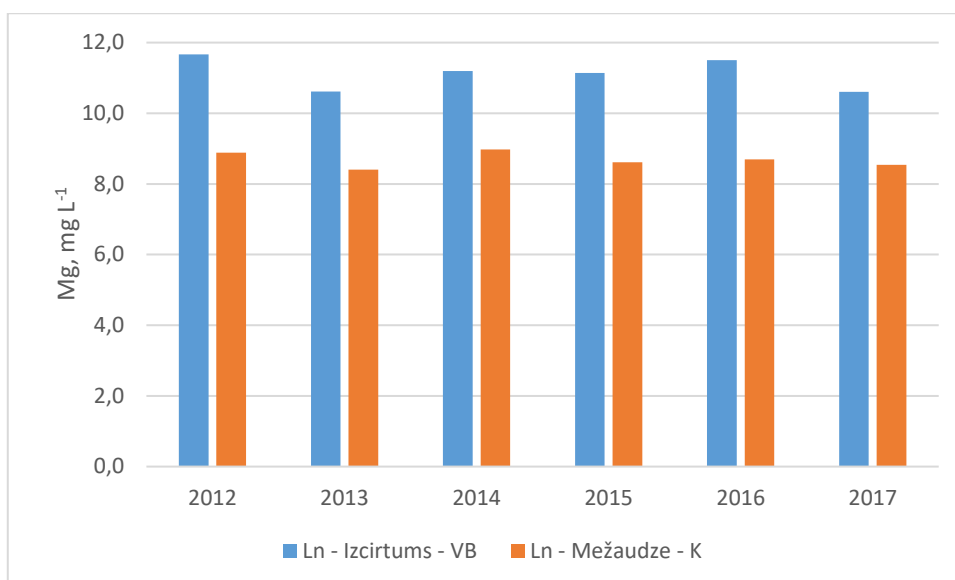
mg Ca L<sup>-1</sup>, bet Mg saturs variē no 7.52 mg Mg L<sup>-1</sup> līdz 12.50 mg Mg L<sup>-1</sup>. Gan 2012.gadā, gan visos turpmākajos gados pēc mežizstrādes kalcija un magnija koncentrācija gruntsūdenī augstāka bijusi parauglaukumā, kur veikta mežizstrāde ar visas virszemes biomasas izvākšanu (p<0.05), salīdzinot ar kontroles parauglaukumu.



Attēls 115. Kālija saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā



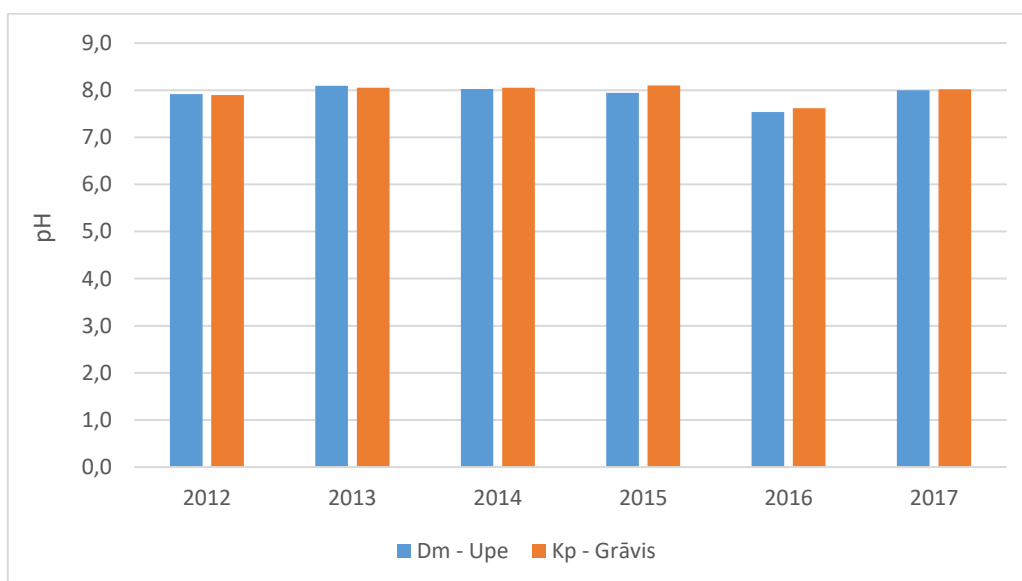
Attēls 116. Kalcija saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā



Attēls 117. Magnija saturs gruntsūdeņos Ln pētījuma objektā

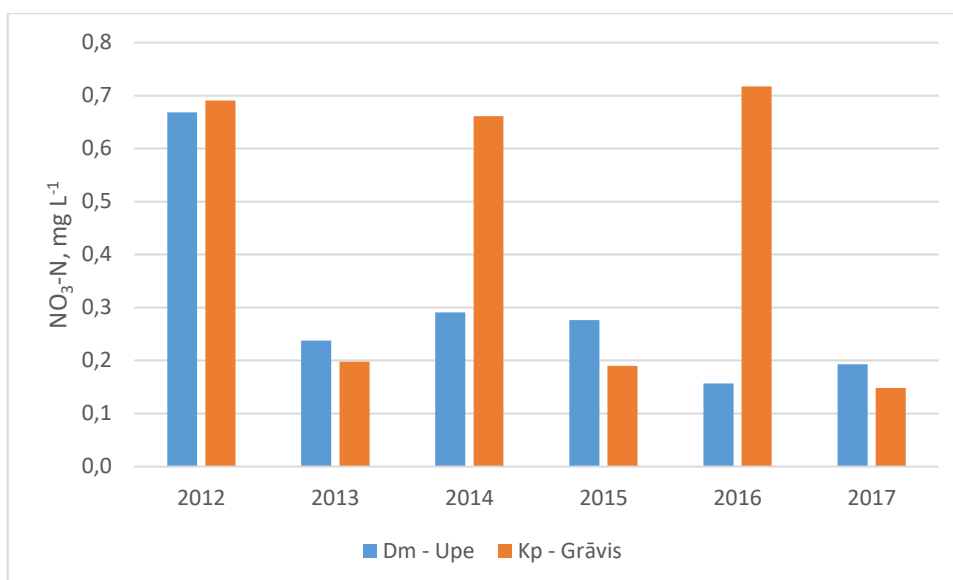
### Virszemes ūdeņi

118. attēlā parādīts virszemes ūdens pH pētījuma objektos, kas ierīkoti Dm un Kp meža tipā. Pētījumā ietvertajos objektos virszemes ūdeņu pH sešu gadu ilga pētījuma periodā ir salīdzinoši stabils un gadu griezumā nesvārstās vairāk par 0.6 pH vienībām. Vērtības ir nedaudz zemākas 2016. gadā. Viens no teorētiski ietekmējošiem faktoriem varētu būt 2016.gadā īstenotā meliorācijas sistēmu renovācija, kas varētu būt ietekmējusi virszemes ūdeņus Kp meža tipā, tomēr meliorācija neskaidro ūdens pH samazināšanos Svirējas upē, kas tek gar Dm objektu.



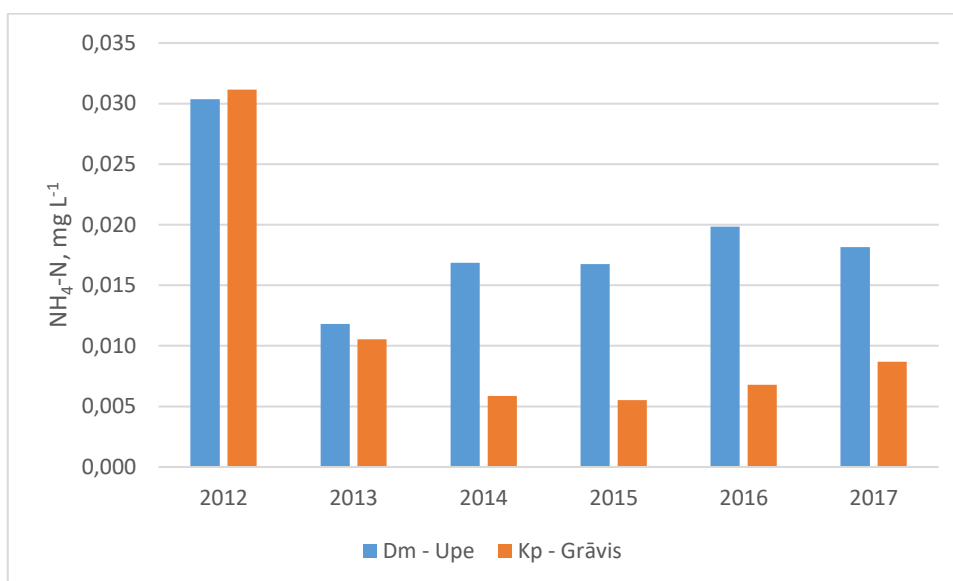
Attēls 118. Virszemes ūdeņu pH pētījuma objektos

119. attēlā parādīts nitrātu, kas ir galvenā slāpekli saturošā neorganiskā savienojumu forma, saturs virszemes ūdeņos objektos, kas ierīkoti Dm un Kp meža tipā. Nitrātu saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos variē līdz 3.98 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedz 0.72 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>. ES Nitrātu direktīvā noteiktā nitrātu satura robežvērtība (50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup> L<sup>-1</sup> vai tam ekvalents 11.3 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-N L<sup>-1</sup>) pētījumu periodā nav pārsniegta.



Attēls 119. Nitrātu saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos

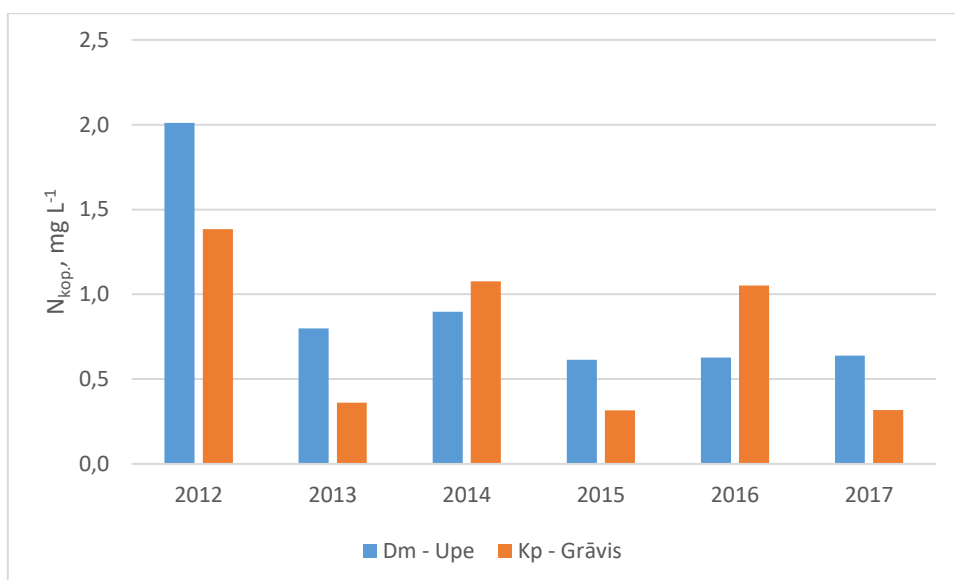
120. attēlā parādīts amonija jonu saturs virszemes ūdeņos objektos, kas ierīkoti Dm un Kp meža tipā. Amonija jonu saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos variē līdz 0.060 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedz 0.031 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N L<sup>-1</sup>. Augstākās amonija jonu koncentrācijas virszemes ūdeņos gan objektā Dm, gan objektā Kp konstatētas 2012. gadā.



Attēls 120. Amonija jonu saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos

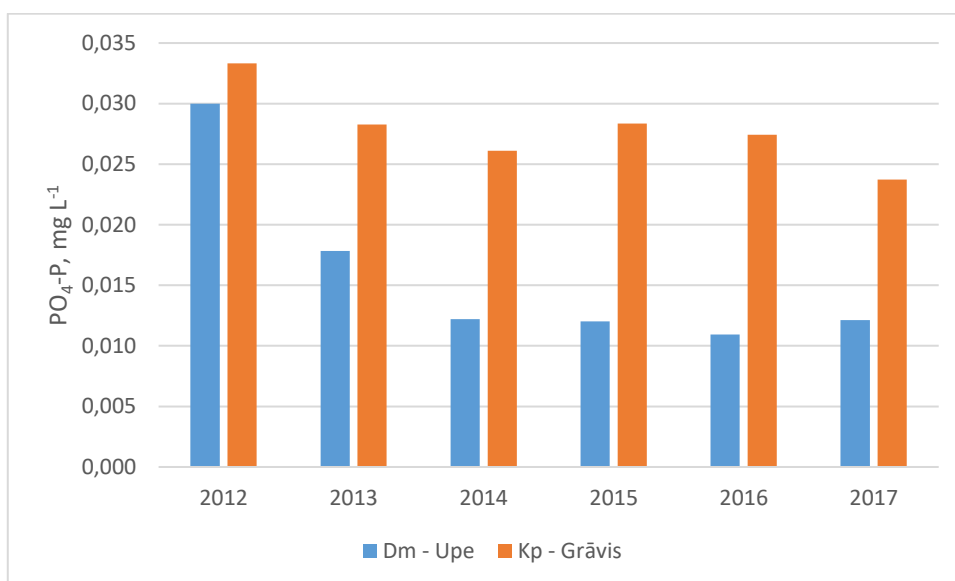
Kopējā slāpekļa saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos variē no 0.14 mg N L<sup>-1</sup> līdz 6.16 mg N L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedz 2.01 mg N L<sup>-1</sup> (Attēls 121). Līdzīgi kā amonija jonu gadījumā, augstākās kopējā slāpekļa koncentrācijas virszemes ūdeņos gan objektā Dm, gan objektā Kp konstatētas 2012. gadā. Pētījuma ietvaros konstatēta vidēji cieša korelācija starp pētījuma perioda vidējo kopējā slāpekļa saturu virszemes ūdeņos objektā Dm un objektā Kp, korelācijas koeficients r ir 0.67. Šāda sakarība netieši norāda uz gada griezumā meteoroloģisko faktoru ietekmi uz virszemes ūdeņu kvalitāti un to ietekmējošajiem faktoriem.





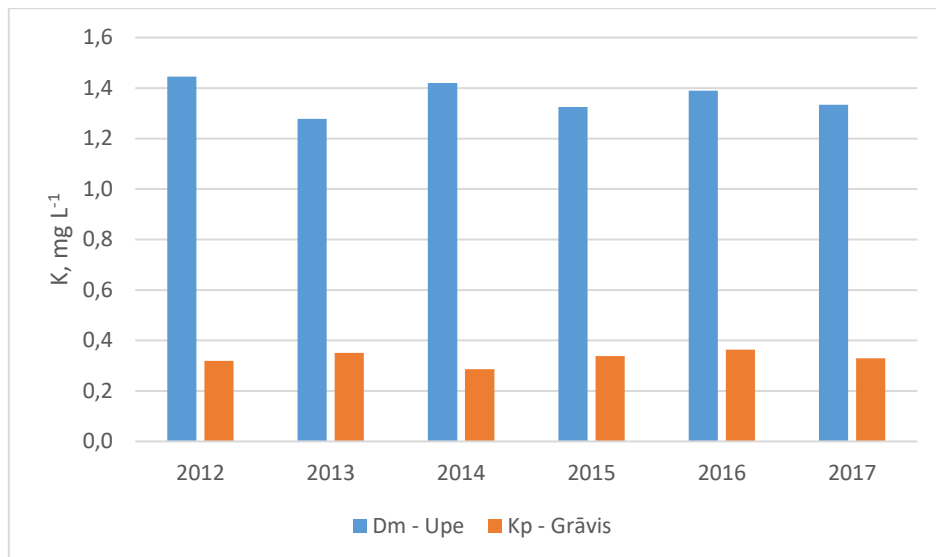
Attēls 121. Kopējais slāpekļa saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos

122. attēlā parādīts fosfātu saturs virszemes ūdeņos objektos, kas ierīkoti Dm un Kp meža tipā. Fosfātu saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos variē līdz 0.090 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>, bet pētījuma perioda vidējās vērtības nepārsniedz 0.033 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>. Līdzīgi kā amonija jonu un kopējā slāpekļa gadījumā, augstākais fosfātu saturs virszemes ūdeņos gan objektā Dm, gan objektā Kp konstatētas 2012. gadā.

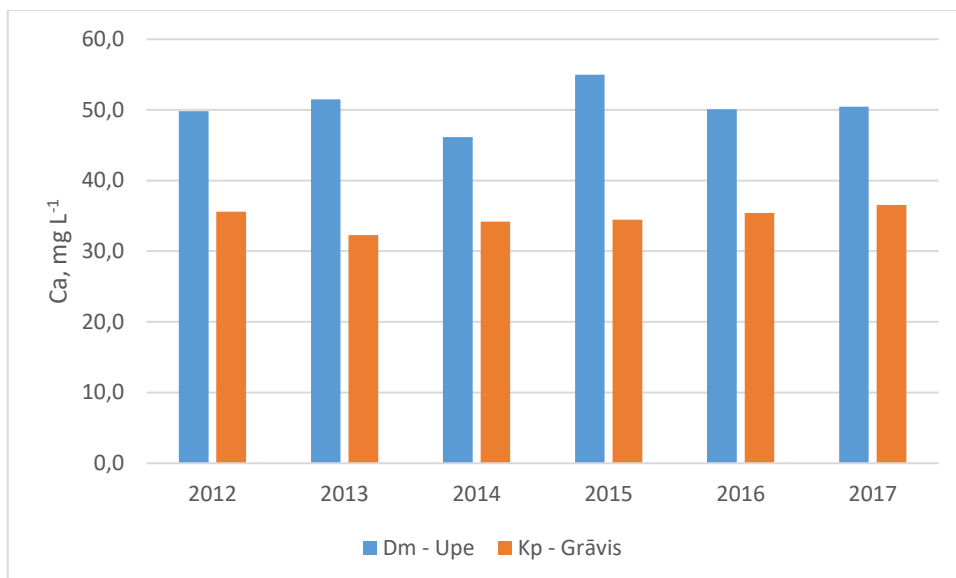


Attēls 122. Fosfātu saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos

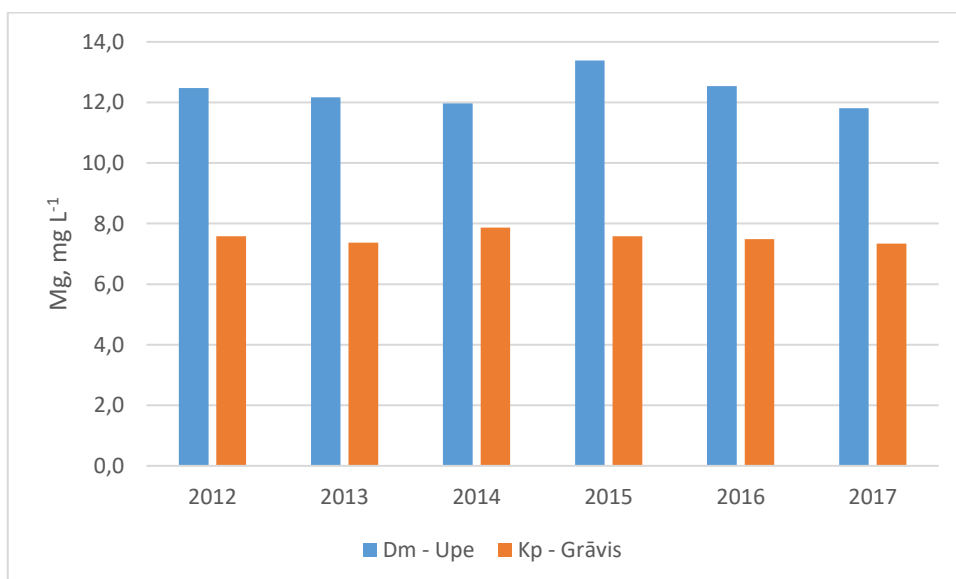
Pētījumā ietvertajos objektos bāzisko katjonu saturs virszemes ūdeņos sešus gadus ilgā pētījuma periodā objektu ietvaros ir salīdzinoši stabils (119.-121. attēls). Vidējais kālija saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos variē no 0.13 mg K L<sup>-1</sup> līdz 2.41 mg K L<sup>-1</sup>, vidējais kalcija saturs virszemes ūdeņos variē no 27.2 mg Ca L<sup>-1</sup> līdz 78.4 mg Ca L<sup>-1</sup>, bet vidējais magnija saturs virszemes ūdeņos variē no 6.3 mg Mg L<sup>-1</sup> līdz 17.5 mg Mg L<sup>-1</sup>. Līdzīgi kā objektos Zalvīte un Slītere, arī šī pētījuma objektos bāzisko katjonu saturs virszemes ūdeņos samazinās sekojošā secībā: Ca<sup>2+</sup> > Mg<sup>2+</sup> > K<sup>+</sup>.



Attēls 123. Kālija saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos



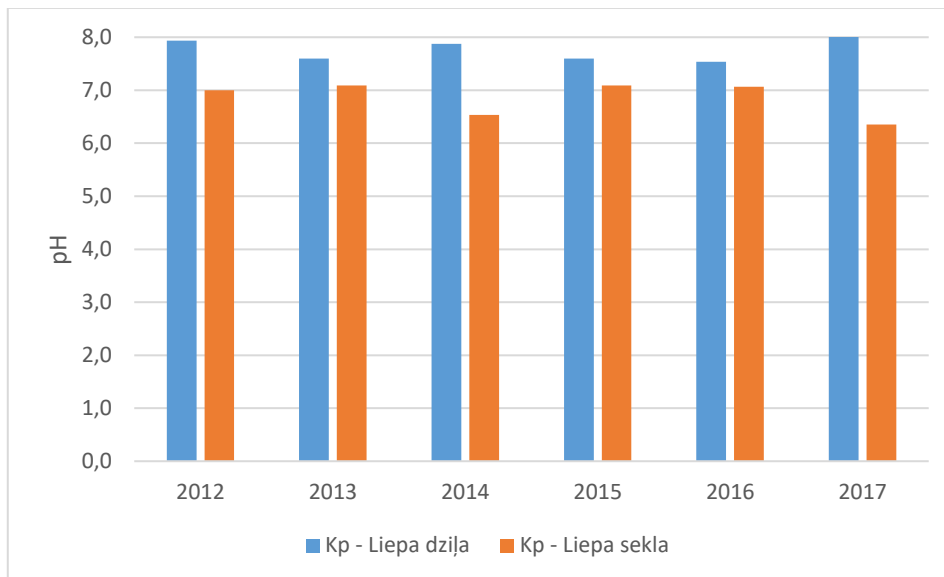
Attēls 124. Kalcija saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos



Attēls 125. Magnija saturs virszemes ūdeņos pētījuma objektos

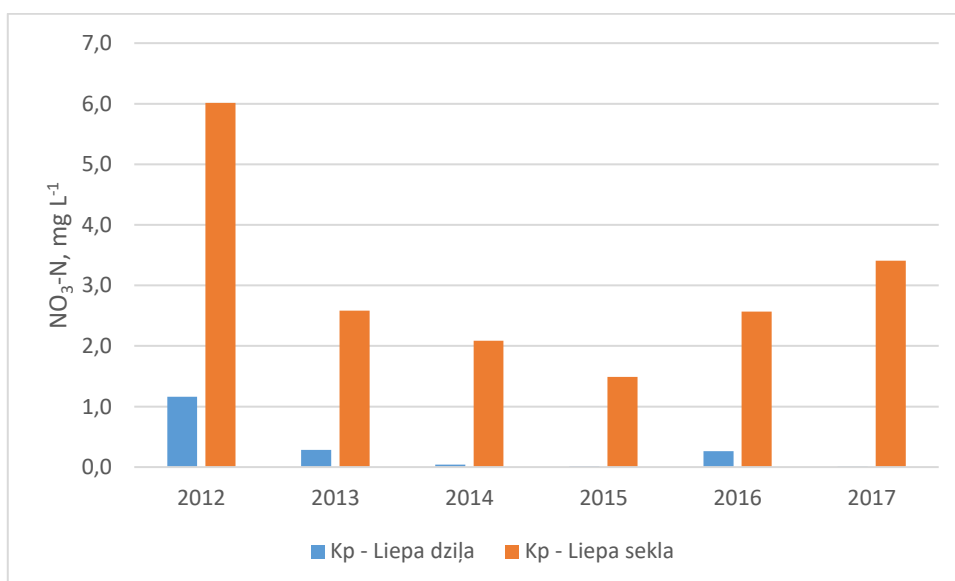
### Barības vielu saturs salīdzinājums gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos

Šajā apakšnodaļā salīdzināts augsnes gruntsūdeņu (Liepa sekla) un pazemes spiedes ūdeņu (Liepa dziļa) ķīmiskais sastāvs, paraugi ņemti divās viena otrai blakus esošās akās netālu no Kp objekta. Augsnes gruntsūdeņu pH pētījumu periodā variē no pH 5.9 līdz pH 8.3, savukārt pazemes spiedes ūdeņu pH visā pētījumu periodā ir nedaudz bāziskāki – variē no pH 6.4 līdz pH 8.7 (Attēls 126). 2013. gadā un 2014. gadā seklo un dziļo gruntsūdeņu pH atšķirības būtiski ( $p=0.040$  un  $p<0.001$ , attiecīgi).

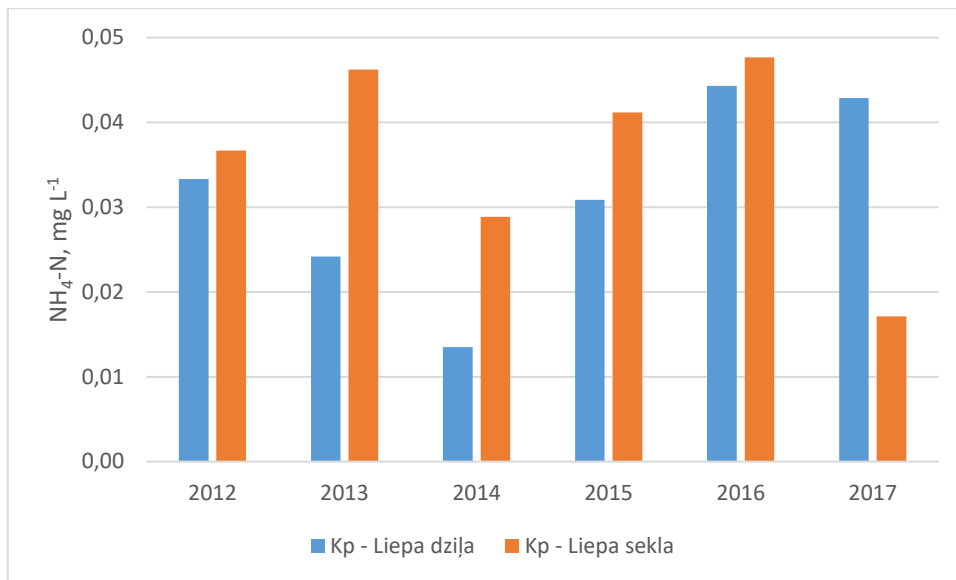


Attēls 126. Augsnes gruntsūdeņu un pazemes spiedes ūdeņu pH Kp objektā

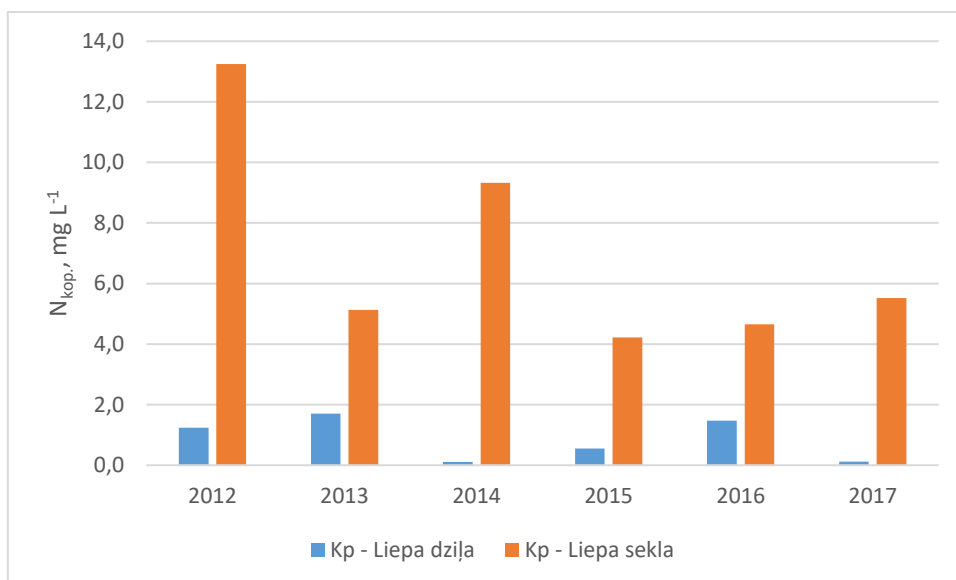
Visā pētījuma periodā no 2012. gada līdz 2017. gadam augstāks nitrātu saturs bija augsnes gruntsūdeņos, sasniedzot būtiskas atšķirības līmeni (Attēls 127). Salīdzinot amonija jonu saturu augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos, līdzīgi kā nitrātu satura gadījumā, konstatēts, ka gandrīz visā pētījuma periodā (izņemot 2017. gadu) augstāks amonija jonu saturs bija augsnes gruntsūdeņos. Augstākā vidējā amonija jonu satura vērtība augsnes gruntsūdeņos ( $0.048 \text{ mg NH}_4^+\text{-N L}^{-1}$ ) konstatēta 2016. gadā (Attēls 128). Salīdzinot kopējā slāpekļa saturu augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos, līdzīgi kā nitrātu un amonija jonu satura gadījumā, konstatēts, ka visā pētījuma periodā augstāks kopējā slāpekļa saturs bija augsnes gruntsūdeņos. Augstākā vidējā kopējā slāpekļa satura vērtība augsnes gruntsūdeņos ( $13.2 \text{ mg N L}^{-1}$ ) konstatēta 2012. gadā (Attēls 129).



Attēls 127. Nitrātu saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp objektā

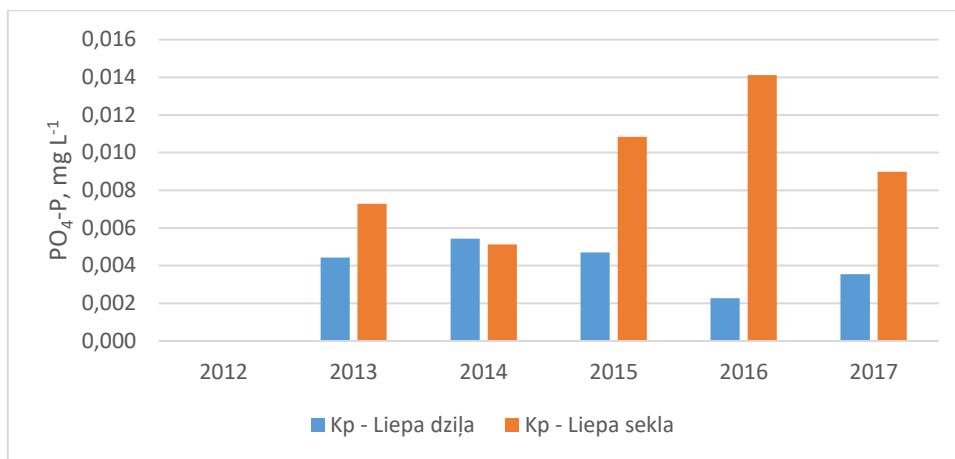


Attēls 128. Amonija jonu saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp objektā



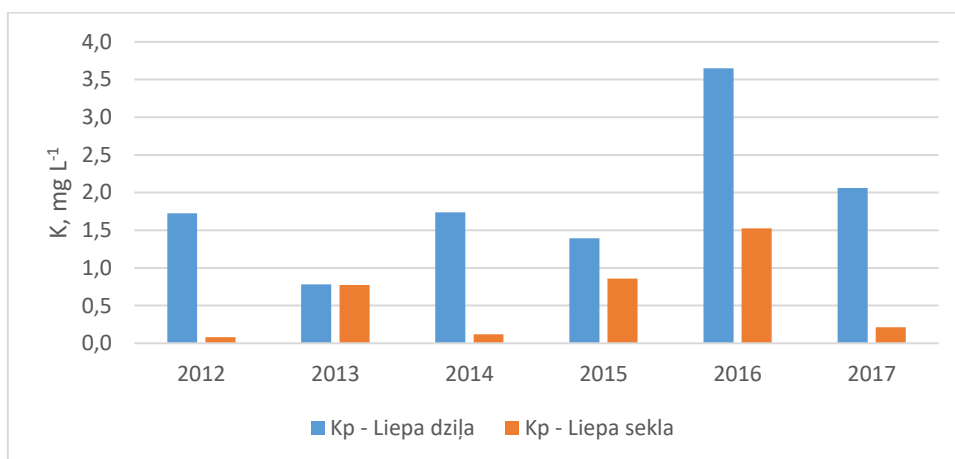
Attēls 129. Kopējā slāpekļa saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp objektā

Pētījuma periodā vidējais fosfātjonu saturs gruntsūdeņos variē amplitūdā līdz 0.014 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>. Salīdzinot vidējo fosfātjonu saturu augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos, lielāks pētījuma perioda vidējais fosfātjonu saturs konstatēts augsnes gruntsūdeņos (Attēls 130).

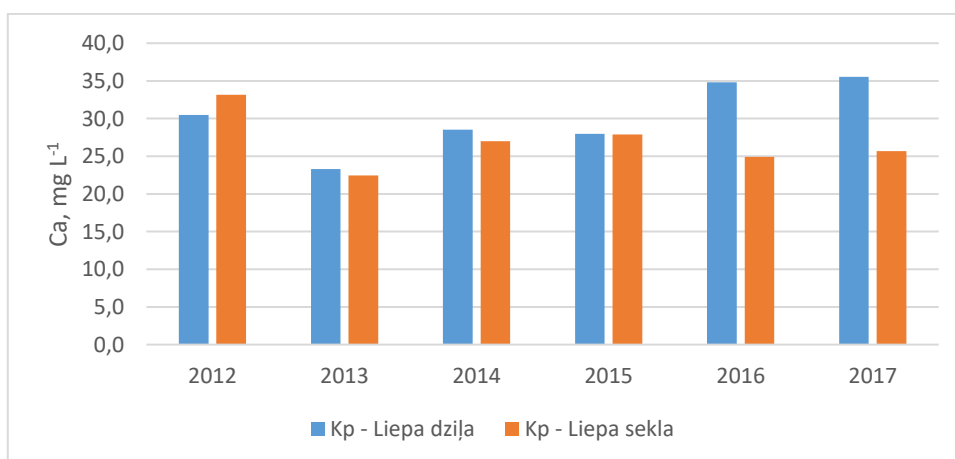


Attēls 130. Fosfātjonu saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp pētījuma objektā

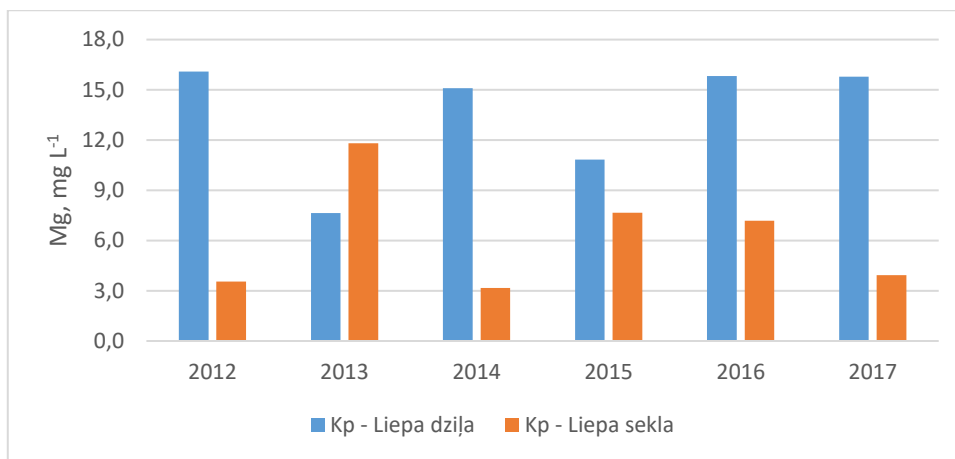
131.-133. attēlā parādīts vidējais bāzisko katjonu (K, Ca un Mg) saturs gruntsūdeņos pētījuma objektā Kp. Vidējais kālija saturs gruntsūdeņos variē amplitūdā no 0.08 mg K L<sup>-1</sup> līdz 3.65 mg K L<sup>-1</sup>, vidējais kalcija saturs gruntsūdeņos variē amplitūdā no 22.4 mg Ca L<sup>-1</sup> līdz 35.6 mg Ca L<sup>-1</sup>, bet vidējais Mg saturs variē amplitūdā no 3.17 mg Mg L<sup>-1</sup> līdz 16.10 mg Mg L<sup>-1</sup>. Bāzisko katjonu saturs nozīmīgi variē pa gadiem, un atsevišķos gadījumos ir konstatēta būtiska atšķirība starp akām, piemēram, 2014. gadā kālija un magnija koncentrācija, bet 2016. gadā kalcija koncentrācija dziļajos gruntsūdeņos bija būtiski augstāka nekā augsnes gruntsūdeņos ( $p < 0.001$ ).



Attēls 131. Kālija saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp pētījuma objektā



Attēls 132. Kalcija saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp pētījuma objektā



Attēls 133. Magnija saturs augsnes gruntsūdeņos un pazemes spiedes ūdeņos Kp pētījuma objektā

Šāda veida pētījumos pamatotus secinājumus ir iespējams izdarīt no 7-10 gadus garas datu rindas, jo mežizstrādes atlieku sadalīšanās un barības vielu atbrīvošanās notiek pakāpeniski. Gala secinājumi saistībā ar visas virszemes biomasas/stumbru biomasas izvākšanu kailcirtē tiks izdarīti un rekomendācijas apsaimniekošanai tiks sniegtas pēc pilnas datu rindas iegūšanas un analīzes kopsakarībā ar citiem pētījuma objektos analizētajiem rādītājiem (veģētāciju, jaunaudžu uzskaiti, atkārtotu augsnes analīžu rezultātiem), kas tiks veikta pētījuma pēdējā etapā 2020.gadā.

### Secinājumi

1. Pētījuma ietvaros izvērtēts augsnes ūdens, virszemes ūdens un gruntsūdens ķīmiskais sastāvs un tā mainība sešus gadus ilgā pētījuma periodā trijos objektos, kas ierīkoti Dm, Kp un Ln meža tipā. Pēc mežizstrādes izcirtumos vērojama tendence augsnes ūdeņos palielināties biogēno elementu (slāpekļa savienojumu un kālija) saturam, kā arī vērojama tendence augsnes ūdeņiem nedaudz paskābināties. Nozīmīgākā mežizstrādes ietekme uz augsnes ūdeņu ķīmisko sastāvu vērojama otrajā un trešajā gadā pēc mežizstrādes veikšanas, bet turpmākajos gados biogēno elementu saturs augsnes ūdeņos pietuvojas sākotnējiem mežaudzes rādītājiem.
2. Piektajā gadā pēc mežizstrādes nitrātu, kopējā slāpekļa un kālija saturs augsnes ūdenī Dm un Kp izcirtumos (K – visos objektos) turpina samazināties jau zem retrospekcijas perioda līmeņa, kas varētu liecināt par mežizstrādes rezultātā atbrīvoto barības vielu palielinātā apjoma intensīvu izmantošanu jaunaudzes jauno koku augšanai.
3. Objektos sausieņu mežos (Dm un Ln) nitrātu un kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī 60 cm dziļumā ir nedaudz lielāks nekā 30 cm dziļumā, kas varētu liecināt gan par to, ka uzsūcošo sakņu lokalizācijas zonā barības vielas tiek intensīvi patērētas jauno koku augšanai, gan arī par to, ka notiek šo vielu ieskalšanās dziļākos augsnes slāņos. Šī tendence pirmo reizi parādās 2017. gadā, un tās attīstība jāizvērtē turpmākajos pētījuma gados. Kūdreņi šāda likumsakarība nav novērota. Platībās, kurās izķīlējās pazemes spiedes ūdeņi, to pieplūdei ir ievērojami lielāka ietekme uz augsnes ūdens ķīmisko sastāvu nekā mežizstrādei, un šādās platībās visticamāk nepastāv risks, ka intensīvas mežsaimniecības apstākļos varētu nozīmīgi samazināties nākamajai meža paaudzei pieejamie barības resursi.
3. Pētījuma ietvaros nav konstatēta viennozīmīga mežizstrādes veida (visas virszemes biomasas vai stumbru biomasas izvākšana) ietekme uz augsnes ūdens ķīmisko sastāvu, atšķirīgu ķīmisko elementu gadījumā un atšķirīgos meža tipos vērojamās sakarības nereti ir pretējas.
4. Pētījumā ietvertajos objektos virszemes ūdeņu un gruntsūdeņu pH sešus gadus ilga pētījuma periodā ir salīdzinoši stabils, turpretī barības elementu un bāzisko katjonu satura mainība gadu

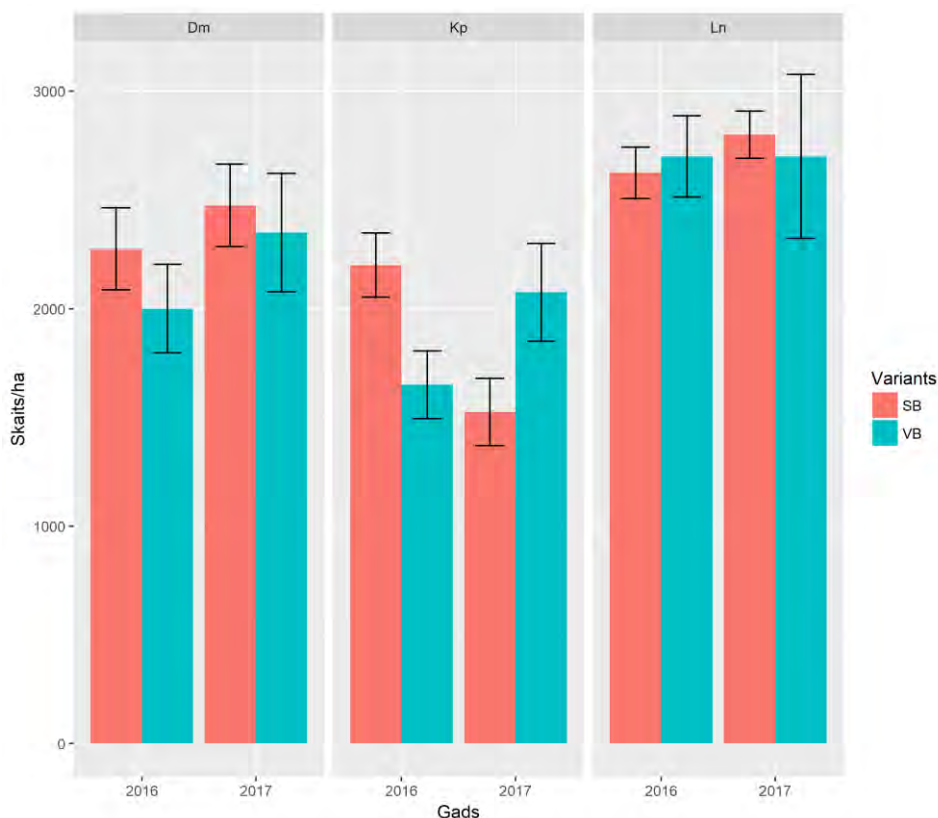
griezumā virszemes ūdeņos un gruntsūdeņos atkarībā no analizētā elementa var būt visai liela. Salīdzinot augsnes gruntsūdeņu un pazemes spiedes ūdeņu ķīmisko sastāvu pētījuma periodā, vērojamas būtiskas atsevišķu elementu satura atšķirības, kas norāda uz pazemes spiedes ūdeņu lielo ietekmi ekosistēmas nodrošinājumā ar barības elementiem.

5. Visos objektos visa pētījuma garumā nitrātu koncentrācijas gruntsūdeņos un virszemes ūdeņos ir niecīgas, salīdzinot ar Nitrātu direktīvā noteikto robežvērtību. 2016. un 2017.gadā Dm meža tipā nitrātu koncentrācija gruntsūdenī ir ar pieaugošu tendenci izcirtumā, kur izvākta visa biomasa. Ln meža tipā šāda tendence nav novērota. Pētījuma rezultāti Ln meža tipā liecina, ka mežizstrāde neietekmē gruntsūdens pH, slāpekļa savienojumu un bāzisko katjonu saturu gruntsūdeņos, savukārt vērojama tendence fosfātjonu saturam gruntsūdeņos samazināties pēc mežizstrādes veikšanas.

### 1.4.3. Koku uzskaitē jaunaudzē

#### Stādīto kociņu biežums

Objektos Damaksnis un Lāns stādīto kociņu skaits ir lielāks parauglaukumos, kuros izvākta tikai stumbru biomasa (Attēls 134). Savukārt objektā Kūdrenis šāda sakarība bijusi 2016. gadā, taču 2017. gadā kociņu skaits SB parauglaukumos ir samazinājies, kas skaidrojams ar pārnadžu darbību.



Attēls 134. Stādīto kociņu biežums biomasas izvākšanas objektos (nogriežņi attēlo standartkļūdas)

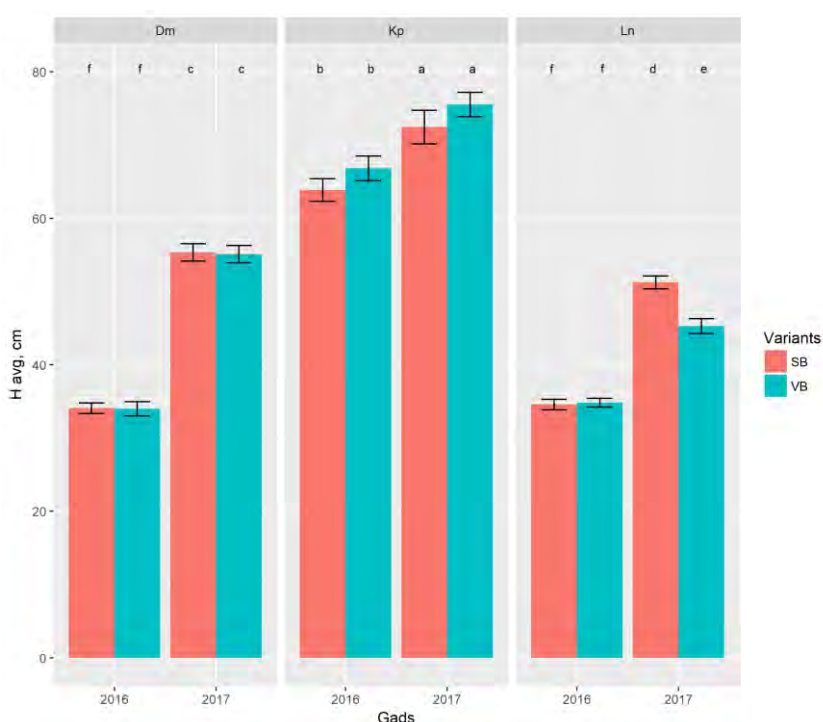
#### Stādīto kociņu augstums

135. attēlā atspoguļots stādīto kociņu augstums biomasas izvākšanas objektos. Objektos Damaksnis un Lāns stādītie kociņi 2017. gadā vidēji sasnieguši augstumu klases 41-50 cm un 51-60 cm, savukārt objektā Kūdrenis kociņi vidēji sasnieguši 71-80 cm augstuma klasi. Dm stādīto kociņu augstums gan 2016. gadā, gan 2017. gadā parauglaukumos, kur izvākta visa virszemes biomasa, un parauglaukumos,

kur izvākta tikai stumbru biomasa, neatšķiras. 2017. gadā kociņi atbilst augstuma klasei 51-60 cm. Stādīto kociņu augšanas ātrums minētajā objektā ir vienmērīgs.

Objektā Kūdrenis lielāku augstumu sasnieguši kociņi parauglaukumos, kur izvākta visa biomasa, savukārt objektā Lāns – parauglaukumos, kur izvākta tikai stumbru biomasa. Zviedru pētījumā par biomasas izvākšanas ietekmi uz mežaudžu produktivitāti pēc galvenās cirtes parastās priedes un parastās egles audzēs netika viennozīmīgi apstiprināta konkrētās metodes ietekme uz iepriekš minēto sugu jaunaudžu augšanas gaitu. Tomēr tika konstatētas tendences, ka pēc visas biomasas izvākšanas samazinās egļu audžu produktivitāte, un priežu audžu produktivitāte pieaug (Egnell 2016), kas savukārt ir pretēji konstatētajam mūsu objektos Kp un Ln meža tipā. Lai sekotu jaunaudzes attīstībai, mērījumi jāturpina arī nākamajos pētījuma gados.

Dispersiju salīdzināšana ar ANOVA un *post-hoc* LSD (*Least Significant Difference*) testu tika veikta gan katra objekta ietvaros, gan visiem objektiem kopā. Veicot šo salīdzināšanu, tika konstatētas būtiskas atšķirības pa gadiem, bet ne starp variantiem, izņemot objektā Lāns 2017. gadā, kad fiksētas būtiskas atšķirības arī starp variantiem. Kopumā var secināt, ka kociņu augšanas ātrums pa objektiem ir vienmērīgs.



Attēls 135. Stādīto kociņu augstums biomasas izvākšanas objektos (ar nogriežņiem attēlotas standartkļūdas; dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām)

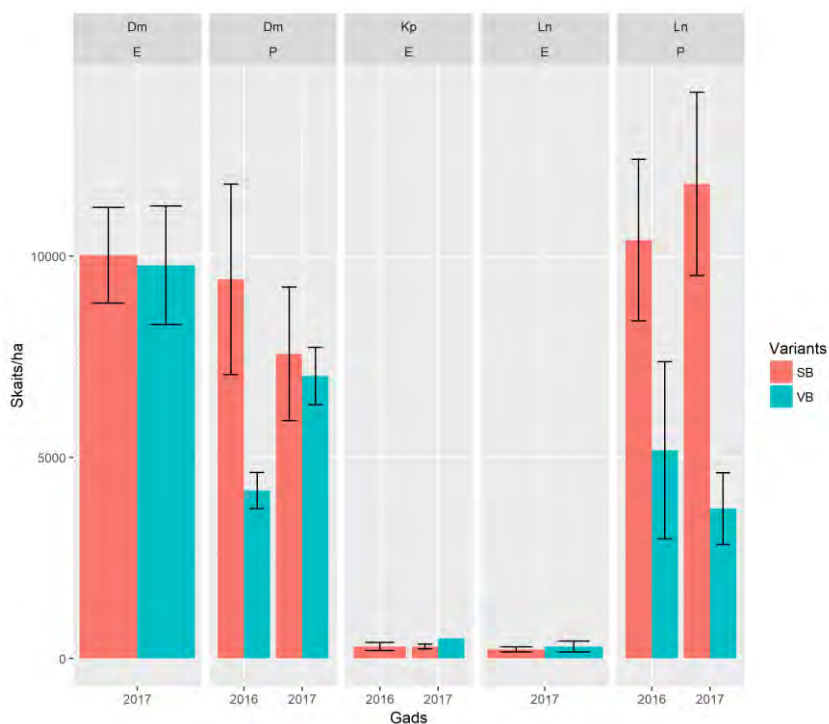
### Dabiski izaugušo kociņu biežums

2017. gadā objekta Damaksnis parauglaukumu abos variantos konstatēts liels skaits dabiski izaugušo eglīšu augstumā virs 10 cm (Attēls 136). Arī objektā Lāns 2017. gadā konstatētas dabiski izaugušas eglītes 10 cm augstumā.

2016. gadā objekta Damaksnis uzskaites laukumos, kuros izvākta tikai stumbru biomasa, dabiski izaugušo priedīšu bijis 2.3 reizes lielāks, salīdzinot ar laukumiem, kuros izvākta visa biomasa. Tomēr 2017. gadā to skaits SB laukumos ir samazinājies, un dabiski iesaļējušos priedīšu skaits abos variantos ir līdzīgs. Arī objekta Lāns SB parauglaukumos izaugušo priedīšu skaits ir 2 reizes lielāks, salīdzinot ar VB laukumiem. Tomēr objektā Lāns 2017. gadā, salīdzinot ar objektu Damaksnis, vērojama pretēja tendence – priedīšu skaits VB laukumos ir samazinājies, savukārt SB laukumos – palielinājies.



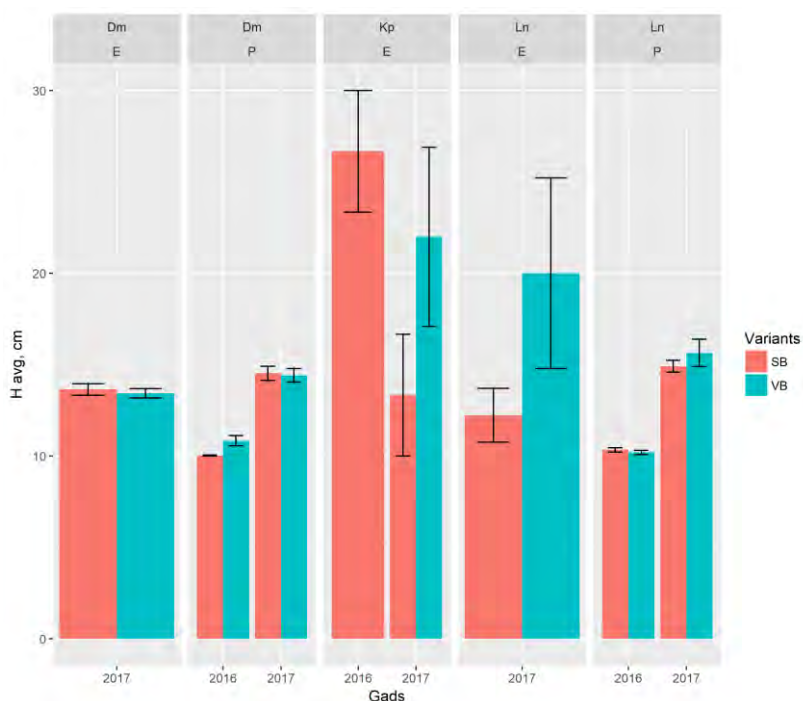
Objektā Kūdrenis gan parauglaukumos, kur izvākta visa biomasa, gan parauglaukumos, kur izvākta tikai stumbru biomasa, dabiski ieaugušo eglīšu skaits ir neliels, savukārt dabiski ieaugušas priedītes nav konstatētas.



Attēls 136. Dabiski ieaugušo kociņu biežums biomasas izvākšanas objektos (nogriežņi attēlo standartkļūdas)

### Dabiski ieaugušo kociņu augstums

Dabiski ieaugušo kociņu vidējais augstums objektos Damaksnis un Lāns gada laikā ir palielinājies tikai nedaudz (vidēji par ~ 4-5 cm) salīdzinājumā ar stādītajiem kociņiem, kuru augstums ir ievērojami palielinājies (vidēji par ~ 10-20 cm) (Attēls135 un Attēls137).



Attēls 137. Dabiski ieaugušo kociņu augstums biomasas izvākšanas objektos (nogriežņi attēlo standartkļūdas)

Lielāks skaits dabiski ieaugušo kociņu galvenokārt ir laukumos, kur izvēta tikai stumbra biomasa. Pašreiz konstatēts, ka intensīvāka kociņu dabiska atjaunošanās notiek parauglaukumos, kur ciršanas atliekas atstātas izklaidus (Tabula 18 un Tabula 19). Iespējams, ka, sadaloties atstātajiem zariem un pārējām ciršanas atliekām, atbrīvojas papildu barības vielas, ko izmanto sējeņi (Thiffault et al, 2011). Platībās, kur ir atstātas ciršanas atliekas, dabiski ieaugušajiem kociņiem ir mazāka zemesdzīvības augu konkurence un, visticamāk, arī labvēlīgāks mikroklimats dīgstu attīstībai, ko pierāda arī Somijā veikta pētījuma rezultāti (Wall&Hytönen 2011).

Objektu Damaksnis un Lāns parauglaukumos, kur izvēta tikai stumbra biomasa, ir vairāk dzīvo stādīto kociņu, bet objektā Kūdrenis dzīvo stādīto kociņu vairāk ir parauglaukumos, kuros izvēta visa virszemes biomasa.

Otrajā uzskaitē (2017. gadā) objektos Damaksnis un Lāns nav konstatēti kociņi, kas gājuši bojā, jo stādījums ir papildināts, taču visos parauglaukumos ir pieaudzis bojāto kociņu skaits (Tabula 19).

Tabula 18. 2016. gada koku uzskaites rezultāti jaunaudzē pētījuma objektos Kalsnavā (SB - izvēta stumbra biomasa; VB - izvēta visa virszemes biomasa), koki ha<sup>-1</sup>

Objekts	Nebojāti		Bojāti		Gājuši bojā		Dabiski ieauguši		Kopā dzīvi stādīti	
	SB	VB	SB	VB	SB	VB	SB	VB	SB	VB
Ln	2250	2500	300	150	75	50	10400	5175	2550	2650
Dm	2125	1425	300	50	50	525	9425	4175	2425	1475
Kp	725	925	1375	575	100	200	225	25	2100	1500

Tabula 19. 2017. gada koku uzskaites rezultāti jaunaudzē pētījuma objektos Kalsnavā (SB - izvēta stumbra biomasa; VB - izvēta visa virszemes biomasa), koki ha<sup>-1</sup>

Obj.	Nebojāti		Bojāti				Gājuši bojā		Dabiski ieauguši (P)		Dabiski ieauguši (E)		Kopā dzīvi stādīti	
	SB	VB	SB	VB	Sāni	Gal.	SB	VB	SB	VB	SB	VB	SB	VB
Ln	2725	2550	75	150	0	0	11850	3725	225	300	2800	2700		
Dm	2150	2225	325	100	0	0	7575	7025	10025	9775	2475	2325		
			Sāni	Gal.	Sāni	Gal.								
Kp	850	250	325	250	875	900	10	50	0	0	250	125	1425	2025

18. un 19. tabulā atspoguļots nebojāto, bojāto un bojā gājušo kociņu īpatsvars. Salīdzinot stādīto bojāto un stādīto nebojāto koku īpatsvaru pa variantiem katrā objektā, konstatēts, ka lielāks bojāto koku īpatsvars ir objektos, kur izvēta tikai stumbra biomasa, izņemot 2017. gadā objektā Lāns un Kūdrenis, kurā augsts (62.5%) bojāto kociņu īpatsvars bijis jau 2016. gadā, ko izraisījusi pārnadžu darbība. Kopumā objektā Kūdrenis, salīdzinājumā ar pārējiem objektiem, ir ļoti liels pārnadžu bojāto kociņu īpatsvars (konstatēti galotņu un dzinumu apkodumi). 2017. gadā šī objekta laukumos, kur izvēta stumbra biomasa, par ~23% pieaudzis nebojāto kociņu īpatsvars, kas iepriekšējā gadā bijis tikai 33%, un samazinājies bojāto kociņu īpatsvars, taču ir pieaudzis arī bojā gājušo kociņu skaits (no 4.5% līdz 6.6%), tātad daļa bojāto kociņu, visticamāk, ir aizgājuši bojā. Savukārt laukumos, kur izvēta visa virszemes biomasa, 2017. gadā ir liels (85.5%) bojāto kociņu īpatsvars.

Objektā Lāns gan laukumos, kur izvēta visa virszemes biomasa, gan laukumos, kur izvēta tikai stumbra biomasa ir samērā liels nebojāto kociņu īpatsvars (>85%).

Objektā Damaksnis laukumos, kur izvēta tikai stumbra biomasa, nav lielu izmaiņu no 2016. līdz 2017. gadam – nebojāto un bojāto kociņu īpatsvars pieaudzis par 1% un nebojāto kociņu īpatsvars ir samērā liels (>85%), taču 2017. gadā nav konstatēti bojā gājuši kociņi. Savukārt objektos, kur izvēta visa

virszemes biomasa, 2016. gadā bijis samērā liels bojā gājušo kociņu īpatsvars (26.3%), taču 2017. gadā par ~25% ir pieaudzis nebojāto kociņu skaits. Abu objektu priežu jaunaudzēs jaunie kociņi katru gadu tiek apstrādāti pret pārnadžu bojājumiem, bet egļu jaunaudzē šāda apstrāde nav veikta.

Tabula 20. Stādīto bojāto, nebojāto un bojā gājušo koku īpatsvars (%) 2016. gadā

Objekts	Nebojātie (%)		Bojātie (%)		Bojā gājušie (%)	
	SB	VB	SB	VB	SB	VB
Ln	85.7	92.6	11.4	5.6	2.9	1.9
Dm	85.9	71.3	12.1	2.5	2.0	26.3
Kp	33.0	54.4	62.5	33.8	4.5	11.8

Tabula 21. Stādīto bojāto, nebojāto un bojā gājušo koku īpatsvars (%) 2017. gadā

Objekts	Nebojātie (%)		Bojātie (%)		Bojā gājušie (%)	
	SB	VB	SB	VB	SB	VB
Ln	97.3	94.4	2.7	5.6	0.0	0.0
Dm	86.9	95.7	13.1	4.3	0.0	0.0
Kp	55.7	12.0	37.7	85.5	6.6	2.4

#### Secinājumi

1. Platībā ar zemāku barības vielu nodrošinājumu (Ln) ciršanas atlieku atstāšana un pakāpeniska sadalīšanās, atbrīvojot barības vielas, varētu būt pozitīvi ietekmējusi jaunaudzes attīstību pirmajos gados pēc stādīšanas.
2. Intensīvāka kociņu dabiska atjaunošanās notiek parauglaukumos, kur ciršanas atliekas atstātas izklaidus. Iespējams, ka, sadaloties atstātajiem zariem un pārējām ciršanas atliekām, atbrīvojas papildu barības vielas, ko izmanto sējeņi.

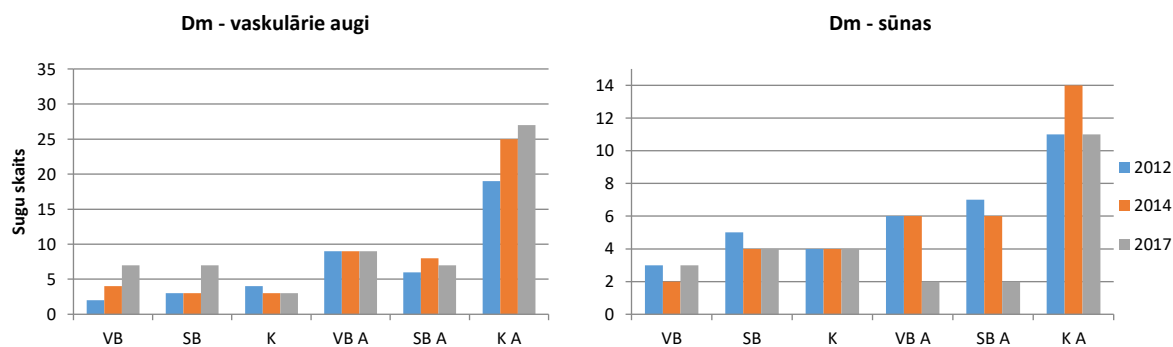
#### Literatūra:

1. Egnell, Gustaf. 2016. "Effects of Slash and Stump Harvesting after Final Felling on Stand and Site Productivity in Scots Pine and Norway Spruce." *Forest Ecology and Management* 371: 42–49.
2. Thiffault, Evelyne et al. 2011. "Effects of Forest Biomass Harvesting on Soil Productivity in Boreal and Temperate Forests — A Review." *Environmental Reviews* 19(NA): 278–309.
3. Wall, Antti & Hytönen, Jyrki, 2011. "The long-term effects of logging residue removal on forest floor nutrient capital, foliar chemistry and growth of a Norway spruce stand." *Biomass and Bioenergy* 35:3328-3334.

#### 1.4.4. Veģetācijas uzskaitē

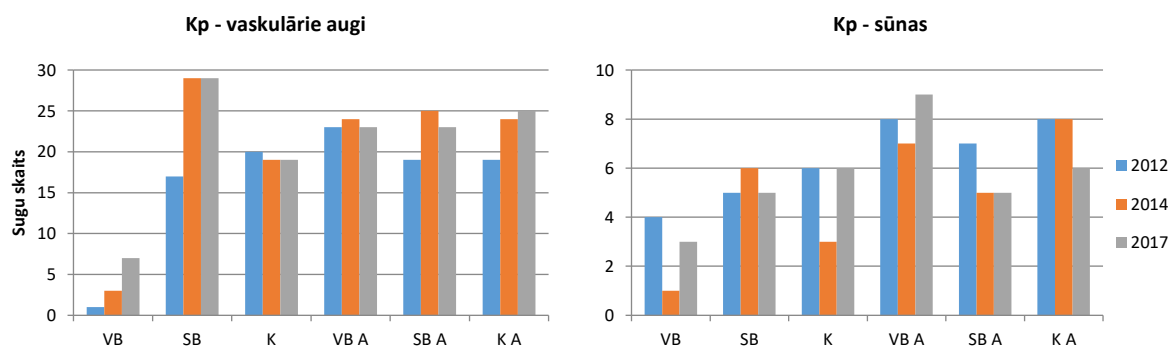
##### Sugu skaits un daudzveidība

Kopā objektos konstatētas 93 sugas lakstaugu stāvā, kā arī 21 sūnu suga. Objektā Damaksnis pavisam kopā uzskaitītas 36 vaskulāro augu un 12 sūnu sugas, vienā uzskaites laukumā 3-27 vaskulāro augu un 2-11 sūnu sugas. Salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti, vaskulāro augu sugu skaits ir palielinājies abos izcirtumos, bet kontroles mežaudzē saglabājies nemainīgs. Aizsargjoslā vaskulāro augu sugu skaits saglabājies tāds pats kā pirmās un otrās uzskaites laikā (blakus platībai, kur izvākta visa biomasa) vai nedaudz samazinājies (blakus platībai, kur izvākta stumbru biomasa). Sūnu sugu skaits pēc iepriekšējās uzskaites ir palielinājies izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, bet abos pārējos nogāzes augšdaļas parauglaukumos saglabājies tāds pats. Sūnu sugu skaits samazinājies arī aizsargjoslā pie visiem trijiem parauglaukumiem (Attēls 138).



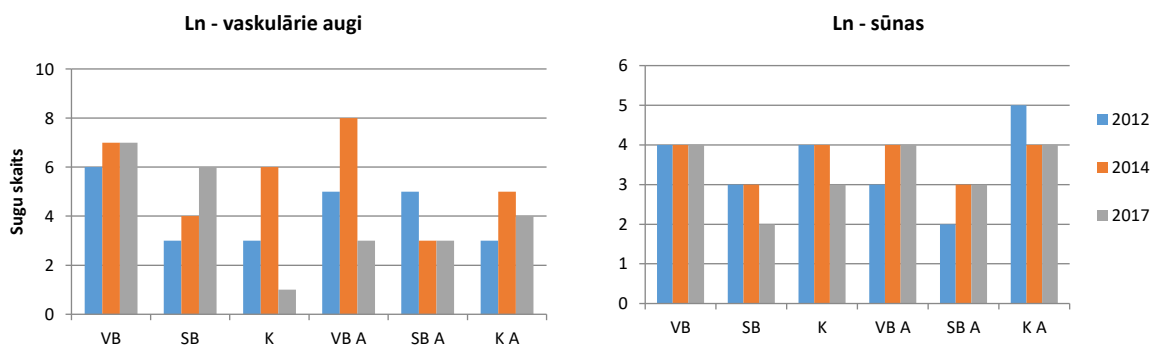
Attēls 138. Sugu skaits uzskaites laukumiņos objektā Damaksnis 2012., 2014. un 2017. gadā (VB – izcirtums, kur izvēkta visa biomasa; SB – izcirtums, kur izvēkta stumbru biomasa; K – kontroles mežaudze; A burti apzīmē aizsargjoslu pie attiecīgā parauglaukuma)

Objektā Kūdrenis 2017.gadā pavisam konstatētas 62 vaskulāro augu un 14 sūnu sugas, vienā uzskaites laukumiņā 7 līdz 29 vaskulāro augu un 3-9 sūnu sugas. Lakstaugu stāvā sugu skaits palielinājies izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, bet abos pārējos parauglaukumos saglabājies nemainīgs. Aizsargjoslā pie abiem izcirtumiem sugu skaits lakstaugu stāvā nedaudz samazinājies, bet blakus kontroles parauglaukumam – nedaudz palielinājies. Sūnu sugu skaits palielinājies izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, un arī kontroles platībā, bet samazinājies izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa. Aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvēkta visa biomasa, sūnu sugu skaits, salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti, palielinājies, blakus otram izcirtumam – saglabājies nemainīgs, bet blakus kontroles mežaudzei – samazinājies (Attēls 139).



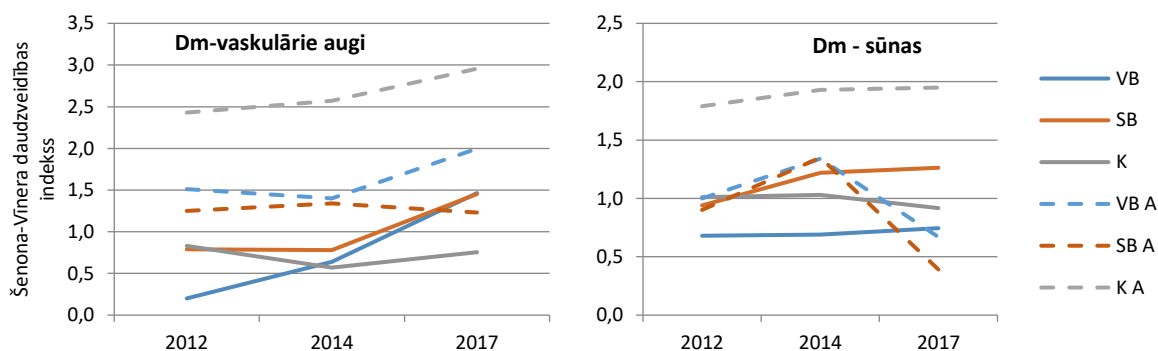
Attēls 139. Sugu skaits uzskaites laukumiņos objektā Kūdrenis 2012., 2014. un 2017. gadā (VB – izcirtums, kur izvēkta visa biomasa; SB – izcirtums, kur izvēkta stumbru biomasa; K – kontroles mežaudze; A burti apzīmē aizsargjoslu pie attiecīgā parauglaukuma)

Objektā Lāns konstatētas 15 vaskulāro augu un 6 sūnu sugas, vienā laukumiņā – 1-7 vaskulāro augu un 2-4 sūnu sugas. Salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti 2014.gadā, vaskulāro augus sugu skaits palielinājies izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, samazinājies kontroles mežaudzē, bet saglabājies nemainīgs izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa. Sugu skaits lakstaugu stāvā samazinājies aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvēkta visa biomasa un pie kontroles mežaudzes, bet pie izcirtuma, kur izvēkta stumbru biomasa, saglabājies tāds pats kā 2014. gadā. Sūnu sugu skaits šajā objektā samazinājies izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, un kontroles mežaudzē, bet izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, kā arī visos uzskaites laukumiņos aizsargjoslā sūnu sugu skaits, salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti, ir saglabājies nemainīgs (Attēls 140).



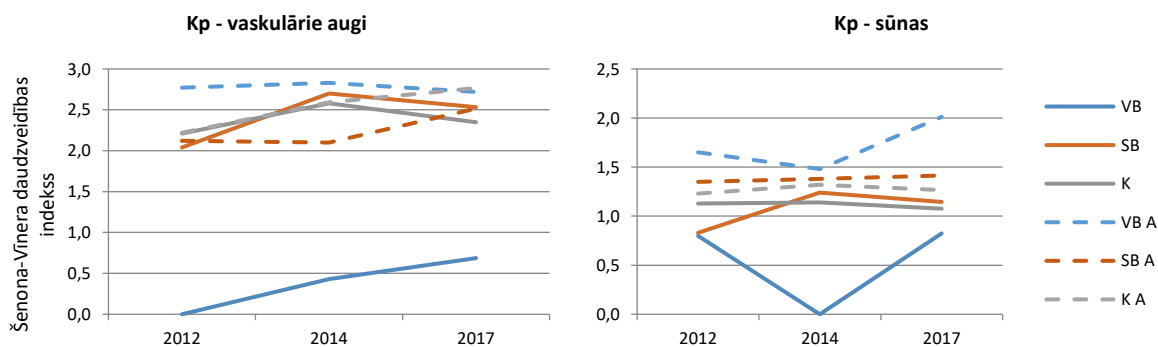
Attēls 140. Sugu skaits uzskaites laukumīņos objektā Lāns 2012., 2014. un 2017. gadā (VB – izcirtums, kur izvērkta visa biomasa; SB – izcirtums, kur izvērkta stumbru biomasa; K – kontroles mežaudze; A burti apzīmē aizsargjoslu pie attiecīgā parauglaukuma)

Salīdzinot ar iepriekšējās uzskaites datiem, objektā Damaksnis Šenona-Vīnera daudzveidības indekss vaskulārajiem augiem ir palielinājies gan abos izcirtumos, gan kontroles mežaudzē un aizsargjoslā pie izcirtuma, kur izvērkta stumbru biomasa. Arī aizsargjoslā sugu daudzveidībai ir tendence palielināties. Sūnu sugu daudzveidība abos izcirtumos saglabājusies visai līdzīga kā iepriekšējās uzskaites laikā, bet nedaudz samazinājusies kontroles mežaudzē. Aizsargjoslā pie abiem izcirtumiem sūnu sugu daudzveidība ir samazinājusies, bet aizsargjoslā pie kontroles mežaudzes – nedaudz palielinājusies.



Attēls 141. Sugu daudzveidības izmaiņas objektā Damaksnis uzskaites laukumīņos 2012., 2014. un 2017. gadā (VB – izcirtums, kur izvērkta visa biomasa; SB – izcirtums, kur izvērkta stumbru biomasa; K – kontroles mežaudze; A burti apzīmē aizsargjoslu pie attiecīgā parauglaukuma)

Objektā Kūdrenis sugu daudzveidība lakstaugu stāvā, salīdzinot ar iepriekšējās uzskaites datiem, ir palielinājusies izcirtumā, kur izvērkta visa biomasa, bet nedaudz samazinājusies otrā izcirtumā un kontroles mežaudzē. Aizsargjoslā sugu daudzveidības indekss ir visai līdzīgs vai nedaudz lielāks nekā 2014.gada uzskaitē. Sūnu daudzveidība izcirtumā, kur izvērkta visa biomasa, ir palielinājusies un 2017.gadā sasniegusi līmeni, kāds bijis pirms saimnieciskās darbības, bet abos pārējos parauglaukumos, salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti, saglabājusies visai stabila. Aizsargjoslā sūnu sugu daudzveidība saglabājusies līdzīga kā iepriekšējā uzskaitē vai nedaudz palielinājusies (blakus izcirtumam, kur izvērkta visa biomasa) (Attēls 142).



Attēls 142. Sugu daudzveidības izmaiņas objektā Kūdrēnis uzskaites laukumīņos 2012., 2014. un 2017. gadā (VB – izcirtums, kur izvēkta visa biomasa; SB – izcirtums, kur izvēkta stumbru biomasa; K – kontroles mežaudze; A burti apzīmē aizsargjoslu pie attiecīgā parauglaukuma)

Objektā Lāns sugu daudzveidība lakstaugu stāvā, salīdzinot ar iepriekšējās uzskaites datiem, ir palielinājusies izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa, bet otrā izcirtumā saglabājusies nemainīga un krasi samazinājusies kontroles mežaudzē, kur 2017. gadā sastopama vairs tikai viena suga - mellene. Vaskulāro augu daudzveidība nedaudz samazinājusies arī aizsargjoslā pie abiem izcirtumiem, bet nedaudz palielinājusies aizsargjoslā blakus kontroles mežaudzei. Sūnu sugu daudzveidība ir nedaudz palielinājusies abos izcirtumos un aizsargjoslā tiem blakus, bet samazinājusies – kontroles mežaudzē un uzskaites laukumīņā aizsargjoslā blakus kontroles mežaudzei (Attēls 143).



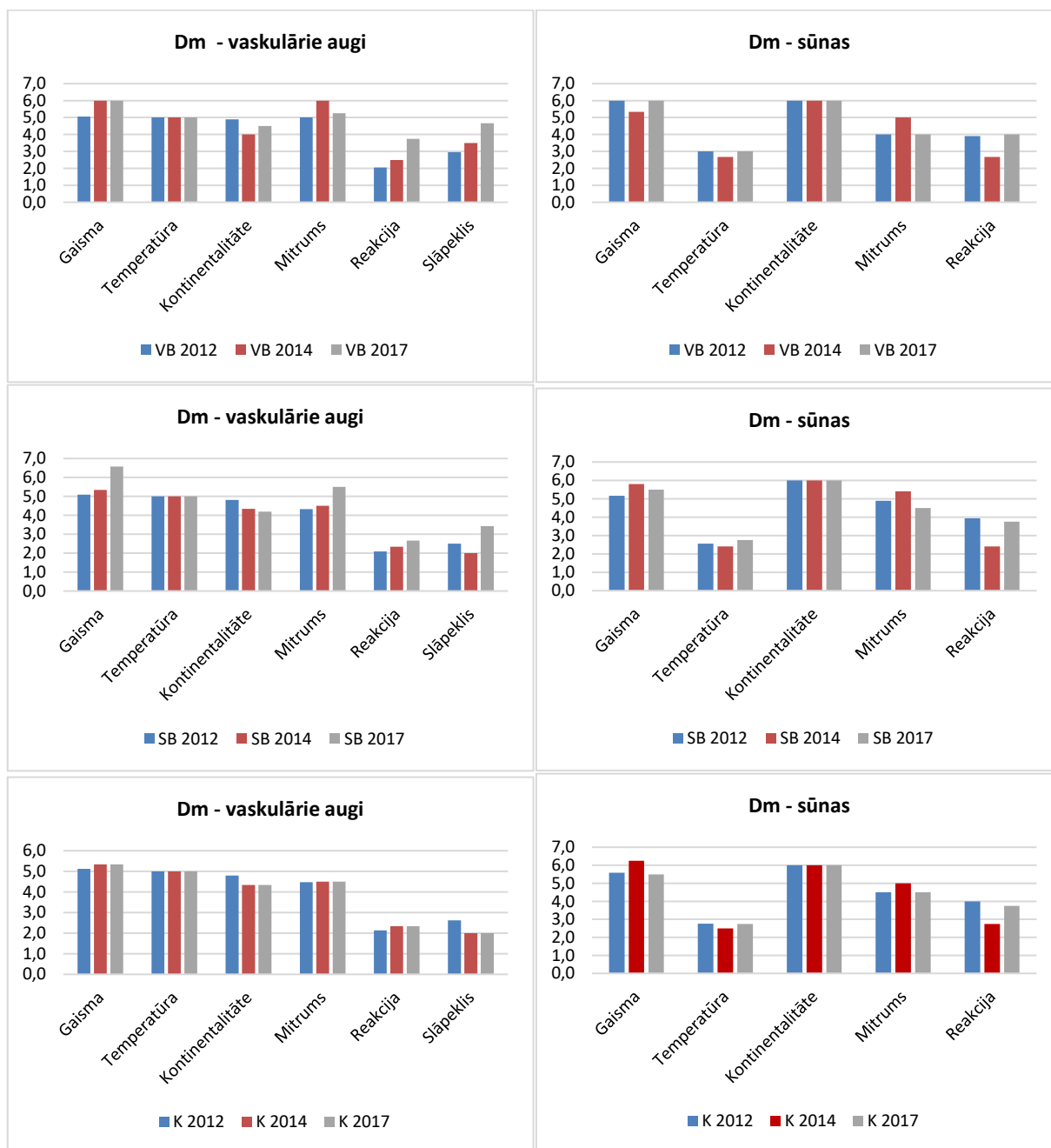
Attēls 143. Sugu daudzveidības izmaiņas objektā Lāns uzskaites laukumīņos 2012., 2014. un 2017. gadā (VB – izcirtums, kur izvēkta visa biomasa; SB – izcirtums, kur izvēkta stumbru biomasa; K – kontroles mežaudze; A burti apzīmē aizsargjoslu pie attiecīgā parauglaukuma)

### Vides parametru izmaiņas

Objektā Damaksnis piektajā gadā pēc kailcirtes izcirtumos uzskaitītas piecas jaunas sugas lakstaugu stāvā (*Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Erhrh., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Deschampsia caespitosa* (L.) P.Beauv., *Moehringia trinervia* (L.) Clairv., *Rubus idaeus* L.) un viena jauna suga sūnu stāvā (*Dicranum polysetum* Sw.ex anon.). Izcirtumos vairs nav sastopama liektā ciņusmilga *Deschampsia flexuosa* (L.) Nees un Girgensona sfagns *Sphagnum girgensohnii* Russow.

Atbilstoši Ellenberga skalas rādītājiem objektā Damaksnis abos izcirtumos ir palielinājušās reakcijas un slāpekļa indikatorvērtības – vide ir kļuvusi nedaudz bāziskāka un, spriežot pēc augu sugu sastāva, ir palielinājies barības vielu daudzums, kas varētu būt skaidrojams ar ciršana atlieku (gan virszemes, gan pazemes) sadalīšanās procesiem. Izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, samazinājies mitrums, bet otrā izcirtumā tas palielinājies. Gaismas indikatorvērtība izcirtumā, kur izvēkta visa biomasa, saglabājusies iepriekšējās uzskaites līmenī, bet izcirtumā, kur izvēkta stumbru biomasa – pieaugusi, visticamāk, tādēļ, ka, ciršanas atliekām mehāniski pieplokot pie zemes dažādu faktoru ietekmē, kā arī pakāpeniski sadaloties, samazinās to apjoms, un līdz zemsedzei nonāk vairāk gaismas. Dilla vērtības sūnu stāvā gan šo neapstiprina. Kontroles mežaudzē Ellenberga indikatorvērtības

saglabājušās iepriekšējās uzskaites līmenī. Dilla vērtības savukārt liecina par nedaudz palielinājušos temperatūru un samazinājušos mitrumu gan abos izcirtumos, gan kontroles mežaudzē, kā arī par bāziskāku vidi visā pētījuma objektā, salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti (Attēls 144)

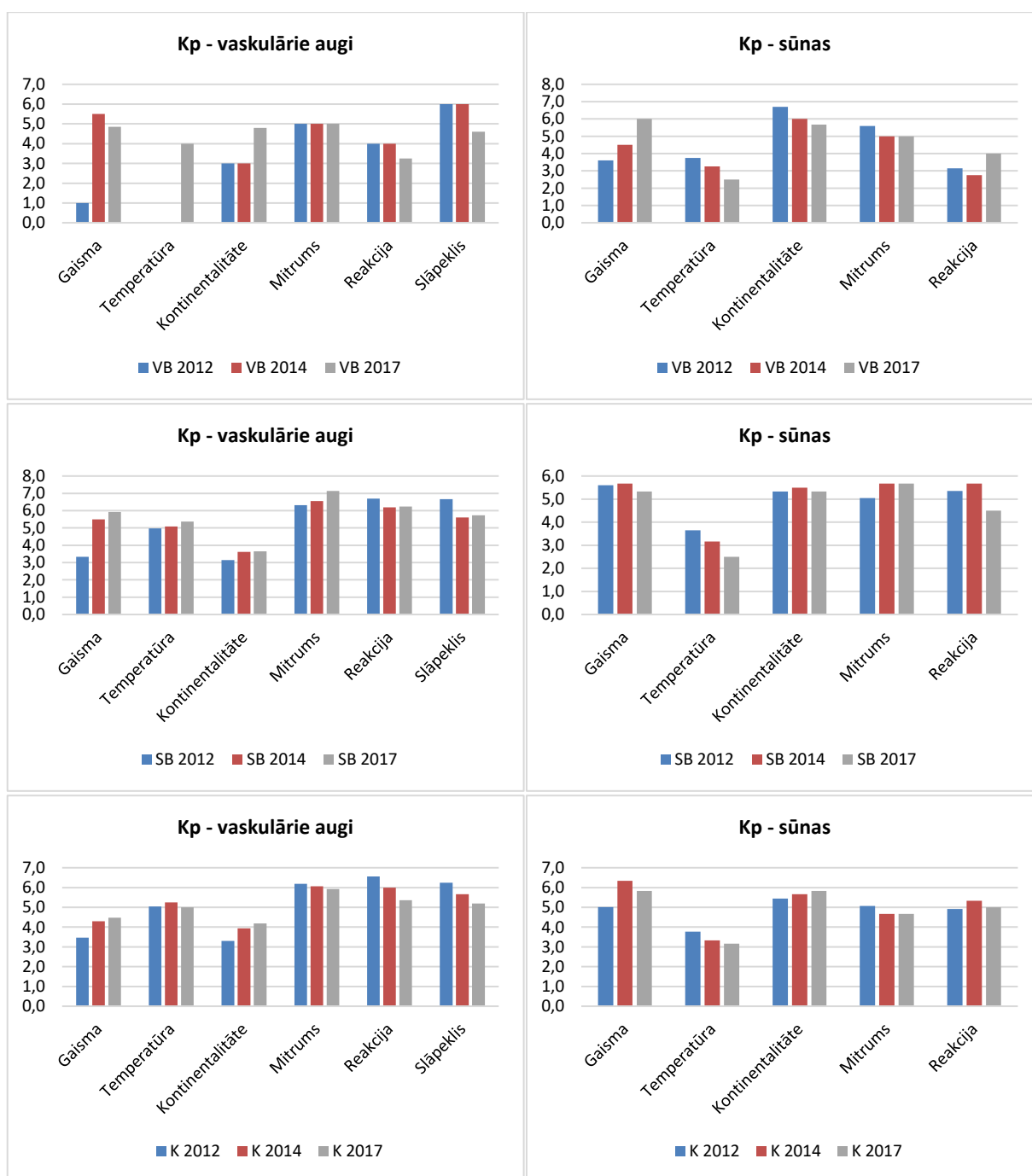


Attēls 144. Ellenberga un Dilla indikatorvērtības pirms un pēc saimnieciskās darbības izcirtumos ar visas biomasas un stubra biomasas izvākšanu un kontroles platībā (VB, SB un K) objektā Damaksnis

Kūdrēnī izcirtumos uzskaitītas 13 jaunas sugas lakstaugu stāvā (*Agrostis stolonifera* L., *Calamagrostis arundinacea* (L.) Roth, *Calamagrostis canescens* (Weber) Roth., *Carex flava* L., *Epilobium roseum* Schreb., *Fragaria vesca* L., *Lynchnis flos-cuculi* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Mentha arvensis* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Scutellaria galericulata* L., *Stellaria nemorum* L., *Vaccinium myrtillus* L.) un četras jaunas sugas sūnu stāvā (*Aulacomnium palustre* (Hedw.) Schwägr., *Brachythecium rutabulum* (Hedw.) Schimp., *Calliergonella cuspidata* (Hedw.) Loeske, *Plagiomnium ellipticum* (Brid.) T.J.Kop.). Izcirtumu uzskaites laukumīņos lakstaugu stāvā vairs nav sastopamas tādas sugas kā meža zirdzene *Angelica sylvestris* L., Alpu raganzāļīte *Circaea alpina* L., pļavas kosa *Equisetum pratense* Ehrh., parastā vīgrieze *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., parastais aklis *Galeopsis tetrahit* L., efeju sētložņa *Glechoma hederacea* L., daudziedu zemzāļīte

Luzula multiflora (Ehrh.) Lej., ūdensvirza *Myosoton aquaticum* (L.) Moench, cietā virza *Stellaria holostea* L., bet sūnu stāvā – īsvācelīte *Brachythecium curtum* (Lindb.) Limpr., parastā ūsaine *Cirriphyllum piliferum* (Hedw.) Grout, kociņsūna *Climacium dendroides* (Hedw.) F. Weber & D. Mohr, Šrēbera rūsaine *Pleurozium schreberi* (Wild.ex Brid.) Mitt., rožgalvīte *Rhodobrium roseum* (Hedw.) Limpr., un parastā spuraine *Rhytidiadelphus squarrosus* (Hedw.) Warnst.

2017. gadā Kūdrenī, izcirtumā, kur izvākta visa biomasa, salīdzinot ar iepriekšējo uzskaiti 2014.gadā, ir samazinājusies Ellenberga indeksa gaismas, reakcijas un slāpekļa indikatorvērtība, bet tajā pašā laikā izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa, konstatēta pretēja tendence. Mitrums izcirtumos ir saglabājies iepriekšējās uzskaites līmenī (VB) vai palielinājies (SB), bet kontroles mežaudzē – samazinājies. Dilla indikatorvērtības izcirtumos norāda uz temperatūras samazināšanos, mitruma apstākļi ir visai stabili, bet gaismas un reakcijas vērtības ir mainījušās katrā objektā atšķirīgi (Attēls 145).

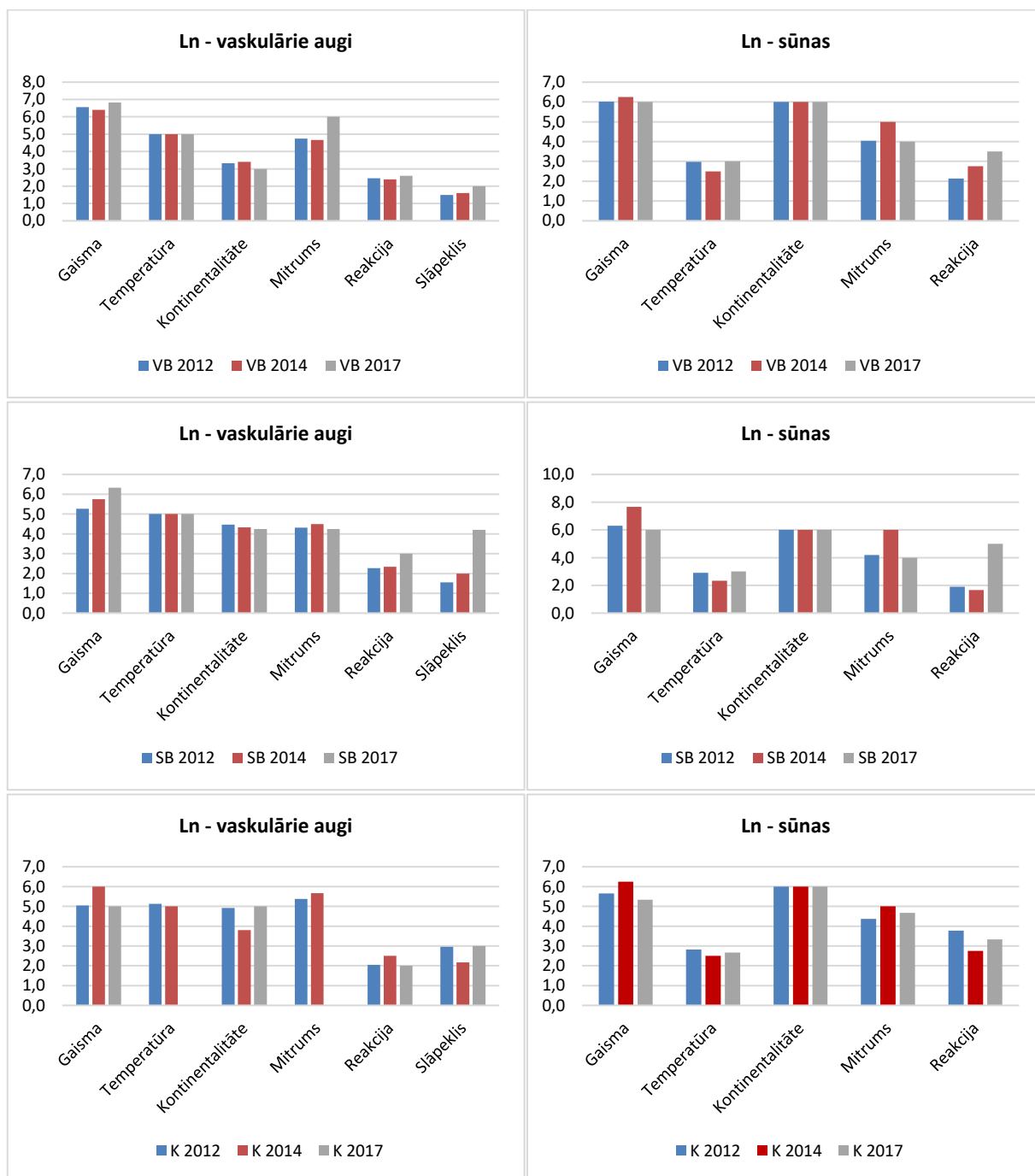


Attēls 145. Ellenberga un Dilla indikatorvērtības pirms un pēc saimnieciskās darbības izcirtumos ar visas biomasas un stumbru biomasas izvākšanu un kontroles platībā (VB, SB un K) objektā Kūdrenis



Objektā Lāns izcirtumos uzskaitītas sešas jaunas sugas lakstaugu stāvā (*Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Erhrh., *Carex digitata* L., *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Rubus idaeus* L., *Rumex acetosella* L.) un trīs jaunas sugas sūnu stāvā (*Funaria hygrometrica* Hedw., *Hylocomium splendens* (Hedw.) Schimp., *Polytrichum juniperinum* Hedw.) (2.pielikums).

Salīdzinot Ellenberga vērtības ar iepriekšējās uzskaites datiem, secināts, ka abos izcirtumos ir uzlabojušies gaismas apstākļi, ir palielinājušās arī reakcijas un slāpekļa indikatorvērtības, sevišķi oizteikti izcirtumā, kur izvākta stumbru biomasa. Slāpekļa indikatorvērtība gan ir palielinājusies arī kontroles mežaudzē. Dilla vērtības savukārt norāda uz temperatūras paaugstināšanos un mitruma samazināšanos izcirtumos; palielinājusies ir arī reakcijas indikatorvērtība gan izcirtumos, gan kontroles mežaudzē. Dilla vērtības norāda uz mitruma samazināšanos visā pētījuma objektā (Attēls 146).



Attēls 146. Ellenberga un Dilla indikatorvērtības pirms un pēc saimnieciskās darbības izcirtumos ar visas biomasas un stumbra biomasas izvākšanu un kontroles platībā (VB, SB un K) objektā Lāns

### *Secinājumi*

1. Kailcirte nevienā no pētījuma objektiem nav būtiski samazinājusi sugu daudzveidību, taču ir izmanījies sugu sastāvs, ieviešoties atklātām platībām raksturīgām sugām.
2. Gan Ellenberga, gan Dilla indikatorvērtības norāda uz mitruma samazināšanos lielākajā daļā parauglaukumu. Temperatūras vērtības sausieņu mežos ir nedaudz palielinājušās vai saglabājušās iepriekšējās uzskaites līmenī, bet Kūdrenī vērojama temperatūras samazināšanās tendence. Gaismas daudzums izcirtumos, izņemot parauglaukumu, kur izvākta visa biomasa, Kūdrenī, ir palielinājies vai saglabājies iepriekšējās uzskaites līmenī.
3. Ciršanas atlieku un celmu sadalīšanās ir palielinājusi zemsedzes augiem un jaunaudzei pieejamo barības vielu daudzumu sausieņu mežos ierīkotajos pētījuma objektos, kas izteiktāk izpaužas izcirtumos, kur izvākta stumbru biomasa un ciršanas atliekas atstātas izklaidus. Reakcijas indikatorvērtības palielināšanās izcirtumos saistāma ar skujkoku nobiru daudzuma samazināšanos pēc pieaugušās audzes nociršanas, kas zemsegā iepriekš paskābināja vidi. Kūdrenī konstatētās likumsakarības ir atšķirīgas, jo augiem pieejamo barības vielu daudzumu būtiski ietekmē pazemes spiedes ūdeņu pieplūde.

## 2. Ilgtspējīgi intensificētas mežsaimniecības īstermiņa un ilgtermiņa ietekmes uz nodrošinošo, regulējošo un uzturošo meža ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti novērtējums

Aktivitātes ietvaros pētījumi 2017.gadā tika veikti trijos virzienos 1) mežizstrādes atlieku ietekme uz meža sanitāro stāvokli; 2) celmu izstrādes ietekme uz meža ekosistēmas komponentiem dažādos laika mērogos; 2) liela izmēra mežizstrādes/dabisko traucējumu ietekme uz meža ekosistēmas komponentiem.

2017.gadā darbi aktivitātes ietvaros ir paveikti atbilstoši plānotajam grafikam, izņemot 2017.gada rudenī plānoto augsnes paraugu ņemšanu celmu izstrādes vidēja termiņa ietekmes vērtēšanas objektos. Ilgstošu un spēcīgu nokrišņu izraisītā lielā augsnes mitruma dēļ nebija iespējams paņemt augsnes paraugus no dziļākajiem augsnes slāņiem, un tika pieņemts lēmums visus augsnes paraugus ņemt pavasarī pēc sniega nokušanas un augsnes apžūšanas. Papildus plānotajai nokrišņu un augsnes ūdens paraugu analīzei celmu izstrādes vidēja termiņa ietekmes vērtēšanas objektos tika veikta arī jaunaudžu uzskaitē, lai iegūtu pilnīgāku priekšstatu par ekosistēmas attīstību pēc mežsaimnieciskās darbības. Atbilstoši plānotajam, šajos objektos sadarbībā ar Daugavpils Universitāti veikta kukaiņu uzskaitē un sagatavota pārskata nodaļa par egļu celmu nozīmi meža vaboļu bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā.

Aktivitātes ietvaros veikta lielās pergamentsēnes izplatības analīze uz mežizstrādes atliekām, atkārtoti apsekojot 2013.gadā ierīkotos parauglaukumus, turpināta celmu izstrādes ilgtermiņa ietekmes kā arī liela mēroga mežizstrādes ietekmes vērtēšana papildu objektos.

Tiem darba uzdevumiem, kuri tiek turpināti no iepriekšējā gada, mērījumu un uzskaišu veikšanas pamatojums un metodika detalizēti atspoguļota pārskatā par pētījumā 2016. gada etapā paveikto (<http://www.lvm.lv/petijumi-un-publikacijas/mezsaimniecibas-ietekme-uz-meza-un-saistito-ekosistemu-pakalpojumiem>).

Nodaļu sagatavoja K. Kēnigvalde, L. Brūna, A. Barševskis, Z. Lībiete, A. Bārdule, Z. Kalvīte, I. Kļaviņš, Ā.Jansons, R.Čakšs, L.Robalte.

### 2.1. *P. gigantea* attīstības novērtējums uz lielu dimensiju skuju koku mežizstrādes atliekām

Apakšnodaļa attiecas uz 2.1.darba uzdevumu.

Lielā pergamentsēne *Phlebiopsis gigantea* (Fr.) Jülich ir bazīdijsēne, kas samērā bieži sastopama boreālajos mežos (īpaši saimnieciskajos mežos) uz celmiem, lielu dimensiju skuju koku ciršanas atliekām un kritušiem kokiem. Sēne ir viena no pirmajām, kas attīstās uz svaigas, atmirusas koksnes. *P. gigantea* veido viengadīgus auglķermēņus, kuros attīstās sporas, tādējādi nodrošinot sēnes izplatību vairāku kilometru attālumā (Rishbeth, 1959) (Attēls 147).



Attēls 147. *P. gigantea* augļķermeņi uz priedes koksnes

*P. gigantea* raksturīgais augļķermenis ir zilgani pelēcīgs līdz dzeltenbrūns, vaskveidīgs, līdz 0,5 mm biezs un aug cieši pie substrāta; augļķermeņim kļūstot vecākam, tā malas izžūst un atlokās (Rishbeth, 1959; Eriksson et al., 1981). *P. gigantea* augļķermeņi ir jutīgi pret izžūšanu (Holdenrieder and Greig, 1998).

*P. gigantea* ir nozīmīga sakņu piepes (*Heterobasidion*) konkurente uz svaigi zāgētu celmu virsmas. Lai ierobežotu sakņu piepes izplatību, Latvijā kopš 2008. gada skuju koku celmu apstrādei zāgēšanas laikā tiek pielietots bioloģiskais preparāts "Rotstop", kura sastāvā ir *P. gigantea* sporas.

Neskatoties uz bioloģisko preparātu augsto efektivitāti (Kenigshalde et al., 2016), tomēr celmu apstrāde nevar 100% izslēgt celmu inficēšanos ar *Heterobasidion* sporām. Celmi ir uzņēmīgi pret *Heterobasidion* sporu infekciju apmēram vienu mēnesi (Yde-Andersen, 1962), tāpēc ir svarīgi, lai mežistrādes laikā audzē būtu sastopama arī dabiskā *P. gigantea*, kas sekmētu celmu aizsardzību pret *Heterobasidion* sporu infekciju. *P. gigantea* dabiskās infekcijas nozīme ir atzīmēta vairāku autoru darbos (Negrutski, 1986; Rishbeth, 1963).

### 2.1.1. Materiāls un metodika

Lai izvērtētu, cik nozīmīga *P. gigantea* attīstībai un izplatībai ir lielu dimensiju skuju koku koksnes atstāšana mežā, 2013. gadā Vidusdaugavas reģionā tika ierīkots ilgtermiņa eksperiments. Kopā 14 parauglaukumos (Tabula 22) platlapju un šaurlapju kūdrenos (Kp, Ks), platlapju un šaurlapju āreņos (Ap, As), gāršā (Gr) un damaksnī (Dm) nozāgētas 56 veselas un 56 trupējušas (inficētas ar *Heterobasidion* spp.) egles, kā arī 6 (no iepriekš minētajiem 14) parauglaukumos nozāgētas papildus 24 priedes.

Tabula 22. Parauglaukumu raksturojums

Kvartāls	Nogabals	Meža tips	Audzes sastāva formula
108	15	As	5B4E <sub>80</sub> 1P
117	5	As	7E <sub>44</sub> 3B
117	10	As	10E42
139	8, 9	Dm	5P <sub>98</sub> 2E3B; 10P <sub>71</sub>
139	2	Dm	7E2B1P <sub>65</sub> +La,Ap <sub>65</sub>
139	1	Kp	8E2B <sub>65</sub> +P,Ma <sub>65</sub>
148	2	As	10E <sub>47</sub>
157	1, 2	Kp	10E <sub>45</sub> , 6E5 <sub>72</sub> E2B <sub>70</sub>

Kvartāls	Nogabals	Meža tips	Audzies sastāva formula
178	22	As	10E <sub>49</sub>
178	5-1	Kp	9E1B <sub>44</sub>
178	5	Gs	9E1B <sub>44</sub> +OS <sub>41</sub>
187	15	Kp	10E <sub>46</sub>
201	1	Ks	9E1B <sub>41</sub>

*Heterobasidion* spp. sastopamība kokos pārbaudīta, veicot urbumu sakņu kakla augstumā. Koki sazāģēti 0,7 metrus garos nogriežņos, sākot no resgaļa. No katra koka izmantoti 4 nogriežņi. Kopumā katrā parauglaukumā sazāģētas 32 egļu (6 parauglaukumos arī vēl 16 priežu) mežizstrādes atliekas, puse no atliekām sākotnēji bija trupējušas, puse – ar sakņu piepi neinficētas - veselas. Lai modelētu mežizstrādes laikā esošos apstākļus, pusei no nogriežņiem veikta mežizstrādes darbiem raksturīgā mizas bojājumu imitācija, apmēram 1 cm platās un 0,7 cm dziļās joslās noplēšot apmēram 50% mizas. Lai izvērtētu, vai mežizstrādes atlieku apstrāde ar *P. gigantea* sekmētu sēnes augļķermeņu attīstību, pusei no visām atliekām katrā parauglaukumā zāģējuma virsma apstrādāta ar *P. gigantea* sporu suspensiju. Katra atlieka marķēta ar plastikāta lentīti un shēmā atzīmēts tās novietojums. Atlieku zāģējuma virsmas diametrs: 14-37 cm. Katru gadu rudenī veikta *P. gigantea* augļķermeņu uzskaitē uz mežizstrādes atliekām.

Mežizstrādes atlieku ikgadējā apsekošana veikta arī 2017. gada septembra beigās.

### 2.1.2. Rezultāti

No analizētajām 532 priežu un egļu lielu dimensiju mežizstrādes atliekām četrus gadus pēc eksperimenta ierīkošanas *P. gigantea* konstatēta uz septiņām atliekām (6 egles un 1 priedes). Aizņemtie laukumi bijuši salīdzinoši nelieli 1 – 10% no atlieku tievgaļa vai resgaļa zāģējuma virsmas. Pirmajos uzskaites gados (2014., 2015.) uz priedes mežizstrādes atliekām konstatēts būtiski vairāk *P. gigantea* augļķermeņu salīdzinājumā ar egles atliekām. Divus gadus pēc eksperimenta ierīkošanas (2015. gads) *P. gigantea* bija būtiski biežāk sastopama uz apstrādātajām egles mežizstrādes atliekām, pēc trīs gadiem vairs nebija būtisku atšķirību augļķermeņu sastopamībā uz egles un priedes mežizstrādes atliekām. *P. gigantea* augļķermeņi bija būtiski biežāk sastopami uz veselām ar *Heterobasidion* sp. neinficētām mežizstrādes atliekām, salīdzinot ar trupējušām mežizstrādes atliekām, jo *P. gigantea* bija pieejams lielāks koksnes laukums (trupējušo koksnes daļu, ko aizņēmusi sakņu piepe, *P. gigantea* nevar izmantot, jo gan sakņu piepe, gan lielā pergamentsēne ir primārās koksnes kolonizētājas).

Augļķermeņu veidošanās uz priedes koksnes sākotnēji bija intensīvāka, līdz ar to arī straujāk samazinājās, salīdzinot ar egles koksni. Iegūtie dati saskan ar Somijā veiktajiem pētījumu rezultātiem (Vainio et al., 2001). Minētajā pētījumā secināts, ka trīs gadus pēc celmu apstrādes ar bioloģisko preparātu "Rotstop" *P. gigantea* vairs nebija sastopama priežu celmos, bet sēni varēja izolēt no 50% apstrādāto egļu celmu. Augļķermeņu attīstību ietekmē mežizstrādes atliekas dimensijas, jo mitrums un temperatūra ir stabilāki liela diametra mežizstrādes atliekās (Müller et al., 2007). Tā kā mežizstrādes atliekas bija salīdzinoši lielu dimensiju (zāģējuma virsmas diametrs 14 – 37 cm), tad mitruma apstākļi bija diezgan optimāli sēnes attīstībai, īpaši meža tipos ar spēcīgi attīstītu veģetāciju.

*P. gigantea* augļķermeņu attīstības novērtējuma rezultātā secināts, ka pēc četriem gadiem uz lielu dimensiju mežizstrādes atliekām praktiski vairs nav sastopami *P. gigantea* augļķermeņi. Secinājumi sakrīt ar literatūrā minēto, ka *P. gigantea* saglabājas celmos apmēram 3-5 gadus (Rishbeth, 1963).

## Secinājumi

1. *Phlebiopsis gigantea* augļķermeņi uz lielu dimensiju skuju koku mežizstrādes atliekām intensīvi veidojas pirmajos divos-trīs gados, bet pēc 4 gadiem augļķermeņi praktiski vairs nav sastopami.
2. Mežizstrādes atliekas, uz kurām attīstījušies *P. gigantea* augļķermeņi, nodrošina paaugstinātu sporu fonu un veģetācijas perioda laikā veicina svaigi zāģētu skuju koku celmu aizsardzību pret *Heterobasidion* spp. bazīdijsporām.

## Literatūra

1. Delatour C., von Weissenberg K., Dimitri L. 1998. Host resistance. In: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R., Hüttermann A. (eds.) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 143–166.
2. Eriksson J., Hjortstam K., Ryvarden L. 1981. The Corticiaceae of North Europe. Vol.6. *Fungiflora*, Oslo, pp. 1051-1276.
3. Holdenrieder O., Greig B. J. W. 1998. Biological methods of control. In: Woodward S., Stenlid J., Karjalainen R., Hüttermann A. (eds.) *Heterobasidion annosum: biology, ecology, impact and control*. CAB International, Wallingford, UK, pp. 235-258.
4. Müller M. M., Heinonen J., Korhonen K. 2007. Occurrence of *Heterobasidion* basidiocarps on cull pieces of Norway spruce left on cutting areas and in mature spruce stands. *Forest Pathology* 37, 374-386.
5. Negrutskii S.F. 1986. *Kornevaya gybka*. [*Heterobasidion annosum*] 2<sup>nd</sup> edn. Agropromizdat, Moscow, 196 pp. (in Russian).
6. Risbeth J. 1959. Dispersal of *Fomes annosus* Fr. and *Peniophora gigantea* (Fr.) Masee. *Transactions of the British Mycological Society* 42: 243-260.
7. Risbeth J. 1963. Stump protection against *Fomes annosus*. III. Inoculation with *Peniophora gigantea*. *Annals of Applied Biology* 52, 63-77.
8. Vainio E., Lipponen K., Hantula J. 2001. Persistence of a biocontrol strain of *Phlebiopsis gigantea* in conifer stumps and its effects on within-species genetic diversity. *Forest Pathology* 31, 285-295.
9. Yde-Andersen A. 1962. Seasonal incidence of stump infection in Norway spruce by air-borne *Fomes annosus* spores. *Forest Science* 8(2), 98–103.

## 2.2. Celmu izstrādes vidēja termiņa ietekme

Apakšnodaļa attiecas uz 2.3. un 2.4.darba uzdevumu.

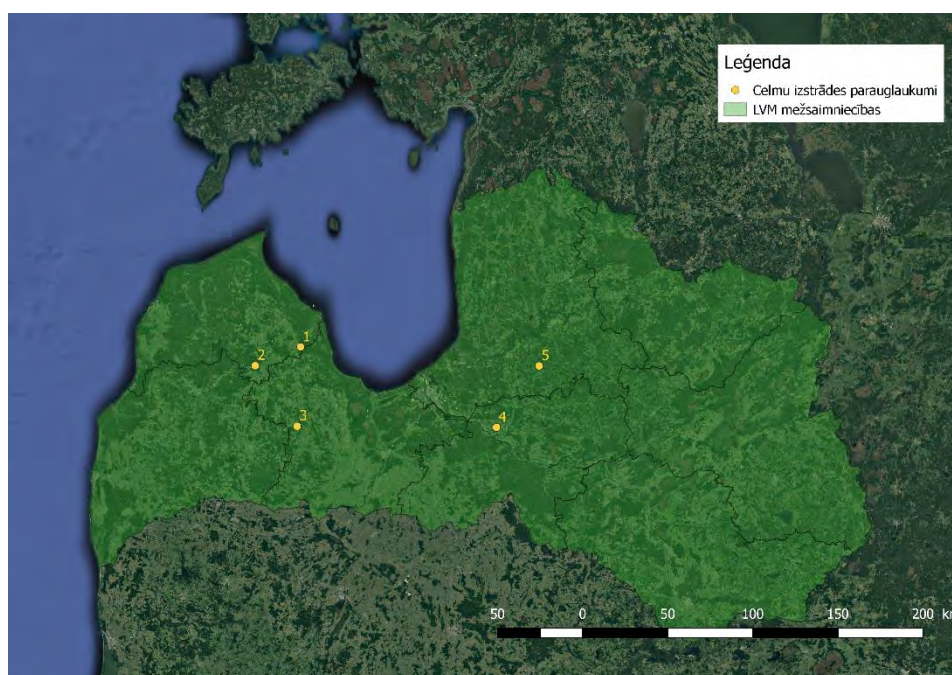
### 2.2.1. Objekti

Pētījums veikts piecos objektos (Tabula 23, Attēls 148) Rietumvidzemes, Ziemeļkurzemes, Zemgales un Vidusdaugavas mežsaimniecībās. Katrā objektā ierīkoti divi parauglaukumi izmēģinājumu veikšanai, tajā skaitā viens parauglaukums kontrolei (izvākta tikai virszemes biomasa) un viens – atcelmošanas ietekmes izpētei. Parauglaukuma platība ir vismaz 0.5 ha. Starp atcelmoto un kontroles parauglaukumu meža atjaunošanas izmēģinājumos atstāta buferjosla, ko veido vismaz 10 m plata atcelmota un 10 m plata neatcelmota josla.



Tabula 23. Celmu izstrādes ietekmes pētījuma objektu raksturojums

Nr.p.k.	Pētījuma objekta nosaukums	Kods	Platība, ha	Mežsaimniecība/ iecirknis	Meža tips	Audzēs sastāva formula/ vecums
1	Rembate	80-29-07-501-360-9	3	Vidusdaugavas/ Ogres	Dm	6E3P1B <sup>98</sup>
2	Jaunpils	83-05-07-603-326-7	1.4; 1.7	Zemgales / Kandavas	Vr	5B4E1P <sup>87</sup> ; 6E3B1P <sup>87</sup>
3	Stende	82-04-07-714-188-9	2	Ziemeļkurzemes/ Vanemas	Vr	-
4	Dursupe	82-05-07-712-437-8	3.4	Ziemeļkurzemes/ Mērsraga	Dm	6E4P <sup>97</sup>
5	Nītaure	65-03-07-410-58-34	1.7	Rietumvidzemes / Vēru	Dm	8E <sub>103</sub> 1B <sub>83</sub> 1P <sub>83</sub>



Attēls 148. Pētījuma objekti celmu izstrādes vidēja termiņa ietekmes novērtēšanai (1 – Dursupe, 2 – Stende, 3 – Jaunpils, 4 – Rembate, 5 – Nītaure)

Celmu izstrāde veikta 2012. gada nogalē, izmantojot divu veidu celmu raušanas un plēšanas kausus – CBI celmu izstrādes kausu, kas montēts uz kāpurķēžu ekskavatora Komatsu PC210LC, un Latvijā izveidota kausa MCR-500 prototipu uz New Holland E215B ekskavatora. Kopā visos izmēģinājumu objektos sagatavotas 149 tonnas celmu sausnas (aptuveni 890 ber. m<sup>3</sup>, pārrēķinot uz biokurināmā tilpuma mērvienībām). Celmi pievesti uz augšgala krautuvi 2013. gadā, 3-6 mēnešus pēc izstrādes. Pēc tam veikta augsnes apstrāde (ar aktīvo disku arklu); un platības apstādītas ar egles ietvarstādiem un melnalkšņa (2 objektos) un egles kailsakņu stādiem ar uzlabotu sakņu sistēmu.

Veicot celmu izstrādi, augsnes īpašības un līdz ar to potenciāli arī augsnes ūdens īpašības tiek ietekmētas vairākos veidos. Pārvietojoties smagajai tehnikai, augsne tiek sablīvēta, tiek mehāniski sajaukti augsnes horizonti, kā arī no ekosistēmas tiek iznestas barības vielas, kas citādi atbrīvotos celmu un sakņu pakāpeniskas sadalīšanās rezultātā. Lai noskaidrotu, vai celmu izstrāde būtiski ietekmē augu saknēm tieši pieejamā augsnes ūdens ķīmisko sastāvu, trijos no 2012. gadā ierīkotajiem pētījuma objektiem – Dursupē, Nītaurē un Rembatē - 2016. gadā tika atsākta augsnes ūdens paraugu ņemšana un analīze. Metodika augsnes ūdens un nokrišņu ūdens paraugu ievākšanai un analīzei aprakstīta Pārskata par pētījuma

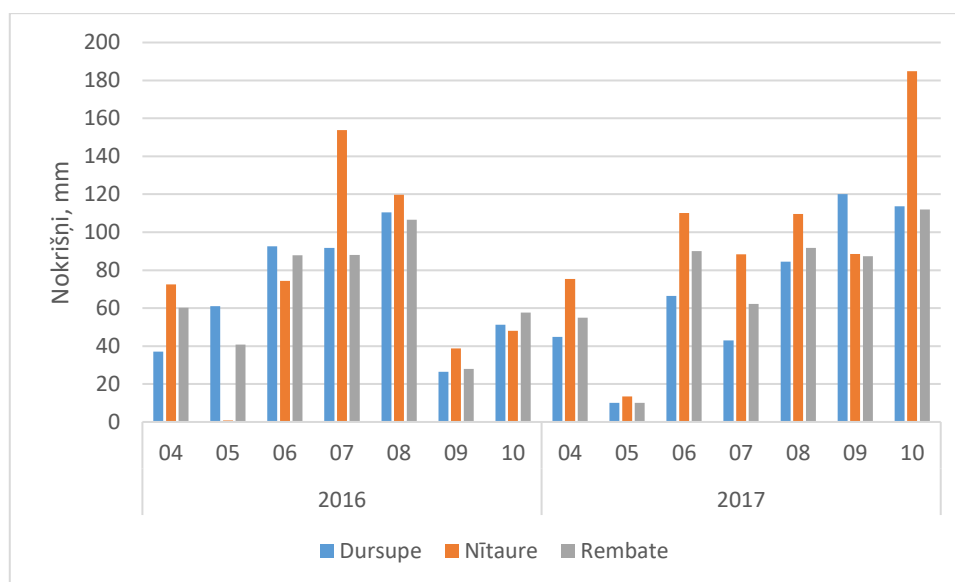
“Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem” 2016.gada rezultātiem 2.2. sadaļā.

### 2.2.2. Ūdens ķīmiskais sastāvs

#### *Nokrišņu daudzums un elementu ienese*

Nokrišņu daudzums dažādos Latvijas novados visai ievērojami atšķiras, un tā ilgtermiņa mainības raksturs uzrāda visai izteiktu Latvijas teritorijā izkritušā nokrišņu daudzuma pieauguma tendenci (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). 2016. gada pētījuma periodā (no aprīļa līdz oktobrim) vismazākais kopējais nokrišņu daudzums konstatēts objektā Rembate – 469 mm, bet vislielākais – objektā Nītaure - 508 mm. Savukārt 2017. gada pētījuma periodā (no aprīļa līdz oktobrim) vismazākais kopējais nokrišņu daudzums konstatēts objektā Dursupe – 482 mm, bet vislielākais – objektā Nītaure - 670 mm. Turklāt objektā Nītaure kopējais nokrišņu daudzums laika posmā no aprīļa līdz oktobrim 2017. gadā ir par 32% lielāks nekā kopējais nokrišņu daudzums attiecīgajā laika posmā 2016. gadā.

Latvijā izkritušo nokrišņu daudzums ir ievērojami atkarīgs no sezonas: ap 30% nokrišņu izkrīt gada aukstajā daļā, bet 70% - gada siltākajos mēnešos (no aprīļa līdz oktobrim)(Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). Pētījuma objektos nokrišņiem bagātākie mēneši 2016. gadā bija jūnijs, jūlijs un augusts, bet 2017. gadā – augusts, septembris un oktobris (Attēls 149).

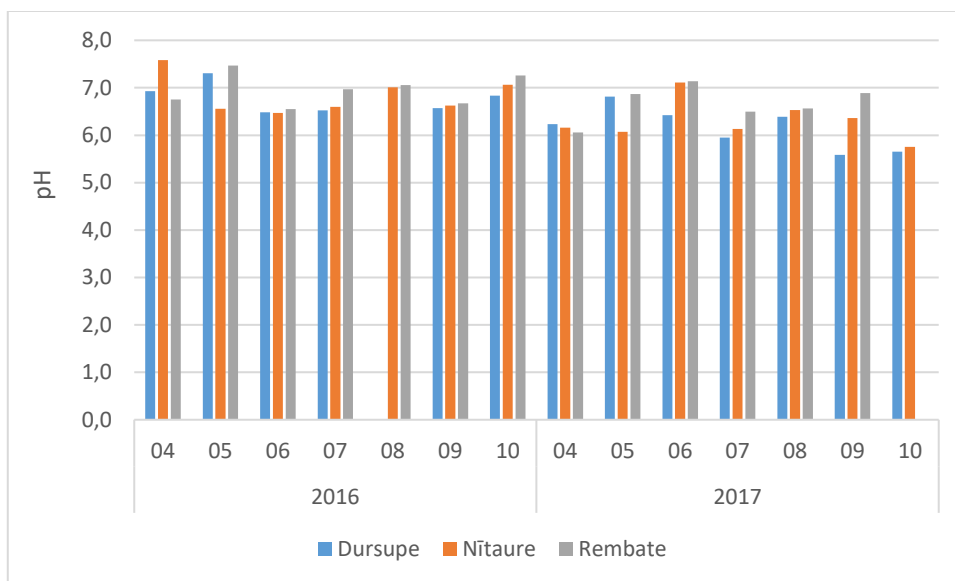


Attēls 149. Nokrišņu sadalījums pa mēnešiem pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

Nozīmīgākie faktori, kas ietekmē atmosfēras nokrišņu sastāvu, ir atmosfērā esošie putekļi un aerosoli, kā arī gāzveida vielas (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). Nokrišņu ķīmijas pētījumos tradicionāli galvenokārt pēta sēra un slāpekļa savienojumus, kuriem ir vidi paskābinoša ietekme, un bāziskos katjonus ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^{+}$ ), kam ir vidi neitralizējoša ietekme (Tērauda, 2008). 150.attēlā parādīts nokrišņu ūdens pH pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā. 2016. gadā nokrišņu ūdens pH svārstījās no 6.5 objektos Dursupe un Nītaure līdz 7.6 objektā Nītaure, bet vidējais nokrišņu ūdens pH pētījuma objektos bija  $6.9 \pm 0,1$  (Attēls 150). 2017. gadā nokrišņu ūdens pH svārstījās no 5.6 objektā Dursupe līdz 7.1 objektā



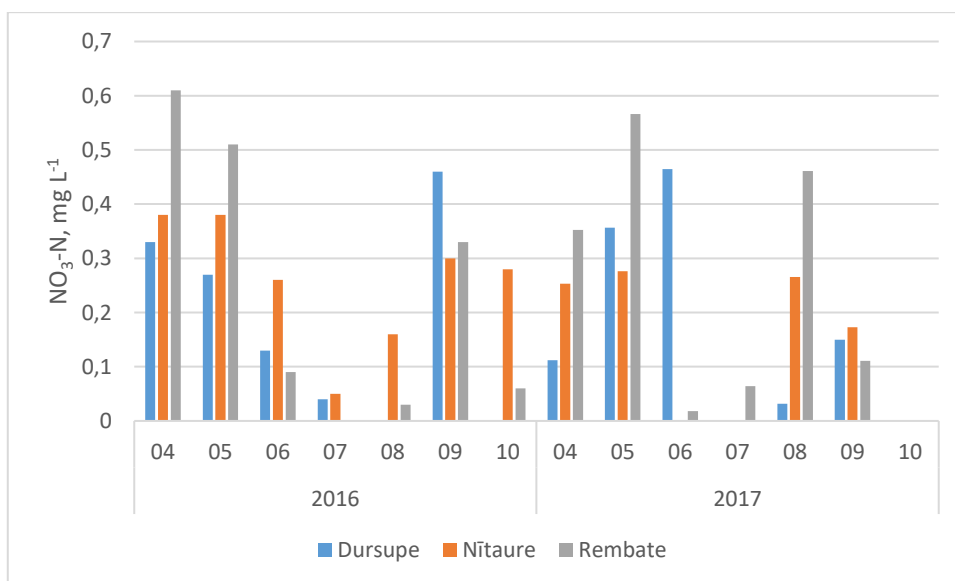
Rembate, bet vidējā nokrišņu ūdens pH vērtība pētījuma objektos 2017. gadā bija nedaudz zemāka salīdzinot ar 2016. gadu - pH 6.4 ±0,1.



Attēls 150. Nokrišņu ūdens pH pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

Pēdējā laikā interese par slāpekļa saturu nokrišņos un iespējamo jutīgo ekosistēmu (gan jūras, gan sauszemes) eitifikāciju ir pieaugusi, tomēr, kā norāda zinātnieki, lielākoties uzmanība tiek pievērsta neorganiskajam slāpeklim, ignorējot organisko slāpekli. Izšķīdušais organiskais slāpeklis nokrišņos (lietū) var sasniegt 70% no kopējā slāpekļa satura. Slāpekļa savienojumiem ir divkārtša ietekme uz zemes veģetāciju – gan barības elementu bagātināšanās, gan paskābināšanās ziņā. Zemes veģetācija (graudzāles, briofīti, ķērpji u.c.) bieži ir daudz jutīgāki pret šādiem efektiem nekā koki (Tērauda, 2008).

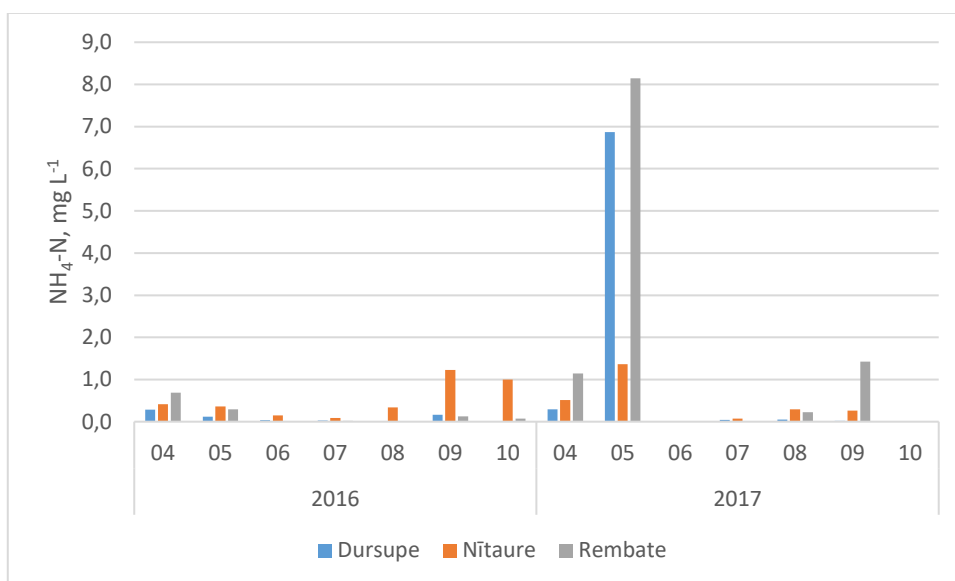
151.attēlā atspoguļots nitrātu ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā. Pētījuma objektos slāpeklis nokrišņu ūdenī nitrātu jonu formā bija vidēji 34 ±4% 2016. gadā un 21 ±5% 2017. gadā no kopējā izšķīdušā slāpekļa satura. 2016. gadā nitrātu jonu saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz 0.61 mg  $\text{NO}_3\text{-N L}^{-1}$ , bet 2017. gadā – līdz 0.57 mg  $\text{NO}_3\text{-N L}^{-1}$ .



Attēls 151. Nitrātu saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

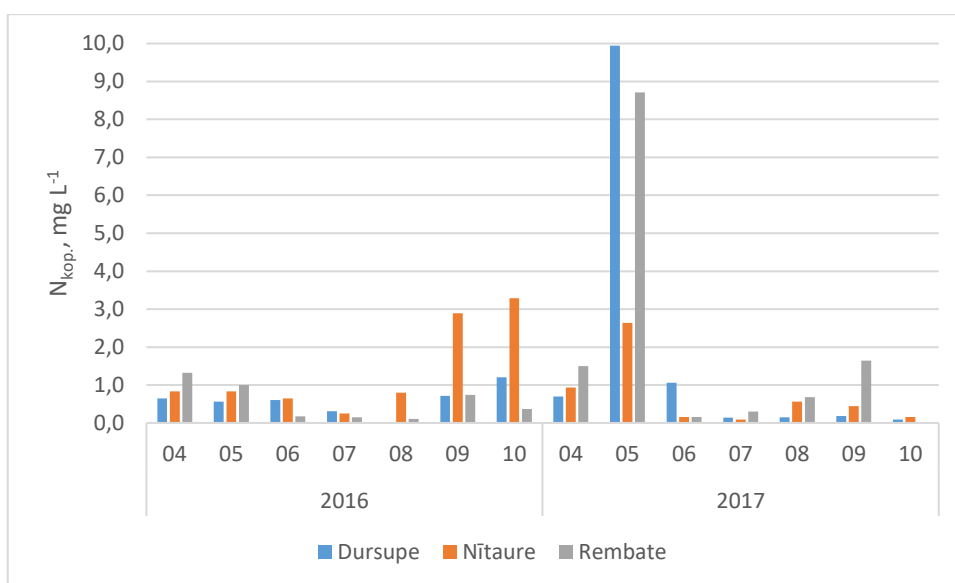
152.attēlā atspoguļots amonija jonu ( $\text{NH}_4\text{+N}$ ) saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā. Pētījuma objektos slāpeklis nokrišņu ūdenī amonija jonu formā bija vidēji 31 ±4% 2016. gadā

un  $39 \pm 7\%$  2017. gadā no kopējā izšķīdušā slāpekļa satura. 2016. gadā amonija jonu saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz  $1.23 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$ , bet 2017. gadā – līdz  $8.14 \text{ mg NH}_4^+-\text{N L}^{-1}$ .



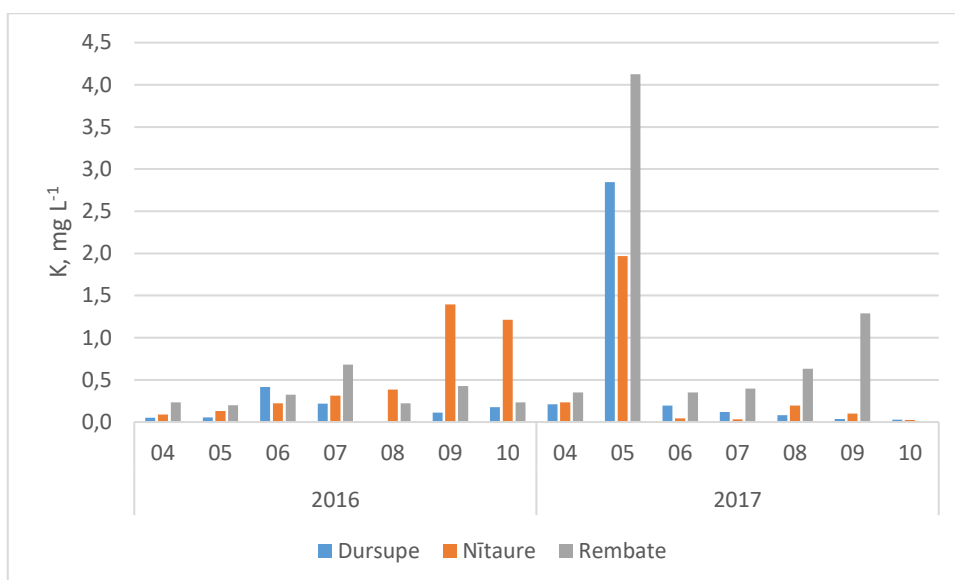
Attēls 152. Amonija jonu saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā

153.attēlā atspoguļots kopējais slāpekļa ( $N_{\text{kop.}}$ ) saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā. 2016. gadā kopējais slāpekļa saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz  $3.29 \text{ mg N L}^{-1}$ , bet 2017. gadā maksimālās kopējā slāpekļa satura vērtība nokrišņu ūdenī konstatētas pētījumu objektos Dursupe un Rembate maija mēnesī ( $N_{\text{kop.}}$  saturs  $9.94 \text{ mg N L}^{-1}$  un  $8.71 \text{ mg N L}^{-1}$ , attiecīgi), kas galvenokārt skaidrojams ar būtiski palielinātām amonija jonu satura vērtībām (Attēls 152).



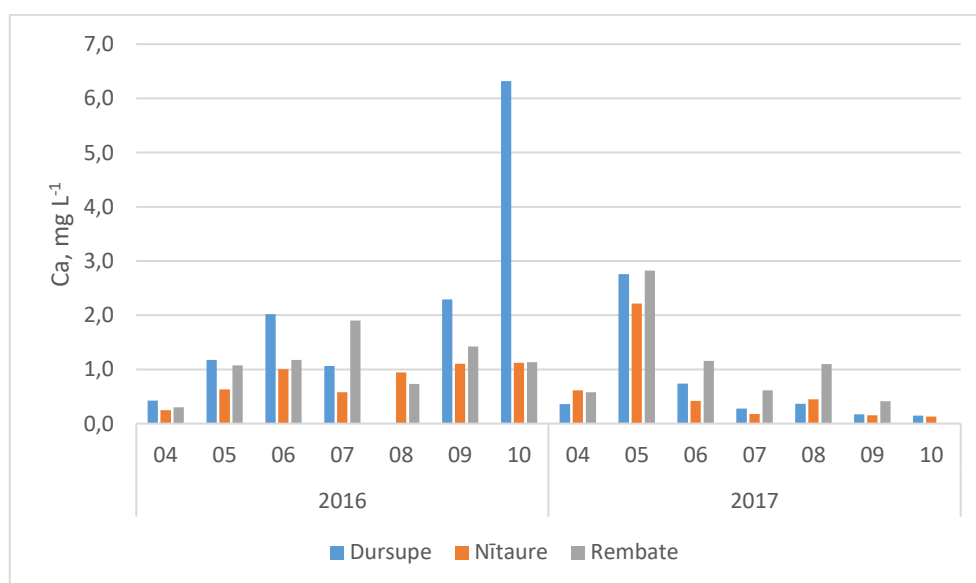
Attēls 153. Kopējā slāpekļa saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

Lietus un sniega ūdenī galvenais bāzisko katjonu avots ir putekļi un aerosoli (Kļaviņš, Cimdiņš, 2004). 154.attēlā atspoguļots kālija saturs ( $K$ ,  $\text{mg L}^{-1}$ ) nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā. 2016. gadā  $K$  saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz  $1.39 \text{ mg L}^{-1}$ , bet vidējais  $K$  saturs nokrišņu ūdenī pētījuma periodā bija  $0.35 \pm 0.08 \text{ mg L}^{-1}$ . 2017. gadā augstākās  $K$  satura vērtības visos pētījuma objektos novērotas maija mēnesī, maksimālā vērtība ( $4.12 \text{ mg L}^{-1}$ ) konstatēta pētījuma objektā Rembate. Vidējais  $K$  saturs nokrišņu ūdenī 2017. gada pētījuma periodā bija  $0.66 \pm 0.25 \text{ mg L}^{-1}$ . Gada vidējais  $K$  saturs atklāta lauka nokrišņu ūdenī laika periodā no 1994. līdz 2004. gadam integrālā meža monitoringa stacijā Rucava bija  $0.6 \pm 0.4 \text{ mg L}^{-1}$ , bet stacijā Taurene –  $0.3 \pm 0.1 \text{ mg L}^{-1}$  (Tērauda, 2008).



Attēls 154. Kālīja koncentrācija nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

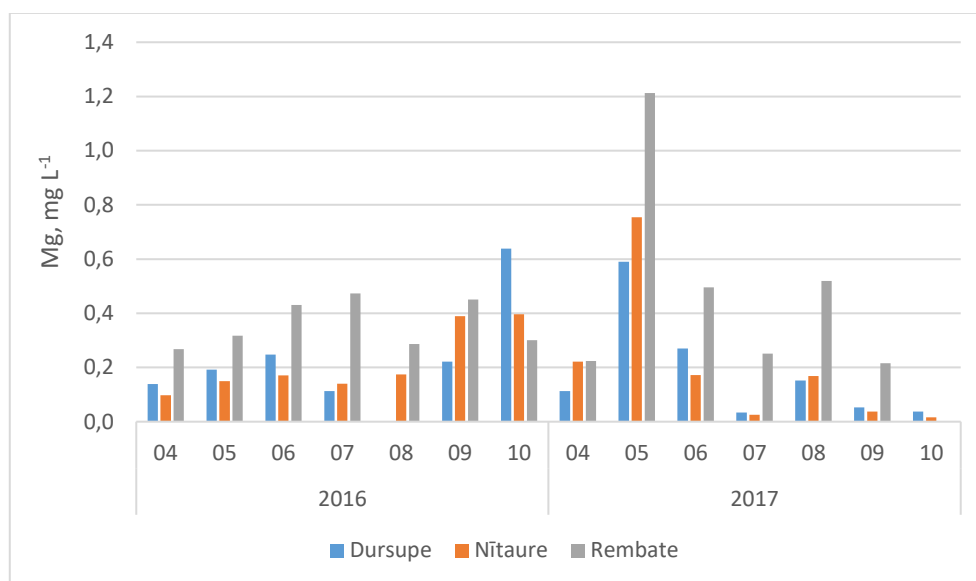
155.attēlā atspoguļots kalcija saturs (Ca, mg L<sup>-1</sup>) nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā. 2016. gadā Ca saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz 6.3 mg L<sup>-1</sup>, bet vidējais Ca saturs nokrišņu ūdenī pētīju periodā bija 1.3 ±0.3 mg L<sup>-1</sup>. 2017. gadā Ca saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz 2.8 mg L<sup>-1</sup>, bet vidējais Ca saturs nokrišņu ūdenī pētīju periodā bija 0.78 ±0.19 mg L<sup>-1</sup>. Gada vidējais Ca saturs atklāta lauka nokrišņu ūdenī laika periodā no 1994. līdz 2004. gadam integrālā meža monitoringa stacijā Rucava bija 0.8 ±0.5 mg L<sup>-1</sup>, bet stacijā Taurene – 0.6 ±0. mg L<sup>-1</sup> (Tērauda, 2008).



Attēls 155. Kalcija koncentrācija nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

156.attēlā atspoguļots magnija saturs (Mg, mg L<sup>-1</sup>) nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā. 2016. gadā Mg saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz 0.64 mg L<sup>-1</sup>, bet vidējais Mg saturs nokrišņu ūdenī pētīju periodā bija 0.28 ±0.03 mg L<sup>-1</sup>. 2017. gadā Mg saturs nokrišņu ūdenī pētījuma objektos svārstījās amplitūdā līdz 1.21 mg L<sup>-1</sup>, turklāt visos pētījuma objektos augstākās Mg satura vērtības konstatētas maija mēnesī. Vidējais Mg saturs nokrišņu ūdenī 2017. gada pētīju periodā bija 0.28 ±0.07 mg L<sup>-1</sup>. Gada vidējais Mg saturs atklāta lauka nokrišņu ūdenī laika periodā no 1996. līdz 2004. gadam integrālā meža monitoringa stacijās Rucava un Taurene bija 0.2 ±0.1 mg L<sup>-1</sup> (Tērauda, 2008). Pētījuma objektos novērota vidēji cieša un cieša korelācija (korelācijas koeficients r 2016. gadā bija 0.77,

2017. gadā - 0.97) starp nokrišņu ūdeņu elektrovadītspēju, kas raksturo izšķīdušo sāļu daudzumu, un bāzisko katjonu kumulatīvo saturu.



Attēls 156. Magnija koncentrācija nokrišņu ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

Ķīmisko elementu un savienojumu izsēšanās no atmosfēras ir process, kurā nokrišņi (lietus, sniegs, migla), cietās daļiņas, aerosoli un gāzes no atmosfēras gravitācijas spēku ietekmē izsēžas uz augsnes virsmas. Kopējo vielu izsēšanos veido mitrā un sausā izsēšanās, kā arī dažos pasaules reģionos (piemēram, kalnu apvidos) izsēšanās ar miglu un mākoņos esošiem ūdens aerosoliem (Tērauda, 2008). 2016. gada pētījuma periodā vislielākais kopējais ar nokrišņiem ienestais N saturošu savienojumu, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P un K daudzums uz platības vienību konstatēts objektā Nītaure, bet vismazākā minēto elementu ienese – objektā Dursupe (Tabula 24). Savukārt 2017. gadā vislielākais ar nokrišņiem ienestais barības elementu daudzums uz platības vienību konstatēts objektā Rembate, bet vismazākais – objektā Dursupe (līdzīgi kā 2016. gada pētījuma periodā).

Tabula 24. Kopējais ar nokrišņiem ienestais ķīmisko elementu daudzums pētījuma objektos 2016. un 2017. gada pētījuma periodā (aprīlis-oktobris)

Objekts/ elements	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N, kg ha <sup>-1</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -P, kg ha <sup>-1</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N, kg ha <sup>-1</sup>	K, kg ha <sup>-1</sup>	Ca, kg ha <sup>-1</sup>	Mg, kg ha <sup>-1</sup>	N <sub>kop.</sub> , kg ha <sup>-1</sup>
<b>2016. gada pētījuma periods</b>							
Dursupe	0.57	0.000	0.28	0.76	7.55	0.89	2.22
Nītaure	0.99	0.005	1.91	2.29	3.92	0.96	5.13
Rembate	0.81	0.004	0.64	1.60	5.16	1.69	2.02
<b>2017. gada pētījuma periods</b>							
Dursupe	0.60	0.18	0.91	0.70	1.73	0.54	2.51
Nītaure	0.67	0.03	1.20	0.86	2.25	0.73	2.60
Rembate	1.04	0.75	4.12	3.65	4.31	1.84	5.87

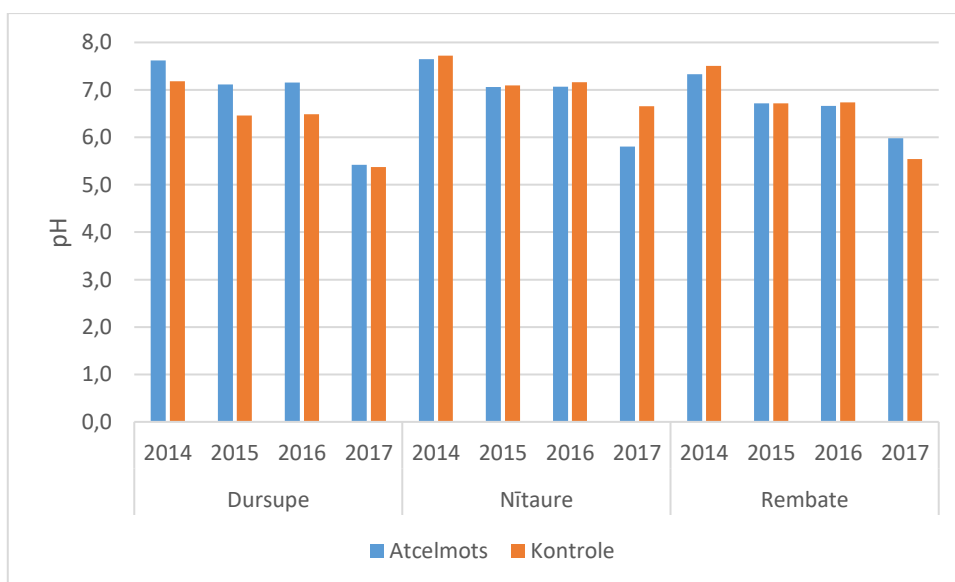
#### Barības vielu koncentrācija augsnes ūdenī

Augsnes ūdens ķīmija atspoguļo vielu ievadi no atmosfēras un vairākus procesus augsnē, kā jonu apmaiņu, mineralizāciju un imobilizāciju. Zināšanas par augsnes ūdens ķīmiju ir īpaši svarīgas, lai novērtētu augsnes ekoloģisko stāvokli, augu augšanas apstākļus un iespējamo vielu izskalošanos gruntsūdeņos un virszemes ūdeņos (Tērauda, 2008).

Augsnes reakcijai ir liela nozīme augstāko augu un augsnes mikroorganismu dzīvības procesos. Palielināts skābums pilnīgi nomāc derīgo mikroorganismu, it īpaši nitrifikatoru un slāpekļa saistītāju baktēriju darbību. Tāpat kā palielināts augsnes skābums, arī izteikts sārmainums izraisa nevēlamas parādības, kuru rezultātā pasliktinās gan bioloģiskie augu augšanas apstākļi, gan arī pašu augšņu fizikālās īpašības. Augsnes skābums vai sārmainums lielā mērā nosaka arī barības elementu uzņemšanu augos.

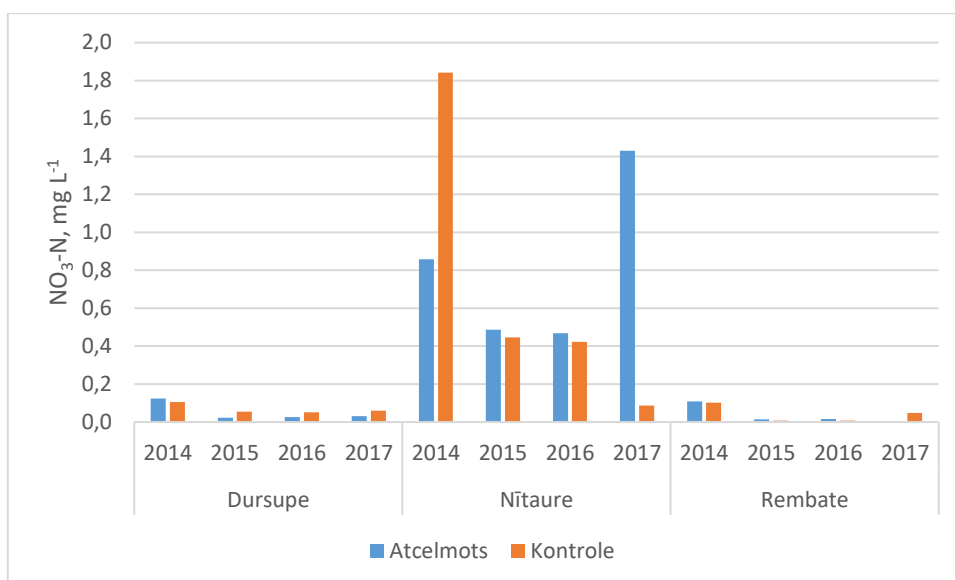
Visos pētījuma objektos gan kontroles, gan atcelmotajās platībās kopš 2014. gada vērojama tendence paskābināties augsnes ūdenim. 2016. gada pētījuma periodā vidējais augsnes ūdens pH svārstījās no pH 6.5 līdz 7.2. Pētījuma objektos Nītaure un Rembate augsnes ūdens reakcija atcelmotajā un kontroles platībā praktiski neatšķīrās, bet objektā Dursupe atcelmotajā platībā augsnes ūdens bija bāziskāks nekā kontroles platībā ( $p=0.015$ ) (Attēls 157). Pētījuma objektos, nokrišņu ūdeņiem skalojoties cauri augsnes slāņiem, ūdeņu paskābināšanās netika novērota.

2017. gadā pētījumu objektos vidējais augsnes ūdens pH svārstījās no 5.4 līdz 6.7 (Attēls 157). Kopumā 2017. gadā vērojama augsnes ūdens paskābināšanās gan atcelmotajās, gan kontroles platībās salīdzinot ar laika periodu no 2014. līdz 2016. gadam. Pētījuma objektā Dursupe 2017. gadā augsnes ūdens reakcija atcelmotajā un kontroles platībā praktiski neatšķīrās. Objektā Nītaure 2017. gadā atcelmotajā platībā konstatēts vidēji par 0.85 pH vienībām skābāks augsnes ūdens salīdzinot ar kontroles platībām, bet objektā Rembate konstatēta pretēja situācija – kontroles platībā konstatēts vidēji par 0.44 pH vienībām skābāks augsnes ūdens salīdzinot ar atcelmotām platībām.



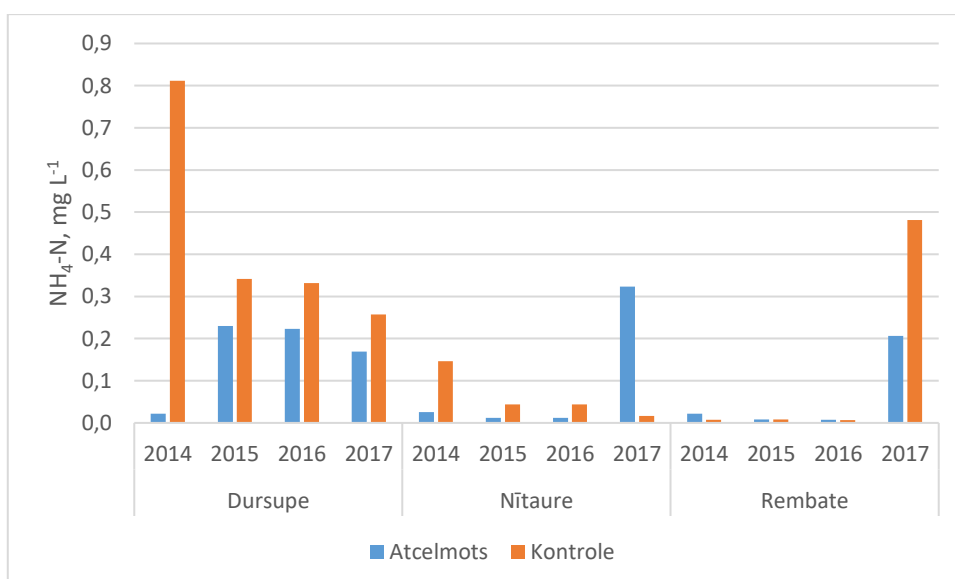
Attēls 157. Augsnes ūdens pH pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

158. attēlā atspoguļots vidējais nitrātu jonu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. Salīdzinot vidējo nitrātu jonu saturu augsnes ūdenī dažādos pētījuma objektos, ievērojami lielāks nitrātu jonu saturs gan kontroles, gan atcelmotajos parauglaukumos tika konstatēts objektā Nītaure. 2016. gada pētījuma periodā nitrātu jonu saturs augsnes ūdenī svārstījās līdz vidēji  $0.47 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$  (objektā Nītaure). 2016. gada pētījuma periodā nitrātu jonu saturs augsnes ūdenī objektos Nītaure un Rembate lielāks bija atcelmotajos parauglaukumos, bet objektā Dursupe sakarība bija pretēja, taču nitrātu jonu satura atšķirības nebija būtiskas. 2017. gada pētījuma periodā lielākais vidējais nitrātu jonu saturs augsnes ūdenī ( $1.43 \text{ mg NO}_3^- \text{-N L}^{-1}$ ) tika konstatēts atcelmotā platībā objektā Nītaure, kas ir būtiski lielāks nekā vidējais nitrātu jonu saturs augsnes ūdenī kontroles platībā objektā Nītaure un arī citos pētījuma objektos. Pretēji situācijai objektā Nītaure, pētījuma objektos Dursupe un Rembate atcelmotajās platībās 2017. gada pētījuma periodā tika konstatēts mazāks vidējais nitrātu jonu saturs augsnes ūdenī salīdzinot ar kontroles platībām.



Attēls 158. Nitrātu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

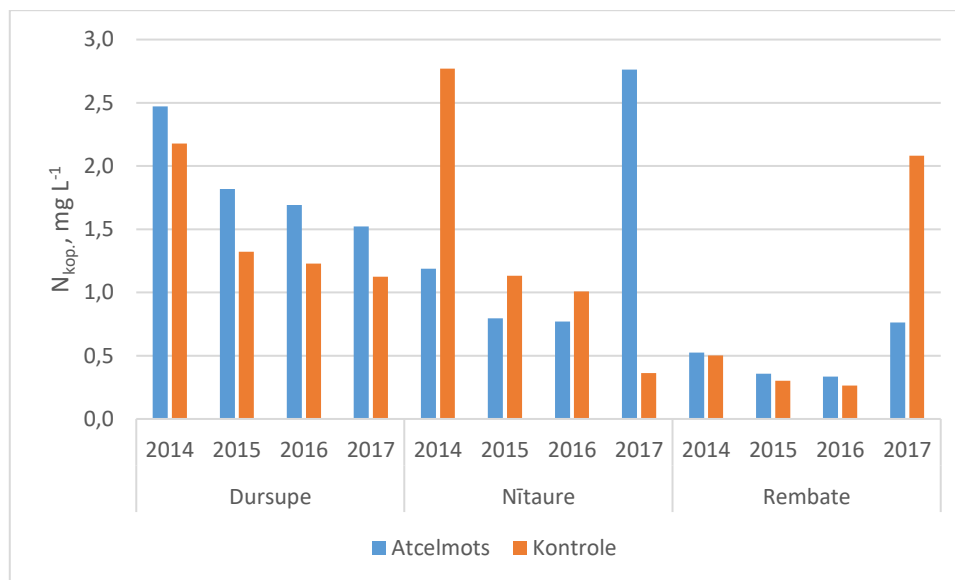
159. attēlā atspoguļots vidējais amonija jonu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. 2016. gada pētījuma periodā vidējais amonija jonu saturs augsnes ūdenī svārstījās amplitūdā līdz  $0.33 \text{ mg NH}_4^+\text{-N L}^{-1}$ , būtiski lielāks amonija jonu saturs augsnes ūdenī tika konstatēts objektā Dursupe. 2016. gada pētījuma periodā amonija jonu saturs augsnes ūdenī atcelmotajos un kontroles parauglukumos būtiski neatšķīrās nevienā pētījuma objektā, vidējais amonija jonu saturs augsnes ūdenī bija  $0.09 \pm 0.03 \text{ mg NH}_4^+\text{-N L}^{-1}$ , kas ir būtiski mazāk nekā vidēji nokrišņu ūdeņos. 2017. gada pētījuma periodā būtiski palielinājies amonija jonu vidējais saturs augsnes ūdenī gan atcelmotā platībā, gan kontroles platībā objektā Rembate un atcelmotā platībā objektā Nītaure salīdzinot ar vidējo amonija jonu saturu augsnes ūdenī laika posmā no 2014. līdz 2016. gadam. Savukārt objektā Dursupe 2017. gada pētījuma periodā gan atcelmotā, gan kontroles platībā vidējais amonija jonu saturs nedaudz samazinājies salīdzinot ar 2016. gada pētījuma periodu, bet saglabājas tendence, ka atcelmotajā platībā amonija jonu saturs augsnes ūdenī ir mazāks salīdzinot ar kontroles platībām.



Attēls 159. Amonija jonu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

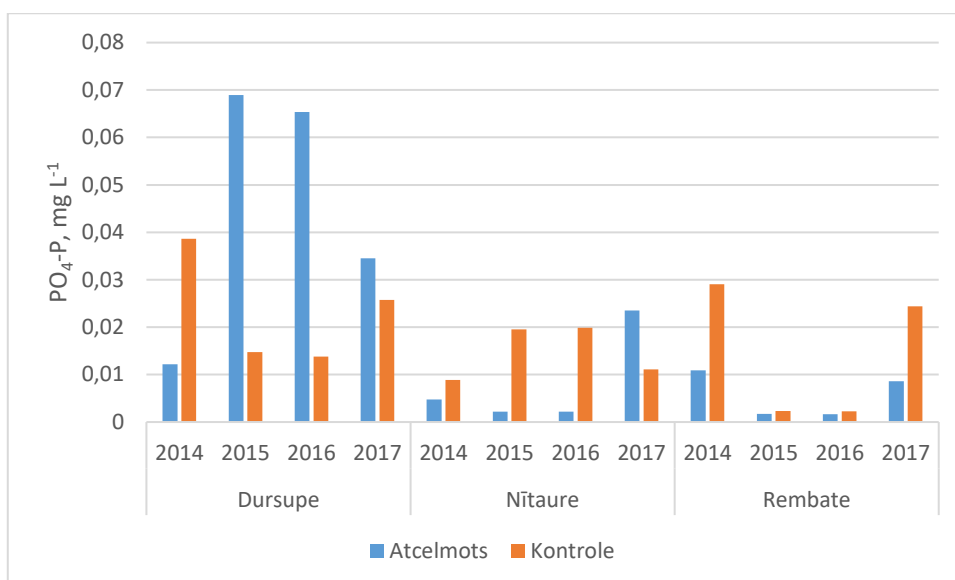
160. attēlā atspoguļots vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. Visā pētījuma periodā vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī svārstījās amplitūdā no  $0.26 \text{ mg N L}^{-1}$  līdz  $2.77 \text{ mg N L}^{-1}$ . Objektā Dursupe visā pētījuma periodā vidējais kopējā

slāpekļa saturs būtiski lielāks bija objekta atcelmotajā daļā, turklāt vērojama tendence kopējā slāpekļa saturam augsnes ūdenī samazināties gan atcelmotajās, gan kontroles platībās. Atcelmotajā platībā objektā Nītaure 2017. gada pētījuma periodā vērojams būtiski lielāks kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī salīdzinot ar laika posmu no 2014. gada līdz 2016. gadam, kā arī salīdzinot ar vidējo kopējā slāpekļa saturu augsnes ūdenī kontroles platībā 2017. gada pētījuma periodā. Savukārt objektā Rembate (gan kontroles, gan atcelmotās platībās) 2017. gada pētījuma periodā vērojams palielināts vidējais kopējā slāpekļa saturs augsnes ūdenī salīdzinot ar laika posmu no 2014. gada līdz 2016. gadam.



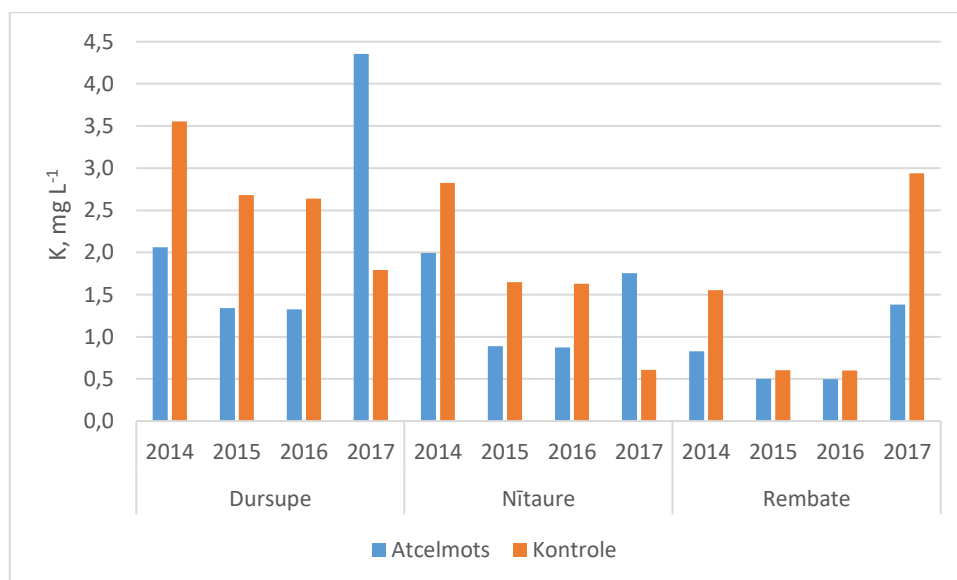
Attēls 160. Kopējais slāpekļa saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

161. attēlā atspoguļots vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. Pētījuma objektos vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī svārstījās amplitūdā līdz 0.069 mg PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>-P L<sup>-1</sup>. 2016. gada pētījuma periodā būtiskas fosfātjonu satura augsnes ūdenī atšķirības starp atcelmoto un kontroles parauglaurumu tika konstatētas tikai objektā Dursupe. Šajā objektā atcelmotajā parauglaurumā fosfātjonu saturs augsnes ūdenī bija būtiski augstāks (p=0.012). Līdzīga tendence objektā Dursupe saglabājās arī 2017. gada pētījumu periodā, bet atšķirība starp vidējo fosfātjonu saturu augsnes ūdenī atcelmotajā un kontroles platībā ir samazinājusies salīdzinot ar 2015. un 2016. gadu. Objektā Nītaure 2017. gada pētījuma periodā atcelmotajā platībā konstatēts lielāks vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī salīdzinot ar kontroles platību, savukārt objektā Rembate saglabājas tendence, ka lielāks vidējais fosfātjonu saturs augsnes ūdenī ir kontroles platībās.



Attēls 161. Fosfātu saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

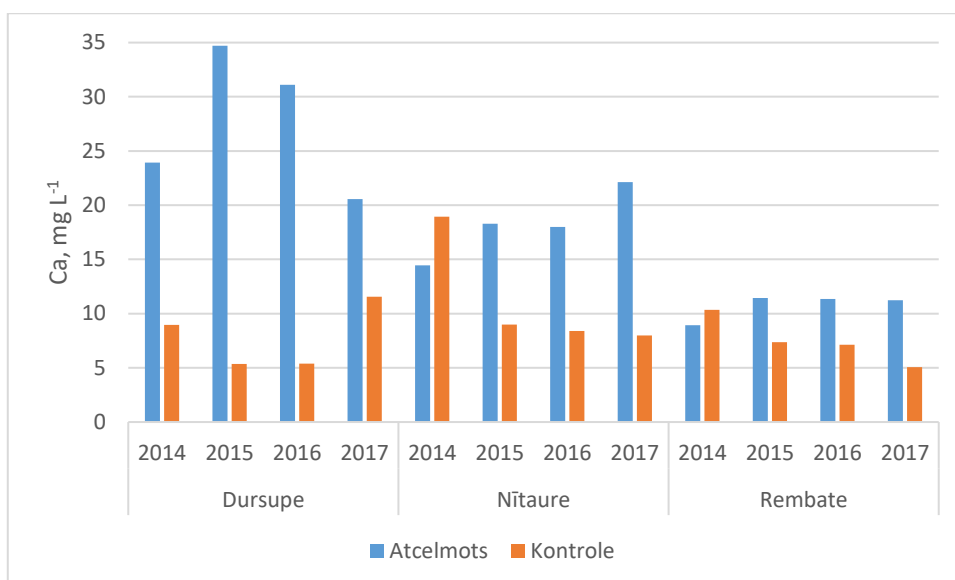
Pētījuma objektos, nokrišņu ūdeņiem skalojoties cauri augsnes slāņiem, novērota ūdeņu bagātināšanās ar bāziskajiem katjoniem, kas atbrīvojas minerālu dēdēšana procesos. Pētījuma objektos visā pētījuma periodā vidējais kālija saturs augsnes ūdenī svārstījās amplitūdā līdz 4.4 mg K L<sup>-1</sup> (Attēls 162). Laika posmā no 2014. gada līdz 2016. gadam kālija saturs augsnes ūdenī visos trijos objektos bija lielāks kontroles parauglaukumā, taču būtiskas atšķirības tika konstatētas Dursupes ( $p=0.018$ ) un Nītaures ( $p=0.010$ ) objektos. 2017. gada pētījuma periodā objektos Dursupe un Nītaure lielāks kālija saturs augsnes ūdenī konstatēts atcelmotajās platībās, bet objektā Rembate saglabājas tendence, ka kontroles platībā kālija saturs augsnes ūdenī ir lielāks.



Attēls 162. Kālija saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

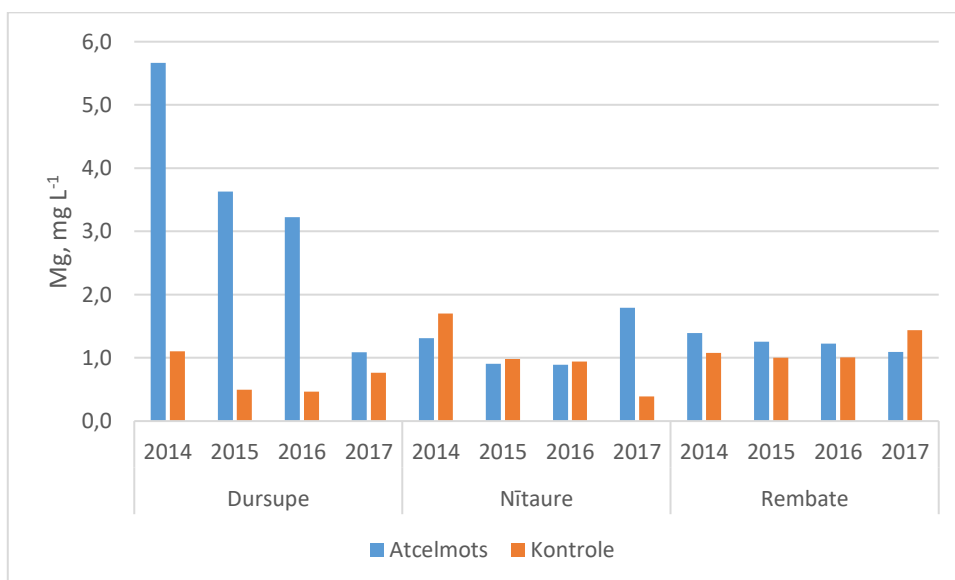
163. attēlā atspoguļots vidējais kalcijs saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. Pētījuma objektos vidējais kalcijs saturs augsnes ūdenī svārstījās amplitūdā līdz 34.7 mg L<sup>-1</sup>. Laika posmā no 2015. gada līdz 2017. gadam vidējais kalcijs saturs augsnes ūdenī visos trijos objektos bija lielāks atcelmotajos parauglaukumos, konstatētas statistiski būtiskas atšķirības.





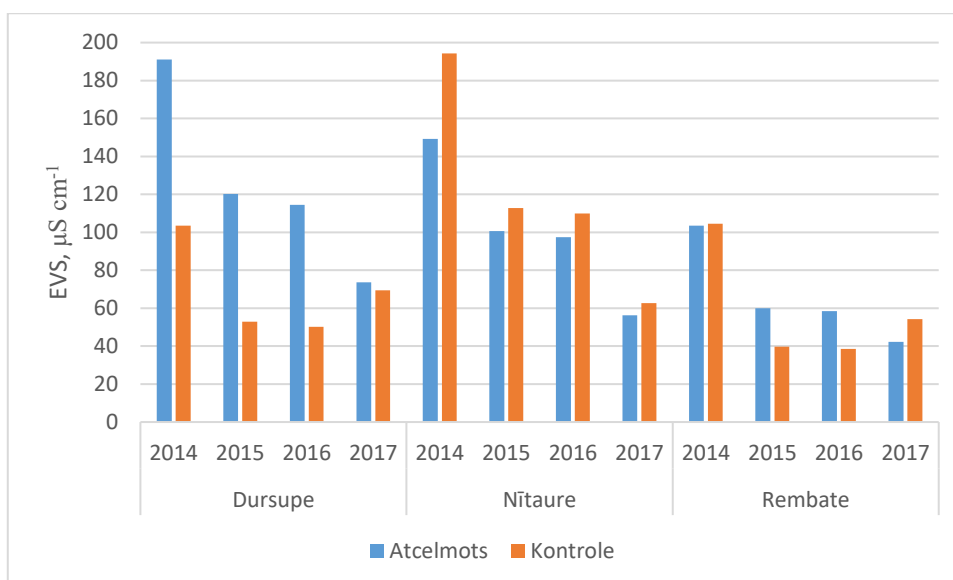
Attēls 163. Kalcija saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

164. attēlā atspoguļots vidējais magnija saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. Pētījuma objektos vidējais magnija saturs augsnes ūdenī svārstījās amplitūdā līdz 5.7 mg L<sup>-1</sup>. Visā pētījuma periodā objektā Dursupe vidējais magnija saturs augsnes ūdenī bija lielāks atcelmotajos parauglaukumos, bet 2017. gadā vidējā magnija satura atšķirība kontroles un atcelmotajās platībās ir samazinājusies. 2017. gada pētījuma periodā objektā Nītaure atcelmotajās platībās konstatēts lielāks vidējais magnija saturs augsnes ūdenī salīdzinot ar kontroles platībām, bet pretēja situācija novērota objektā Rembate, kur 2017. gada pētījuma periodā lielāks vidējais magnija saturs konstatēts kontroles platībā pretēji tendencēm laika posmā no 2014. gada līdz 2016. gadam.



Attēls 164. Magnija saturs augsnes ūdenī pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

Augsnes ūdens elektrovadītspēja (EVS) raksturo augsnes ūdenī izšķīdušo sāļu daudzumu. 161. attēlā atspoguļota vidējā augsnes ūdens EVS pētījuma objektos laika posmā no 2014. gada. Objektā Dursupe visā pētījuma periodā lielāka augsne ūdens EVS konstatēta atcelmotajās platībās, bet 2017. gadā vidējās augsnes ūdens EVS atšķirība kontroles un atcelmotajās platībās ir samazinājusies. Pretēja situācija ir vērojama objektā Nītaure, kur visā pētījuma periodā lielāka augsne ūdens EVS konstatēta kontroles platībās.



Attēls 165. Augsnes ūdens elektrovadītspēja pētījuma objektos 2016. un 2017. gadā

### Secinājumi

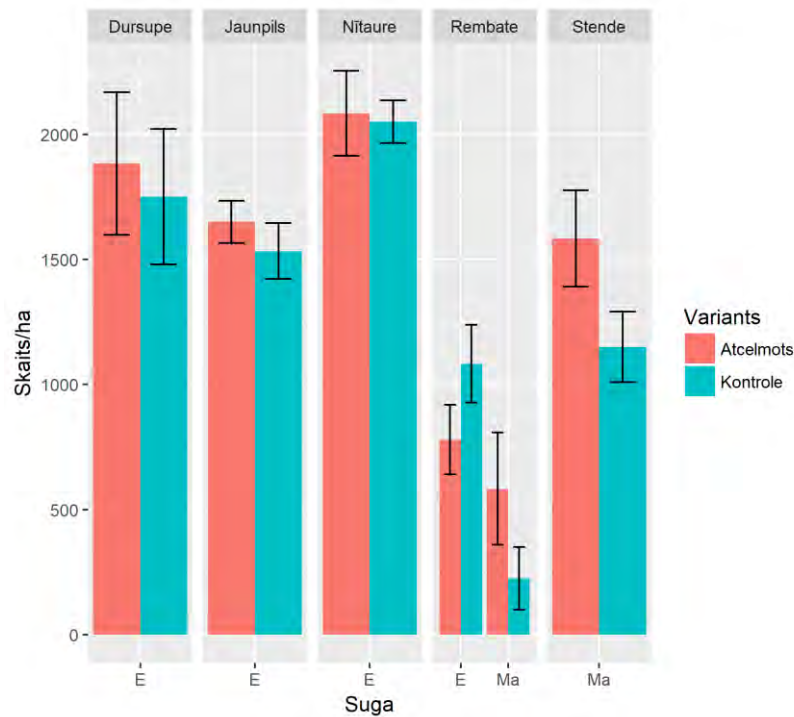
1. Visos pētījuma objektos gan kontroles, gan atcelmotajās platībās kopš 2014. gada vērojama tendence paskābināties augsnes ūdenim. Paskābināšanos izraisa gan dabiski faktori (nokrišņu ūdens paskābināšanās), gan organiskās vielas sadalīšanās un organisko skābju atbrīvošanās, par ko liecina izteiktāka augsnes ūdens paskābināšanās tieši kontroles parauglaukumos, kur ir lielāks organiskās vielas daudzums.
2. Pētījuma periodā (2014. -2017. gads) nav konstatēta viennozīmīga jeb visiem pētījuma objektiem raksturīga atcelmošanas ietekme uz augsnes ūdens ķīmisko sastāvu, bet vērojamas būtiskas tendences pētījuma objektu līmenī. Tas liecina par vietai specifisku faktoru (piemēram, augsnes sastāva, mikroreljefa u.c.) ietekmi uz biogēno elementu un citu savienojumu saturu augsnes ūdenī; šīs kopsakarības tiks analizētas turpmākajos pētījuma etapos.

### 2.2.3. Jaunaudzes attīstība

Lai noskaidrotu, vai pastāv atšķirības starp meža atjaunošanās sekmēm platībās, kur pēc kailcirtes izvākta gan virszemes gan pazemes biomasa (celmi), un platībās, kur izvākta tikai virszemes biomasa (stumbri), 2017. gada jūnijā veikta koku uzskaitē katrā parauglaukumā (1 – ietekmētie (atcelmotie) parauglaukumi; 2 – kontroles parauglaukumi) objektos Nītaure, Rembate, Jaunpils, Dursupe un Stende, ierīkojot sešus vienmērīgi izvietotus apļveida uzskaites laukumus ar rādiusu 5.64 m (platība 100 m<sup>2</sup>). Uzskaitīti stādītie nebojātie, bojātie, bojā gājušie un dabiski izaugušie kociņi 10 cm augstuma klasēs. Objektos Nītaure, Jaunpils un Dursupe meža atjaunošana veikta ar egli, objektā Rembate ar egli un melnalksni, bet objektā Stende – ar melnalksni.

### Stādīto kociņu skaits

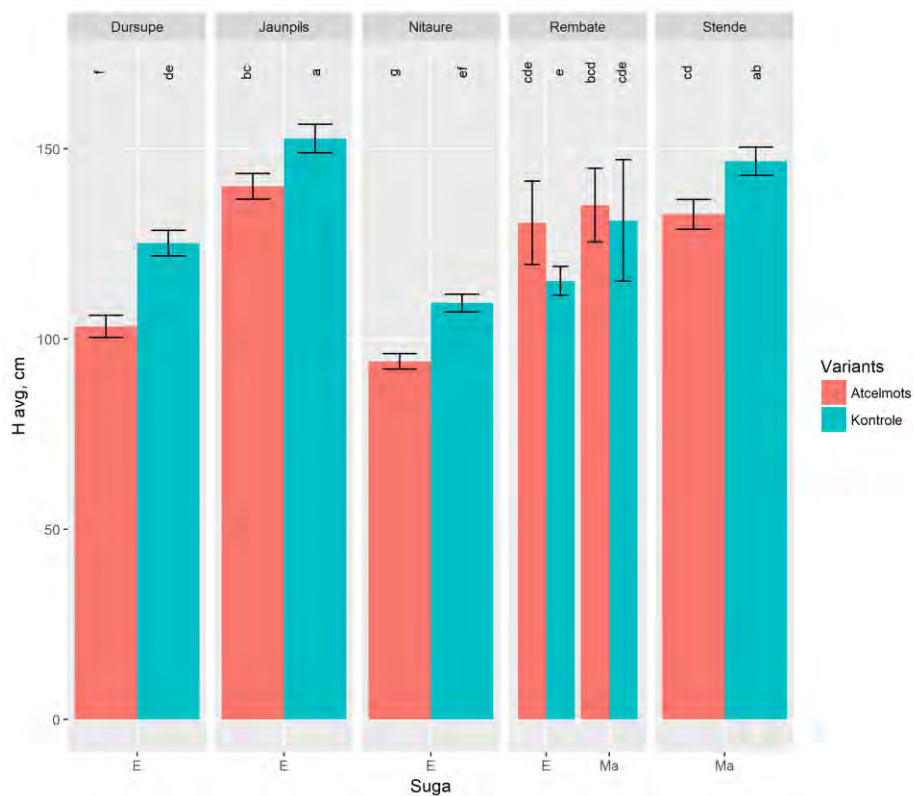
Stādīto kociņu skaits ir lielāks visu objektu ietekmētajos jeb atcelmotajos parauglaukumos, izņemot kontroles parauglaukumu objektā Rembate, kur egles skaits ir lielāks, salīdzinot ar atcelmoto parauglaukumu (Attēls 166).



Attēls 166. Stādīto kociņu biežums celmu izstrādes objektos; ar nogriežņiem attēlotas standartklūdas

### Stādīto kociņu augstums

Līdz pirmajai uzskaiti visos celmu izstrādes objektos, izņemot objektu Rembate, stādītie kociņi vidēji ir sasnieguši lielāku augstumu kontroles parauglaukumos (Attēls 167). Kopumā atcelmotajos laukumos laukumos ir vairāk koku, taču kontroles laukumos ir lielāks stādīto koku augstums, tomēr secinājumus par atjaunošanas cirtes intensitātes ietekmi uz jauno kociņu augšanas gaitu no vienas uzskaites datiem izdarīt ir pārāgrī.

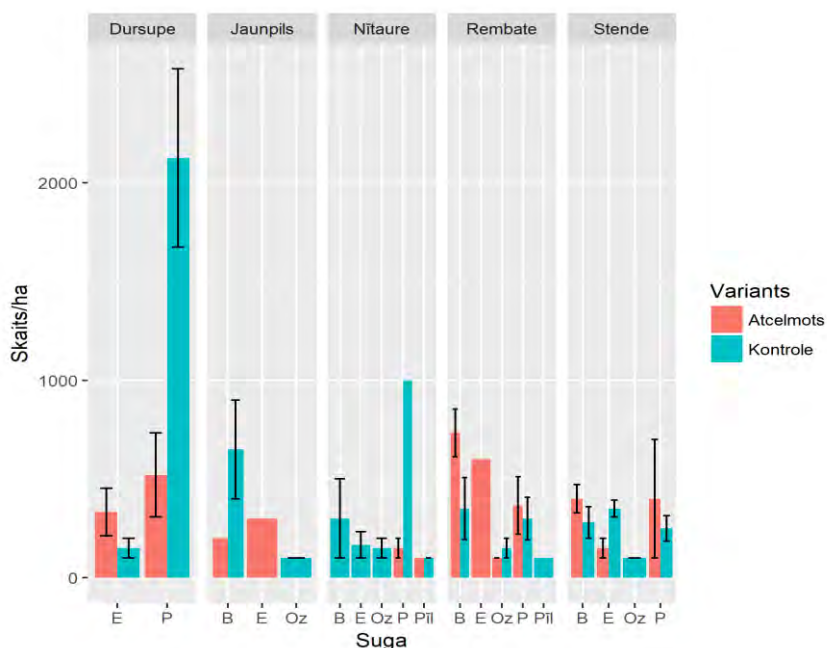


Attēls 167. Stādīto kociņu augstums celmu izstrādes objektos (ar nogriežņiem attēlotas standartklūdas; dažādi burti norāda uz statistiski būtiskām atšķirībām)

Dispersiju salīdzināšana ar ANOVA un *post-hoc* LSD (*Least Significant Difference*) testu tika veikta gan katra objekta ietvaros, gan visiem objektiem kopā. Veicot šo salīdzināšanu, tika konstatētas būtiskas atšķirības stādīto kociņu augstumiem pa variantiem visos objektos, izņemot objektā Rembate. Objektā Rembate nav konstatētas būtiskas atšķirības arī veicot dispersiju salīdzināšanu objekta ietvaros.

#### Dabiski iesaugušo kociņu biežums

Objektā Dursupe kontroles parauglaukumos konstatēts liels skaits dabiski iesaugušo priedīšu (Attēls 168). Vislielākā dabiski iesaugušo koku sugu dažādība konstatēta objektos Nītaure un Rembate. Turklāt objektā Nītaure dabiski iesaudzis bērzs, egļu un ozols konstatēti tikai kontroles parauglaukumos.

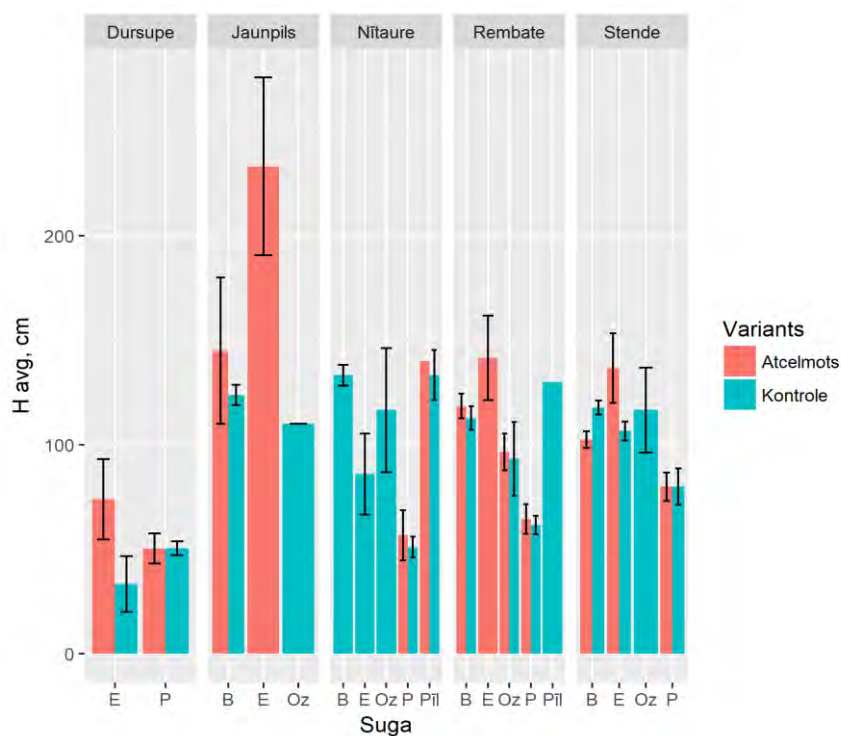


Attēls 168. Dabiski iesaugušo kociņu biežums celmu izstrādes objektos; ar nogriežņiem attēlotas standartklūdas

#### Dabiski iesaugušo kociņu augstums

Salīdzinot dabiski iesaugušo kociņu augstumu ietekmētos un kontroles parauglaukumos, dabiski iesaugušie kociņi sasnieguši lielāku augstumu atcelmotajos laukumos, izņemot bērzu un priežu sējeņus objektā Stende (Attēls 169). Iespējams, ka aizvācot celmu biomasu, kociņi spējuši sasniegt lielāku augstumu, saņemot vairāk gaismas un telpas brīvo laukumu dēļ. Zviedru pētījumā par atcelmošanas ietekmi uz klimatu un vidi tika secināts, ka teritorijās, kur mežs atjaunots ar parasto priedi vai parasto egļu, dabiskā atjaunošanās ar bērzu atcelmotajos laukumos notiek intensīvāk, tomēr ilgtermiņā (pēc 30-40 gadiem) būtiska pozitīva ietekme uz kokaudzes krājas pieaugumu atcelmotajos laukumos, salīdzinot ar neatcelmotajiem, netika konstatēta. Savukārt veicot atcelmošanu kombinācijā ar zaru izvākšanu, var samazināties parastās egles ražība (Persson, 2016). Arī zviedru un somu pētījumā par celmu izvākšanas ietekmi uz oglekli un slāpekli augsnē un veģetācijā tika izdarīti līdzīgi secinājumi – celmu izvākšana intensificē bērzu iesaucanos, bet neizmaina mežaudzes ražīgumu (Hyvönen et al., 2016).

Objektā Nītaure dažas no sugām, piemēram, bērzs, egļu un ozols, ir iesauguši tikai kontroles laukumos.



Attēls 169. Dabiski izaugušo kociņu augstums celmu izstrādes objektos; ar nogriežņiem attēlotas standartklūdas

Kopumā dzīvo stādīto (tajā skaitā bojāto) kociņu ir vairāk atcelmotajos parauglaukumos, izņemot objektu Rembate, kur konstatēta pretēja situācija (Tabula 25). Arī nebojāto kociņu ir vairāk atcelmotajos parauglaukumos, izņemot objektu Nītaure, kur nedaudz vairāk nebojāto kociņu ir kontroles parauglaukumā. Nevienā no objektiem netika konstatēti bojā gājuši kociņi. Dabiski atjaunojušos kociņu skaits ievērojami atšķiras starp kontroles un atcelmotajiem parauglaukumiem – kontroles laukumos šādu kociņu ir vairāk, izņemot gadījumu objektā Rembate.

Tabula 25. 2017. gada koku uzskaites rezultāti jaunaudzē celmu izstrādes pētījuma objektos (1 - ietekmētie (atcelmotie) parauglaukumi; 2 - kontroles parauglaukumi), koki ha<sup>-1</sup>

Parauglaukums	Nebojāti		Bojāti		Dab. Atj. (P)	Dab. Atj. (E)	Dab. Atj. (B)	Dab. Atj. (O)	Dab. Atj. (Pīl)	Dab. Atj. (kopā)	Kopā dzīvi stādīti
	E	Ma	E	Ma							
Nītaure 1	2017		67		50	0	0	0	17	67	2083
Nītaure 2	2050		17		167	67	100	50	50	433	2067
Jaunpils 1	1650		0		0	50	33	0	0	83	1650
Jaunpils 2	1517		0		0	0	217	33	0	250	1517
Stende 1	1567		17		133	50	267	0	0	450	1583
Stende 2	1150		0		167	350	233	50	0	800	1150
Dursupe 1	1833		33		433	167	0	0	0	600	1867
Dursupe 2	1733		17		1417	50	0	0	0	1467	1750
	<b>E</b>	<b>Ma</b>	<b>E</b>	<b>Ma</b>							
Rembate 1	750	583	0	0	183	0	733	50	0	967	1333
Rembate 2	1083	150	0	0	200	0	350	50	17	617	1233

24. tabulā atspoguļots stādīto bojāto, nebojāto un bojā gājušo koku īpatsvars 2017. gadā. Kopumā gan atcelmotajos, gan kontroles laukumos nebojāto koku īpatsvars pārsniedz 90%.

Tabula 26. Stādīto bojāto, nebojāto un bojā gājušo koku īpatsvars 2017. gadā (1 - ietekmētie (atcelmotie) parauglaukumi; 2 - kontroles parauglaukumi)

Objekts	Nebojātie (%)		Bojātie (%)	
	1	2	1	2
Nītaure	96.8	99.2	3.2	0.8
Jaunpils	100.0	100.0	0.0	0.0
Stende	99.0	100.0	1.1	0.0
Dursupe	98.2	99.0	1.8	1.0
Rembate (M)	100.0	100.0	0	0
Rembate (E)	100.0	100.0	0	0

Secinājumus par kailcirtes intensitātes ietekmi no vienas uzskaites datiem ir pārāgri izdarīt, tādēļ turpmākajos gados tiks veikta atkārtota koku uzskaitē jaunaudzēs, fiksējot gan stādītos, gan dabiski ieaugušos kokus.

#### Literatūra

Hyvönen, R., Kaarakka, L., Leppälampi-Kujansuu, J., Olsson, B.A., Palviainen, M., Vegerfors-Persson, B., Helmisaari, H.S., 2016. Effects of stump harvesting on soil C and N stocks and vegetation 8-13 years after clear-cutting. For. Ecol. Manage. 371, 23–32.

Persson, T., 2016. Stump harvesting - impact on climate and environment. For. Ecol. Manage. 371, 1–4.

#### 2.2.4. Sakņu piepes un celmenes sastopamības novērtējums celmu izstrādes objektos

Pētījums par sakņu piepes *Heterobasidion* spp. un celmenes *Armillaria* spp. sastopamību celmu izstrādes parauglaukumos uzsākts ar mērķi noskaidrot, cik ilgi un kāda izmēra saknēs *Heterobasidion* spp. un *Armillaria* spp. micēlijs ir sastopams pēc platību atcelmošanas.

#### Metodika

2011. gadā uzsākts pētījums, kura ietvaros izvēlēti pieci pētījumu objekti (objektu raksturojums 2.2.1. apakšnodaļā) Rietumvidzemes, Ziemeļkurzemes, Zemgales un Vidusdaugavas mežsaimniecībās – reģionos, kur sakņu trupe bieži sastopama egļu audzēs. Katrā objektā pēc galvenās cirtes (veikta 2010. gadā) ierīkoti divi parauglaukumi: viens atcelmošanas parauglaukums un viens kontroles laukums, kur celmi netika izstrādāti. Katra parauglaukuma platība izvēlēta 0,5 ha liela.

Pētījuma sākuma etapā 2011. un 2012. gadā visos parauglaukumos veikta celmu kartēšana, uzmērīšana un paraugu ievākšana. Celmi novērtēti gan vizuāli, lai noteiktu *Armillaria* spp. rizomorfu sastopamību, gan paņemti koksnes paraugi, lai konstatētu sakņu piepes *Heterobasidion* spp. infekciju. Paraugi ievākti no visiem parauglaukumos esošajiem priežu un egļu celmiem, kuru diametrs pārsniedza 10 cm. Kopā 2011. un 2012. gadā no 1208 celmiem ievākti 4832 koksnes paraugi, divi no katra celma un atkārtoti no celmiem, ja micēliju no sākotnējiem paraugiem neizdevās izdalīt tīrkultūrā. Sakņu piepe konstatēta 167 celmos (Tabula 27), savukārt *Armillaria* rizomorfās uz 234 celmiem.

Tabula 27. Sakņu piepes sastopamība (%) pētījuma objektos 2011./2012. gadā pirms celmu izstrādes

Pētījumu objektu vieta	Celmu raušanas parauglaukums	Kontroles parauglaukums
Rembate	26,3%	23,5%
Nītaure	23,5%	20,5%
Stende	5,7%	5,2%
Jaunpils	9,8%	15,3%
Dursupe	6,1%	3,3%

Pēc celmu kartēšanas, uzmērīšanas un paraugu ievākšanas, 2012. gada novembrī un decembrī veikta atcelmošana. Uzreiz pēc atcelmošanas no 20 veseliem un 20 trupējušiem celmiem katrā atcelmošanas parauglaukumā paņemti koksnes paraugi no 5 resnākajām saknēm (kopā 1003 paraugi). *Heterobasidion parviporum* izdalīts no 10,8% trupējušo un 2% veselo celmu saknēm, savukārt *Armillaria* spp. konstatēta 26,7% trupējušo un 29,9% veselo celmu sakņu paraugos.

Audzū atjaunošana ar egles un melnalkšņa stādmateriālu veikta 2013. gadā. Pusotru gadu pēc celmu izstrādes (2014. gadā) tika ievākti 45 sakņu paraugi Ogres parauglaukumā, lai noteiktu sakņu piepes saglabāšanās spējas sakņu fragmentos, kas palikuši pēc atcelmošanas darbu veikšanas. *H. parviporum* atrasts tikai vienā analizētajā paraugā. Konsultējoties ar ārzemju kolēģiem, nolemts paraugus neievākt visos parauglaukumos, jo 1-2 gadi varētu būt nepietiekams laika periods, lai kvalitatīvi novērtētu *Heterobasidion* saglabāšanās ilgumu sakņu fragmentos. Plašāks metožu un rezultātu apraksts atrodams LVM pasūtīta un finansēta, LVMI Silava īstenota pētījuma "Sakņu trapes izplatību un ierobežojošo faktoru izpēte" pārskatu kopsavilkumā, kas gatavots 2015. gadā.

Atkārtoti sakņu paraugi *Heterobasidion* spp. un *Armillaria* spp. sastopamības novērtējumam ievākti 2017. gada novembrī jeb piecus gadus pēc atcelmošanas. Paraugi ievākti visos piecos pētījumu objektos no parauglaukiem, kur veikta celmu izstrāde. Mūsu iepriekšējie pētījumi liecina, ka celmos *Heterobasidion* spp. spēj saglabāties 45 gadus (T. Gaitnieks, nepubl. dati), tādēļ paraugi kontroles parauglaukumos netika ievākti.

Sakņu fragmenti ievākti randomizēti, no 0-20 cm dziļuma. Ja pēc celmu izstrādes palikušo sakņu daļas bija garākas par 50 cm, ar cirvi vai zāģi tika paņemts to fragments. Atsevišķi paraugi bija garāki par 50 cm, jo sadalīšanās pakāpes dēļ nebija iespējams paņemt īsākus sakņu fragmentus tā, lai nogādātu tos laboratorijā vienā gabalā un paņemtu koksnes paraugu. Ievāktu sakņu fragmentu garums variēja no 11 cm līdz 64 cm (vidēji 34,9 cm), diametrs no 2,5 cm līdz 21 cm (vidēji 7,3 cm). Parauglaukumos kopā ievākti 162 sakņu fragmenti (no 31 līdz 35 vienā parauglaukumā). Parauglaukumos kopā ievākti 162 sakņu fragmenti (no 31 līdz 35 vienā parauglaukumā; Tabula 28).

Ievāktie sakņu fragmenti nogādāti LVMI Silava, kur tie uzglabāti aukstuma kamerā +4 C temperatūrā līdz turpmākai apstrādei. Laboratorijā katram sakņu fragmentam izmērīts garums un diametrs, kā arī vizuāli novērtēta *Armillaria* spp. rizomorfu sastopamība. Ievāktu sakņu fragmentu garums variēja no 11 cm līdz 64 cm (vidēji 34,9 cm), diametrs no 2,5 cm līdz 21 cm (vidēji 7,3 cm).

Tabula 28. 2017. gadā ievāktu sakņu fragmentu raksturojums pa parauglaukiem

	Paraugu skaits	Garums, cm			Diametrs, cm		
		Vid.	Max	Min	Vid.	Max	Min
Rembate	35	34,5	56	19	7,7	12	4,5
Nītaure	33	36,4	59	25	7,0	11	3
Stende	31	35,0	60	24	7,8	21	3
Jaunpils	31	37,5	64	22	7,1	16	2,5
Dursupe	32	31,2	55	11	6,9	13	3

No katra sakņu fragmenta ar cirvi tika izcirsti koksnes paraugi. Tie sterilizēti liesmā un ielikti Petri traukā uz iesala-agara barotnes. Petri plates glabātas istabas temperatūrā un regulāri pārbaudītas zem stereomikroskopa, nosakot *Heterobasidion* spp. un *Armillaria* spp. sastopamību paraugos.

#### Rezultāti

Sakņu piepe *Heterobasidion* spp. konstatēta 5 paraugos jeb 3% analizēto sakņu (Tabula 29), diviem no sakņu fragmentiem konstatēti arī *Heterobasidion* spp. augļķermeņi. Visbiežāk sakņu piepe atrasta Nītaures parauglaukumā – trīs sakņu fragmentos, savukārt netika atrasta Stendes un Jaunpils



parauglaukumos. Sakņu fragmentu vidējais diametrs, kuros konstatēts *Heterobasidion* spp., bija no 4,5 cm līdz 10 cm (vidēji 6,9 cm).

Celmene *Armillaria* spp. 2017. gadā konstatēta 25 paraugos (15,4%), no tiem 9 un 8 attiecīgi Jaunpilī un Stendē (Tabula 29). Ar *Armillaria* spp. inficētu sakņu fragmentu vidējais diametrs variēja no 4,5 cm līdz 16 cm, vidēji 8 cm.

Tabula 29. 2017. gadā ievāktajos sakņu fragmentos konstatēto patogēno sēņu skaits

Parauglaukums	<i>Heterobasidion</i> spp.	<i>Armillaria</i> spp.
Rembate	1	5
Nītaure	3	1
Stende	0	8
Jaunpils	0	9
Dursupe	1	2
Kopā:	5	25

Celmu izstrāde būtiski samazina *Heterobasidion* spp. un *Armillaria* spp. infekcijas risku (Vasaitis et al. 2008; Cleary et al. 2013). Tomēr ir salīdzinoši maz pētījumu par *Heterobasidion* spp. saglabāšanos inficētā koksne (Piri and Hamberg 2015). Pētījuma laikā noskaidrots, ka piecus gadus pēc celmu izstrādes *Heterobasidion* spp. joprojām ir sastopams sakņu fragmentos, kas palikuši pēc celmu izvākšanas. Arī T. Piri un L. Hamberg (2015) norāda, ka sakņu piepes micēlijs spēj saglabāties egļu sakņu fragmentos (1,5 cm x 30 cm) sešus gadus un to laikā inficēt egļu stādus, kas iestādīti pēc celmu izstrādes. 2017. gadā apsekojot mūsu ierīkotos parauglaukumus un ievācot sakņu fragmentus, konstatēts, ka pēc celmu izstrādes audzēs ir palikuši lieli sakņu fragmenti, kā arī celmu daļas – liels daudzums palikušo sakņu fragmentu bija garāki par vienu metru. Ievāktu sakņu fragmentu diametrs variēja no 2,5 cm līdz 21 cm (Tabula 28).

Kaut arī celmu izstrāde būtiski samazina stādu infekcijas risku ar sakņu trupi izraisošām sēnēm (Vasaitis et al. 2008), tomēr citu autoru pētījumi (Cleary et al. 2013; Piri and Hamberg 2015), kā arī mūsu iegūtie dati ļauj secināt, ka arī pēc celmu izstrādes *Heterobasidion* spp. saglabājas sakņu fragmentos un spēj inficēt skuju koku stādus stipri inficētās platībās. Ja augsne palikušie celmu fragmenti pārstāv *H. parviporum*, tad platību iespējams atjaunot ar priedi, bet ja inficētās saknes reprezentē *H. annosum* (agresīvākā sakņu piepes suga, kas inficē arī priedes), tad šādās platībās ieteicams stādīt lapu kokus. Kaut arī sakņu piepe konstatēta tikai 3% ievāktu sakņu fragmentu, iespējams, ka šādu inficētu sakņu pētījuma objektos ir vairāk. Pirms celmu izstrādes 2011. gadā visi veselie un inficētie celmi tika atzīmēti shēmās, tomēr piecus gadus pēc celmu izvākšanas, parauglaukumos ar zemu *Heterobasidion* spp. sastopamību (<10% inficētu celmu), noteikt vietas, kur atzīmēti inficētie celmi, bija problemātiski. Tādēļ sakņu paraugu ievākšana veikta randomizēti, visā parauglaukumu platībā.

*Armillaria* spp. rizomorfas konstatētas 25 sakņu fragmentiem, vienam no tiem sēnes micēlijs bija redzams arī mikroskopiski uz izcirstā koksnes gabaliņa. Tomēr arī celmenes faktiskā sastopamība varētu būt lielāka nekā noteikts, ievācot sakņu paraugus, jo daļai paraugu ievākšanas laikā iespējams netika paņemtas sīkākās rizomorfas. Kā zināms, *Armillaria* spp. rizomorfas nereti nav cauraugušas koksni. Sēnei sadalot koksni, tai raksturīgs, ka koksnes atlieku ārējā daļa kļūst ļoti mīksta. Tomēr šo pazīmi nevar izmantot kā sēni raksturojošu pazīmi, jo arī citas baltās trupes sēnes kā, piemēram, *Resinicium bicolor* veido līdzīgas struktūras koksne. Celmenei raksturīga lēna augšanas gaita laboratorijas apstākļos, tādēļ citu ātrāk augošu sēņu, piemēram, *Trichoderma* spp. dēļ, koksnes paraugos tā nebija konstatējama.

### Secinājumi

1. Dzīvotspējīgs sakņu piepes *Heterobasidion* spp. micēlijs sastopams 4,5-10 cm lielos egļu sakņu fragmentos piecus gadus pēc celmu izraušanas.



2. Lai samazinātu nākošās skuju koku paaudzes inficēšanās risku ar sakņu piepi, nepieciešams noteikt trupi izraisošā patogēna sugu un, ja platībā ir pārstāvēts *H. annosum*, tad ieteicams stādīt lapu kokus.

#### Literatūra

Cleary, M.R., Arhipova, N., Morrison, D.J., Thomsen, I.M., Sturrock, R.N., Vasaitis, R., Gaitnieks, T., Stenlid, J. (2013). Stump removal to control root disease in Canada and Scandinavia: A synthesis of results from long-term trials. *Forest Ecology and Management*, 290, 5-14.

Piri, T., Hamberg, L. (2015). Persistence and infectivity of *Heterobasidion parviporum* in Norway spruce root residuals following stump harvesting. *Forest Ecology and Management*, 353, 49-58.

Vasaitis, R., Stenlid, J., Thomsen, I.M., Barklund, P., Dahlberg, A. (2008). Stump removal to control root rot in forest stands. A literature study. *Silva Fennica*, 42(3), 457-483.

## 2.3. Egļu celmu nozīme meža vaboļu sugu biodaudzveidības saglabāšanā

Apakšnodaļa attiecas uz 2.2.darba uzdevumu.

### 2.3.1. Ievads

Trūdošas koksnes esamība meža ekosistēmās ir viens no bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas nosacījumiem, jo tieši tajā attīstās saproksilofīto sugu komplekss, kas ir visvairāk apdraudēts mūsdienu mežsaimniecības rezultātā. Savukārt viens no mūsdienu mežsaimniecības izaicinājumiem ir maksimāli efektīva un pilnīga koksnes resursu izmantošana cīsmās. Kā sabalansēt meža bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu un intensīvu koksnes izmantošanu, ir viens no mežzinātnes un



dabas aizsardzības izaicinājumiem. Zari, celmi, miza agrākos gados netika pilnībā izmantoti. Pēdējos gadu desmitos pasaulē aizvien intensīvāk cilvēki sāk izmantot tādu koksnes resursu kā celmi, kas agrāk cīsmās palika dabiskai trūdēšanai. Celmu izmantošana ir aktuāla bioenerģētikā. Iegūtie produkti palīdz aizvietot fosilo kurināmo, tādējādi veicinot CO<sub>2</sub> izmešu samazināšanu. Neskatoties uz to, ka šie jautājumi arvien intensīvāk tiek pētīti, joprojām ir samērā maz pētījumu par to, kā celmu izvākšana ietekmē meža bioloģisko daudzveidību, mežu augsnes, vielu dabiskās aprites procesus un turpmāko meža produktivitāti. Arī Latvijas apstākļos ārpus šī projekta līdz šim šādi pētījumi nav veikti.

**Pētījuma mērķis:** veikt pētījumus izvēlētos parauglaukumos, lai noskaidrotu egļu celmu nozīmi meža vaboļu sugu biodaudzveidības saglabāšanā.

#### Darba uzdevumi:

1. Veikt lauka pētījumus 3 izvēlētos parauglaukumos (Nītaure, Rembate, Stende), katrā izliekot 5 logu lamatas pie egļu celmiem un 5 kontrolei visas sezonas garumā no maija līdz septembrim ieskaitot.
2. Laboratorijas apstākļos veikt ievāktā materiāla apstrādi (sugu vai sugu grupu noteikšanu, īpatņu skaitīšanu).
3. Sagatavot pārskatu, tajā ietverot informāciju par:
  - a. pētījumā izmantoto metodiku (lamatu veidi, skaits, eksponēšanas vieta, laiks u.c.);
  - b. iegūtajiem rezultātiem (datu tabulas ar sugu vai sugu grupu un eksemplāru skaita sadalījumu pa mēnešiem);
  - c. diskusiju (analīzi) par iegūtajiem rezultātiem;
  - d. secinājumiem.

Apakšnodaļu sagatavoja A.Barševskis.

### 2.3.2. Literatūras apskats

Pēdējos gados zinātnieki lielu uzmanību pievērš celmu izmantošanai tautsaimniecībā un tās ietekmes uz meža bioloģisko daudzveidību pētījumiem. Sevišķi aktīvi šī problēma tiek pētīta Skandināvijas valstīs un Kanādā, taču ir zinātniskas publikācijas arī par citiem reģioniem: Centrāleiropu, Lielbritāniju u.c. Galvenā uzmanība tiek pievērsta celmu lomas noskaidrošanai meža bioloģiskās daudzveidības uzturēšanā ilgtermiņā. Lielākā daļa pētījumu līdz šim ir veltītas celmos dzīvojošajām saproksilofitajām vabolēm, kas kā modeļgrupa ir vieglāk izmantojamas pētījumu veikšanā. Mazāk rakstu pagaidām ir par celmu izvākšanas ietekmi uz meža biodaudzveidību, augsni un meža turpmāko produktivitāti.

Visus pētījumus par celmu nozīmi biodaudzveidības uzturēšanā nosacīti var iedalīt četrās grupās: 1) raksti, kuros tiek pētīta bezmugurkaulnieku daudzveidība un saproksilofīto kukaiņu sabiedrības dažādos celmos (atkarībā no koka sugas, celma diametra, augstuma un vecuma); 2) raksti par celmu nozīmi mežsaimniecībai kaitīgu sugu attīstībā un tālākā izplatībā mežaudzēs; 3) raksti par celmu izmantošanas ietekmi uz meža biodaudzveidību, par to izmantošanas veidiem; 4) raksti par celmu izvākšanas ietekmi uz koku (sevišķi – egļu) sakņu slimībām.

Skrzecz I., Bulka M. (2010) analizē kukaiņu kompleksus, kas saistīti ar egļu celmiem Sudetu kalnos (Polija). Pētījumā tika konstatētas sugas, kas pārstāv 21 dzimtu no 3 kārtām, no kurām 95% ir vaboles, tādējādi uzsverot, ka vaboles lieliski reprezentē sugu daudzveidību, kas saistīta ar celmiem.

Skrzecz I et al. (2016) analizē celmu nomizošanas ietekmi uz kukaiņu kolonizāciju Sudetu kalnos (Polija). Pētījumi parāda, ka celmu mizošanai nav būtiskas ietekmes uz celmu kolonizēšanu.

Walmsley J.D., Godbold D.L. (2010) sniedz apskatu par celmu izvākšanas bioenerģētikas vajadzībām ietekmi uz vidi. Autori norāda, ka celmu izvākšanai bioenerģētikas vajadzībām ir liela praktiska nozīme un daudzas priekšrocības. Pirmkārt, tā ir koksnes kurināmā ražošana, kas aizstāj fosilo kurināmo un mazina oglekļa izmešus. Otrkārt, tie ir papildus ieņēmumi mežsaimniekiem. Arī izcirtumi kļūst vairāk sakārtoti, vieglāk ierīkojami stādījumi. Treškārt, celmu izvākšana mazina dažādu sēņu izraisītu koku slimību izplatīšanos (tai skaitā *Heterobasidion*). Tomēr ir pietiekami daudz pierādījumu, ka gadījumos, ja celmu izvākšana notiek nekontrolēti un neievērojot pietiekamus piesardzības pasākumus, tā var nodarīt videi neatgriezenisku negatīvu ietekmi. Negatīvās sekas celmu izvākšanai ir organisko vielu satura samazināšanās meža augsnēs, iespējamā erozija un augsnes sablīvēšanās, izmaiņas dabiskajos vielu aprites procesos, barības elementu mazināšanās augsnē, tās produktivitātes pazemināšanās, nezināma ietekme uz meža turpmāko produktivitāti, mežam neraksturīgu, bieži invazīvu sugu ienākšana biotopos, kas var veicināt herbicīdu izmantošanu un visbeidzot – samazināta meža bioloģiskā daudzveidība, īpaši – sūnu, ķērpju, sēņu un bezmugurkaulnieku sugām. Lai mazinātu celmu izvākšanas negatīvo ietekmi, autori ierosina uzkrāt un izplatīt labāko pieredzi. Līdzšinējie pētījumi vairāk veikti saistībā ar celmu izvākšanas ietekmi uz koku sakņu slimībām un meža bioloģisko daudzveidību. Daudz mazāk ir pētījumu par celmu izvākšanas ietekmi uz augsnes sastāvu un turpmāko meža produktivitāti.

Hjältén J., Stenbacka F., Andersson J. (2010) pētījuma galvenais mērķis bija noteikt dažāda augstuma celmu nozīmi meža bioloģiskajā daudzveidībā saistībā ar celmu izvākšanu no meža ekosistēmām. Pētījumi tika veikti 10 izcirtumos Zviedrijas ziemeļos, kur saproksilofītās vaboles tika pētītas pie zemiem celmiem, augstiem celmiem un pie vertikāli stāvošiem nokaltušu koku stubeņiem. Materiāls tika ievākts ar speciālām „izskreju” amatām (emergence traps), kopā 929 īpatņi no 120 sugām. Autori, konstatē, ka zemo celmu izvākšana būtiski ietekmē meža saproksilofīto vaboļu biodaudzveidību un ka nepieciešams izstrādāt kompensējošos mehānismus, kas mazinātu ietekmi.

Zviedru meža entomologi Victorsson J.D., Jonsell M., (2012) analizē egļu celmu izvākšanas ietekmi uz saproksilofīto vaboļu bioloģisko daudzveidību Zviedrijas cirmās. Pētnieki norāda, ka celmu ieguve bioenerģētikas vajadzībām ir jauna mežsaimniecības aktivitāte, kas maz pētīta, tāpēc ir svarīgi izprast svarīgākās likumsakarības un sekas, kas saistītas ar tās ietekmi uz meža biodaudzveidību. Saproksilofītiskās vaboles ir saistītas ar mirušu koksni. Samazinoties koksnes pieejamībai ekosistēmā, mazināsies tās

pieejamība sugām. Pētījumi tika veikti 3 gadus vecos izcirtumos, kuros apmēram 25% celmu tika saglabāti. Katrā izcirtumā paraugi tika savākti no 10 egļu celmiem, kuriem veikta mizu sijāšana. Kopā ievākti 6959 īpatņi no 46 sugām. Autori konstatēja, ka celmu izvākšana atstāja negatīvu ietekmi uz plēsīgajām un micetofāgajām vabolēm. To skaits samazinājās. **Pētījumi parādīja, ka līdzšinējie ieteikumi cirmās atstāt 15 – 25% celmu ir nepietiekami, lai nodrošinātu vaboļu biodaudzveidības saglabāšanos.** Turpmākajos pētījumos jānoskaidro, cik daudz celmu ir jāatstāj cirmās, lai tie nenodarītu kaitējumu bioloģiskajai daudzveidībai.

Agrāk vairāki zinātnieki uzsvēra, ka veicot celmu izvākšanu, tos svarīgi saglabāt cirmu mitrajās vietās. Taču iespējams, ka vaboļu fauna var atšķirties celmos, kas atrodas mitros un sausos biotopos. Tāpēc zviedru zinātniece Ols C. (2011) savam pētnieciskajam projektam izvirzīja hipotēzi, ka vaboļu fauna var atšķirties starp celmiem, kas atrodas sausās un mitrās vietās. Tika izmantoti bērza un egles celmi. Katrs paraugs tika ievietots audzēšanas kastē uz diviem mēnešiem. Kopā pētījumā tika ievākti 17065 vaboļu īpatņi, kas piederēja pie 114 sugām. Pētījumi pierādīja, ka lielāka sugu daudzveidība ir bērzu celmos neatkarīgi no biotopa mitruma pakāpes. Egļu celmos zemāka daudzveidība bija mitrās vietās. No celmiem tika ievāktas gan saproksilofītās sugas, gan tādas, ko neuzskata par saproksilofītām. Tas tikai parāda celmu nozīmi vaboļu bioloģiskās daudzveidības nodrošināšanā.

Līdzīgu pētījumu ar līdzīgām metodēm veica Ols C., Victorsson J., Jonsell M. (2012) un apstiprināja iepriekš izteikto apgalvojumu, ka sausās vietās celmos ir lielāka kukaiņu sugu daudzveidība nekā mitrās vietās esošos. To svarīgi ņemt vērā, plānojot celmu izvākšanu, jo mitrās vietās to neiesaka darīt tāpēc, ka augsnei tiek nodarīts lielāks kaitējums, nekā izvācot celmus sausās vietās, taču biodaudzveidībai lielāks kaitējums tiek nodarīts sausās vietās.

Jonsell, M. & Hansson, J. (2011) pētīja vaboļu biodaudzveidību dažāda vecuma celmos un baļķos. Tika izvēlēti 1 un 5 gadus veci celmi un baļķi, kuriem tika noņemta miza, un tā tika izsijāta. Pētījumā izmatoti gan skujkoki (egles, priedes) gan lapu koki (bērzi, apses). Kopumā ievākti 3348 vaboļu īpatņi, kas piederēja pie 124 sugām. Sugu skaits celmos un uz sausiem stumbriem bija diezgan līdzīgs skujkokiem, taču vairāk atšķīrās lapkokiem. Autori rosina to ņemt vērā, plānojot celmu izvākšanas darbus.

Runājot par celmu izvākšanu bioenerģētikas vajadzībām, Jonsell M. (2008) akcentē, ka ne tikai liela izmēra celmiem, bet arī maza izmēra (10 cm  $\varnothing$ ) celmiem ir nozīme daudzu sugu attīstībā, taču par to nav pietiekami daudz pētījumu. Viņaprāt, arī tas ir jāņem vērā, plānojot celmu izvākšanas darbus.

Brin A., Bouget Ch., Valladares L., Brustel H. (2012) savā pētījumā par celmu nozīmi meža bioloģiskās daudzveidības uzturēšanā uzdod jautājumu: „Vai celmi ir nozīmīgi saproksilofīto vaboļu aizsardzībā apsaimniekotos mežos?” un paši ar pētījumu rezultātiem atbild uz šo jautājumu apstiprinoši. Apsaimniekotos mežos parasti celmu ir daudz, un tāpēc ir loģiska interese par to izmantošanu bioenerģētikā, taču zināšanu līmenis par ar tiem saistītajām saproksilofīto organismu asociācijām pagaidām ir nepilnīgs. Pētījumā tika izmantotas izskreju lamatas. Pētījumu veica uz ozolu un priežu liela diametra (virs 20 cm) celmiem un sausiem kokiem. Pētījumi apstiprināja, ka celmos ir daudz lielāka sugu daudzveidība nekā sausos stumbros. Celmu masveida izvākšanas gadījumos tas ir liels risks daudzām saproksilofītajām sugām, kuru populācijas var tikt nopietni apdraudētas.

Lai izprastu celmu nozīmi meža bioloģiskajā daudzveidībā, ir svarīgi saprast, kā veidojas sugu asociācijas, kas apdzīvo sausu un trūdošu koksni. Hedgren P.O. (2007) ir pētījis tās vaboļu (Coleoptera) un parazitisko plēvspārņu (Hymenoptera) sugas, kas atlido pirmās uz augstiem egļu celmiem to agrīnās stadijās, pirmajā gadā pēc koka nociršanas. Parastie zemie celmi tika salīdzināti ar 4 m augstiem cilvēka veidotiem celmiem. Vairums taksonu tika konstatēti gan augstos, gan zemos celmos. Augstajos celmos bija daudz vairāk parazitisko plēvspārņu, no kurām 3 sugas tika konstatētas tikai augstajos celmos. Uz augstajiem celmiem tika konstatētas daudzas sugas, kas ir arī mizgraužu un citu meža kaitēkļu dabiskie ienaidnieki. Arī šis pētījums apstiprināja celmu nozīmi meža biodaudzveidības saglabāšanā.

Līdzīgus pētījumus ar mehāniski veidotiem egles augstajiem celmiem veica arī Wikars L.-O. Sahlin E., Ranius Th. (2005). Pētījums ir sevišķi nozīmīgs ar to, ka materiāla iegūšanai no sausās koksnes tika izmantotas trīs metodes: koka mizu sijāšana, izskreju lamatas (emergence traps) un logu lamatas jeb barjerslazdi (Windows traps).

Pētījumus par celmu nozīmi bioloģiskajā daudzveidībā ir veikuši daudzi zinātnieki: Abrahamsson M., Lindbladth M. (2006); Abrahamsson M., Lindbladth M., Rönnerberg J. (2008); Ehnström B. (2001); Fosset K.O., Sverdrup-Thygeson A. (2009) un daudzi citi. Lielākā daļa pētījumu veikti Zviedrijā un citās Skandināvijas valstīs. Galvenās metodes, kas izmantotas pētījumos, ir logu lamatas (Windows traps), "izskreju" lamatas (emergence traps) un sieti vai termoelektori (Tullgren funnels). Diemžēl publikācijās nav vienotas lamatu izmantošanas metodikas. Dažādi autori ir izmantojuši dažādu lamatu skaitu un dažādu izvēlēto celmu skaitu. Ekspozēšanas laiks dažāds – no dažām dienām līdz vairākiem mēnešiem. Arī ievākto vaboļu un citu bezmugurkaulnieku skaits pētījumos ir atšķirīgs, svārstās no dažiem simtiem īpatņu līdz vairāk nekā 17 000 īpatņu.

### 2.3.3. Objektu un metodika

Pētījums tika veikts 2017. gadā, laika posmā no maija sākuma līdz septembra beigām celmu izstrādes vidēja termiņa ietekmes vērtēšanas objektos Nītaurē, Rembatē un Stendē (skat. Tabula 23, Attēls 148).

Katrā objektā tika izveidoti divi mikroparauglaukumi, kuros katrā tika izvietotas 5 logu lamatas (barjerslazdi): viens mikroparauglaukums pie egļu celmiem, viens kontroles mikroparauglaukums cirmā, kur nav celmu. Pētījumā tika izmantotas pašizgatavotas logu lamatas, kas sastāv no 50 x 60 cm lielas caurspīdīga organiskā stikla plāksnes un 60 cm garas plastmasas vanniņas, kas kustīgi nostiprināta zem organiskā stikla plāksnes. Plastmasas vanniņā tika iepildīts tosols, kas tika izmantots kā konservants iekritušo kukaiņu fiksācijai.

Lamatas tika izvietotas maksimāli tuvu celmam un augsnei starp diviem vertikāliem augsnē iedzītiem mietiem. Lamatu izvietojumam pie celma ir svarīgi ņemt vērā to, ka organiskā stikla barjerai pēc iespējas lielākā posmā un pēc iespējas ciešāk jāpieguļ celmam. Lamatu izvietojumam atkarībā no debess puses nav nozīmes, jo lielākā daļa saproksilofīto kukaiņu aktīvas ir naktī, kad lidinās gar celmu.

Materiāls no lamatām tika izņemts reizi divās nedēļās, nogādāts uz DU Koleopteroloģisko pētījumu centru „Ilgas”, kur tas tika ievietots saldētavās un uzglabāts līdz materiāla laboratorijas apstrādei, kas veikta 2017. gada novembrī – decembrī. Apstrādes laikā visas lamatās iekritušās vaboles tika novietotas vienkopus uz vates matracīšiem, noteiktas sugas un uzskaitīti visi katras sugas īpatņi.

Kopā visos parauglaukumos logu lamatās tika ievākti 1864 vaboļu īpatņi.

### 2.3.4. Rezultāti

Celmu parauglaukumos konstatēto vaboļu sugu saraksts un īpatņu skaits pa mēnešiem ir norādīts 3.pielikumā.

Analizējot lamatās ievāktos materiālus, katru parauglaukumu raksturo sekojoši dati:

#### 1. NĪTAURE

Kopumā laika posmā no 01.05.2017. līdz 30.09.2017. ievākti 593 īpatņi, kuri pieder 89 taksoniem un ietilpst 21 dzimtā.

Plašākās dzimtas pēc konstatētā īpatņu skaita:

1. CERAMBYCIDAE – 140 īpatņi;
2. ELATERIDAE – 129 īpatņi;

3. SCARABAEIDAE – 117 īpatņi;
4. SILPHIDAE – 50 īpatņi;
5. CURCULIONIDAE – 32 īpatņi.

Plašākās dzimtas pēc pārstāvēto taksonu skaita:

1. ELATERIDAE – 18 taksoni;
2. CERAMBYCIDAE – 16 taksoni;
3. CHRYSOMELIDAE – 10 taksoni;
4. SCARABAEIDAE – 7 taksoni;
5. CURCULIONIDAE un SILPHIDAE – 5 taksoni.

Skaitliski visvairāk ir pārstāvēti sekojoši taksoni:

1. *Serica brunnea* (Scarabaeidae) – 90 īpatņi;
2. *Stictoleptura rubra* (Cerambycidae) – 60 īpatņi;
3. *Oiceophoma thoracica* (Silphidae) – 42 īpatņi;
4. *Melanotus villosus* (Elateridae) – 24 īpatņi;
5. *Leptura quadrifasciata* (Cerambycidae) – 22 īpatņi.

Skaitliski vismazāk (pa vienam īpatnim) ir pārstāvēti sekojoši taksoni:

*Trachys minuta* (Buprestidae); *Amara communis*, *A. curta*, *A. spreta* (Carabidae); *Anastrangalia sanguinolenta*, *Gaurotes virginea*, *Lepturobosca virens*, *Oxymirus cursor*, *Pogonocherus fasciculatus*, *Pseudovadonia livida*, *Xylotrechus rusticus* (Cerambycidae); *Cryptocephalus octopunctatus*, *C. sericeus*, *Phratora vitellinae*, *Pyrrhalta viburni* (Chrysomelidae); *Coccinella septempunctata* (Coccinellidae); *Phyllobium pyri* (Curculionidae); *Ampedus elongatus*, *A. nigroflavus*, *A. sanguinens* (Elateridae); *Margarinotus sp.* (Histeridae); *Anisotoma humeralis* (Leiodidae); *Platycerus caprea* (Lucanidae); *Platycis minuta* (Lycidae); *Dasytes niger* (Melyridae); *Trichius fasciatus* (Scarabaeidae); *Nicrophorus investigator*, *Thanatophilus rugosus* (Silphidae); *Scaphidium quadrimaculatum* (Staphylinidae).

## 2. REMBATE

Kopumā laika posmā no 01.05.2017. līdz 30.09.2017. ievākts 391 īpatnis, kuri pieder 86 taksoniem un ietilpst 23 dzimtās.

Plašākās dzimtas pēc konstatētā īpatņu skaita:

1. ELATERIDAE – 130 īpatņi;
2. SILPHIDAE – 62 īpatņi;
3. CERAMBYCIDAE – 61 īpatnis;
4. TENEBRIONIDAE – 34 īpatņi;
5. SCARABAEIDAE – 20 īpatņi.

Plašākās dzimtas pēc pārstāvēto taksonu skaita:

1. CERAMBYCIDAE – 15 taksoni;
2. ELATERIDAE – 14 taksoni;
3. CARABIDAE – 11 taksoni;
4. SCARABAEIDAE – 6 taksoni;
5. COCCINDELLIDAE un SILPHIDAE – 5 taksoni.

Skaitliski visvairāk ir pārstāvēti sekojoši taksoni:

1. *Nicrophorus vespilloides* (Silphidae) – 40 īpatņi;

2. *Dalopius marginatus* (Elateridae) – 36 īpatņi;
3. *Athous subfuscus* (Elateridae) – 32 īpatņi;
4. *Lagria hirta* (Tenebrionidae) – 30 īpatņi;
5. *Stictoleptura rubra* (Cerambycidae) – 18 īpatņi.

Skaitliski vismazāk (pa vienam īpatnim) ir pārstāvēti sekojoši taksoni:

*Byturus tomentosus* (Byturidae); *Acupalpus meridionalis*, *A. ruficollis*, *Amara communis*, *Anisodactylus binotatus*, *Asaphidion flavipes*, *Bembidion properans*, *Lebia cruxminor*, *Panagaeus cruxmajor* (Carabidae); *Arhopalus rusticus*, *Aromia moschata*, *Gaurotes virginea*, *Pseudovadonia livida*, *Rhagium inquisitor*, *Xylotrechus rusticus* (Cerambycidae); *Lochmaea caprea* (Chrysomelidae); *Adalia bipunctata*, *Hippodamia notata* (Coccinellidae); *Chlorophorus viridis*, *Tychius sp.* (Curculionidae); *Agabus sp.* (Dytiscidae); *Ampedus sanguineus* (Elateridae); *Dacne bipustulata* (Erotylidae); *Mycetina cruciata* (Eudomychidae); *Margarinotus striola* (Histeridae); *Anacaena sp.*, *Coelosterna orbiculare* (Hydrophilidae); *Dircaea quadriguttata* (Melandryidae); *Litargus connexus* (Mycetophagidae); *Meligethes sp.*, *Thalycra fervida* (Nitidulidae); *Callopus serraticornis*, *Chrysanthia viridissima* (Oedemeridae); *Oxythyrea funesta*, *Protaetia metallica* (Scarabaeidae); *Prosphuga atrata*, *Thanatophilus sinuatus* (Silphidae); *Staphylinus erythropterus* (Staphylinidae); *Isomira murina*, *Pseudocistela ceramboides* (Tenebrionidae).

### 3. STENDE

Kopumā laika posmā no 01.05.2017. līdz 30.09.2017. ievākti 880 īpatņi, kuri pieder 104 taksoniem un ietilpst 27 dzimtās.

Plašākās dzimtas pēc konstatētā īpatņu skaita:

1. CERAMBYCIDAE – 298 īpatņi;
2. ELATERIDAE – 263 īpatņi;
3. CHRYSOMELIDAE – 44 īpatņi;
4. TENEBRIONIDAE – 40 īpatņi;
5. OEDEMERIDAE – 34 īpatņi.

Plašākās dzimtas pēc pārstāvēto taksonu skaita:

1. ELATERIDAE – 22 taksoni;
2. CERAMBYCIDAE – 17 taksoni;
3. CARABIDAE un CHRYSOMELIDAE – 7 taksoni;
4. BUPRESTIDAE, CURCULIONIDAE un SCARABAEIDAE – 6 taksoni;
5. CANTHARIDAE un SILPHIDAE – 5 taksoni.

Skaitliski visvairāk ir pārstāvēti sekojoši taksoni:

1. *Stictoleptura rubra* (Cerambycidae) – 153 īpatņi;
2. *Stenurella melanura* (Cerambycidae) – 61 īpatnis;
3. *Athous subfuscus* (Elateridae) – 59 īpatņi;
4. *Dalopius marginatus* (Elateridae) – 52 īpatņi;
5. *Cardiophorus ruficollis* (Elateridae) un *Lagria hirta* (Tenebrionidae) – 25 īpatņi.

Skaitliski vismazāk (pa vienam īpatnim) ir pārstāvēti sekojoši taksoni:

*Platystomus albinus* (Anthribidae); *Agrilus viridis*, *Buprestis haemorrhoidalis*, *Phaenops cyanea* (Buprestidae); *Cantharis fusca*, *Malthinus sp.* (Cantharidae); *Calathus micropterus*, *Pterostichus strenuus*, *Trichocellus placidus* (Carabidae); *Asemum striatum*, *Grammoptera ruficornis*, *Judolia sexmaculata*, *Pogonocherus fasciculatus*, *Rhagium inquisitor* (Cerambycidae); *Chrysolina varians*, Halticinae not det.

(Chrysomelidae); *Trichodes apiarius* (Cleridae); *Psyllobia vigintiduopunctata* (Coccinellidae); *Chlorophanus viridis*, *Hylobius pini*, *Polydrusus sp.* (Curculionidae); *Ampedus nigroflavus*, *A. sanguineus*, *Selatosomus cruciatus* (Elateridae); *Cyphon variabilis* (Helodidae); *Anisotoma humeralis* (Leiodidae); *Glischrochilus hortensis* (Nitidulidae); *Oedemera lurida* (Oedemeridae); *Pyrrhocroa coccinea* (Pyrochroidae); *Thanatophilus sinuatus* (Silphidae).

Kā redzams no lauka pētījumos iegūtajiem datiem, vislielākais īpatņu un taksonu skaits ir ievākts Stendes parauglaukumā (880 īpatņi, kuri pieder 104 sugas vai ģints līmeņa taksoniem, kas ietilpst 27 dzimtās). Otrajā vietā pēc īpatņu un taksonu skaita ir Nītaures parauglaukums (593 īpatņi, kuri pieder 89 taksoniem un ietilpst 21 dzimtā.). Mazākais konstatēto īpatņu un taksonu skaits ir Rembates parauglaukumā (391 īpatnis, kas pieder 86 taksoniem un ietilpst 23 dzimtās). Ievākto īpatņu skaits ir salīdzinoši pietiekams, lai veiktu secinājumus par to faunistisko sastāvu. Mazāks ievākto īpatņu skaits ir Rembates parauglaukumā, kas visticamāk izskaidrojams ar pietiekami augsto augāju ap celmiem, kur bija izvietotas logu lamatas. Tas traucēja vaboļu pārlidojumiem ap celmiem, kā rezultātā lamatās nonāca mazāks īpatņu skaits.

Analizējot īpatņu skaitu dažādās vaboļu dzimtās, kopumā jāsecina, ka daudzskaitlīgākās ir: sprakšķi (Elateridae) – 522 īpatņi, koksngrauži (Cerambycidae) – 499 īpatņi un Plāksņtaustekļaiņi jeb skarabeīdi (Scarabaeidae) – 117 īpatņi. Neskatoties uz to, ka sprakšķu dzimta bija visdaudzskaitlīgākā tikai Rembates parauglaukumā, kopumā tā izrādījās visdaudzskaitlīgākā vaboļu dzimta, kas konstatēta pie egles celmiem šajā pētījumā. Tas izskaidrojams ar to, ka celmu koksne ir vairāk satrudējusi nekā tas bija pirms pāris gadiem, un tā ir vairāk piemērota sausā koksne dzīvojošo sugu attīstībai. Kā zināms, atsevišķu ģinšu (*Ampedus* u.c.) sprakšķu kāpuri – drātstārpi - ir plēsīgi un trūdošā koksne aktīvi medī citas bezmugurkaulnieku sugas. Savukārt koksngrauži, iespējams, turpina izlidot no celmiem vai vēl joprojām aktīvi lido ap tiem.

Sugu ziņā kopumā arī daudzveidīgākās izrādījās sprakšķu (Elateridae) un koksngraužu (Cerambycidae) dzimtas. Vislielākais sugu skaits no šīm dzimtām tika konstatēts Stendes parauglaukumā, kur konstatētas 22 sprakšķu dzimtas (Elateridae) un 17 koksngraužu dzimtas (Cerambycidae) sugas. Nītaures parauglaukumā konstatētas 18 sprakšķu dzimtas (Elateridae) un 16 koksngraužu dzimtas (Cerambycidae) sugas. Rembates parauglaukumā konstatētas 15 sprakšķu dzimtas (Elateridae) un 14 koksngraužu dzimtas (Cerambycidae) sugas. Tas vēlreiz apliecina egļu celmu nozīmi šo dzimtu sugu bioloģijā.

Īpatņu ziņā daudzskaitlīgākā suga pētījumā ir *Stictoleptura rubra* no koksngraužu dzimtas (Cerambycidae). Kopā ievākts 231 īpatnis. Tā ir viena no masveidīgākajām priežu un jauktu mežu sugām, kas attīstās priežu un egļu celmos.

Stendē ievākto īpatņu skaita ziņā visdaudzskaitlīgākās bija *Stictoleptura rubra* (153 īpatņi) un *Stenurella melanura* (61 īpatnis) no koksngraužu dzimtas (Cerambycidae), kā arī *Athous subfuscus* (59 īpatņi) no sprakšķu dzimtas (Elateridae). Visas šīs sugas Latvijā ir ļoti plaši izplatītas un bieži sastopamas dažādās meža ekosistēmās.

Rembatē daudzskaitlīgākās bija *Nicrophorus vespilloides* (40 īpatņi) no līķvaboļu dzimtas un sprakšķi *Doliops marginatus* (36 īpatņi) un *Athous subfuscus* (32 īpatņi) (Elateridae). *Nicrophorus vespilloides* līderība šajā parauglaukumā izskaidrojama ar to, ka lamatās regulāri bija iekrituši ciršļi, uz kuru sadalīšanās smaku arī lidoja šīs līķvaboles un iekļuva lamatās. Šajā gadījumā šo sugu uzskatīt par parauglaukuma dominantu nebūtu pareizi, jo tā lamatās nonāca nevis pēc nejaušības principa, bet gan lidojot uz smaku. Starp daudzskaitlīgākajām sugām šajā parauglaukumā nav koksngraužu sugas, kas ir nedaudz pārsteidzoši. Visas nosauktās sugas Latvijā ir ļoti plaši izplatītas un bieži sastopamas dažādās meža ekosistēmās.

Nītaurē visdaudzskaitlīgākās izrādījās *Serica brunnea* (90 īpatņi) no skarabeīdu dzimtas (Scarabaeidae), koksngrauzis *Stictoleptura rubra* (60 īpatņi) un līķvabole *Oiceothona thoracica* (42



īpatņi) (Silphidae). Arī visas šīs sugas Latvijā ir ļoti plaši izplatītas un bieži sastopamas dažādās meža ekosistēmās.

Ievērojams fakts, ka gan ievāktu taksonu, gan īpatņu skaita ziņā šogad parauglaukumos ir daudzskaitlīga sprakšķu dzimta (Elateridae). Stendes parauglaukumā šī dzimta pārstāvēta ar 22 sugām, Nītaures – ar 18 sugām un Rembates parauglaukumā ar 14 sugām. Starp tām diezgan daudzveidīga izrādījās meža ekosistēmās nozīmīgā *Ampedus* ģints, kuras kāpuri ir zoofāgi un dzīvo trūdošā koksne. Vairākas no šīs ģints sugām Latvijā ir reti sastopamas. Starp tām *Ampedus tristis*, *Ampedus nigroflavus*, *Ampedus elongatulus* u.c. Vecāki (mazliet satrudējuši) egļu un priežu celmi ir nozīmīgi šo sugu attīstībai. Tā kā pētījums nav noticis katru gadu, pašlaik grūti izsecināt, kurā gadā pēc ciršanas pie celmiem palielinās *Ampedus* sugu daudzveidība. Tam nepieciešams nepārtraukts pētījums vismaz 7 gadu garumā.

Šajā pētījumā atšķirībā no iepriekšējiem gadiem palielinājies atsevišķu atklātu vietu sugu un indivīdu skaits. Starp tām pirmkārt ir minamas skrejvaboļu dzimtas (Carabidae) ģints *Amara* sugas, kas iepriekšējos pētījumos parauglaukumos bija pārstāvētas tikai atsevišķu nejauši iekļūdušu īpatņu veidā. Tas parāda, ka izcirtums vienlaicīgi kalpo kā vieta, kuru pakāpeniski kolonizē atklātu vietu sugas.

No nozīmīgākajām saproksilofitajām sugām, kuru attīstībai celmiem ir būtiska nozīme pētījumā tika konstatētas: *Calopus serraticornis*, *Glyschrochilus quadripunctatus*, *Platycerus caraboides*, *Dircaea quadriguttata*, *Platystomus albinus*, *Mycetina cruciata*, *Mycetophagus sp.*, *Mordella sp.*, daudzas sprakšķu un koksngrauzu sugas u.c. No tām *Dircaea quadriguttata* un *Mycetina cruciata* Latvijā ir reti sastopama suga.

Ir konstatētas vairākas ar piepēm un citām sēnēm saistītas sugas. Starp tām: *Thalycra fervida*, *Glischrochilus hortensis*, *Anisotoma humeralis* u.c. Uz piepēm dzīvojošajām sugām ir liela nozīme meža ekosistēmās koksnes sadalīšanās procesos. Daudzas no šīs ekoloģiskās grupas sugām ir reti sastopamas un izmantojamas kā dabisko meža biotopu indikatori, tomēr šajā pētījumā konstatētās sugas ir Latvijā plaši izplatītas.

Daļa no konstatētajām sugām ir nekrofāgi. Starp tām minamas visas konstatētās Silphidae sugas u.c. Tas izskaidrojams ar to, ka lamatās vairākkārt iekrita ciršļi. Šīs vaboles lidoja uz iekritušo zīdītāju smaku. Šajā pētījumā konstatētās nekrofāgās un nekrofilās sugas ir Latvijā plaši izplatītas un bieži sastopamas.

Zinātniskajā literatūrā pašlaik ir ļoti maz pētījumu par celmu nozīmi bezmugurkaulnieku ziemošanā. Nākotnē būtu jāveic arī šāds pētījums.

### 2.3.5. Secinājumi

1. Zinātniskās literatūras analīze norāda, ka atcelmošanas ietekmes uz bezmugurkaulnieku bioloģisko daudzveidību pētījumos vaboles (Coleoptera) ir pateicīgākā un objektīvākā grupa, kas var indicēt par notiekošajām izmaiņām. Atsevišķos pētījumos par šo tēmu no visiem parauglaukumos ievāktajiem bezmugurkaulniekiem 90-95% bija vaboles.
2. Šīs sezonas pētījums parādīja, ka neatcelmotajās platībās egļu celmi piesaista saproksilofītās sugas arī 5 un vairāk gadus pēc ciršanas. Lai arī netika konstatēta liela saproksilofīto vaboļu daudzveidība, var secināt, ka atsevišķu taksonu indivīdu skaits pie celmiem izvietotajās lamatās ir pieaudzis. To uzrāda piem. *Ampedus* ģints sprakšķi. Ņemot vērā to, ka šī ģints ir nozīmīga meža biodaudzveidības uzturēšanā (kāpuri ir trūdošā koksne dzīvojoši zoofāgi) un daudzas šīs ģints sugas ir ļoti reti vai reti sastopamas, jāsecina, ka egļu celmiem ir nozīme šo sugu attīstībā arī piecus gadus pēc koku ciršanas un, iespējams, arī ilgāk.
3. Kopumā ar egļu celmiem saistīto vaboļu fauna visos trīs parauglaukumos ir diezgan vienvērtīga un pamatā to veido Latvijas mežos plaši izplatītas un bieži sastopamas sugas. Tikai atsevišķos gadījumos tika konstatētas Latvijā retas sugas. Netika konstatētas aizsargājamas sugas. Šīs

pētījums neuzrādīja, ka atcelmošana esošo izcirtumu platībās, kādās tā veikta, būtu būtiski ietekmējusi vaboļu faunas daudzveidību, tomēr patlaban esošais zināšanu daudzums par atcelmošanas ietekmi uz vaboļu faunas daudzveidību nav pietiekams, lai šādu secinājumu vispārinātu.

### 2.3.6. Rekomendācijas

1. Plānojot egļu celmu izvākšanu, ieteicams daļu no atstājamajiem celmiem izvēlēties cirsmas sausākajās vietās, lai nodrošinātu labvēlīgākus apstākļus bezmugurkaulnieku daudzveidības saglabāšanai.
2. Tā kā pētījuma gaitā ir konstatēti būtiski zināšanu robi attiecībā uz celmu izstrādes ietekmi uz bezmugurkaulniekiem, ieteicams veikt vismaz 7 gadus ilgu nepārtrauktu pētījumu, lai noskaidrotu, kāda ir cirsmas lieluma un mežu fragmentācijas ietekme uz vaboļu sugu daudzveidību, kāds ir optimālais atstājamo celmu skaits uz vienu cirsmas hektāru, kurā gadā pēc izstrādes palielinās atsevišķu bezmugurkaulnieku sugu daudzveidība un kāda ir celmu nozīme bezmugurkaulnieku ziemošanā.

### 2.3.7. Literatūra

1. Abrahamsson M., Lindbladth M. 2006. A comparison of saproxylic beetle occurrence between man-made high- and low-stumps of spruce (*Picea abies*). *Forest Ecology and Management: Volume 226, Issues 1–3, 1 May 2006, Pages 230–237*
2. Abrahamsson M., Lindbladth M., Rönnerberg J. 2008. Influence of butt rot on beetle diversity in artificially created high-stumps of Norway spruce. *Forest Ecology and Management: Volume 255, Issues 8–9, 15 May 2008, Pages 3396–3403*
3. Brin A., Bouget Ch., Valladares L., Brustel H., 2012. Are stumps important for the conservation of saproxylic beetles in managed forests? – Insights from a comparison of assemblages on logs and stumps in oak-dominated forests and pine plantations. *Insect Conservation and Diversity: Article first published online: 14 JUN 2012.*
4. Ehnström B. 2001. Leaving Dead Wood for Insects in Boreal Forests - Suggestions for the Future. *Scandinavian Journal of Forest Research: Volume 16, Supplement 003, 2001, pages 91-98.*
5. Foit J. 2012. Early-arriving saproxylic beetles developing in Scots pine stumps: effects of felling type and date. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE, 58, 2012 (11): 503–512*
6. Fosset K.O., Sverdrup-Thygeson A. 2009. Saproxylic beetles in high stumps and residual downed wood on clear-cuts and in forest edges. *Scandinavian Journal of Forest Research: Volume 24, Issue 5, 2009*
7. Gedminas A., Lynikienė J., Zeniauskas R. 2007. Cambio-xylofauna abundance and species diversity of cutting residues in Scots pine and Norway spruce clear-cuts in Lithuania. *Biomass and Bioenergy: Volume 31, Issue 10, October 2007, Pages 733–738*
8. Gustafsson L., Kouki J., Thygeson A. 2010. Tree retention as a conservation measure in clear-cut forests of northern Europe: a review of ecological consequences. *Scandinavian Journal of Forest Research: Volume 25, Issue 4, 2010; pages 295-308*
9. Hedgren P.O. 2007. Early arriving saproxylic beetles (Coleoptera) and parasitoids (Hymenoptera) in low and high stumps of Norway spruce. *Forest Ecology and Management: Volume 241, Issues 1–3, 30 March 2007, Pages 155–161*
10. Hilszczanski J. 2008. Bark of dead infested spruce trees as an overwintering site of insect predators associated with bark and wood boring beetles. *Forest Research Papers: 2008, vol: , number: 1, pages: 15-19*

11. Hjältén J., Stenbacka F., Andersson J. 2010. Saproxylic beetle assemblages on low stumps, high stumps and logs: Implications for environmental effects of stump harvesting. *Forest Ecology and Management*, 260(7):1149-1155.
12. Jankovsky L., Cudlin P., Moravec I., 2003. Root decays as a potential predisposition factor of a bark beetle disaster in the Šumava Mts. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 49, 2003 (3): 125–132
13. Jonsell M. 2008. The Effects Of Forest Biomass Harvesting On Biodiversity. [\*Sustainable Use of Forest Biomass for Energy Managing Forest Ecosystems\*](#) Volume 12, 2008, pp 129-154
14. Jonsell, M. & Hansson, J. 2011. Logs and stumps in clearcuts support similar saproxylic beetle diversity: implications for bioenergy harvest. *Silva Fennica* 2011, 45(5): 1053–1064.
15. Jonsell M., Nitterus K., Stighaell K. 2004. Saproxylic beetles in natural and man-made deciduous high stumps retained for conservation. *Biological Conservation*: Volume 118, Issue 2, July 2004, Pages 163–173.
16. Jonsell M., Schroeder M., Weslien J. 2005. Saproxylic beetles in high stumps of spruce: Fungal flora important for determining the species composition. *Scandinavian Journal of Forest Research*: Volume 20, Issue 1, pages 54-62.
17. Jonsell M., Weslien J. 2003. Felled or standing retained wood—it makes a difference for saproxylic beetles. *Forest Ecology and Management*: Volume 175, Issues 1–3, 3 March 2003, Pages 425–435
18. Leather S.R., Day K.R., Salisbury A.N. 1999. The biology and ecology of the large pine weevil, *Hylobius abietis* (Coleoptera: Curculionidae): a problem of dispersal? *Bulletin of Entomological Research* / Volume 89 / Issue 01 / January 1999, pp 3-16
19. Lindbladh M., Abrahamsson M. 2008. Beetle diversity in high-stumps from Norway spruce thinnings. *Scandinavian Journal of Forest Research*: Volume 23, Issue 4, pages 339-347
20. Mareš R. 2010. The extent of root rot damage in Norway spruce stands established on fertile sites of former agricultural land. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*, 56, 2010 (1): 1–6
21. Martikainen P., Siitonen J., Punttila P., Kaila L., Rauh J. 2000. Species richness of Coleoptera in mature managed and old-growth boreal forests in southern Finland. *Biological Conservation*: Volume 94, Issue 2, July 2000, Pages 199–209
22. Ols C. Retention of stumps on wet ground at stump-harvest and its effects on saproxylic insects. Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forest Sciences, Department of Forest Products, Uppsala. *Master Thesis*
23. Ols C. 2011. *Retention of stumps on wet ground at stump-harvest and its effects on saproxylic insects*. Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Forest Products
24. Ols C., Victorsson J., Jonsell M. 2012. Saproxylic insect fauna in stumps on wet and dry soil: Implications for stump harvest. *Forest Ecology and Management*: Available online 5 October 2012/ In Press, Corrected Proof
25. Persson T., Lenoir L., Vegerfors B. 2012. Which macroarthropods prefer tree stumps over soil and litter substrates? *Forest Ecology and Management*: Available online 2012.
26. Safranyik L., Linton D.A. 1999. SPRUCE BEETLE (COLEOPTERA: SCOLYTIDAE) SURVIVAL IN STUMPS AND WINDFALL. *The Canadian Entomologist* / Volume 131 / Issue 01 / February 1999, pp 107-113
27. Schroeder L.M., Ranius Th., Ekbom B., Larsson S. 2006. Recruitment of saproxylic beetles in high stumps created for maintaining biodiversity in a boreal forest landscape. *Canadian Journal of Forest Research*, 2006, 36(9): 2168-2178
28. Schroeder L.M., Weslien J., Lindelöw Å., Lindhe A. Attacks by bark- and wood-boring Coleoptera on mechanically created high stumps of Norway spruce in the two years following cutting. [http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127\(99\)00013-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0378-1127(99)00013-4)
29. Seedre M. Saproxylic beetles in artificially created high stumps of spruce and birch three years after cutting. *M.Sc. Final Thesis* no. 64, Southern Swedish Forest Research Center

30. Shorohova E., Kapitsa E., Vanha-Majamaa I., 2008. Decomposition of stumps in a chronosequence after clear-felling vs. clear-felling with prescribed burning in a southern boreal forest in Finland. *Forest Ecology and Management*: Volume 255, Issue 10, 30 May 2008, Pages 3606–3612
31. Skrzecz I., Bulka M. 2010. Insect assemblages in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.] stumps in the Eastern Sudetes. *Folia Forestalia Polonica, series A, 2010, Vol. 52 (2), 98–107*
32. Victorsson J.D., Jonsell M., 2012. Effects of stump extraction on saproxylic beetle diversity in Swedish clear-cuts. *Insect Conservation and Diversity*: 2012 DOI: 10.1111/icad.12005
33. Walczyńska, A. 2008. Female reproductive strategy in the longhorned beetle *Corymbia rubra* (Coleoptera, Cerambycidae). *Norw. J. Entomol.* 55, 25-30.
34. Walmsley J.D., Godbold D.L. 2010. Stump Harvesting for Bioenergy – A Review of the Environmental Impacts. *Forestry*, Vol. 83, No. 1, 2010.
35. Wikars L.-O. Sahlin E., Ranius Th. 2005. A comparison of three methods to estimate species richness of saproxylic beetles (Coleoptera) in logs and high stumps of Norway spruce. *The Canadian Entomologist* / Volume 137 / Issue 03 / June 2005, pp 304-324

## 2.4. Celmu izstrādes ilgtermiņa ietekme

Apakšnodaļa attiecas uz 2.2 darba uzdevumu.

Pieprasījums pēc atjaunojamās enerģijas strauji aug (Egnell 2011), un meža apsaimniekošanas veids ar visas koka biomasas izvākšanu no mežaudzes pēc cirtes (ieskaitot zarus un celmus) (Egnell, Leijon 1997) var sniegt ievērojami vairāk resursu enerģijas ieguvē (Carey 1980). Pielietojot šo apsaimniekošanas veidu, iegūtās koksnes daudzums var palielināties līdz pat 30 %, līdz ar to iespējams samazināt ciršanas platības valstī (Carey 1980). Parastā egļu *Picea abies* L. Karst. ir viena no komerciāli nozīmīgākajām koku sugām hemiboreālajos mežos (Rytter et al. 2013). Latvijā egļu audzes aizņem 21 % no mežu kopējās platības, un 8% no šīm audzēm ir susinātie meži (atbilstoši Meža statistiskās inventarizācijas datiem). Egļu mežos minerālo barības elementu daudzums ir viens no augšņu limitējošiem faktoriem (Kolstad et al. 2016). Ir dati, ka eitrofos mežos pēc visas koku biomasas izvākšanas minerālelementu daudzums augsnē var būtiski samazināties (Saarsalmi et al. 2010), radot risku bioloģiskajai daudzveidībai un barības vielu nodrošinājumam nākamajai meža paaudzei. Līdz ar to, īstenojot šādus apsaimniekošanas pasākumus, zemsedzes veģetācijas sastāvs ar laiku var mainīties, norādot uz pārmaiņām ekosistēmā. Nosusinātos egļu mežos ir vidēji bagāta augsne, kur zemsedzes veģetācija pēc nosusināšanas ir vairāk līdzīga sausiem egļu mežiem (Bušs 1981). Hemiboreālos mežos vidēji eitrofas egļu audzes ar dažādu zemsedzes veģetācijas struktūru ir nozīmīga bioloģiskās daudzveidības sastāvdaļa (Nilsson, Wardle 2005). Sugas, kas aug egļu mežos, ir prasīgas pēc nemainīgiem apstākļiem, respektīvi, mitruma, gaismas daudzuma, temperatūras un augsnes auglīguma (Hart, Chen 2008).

Papildus tam, kā biomasas izvākšana no mežaudzes ietekmē veģetācijas atjaunošanos un bioloģisko daudzveidību, ir svarīgi noskaidrot, vai šāds apsaimniekošanas veids palielina CO<sub>2</sub> emisiju apjomu, un cik daudz oglekļa stabilu savienojumu veidā paliek augsnē. Nav arī precīzi zināms cik daudz no kritālās esošā oglekļa tiks izdalīts CO<sub>2</sub> vai arī CH<sub>4</sub> formā, kas ir apmēram 25 reizes iedarbīgāka siltumnīcas efekta gāze nekā ogleklis (Forster et al 2007).

Tā kā ar visas biomasas izvākšanu no meža var iegūt līdz 25 % vairāk koksnes, šis apsaimniekošanas veids ļauj izmantot koksnes resursus efektīvāk (Mofat et al 2011), samazinot fosilā kurināmā izmantošanu (Forster et al 2007). Pagaidām šādu apsaimniekošanas veidu pārsvarā izmanto Skandināvijas valstīs, un Ziemeļamerikā (Nisbet et al 1997; Kataja et al 2011), taču dažādi pētījumi par šo tēmu notiek lielākajā daļā ziemeļu puslodes, ieskaitot Latviju.

Lai papildinātu 2016.gadā uzsāktā pētījuma datu kopu par intensīvas biomasas izvākšanas ilgtermiņa ietekmi, 2017. gadā ierīkoti divi papildu pētījuma objekti.

Apakšnodaļu sagatavoja Ā. Jansons, L. Robalte, R. Čakšs.

### 2.4.1. Objekti un metodika

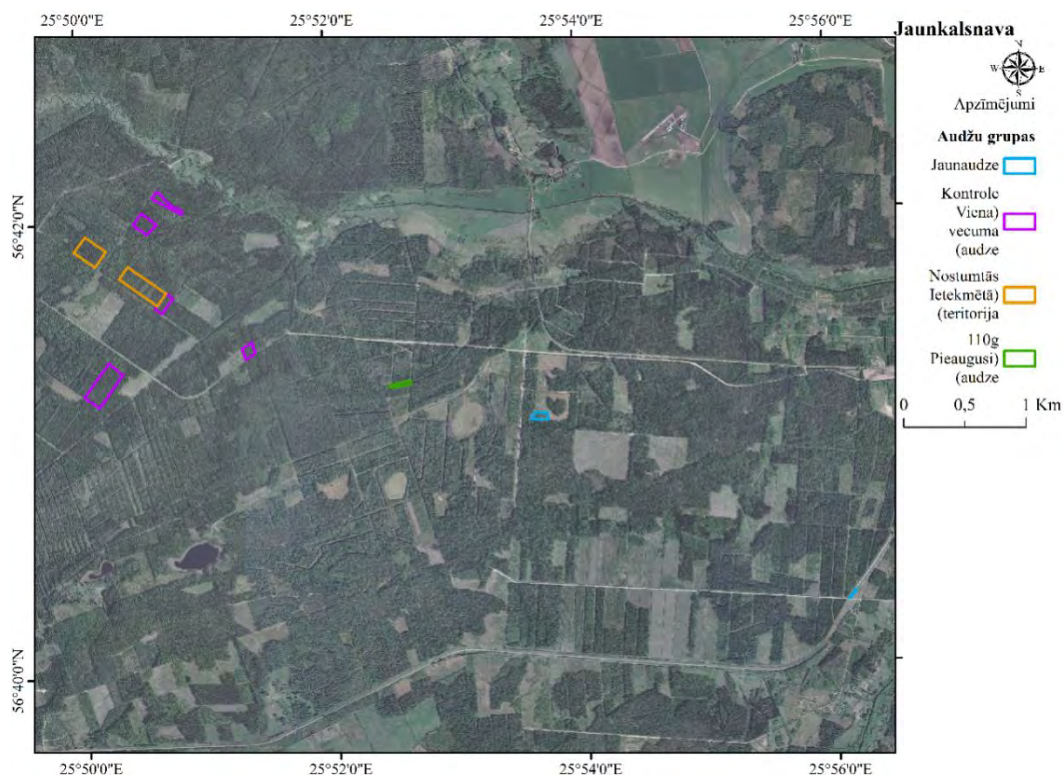
Pirmais pētījuma objekts atrodas Latvijas austrumu daļā (56°68'N, 25°99'E), Madonas novadā, Kalsnavas pagastā, zinātniskās izpētes mežos. Meža tips - šaurlapju ārenis, egļu tīraudzes (Attēls 170, Attēls 172).





*Attēls 170. Pētījuma objekts celmu izstrādes ilgtermiņa ietekmes vērtēšanai - As, Kalsnava*

Kalsnavas objektā papildus ietekmētajam nogabalam atlasīti nogabali ar vecumu ~ 15 gadi (jaunaudze), ~ 50 gadi (kontroles mežaudze; līdzīgā vecumā kā ietekmētā platība), ~ 110 gadi (pieaugusi audze) (Attēls 171, Tabula 30) un ~ 140 gadi (pāraugusi audze, 56°96'N, 26°49'E). Attiecīgajā teritorijā uz vietas tika novērtēts, vai mežaudzē ir attiecīgajam meža tipam tipiska un raksturīga veģetācija, un vai ir veikta nosusināšana. Katras vecuma grupas nogabalā tika ierīkotas divas transektes, bet ietekmētajā un kontroles mežaudzē (~ 45 g.v.) transekšu skaits bija lielāks (ietekmētajā piecas transektes un kontroles audzēs sešas), jo tieši šīs platība ir visnozīmīgākās, savstarpēji salīdzinot audzes. Uz katras 50 m garās transektes ik pēc diviem metriem tika izvietots 1x1 m liels parauglaukums, pavisam kopā 17 parauglaukumi uz vienas transektes. Ja attiecīgās vecuma grupas meža nogabals bija pietiekami liels un zemsedzes veģetācija tajā bija nevienmērīga, tad abas transektes tika ierīkotas vienā mežaudzē (nogabalā). Ja meža nogabals bija neliels un veģetācija visur vienmērīga, tad otra transekte tika izvietota citā kvartāla nogabalā. Kopā pa visām mežaudzēm, izveidoti 289 parauglaukumi ar lielumu 1x1 m, kur katrā parauglaukumā tika noteikts zemsedzes veģetācijas procentuālais segums un pa stāviem atsevišķi izdalīts lakstaugu, sīkrūmu stāvs un sūnu, ķērpju stāvs. Kokaugus, kas sastopami parauglaukumā, iedalīja augstuma klasēs 5 – 10 cm, 11 – 50 cm, 51 cm – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 3 m. Transektes sākumā tika fiksētas koordinātas un noteikts virziens, kā transekte nosprausta. Parauglaukumā tika fiksētas arī nobiras un kūla, rēķinot kopā procentos (kūla/nobiras). Atsevišķi procentuālais segums uzskaitīts arī atsegtas augsnes laukumiem. Lai pārlicinātos, ka mežaudzes vecums atbilst datu bāzē norādītajam, konkrētajā mežaudzē ievāca koksnes paraugus, veicot urbumus celma augstumā ar Preslera svārpstu.



Attēls 171. Parauglaukumu izvietojums šaurlapju ārenī (Kalsnava)

Otrs 2017.gadā apsekotais objekts atrodas Latvijas rietumu daļā (56°37'N, 21°04'E) Nīcas novadā, parauglaukumi izvietoti priežu tīraudzēs šaurlapju ārenī (As) (Attēls 172) (Tabula 30). Nīcas objektā papildus ietekmētajam nogabalam atlasīti nogabali ar vecumu ~ 15 gadi (jaunaudze), ~ 50 gadi (kontroles mežaudze; līdzīgā vecumā kā ietekmētā platība), ~ 110 gadi (pieaugusi mežaudze) (Attēls 173) un ~ 150 gadīgā (pāraugusi audze, 56°77'N, 21°40'E). Katras vecuma grupas nogabalā tika ierīkotas divas transektes, bet ietekmētajā un kontroles mežaudzē (~ 45 g.v.) transekšu skaits bija lielāks (ietekmētajā sešas transektes un kontroles audzēs trīs). Šajos objektos veikti mērījumi atbilstoši iepriekš aprakstītajai metodikai. Kopā ierīkoti 255 parauglaukumi.

Tabula 30. Pētāmo teritoriju koordinātas Kalsnavas un Nīcas objektos (KN, NN -audzes, kur izvākta visa biomasa (ietekmētā platība); KK, NK – līdzīga vecuma kontroles nogabali; KJ, NJ – jaunaudzes; KVI, NVI – pieaugušas audzes; KV, NV – pāraugušas audzes

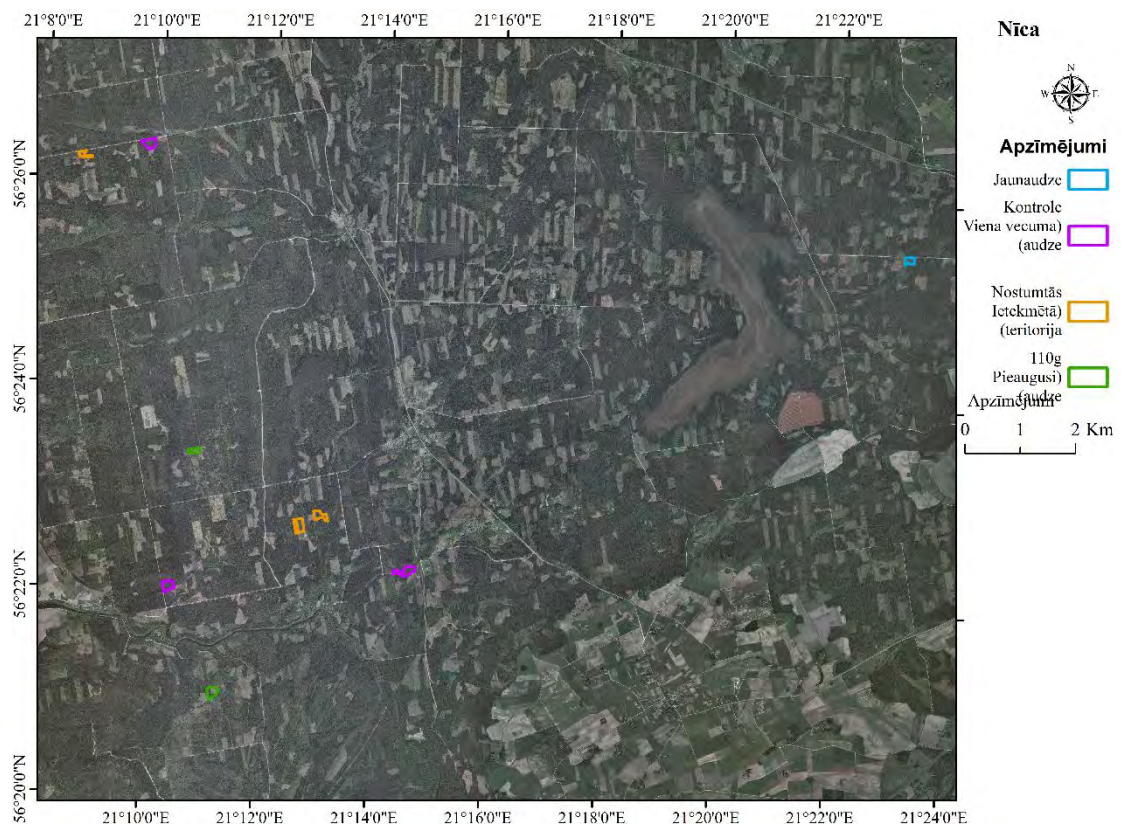
Objekti			Koordinātas	
Mežaudzes atslēga	Vieta	Audzis grupa	N	E
70-23-43-011-111-15	Kalsnava	KN	56 41' 52,839"	25 50' 5,408"
70-23-43-011-112-10	Kalsnava	KN	56 41' 43,441"	25 50' 30,297"
70-23-43-011-129-20	Kalsnava	KK	56 41' 25,666"	25 51' 20,549"
70-23-43-011-112-12	Kalsnava	KK	56 41' 38,746"	25 50' 40,426"
70-23-43-011-108-19	Kalsnava	KK	56 41' 59,830"	25 50' 32,013"
70-23-43-011-108-13	Kalsnava	KK	56 42' 5,503"	25 50' 41,990"
70-23-43-011-121-9	Kalsnava	KK	56 41' 17,382"	25 50' 10,481"
70-23-43-011-156-9	Kalsnava	KJ	56 41' 6,412"	25 53' 39,882"
70-23-43-011-192-6	Kalsnava	KJ	56 40' 17,256"	25 56' 7,816"
70-23-43-011-153-6	Kalsnava	NVI	56 41' 15,797"	25 52' 33,326"
81-26-07-209-419-8	Nīca	NN	56 22' 46,793"	21 13' 1,573"
81-26-07-209-418-10	Nīca	NN	56 22' 40,401"	21 12' 40,096"
81-27-07-209-216-1	Nīca	NN	56 26' 12,451"	21 8' 37,446"
81-27-07-209-218-2	Nīca	NK	56 26' 20,622"	21 9' 46,299"
81-27-07-209-448-17	Nīca	NK	56 22' 16,187"	21 14' 34,469"



Objekti			Koordinātas	
Mežaudzes atslēga	Vieta	Audzes grupa	N	E
81-26-07-209-436-10	Nīca	NK	56 22' 2,280"	21 10' 24,526"
81-27-07-209-322-2	Nīca	NJ	56 25' 29,247"	21 23' 13,009"
81-26-07-209-379-1	Nīca	NVI	56 23' 21,800"	21 10' 46,845"
81-26-07-213-95-25	Nīca	NVI	56 21' 0,789"	21 1' 15,502"



Attēls 172. Pētījuma objekts celmu izstrādes ilgtermiņa ietekmes vērtēšanai - As, Nīca



Attēls 173. Parauglaukumu izvietojums šaurlapju ārenī (Nīca)



Oglekļa uzkrājuma augsnē raksturošanai abos pētījuma objektos audzē, kur veikta kokaudzes biomasas izvākšana, un kontroles audzē tika ierīkota profilbedre, sagatavojot augsnes aprakstu, un izraktas četras augsnes paraugu ievākšanas bedres. Katrā no tām augsnes paraugi ņemti no četriem dažādiem dziļumiem (0-10, 10-20, 20-40, 40-80 cm), kā arī no zemsegas. Augsnes paraugi apstrādāti un analizēti LVMI Silava Meža vides laboratorijā, nosakot tajos esošā oglekļa saturu ( $t\ ha^{-1}$ ).

## 2.4.2. Rezultāti

### *Kalsnavas objekts (šaurlapju ārenis, egļe)*

Pārsvārā vaskulāro augu procentuālais segums visās mežaudzēs bija zems ( $< 1\%$ ) (Tabula 31), kas skaidrojams ar to, ka egļu audzēs biežais sūnu segums zemsedzē kavē vaskulāro augu attīstību (Sirén 1995). Lielākais procentuālais segums vaskulārajiem augiem un sūnām bija pieaugušā audzē ( $\sim 110\text{ g.}$ ) (attiecīgi 44.4% un 94.7%) un pāraugušā audzē ( $\sim 140\text{ gadi}$ ) (attiecīgi 26.4 % un 94.1 %) (Tabula 31). Šāda vecuma mežaudzē ir izveidojušies stabilāki un zemsedzes sugām piemērotāki augšanas apstākļi (Hart, Chen 2008), un sugas laika gaitā ir spējušas nostiprināties. Egļu mežos lielāko daļu no zemsedzes sugām aizņem sūnas (Hart, Chen 2008), it īpaši pieaugušā vecuma mežos, kur koku vainagu klājā vēl nav radušies atvērumi pašizrobošanās procesa rezultātā (Angelstam, Kuuluvainen 2004).

*Tabula 31. Šenona un Simpsona daudzveidības indeksi zemsedzes segumam šaurlapju ārenī (Kalsnavā). Kopējais procentuālais segums aprēķināts, apvienojot vaskulāro augu, sūnu un ķērpju stāvu procentuālo segumu. (KN -audze, kur izvākta visa biomasā (ietekmētā platība); KK – līdzīga vecuma kontroles nogabals; KJ – jaunaudzē; KVI – pieaugusi audzē; KV – pārauguši audzē) (N-parauglūkumu skaits)*

	KN (N=85)	KK (N=102)	KJ (N=34)	KVI (N=34)	KV (N=34)
Šenona indekss	3.4	3.19	3.16	3.12	2.18
Simpsona indekss	0.95	0.93	0.94	0.95	0.87
Kopējais procentuālais segums (%)	91.7	83.4	82	139.2	120.6
Vaskulāro augu segums (%)	10.3	5.1	10.8	44.4	26.4
Sūnu un ķērpju segums (%)	81.3	78.3	71.1	94.7	94.1

Visās mežaudzēs sūnu sugas bija dominējošie augi, un vidējais segums visās audzēs bija līdzīgs ( $\sim 83.9\%$ ). Salīdzinot ietekmēto mežaudzi ar līdzīga vecuma kontroles audzi, vidējais procentuālais segums vaskulārajiem augiem un sūnām bija līdzīgs (attiecīgi 5.1%, 78.3% ietekmētajā un 10.3%, 81.3% kontroles audzē) (Tabula 31), kas norāda uz to, ka neatkarīgi no iepriekšējā apsaimniekošanas veida sugu procentuālais segums nemainās. Šrēbera rūšaine *Pleurozium schreberi* un spīdīgā stāvaine *Hylocomium splendens* bija dominējošās sugas visās audzēs, kaut arī lielākais segums attiecīgajām sugām bija pieaugušā audzē (47.4 %) un pāraugušā audzē (32.4 %). *Pleurozium schreberi* un *Hylocomium splendens* ir spēcīgi konkurenti pārējām zemsedzes sugām, tās spēj nomākt un pāraugt pārējās sūnas, ja mežaudzē ilgstoši nav bijis traucējumu (Jonsson, Essen 1990).

Tabula 32. Biežāk sastopamo augu sugu saraksts un procentuālais segums pētāmajās teritorijās šaurlapju ārenī (Kalsnavā). Pētāmās teritorijas susināto egļu mežaudzēs: KN -audze, kur izvēkta visa biomasa (ietekmētā platība); KK – līdzīga vecuma kontroles nogabals; KJ – jaunaudze; KVI – pieaugusi audze; KV – pāraugusi audze). (N - parauglaukumu skaits)

	KN (N=85)	KK (N=102)	KJ (N=34)	KVI (N=34)	KV (N=34)
<b>Vaskulāro augu sugas (%)</b>					
<i>Calamagrostis arundinacea</i> / niedru ciesa	0.6		1.8	3.5	
<i>Carex digitata</i> / pirkstainais grīslis			0.4	1.7	
<i>Diphasiastrum complanatum</i> / parastais plakanstiapekņis	0.2				
<i>Dryopteris carthusiana</i> / dzeloņainā ozolpārpārde	0.2	0.4	0.3	0.5	
<i>Luzula pilosa</i> / pūkainā zemzāļīte	1.5	0.6	1.7	2.2	
<i>Lycopodium annotinum</i> / gada stāpeknis	0.05	0.04		0.4	
<i>Maianthemum bifolium</i> / divlapu žagatiņa	0.6	0.08	0.02	0.6	
<i>Oxalis acetosella</i> / meža zaķskābene	1.1	0.5	0.4	10.4	
<i>Orthilia secunda</i> / laimes palēcīte	0.6	0.03	0.03	0.4	
<i>Rubus saxatilis</i> / klinšu kaulene	0.3	0.01		1.1	
<i>Solidago virgaurea</i> / dzeltenā zeltgalvīte	0.3	0.03	0.05	0.8	
<i>Vaccinium myrtillus</i> / parastā mellene	0.05	0.06	2.1	15.6	18.6
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> / parastā brūklene	0.03	0.04	0.4	2.5	7.9
<i>Viola sp.</i> / vijolīte	0.2	0.4	0.7	0.1	
<b>Sūnu un ķērpju sugas (%)</b>					
<i>Atrichum undulatum</i> / viļņainā lācīte	1.2	0.01			
<i>Cirriphyllum piliferum</i> / parastā ūsaine	3.6	0.3			
<i>Dicranum polysetum</i> / viļņainā divzobe	4.1	4.5	7.7	6.9	5
<i>Dicranum scoparium</i> / slotiņu divzobe	3.4	1.3		0.06	0.4
<i>Eurhynchium angustirete</i> / platlapu knābīte		1.5	1.4		
<i>Hylocomium splendens</i> / spidīgā stāvaine	20.6	11.2	18.3	20.2	32.4
<i>Oxyrrhynchium hians</i> / nemanāmā knābīte	0.3	2.4	4.2	2.1	1.3
<i>Plagiochila asplenioides</i> / lielā greizkausīte	0.1	0.5		7.6	
<i>Plagiomnium affine</i> / sausienes skrajlape	5.3	10.4	6.8	0.8	
<i>Plagiomnium elipticum</i> / dumbra skrajlape	8.6	10.2	3.1	0.05	
<i>Pleurozium schreberi</i> / Šrēbera rūsaine	26.2	26.2	22.4	47.4	20.1

	KN (N=85)	KK (N=102)	KJ (N=34)	KVI (N=34)	KV (N=34)
<i>Polytrichum commune</i> / parastais dzegužlins	0.4	1.2	0.2	0.3	21.3
<i>Ptilium crista castrensis</i> / parastā straussūna	4.2	1.4	5.3		
<i>Rhodobryum roseum</i> / parastā rožgalvīte	2.3	3.2	1.1	4.5	
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i> / lielā spuraine	0.3	0.2	1.2	3.5	
<i>Sphagnum girgensohnii</i> / Girgenzona sfagns		0.3		1.3	11.2

Lielākais sugu skaits konstatēts ietekmētajā mežaudzē un līdzīga vecuma kontroles audzē (60 un 61 suga), turpretim pieaugušā audzē sugu skaits bija vismazākais (14 sugas). Iespējams, ka vidēja vecuma mežaudzēs (~ 50 gadi) vēl nav pagājis pietiekami ilgs laika posms, lai lielākā daļa sugu konkurences rezultātā izzustu, kā tas ir noticis vecākos mežos (Tabula 32). Pašreizējie rezultāti nenorāda uz palielinātu sugu skaitu celmu izstrādes ietekmētajā mežaudzē, līdzīgs rezultāts ir arī līdzīga vecuma kontroles platībā. Lai arī sugu skaits pētītajos nogabalos ir salīdzinoši liels, to procentuālie segumi lielākajā daļā gadījumi ir niecīgi, un izteikti var novērot sugas, kas attiecīgajās mežaudzēs ir biežāk sastopamas: sausienes skrajlape *Plagiomnium affine*, dumbra skrajlape *Plagiomnium ellipticum* un parastā rožgalvīte *Rhodobryum roseum*. Skrajlapu *Plagiomnium spp.* ģints pārstāvji ir vieni no pirmajiem, kas kolonizē egļu mežus pēc traucējuma (Cronberg et al. 2005), un šo sugu klātbūtne ietekmētajā mežaudzē un līdzīga vecuma kontroles platībā norāda uz atbilstošiem augšanas apstākļiem šo sugu attīstībai.

Sugu daudzveidība, jeb Šenona-Vīnera indekss ietekmētajā mežaudzē bija vislielākais (3.4) (Tabula 31) salīdzinājumā ar pārējām audzēm, kas varētu būt skaidrojams ar samērā lielo traucējumu zemsedzē, kad izvāca visu biomasu no mežaudzes un nostūma augsni, radot atklātus augsnes laukumus, kas veicināja dažādu sugu attīstību (Hart, Chen 2008). Intensīva iejaukšanās ekosistēmā patlaban nav samazinājusi sugu daudzveidību attiecīgajā mežaudzē, un visticamāk pagaidām pastiprināta barības vielu izskalošanās nav notikusi, tomēr, atkārtotot šo apsaimniekošanas veidu vairākas reizes, rezultāts varētu būt atšķirīgs (Kataja et al. 2011). Zemākais Šenona-Vīnera daudzveidības indekss bija pāraugušā audzē (2.8) (Tabula 31), kas skaidrojams ar to, ka audzē bija mazāks sugu skaits un pārsvarā visā teritorijā bija sastopama viena suga. Pārējās audzēs Šenona-Vīnera indeksa vērtības bija līdzīgas (~ 3.1), kas ir samērā līdzīgi ar indeksu, kāds bija audzē, kur izvākta visa biomasu. Simpsona vienlīdzības indekss uzrādīja līdzīgu situāciju, indeksi bija līdzīgi starp visām pētāmajām audzēm (~ 0.94), kas norāda uz to, ka zemsedzes veģetācijas struktūras sadalījums ir vienlīdzīgs, izņemot pāraugušo audzi, kur Simpsona indekss bija viszemākais 0.87 (Tabula 31), jo, kā iepriekš minēts, pāraugušā audzē bija izteiktāka vienas sugas dominance.

Lai noskaidrotu, cik liela ir savstarpējā līdzība starp pētāmajām mežaudzēm, veica ANOSIM analīzi (*analysis of similarity*). Kalsnavas objektā ANOSIM analīze uzrādīja, ka zemsedzes veģetācijai bija statistiski būtiska atšķirība starp visām pētāmajām mežaudzēm ( $p$ -vērtība < 0.01; salīdzinot iegūtās R vērtības), iespējams, tādēļ, ka katrā mežaudzē bija sastopamas atsevišķas sugas, kuru nebija citur, tomēr kopumā sugas visās mežaudzēs bija atbilstošas attiecīgajam meža tipam (Bušs 1981). Tālāk, lai redzētu līdzības starp mežaudzēm, analizēja katru iegūto R vērtību atsevišķi. Salīdzinot visas audzes, lielākā savstarpējā līdzība (zemākā R vērtība) ar ietekmēto teritoriju bija viena vecuma kontrolei (R=0.03) un jaunaudzei (R=0.07). Savstarpēji atšķirīgākās mežaudzes bija ietekmētā platība un pāraugusī audze (R=0.3) (Tabula 33). Tā kā rezultāti uzrāda, ka zemsedzes veģetācijas struktūra ir vislīdzīgākā ietekmētajā mežaudzē un līdzīga vecuma kontroles mežaudzē, var secināt, ka šis apsaimniekošanas veids negatīvi neietekmē mežaudzes veģetācijas atjaunošanos. Tomēr, atsevišķi skatoties visu sugu sarakstu, ir redzams, ka

ietekmētajā mežaudzē ir sastopamas atsevišķas sugas, kas nav sastopamas nevienā citā no analizētajām platībām un neatbilst attiecīgajam meža tipam, kā, piemēram, mīkstā madara *Gallium mollugo* (0.1 %), šaurlapu ugunspuķe *Chamaenerion angustifolium* (0.05 %) un pļavas spulnaglone *Coronaria flos-cuculi* (0.03 %) taču šo sugu procentuālie segumi ir niecīgi, kas neietekmē kopējās analīzes.

Tabula 33. ANOSIM (Analysis of similarities) R vērtības egļu ārenī; Pētāmās teritorijas šaurlapju ārenī (Kalsnavā): KN -audze, kur izvēkta visa biomasa (ietekmētā platība); KK – līdzīga vecuma kontroles nogabals; KJ – jaunaudze; KVI – pieaugusi audze; KV – pāraugusi audze)

	KN	KJ	KVI	KV
KN	0.03	0.07	0.1	0.3
KK		0.02	0.09	0.3
KJ			0.3	0.44
KVI				0.4

#### Nīcas objekts (šaurlapju ārenis, priede)

Kopumā visās teritorijās gan vaskulāro augu segums, gan sūnu un ķērpju segums ir diezgan bagātīgs (Tabula 34). Vislielākais procentuālais segums vaskulārajiem augiem bija ietekmētajā teritorijā, kas arī, teritoriju apsekojot, bija redzams vizuāli, jo atsevišķās vietās bija izveidojušies diezgan biezi avenju *Rubus idaeus* un cūceņu *Rubus nessensis* krūmāji (Tabula 35, Attēls 174), kā arī citā mežaudzes daļā lielus laukumus aizņēma parastās ērgļpapardes *Pteridium aquilinum* (Tabula 35). Visās platībās sūnu segums ir mazāks nekā lakstaugu segums, īpaši atšķirība redzama ietekmētajā teritorijā un viena vecuma kontrolē (attiecīgi 34.8% un 73.4 %, 20.4 % un 57.3 %). Tas, iespējams, skaidrojams ar to, ka šajās teritorijās vēl nav pagājis pietiekami ilgs laika posms, lai sūnu segums pilnībā nostiprinātos un attīstītos (Sirén 1995), jo jaunaudzē sūnu segums ir līdzīgs, turpretim vecākās mežaudzēs sūnu segums ir pat divas reizes lielāks (Tabula 34).



Attēls 174. Ietekmētā teritorija Nīcas objektā (šaurlapju ārenis, priede)

Tabula 34. Šenona un Simpsona daudzveidības indeksi aprēķināti zemsedzes segumam šaurlapju ārenī (Nīcā). Kopējais procentuālais segums aprēķināts apvienojot vaskulāro augu, sūnu un ķērpju stāvu procentuālo segumu. NN -audze, kur izvēkta visa biomasa (ietekmētā platība); NK – līdzīga vecuma kontroles nogabals; NJ – jaunaudze; NVI – pieaugusi audze; NV – pāraugusi audze). N (parauglūkumu skaits)

	NN (N=102)	NK (N=51)	NJ (N=34)	NVI (N=34)	NV (N=34)
Šenona indekss	1.80	1.54	1.63	1.62	1.89
Simpsona indekss	0.76	0.69	0.74	0.70	0.78
Kopējais procentuālais segums (%)	108.2	77.7	88.0	119.1	135.3
Vaskulāro augu segums (%)	73.4	57.3	52.0	65.8	66.5
Sūnu un ķērpju segums (%)	34.8	20.4	36.0	53.3	68.8

Biežāk sastopamās sugas visās teritorijās bija šaurlapju ārenim raksturīgas, kā, piemēram, liektā ciņusmilga *Deschampsia flexuosa*, parastā mellene *Vaccinium myrtillus*, Eiropas septiņstarīte *Trientalis europea* un zilganā molīnija *Molinia caerulea* (Tabula 35), kā arī Latvijā īpaši aizsargājamā suga gada staipeknis *Lycopodium annotinum*, kas visvairāk bija sastopams vidēji pieaugušā audzē (1.9 %) un ietekmētajā teritorijā (1 %). Segums ir samērā līdzīgs, līdz ar to var spriest, ka ietekmētā teritorija ir devusi brīvu augsni, kur šai sugai attīstīties un, iespējams vairāku gadu laikā paplašināt savu segumu. Taču, visticamāk, ka tādas sugas kā gada staipeknis vai Eiropas septiņstarīte *Trientalis europea* ar laiku izzudīs, jo attiecīgajā ietekmētajā mežaudzē ir ieviesušās daudz ekspansīvākas sugas ar straujām izplatības spējām, kā, piemēram, meža avene *Rubus idaeus* (3.5 %) un melnā cūcene *Rubus nessensis* (2 %) (Bakker et al. 1996). Pie straujas izplatības sugām pieder arī zilganā molīnija *Molinia caerulea*, kas visvairāk līdzīgos segumos (18.7 %) bija sastopama jaunaudzē, viena vecuma kontrolē un pieaugušā audzē, turpretim ietekmētajā teritorijā tā aizņēma vien 2.4 %. Visticamāk zemais zilganās molīnijas *Molinia caerulea* segums ietekmētajā teritorijā arī izskaidro to, kādēļ šajā audzē ir tik liels sugu skaits (78 sugas), jo zilganā molīnija *Molinia caerulea* veido biezas un blīvas audzes, kas kavē un samazina citu sugu izplatību (Jefferies 1915), un tā kā ietekmētajā teritorijā tās segums ir niecīgs, citām sugām bija iespēja attīstīties. Pārējās mežaudzēs kopējais sugu skaits ir mazāks un līdzīgs (46 sugas), izņemot jaunaudzi, kur bija 20 sugas, jo zilganā molīnija aizņēma daudz lielākas platības. Iespējams, visas biomasas izvākšana no audzes samazina zilganās molīnijas *Molinia caerulea* izplatību, veicinot citu sugu iesēšanos, kas acīmredzot pēc parastās kailcirtes nenotiek. Tomēr arī zilganā molīnija *Molinia caerulea* pieder pie attiecīgajam meža tipam raksturīgajām sugām (Bušs 1981).

Tabula 35. Biežāk sastopamo augu sugu saraksts un procentuālais segums pētāmajās teritorijās šaurlapju ārenī (Nīcā). NN - audze, kur izvēkta visa biomasa (ietekmētā platība); NK – līdzīga vecuma kontroles nogabals; NJ – jaunaudze; NVI – pieauguša audze; NV – pāraugusi audze). N (parauglūkumu skaits).

	NN (N=102)	NK (N=51)	NJ (N=34)	NVI (N=34)	NV (N=34)
<b>Vaskulāro augu sugas (%)</b>					
<i>Aegopodium podagraria</i> / podagras gārša	0.2	0	0	0	0
<i>Calamagrostis arundinacea</i> / niedru ciesa	4.5	0	0	1.0	13.7
<i>Calamagrostis epigeios</i> / slotiņu ciesa	0.8	0	0	0.6	0.9
<i>Calluna vulgaris</i> / sila virsis	0.7	0	1.7	0	0
<i>Carex digitata</i> / pirkstainais grīslis	1.0	0.1	0	0.1	0
<i>Carex pallescens</i> /	0.8	0	0	0	1.7

	NN (N=102)	NK (N=51)	NJ (N=34)	NVI (N=34)	NV (N=34)
bālganais grīslis					
<i>Deschampsia flexuosa</i> / liektā ciņusmilga	21.7	11.1	1.3	27.0	9.2
<i>Dryopteris carthusiana</i> / dzeloņainā ozolpāpārde	0.6	0.1	0	0.6	2.3
<i>Fragaria vesca</i> / meža zemene	0.9	0.7	0	0	0
<i>Luzula pilosa</i> / pūkainā zemzālīte	1.8	0.2	0.2	1.2	6.5
<i>Lycopodium annotinum</i> / gada stāipeknis	1.0	0	0.4	1.9	0
<i>Lysimachia vulgaris</i> / parastā zeltene	0.9	1.1	0	1.3	0
<i>Maianthemum bifolium</i> / divlapu žagatiņa	2.4	1.6	1.1	0.3	1.8
<i>Melampyrum pratense</i> / plavas nārbulis	0.8	0	0.1	1.1	0.1
<i>Melica nutans</i> / nokarenā pumpursmilga	0.4	0.2	0	0.4	0
<i>Molinia caerulea</i> / zilganā molīnija	2.4	19.9	19.4	17.0	2.4
<i>Oxalis acetosella</i> / meža zaķskābene	4.3	2.1	0	0.8	9.9
<i>Potentilla erecta</i> / stāvais retējs	0.4	0.2	0	0.1	0.3
<i>Pteridium aquilinum</i> / parastā ērglpāpārde	2.6	9.2	0	0	0
<i>Rubus idaeus</i> / meža avene	3.5	1.5	0	1.7	5.0
<i>Rubus nessensis</i> / melnā cūcene	2.0	0	0	1.1	0
<i>Solidago virgaurea</i> / Dzeltenā zeltgalvīte	0.3	0	0	0.1	0
<i>Trientalis europea</i> / Eiropas septiņstarīte	4.1	2.3	2.0	2.6	0.8
<i>Vaccinium myrtillus</i> / parastā mellene	6.5	2.1	9.3	2.2	8.4
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> / Parastā brūklene	4.6	0.9	13.7	1.4	0.8
<b>Sūnu un ķērpju sugas (%)</b>					
<i>Cirriphyllum piliferum</i> / parastā ūsaine	2.8	0	0	0	1.1
<i>Dicranum polysetum</i> / viļņainā divzobe	2.9	1.3	3.2	1.7	0.4
<i>Eurhynchium angustirete</i> / platlapu knābīte	0.6	1.6	0	2.2	1
<i>Hylocomium splendens</i> / spīdīgā stāvaine	1.2	0	2.6	2.6	
<i>Oxyrrhynchium hians</i> / nemanāmā knābīte	3.7	5.3	0	23.9	13.4
<i>Plagiomnium affine</i> / sausienes skrajlape	2.2	1.1	0	2.6	0.5
<i>Plagiomnium undulatum</i> / viļņainā skrajlape	0.7	0	0	0	2.1
<i>Pleurozium schreberi</i> / Šrēbera rūsaine	15.4	5.6	9.8	5.8	12.4

	NN (N=102)	NK (N=51)	NJ (N=34)	NVI (N=34)	NV (N=34)
<i>Pseudoscleropodium purum</i> / tīrā zaļkāte	1.9	1.3	0	12.2	20.8
<i>Sphagnum capillifolium</i> / smaillapu sfagns	0.9	0	7.6	0	0
<i>Sphagnum girgensohnii</i> / Girgenzona sfagns	1.3	0.5	7.1	0	0

Sugu daudzveidība, ko raksturo Šenona-Vīnera indeksu vērtības, pa mežaudzēm atšķiras no pētāmajām teritorijām Kalsnavā. Nīcā vislielākais daudzveidības indekss ir pāraugušā audzē (1.89) un tad biomasas izvāktajā teritorijā (1.80) (Tabula 34), kas ir samērā līdzīgi. Rezultāti iespējams varētu būt skaidrojami ar traucējumu, kas radies, nostumjot augsni un, iespējams, vecā mežaudzē ir bijuši arī kādi dabiski traucējumi, kas veidojuši atklātus augsnes laukumus. Turklāt vecas priežu audzes neveido vairs tik biezu vainaga slēgumu, līdz ar to gaismas ietekmē var attīstīties lielāks sugu skaits (Angelstam, Kuuluvainen 2004; Hart, Chen 2008). Zemākais Šenona-Vīnera indekss bija viena vecuma kontroles teritorijā, kas visticamāk skaidrojams ar dominējošajām zilganās molīnijas *Molinia caerulea* audzēm. Simpsona vienlīdzības indeksi starp visām teritorijām bija samērā līdzīgi (Tabula 34), kur viszemākais indekss bija viena vecuma kontrolē (0.69), kas arī visticamāk skaidrojams ar vienas sugas dominanci attiecīgajā mežaudzē.

Tāpat kā Kalsnavas objektā, arī Nīcā zemeszemes veģetācija būtiski atšķīrās starp visām pētāmajām mežaudzēm ( $p$ -vērtība $<0.01$ ). Katrā pētāmajā mežaudzē bija sastopamas atsevišķas sugas, kuru nebija citur, kā arī tādas sugas, kas nav konkrētajam meža tipam raksturīgas (Bušs 1981). Lai noskaidrotu, cik liela ir savstarpējā līdzība starp pētāmajām mežaudzēm, arī Nīcas objektiem veica ANOSIM analīzi (*analysis of similarity*). Salīdzinot visas audzes, lielākā savstarpējā līdzība (zemākā R-vērtība) ar ietekmēto teritoriju bija viena vecuma kontrolei ( $R=0.2$ ) un pieaugušai audzei ( $R=0.2$ ) (Tabula 36), iespējams, tādēļ, ka ietekmētajā mežaudzē sugu skaits ir liels, taču atsevišķu, neraksturīgu sugu procentuālie segumi ir niecīgi, kas kopējos rezultātus pašreiz neietekmē. Neraksturīgās sugas visvairāk tika uzskaitītas ietekmētajā nogabalā, piemēram, podagras gārša *Aegopodium podagraria* (0.2 %), *Angelica sylvestris* (0.09 %), trejdzīslu meringija *Moehringia trinervia* (0.1 %) un šaurlapu ugunspuķe *Chamaenerion angustifolium* (0.2 %). Kaut arī šo iepriekš uzskaitīto sugu procentuālie segumi ir niecīgi salīdzinājumā ar citām sugām (5. tabula), šādas neraksturīgās sugas ir vairākas, kas nozīmē, ka ietekmētajā teritorijā bija labvēlīgi apstākļi, lai tās ieviestos un attīstītos. Savstarpēji atšķirīgākā mežaudze ar ietekmēto platību bija jaunaudze ( $R=0.5$ ) (2.7. tabula), kas visticamāk skaidrojams ar palielināto nobiru daudzumu, jo egļu jaunaudzēs stādītie koki aug ciešāk, veidojot vairāk slēgtu vainagu, līdz ar to palielinās arī nobiru daudzums.

Tabula 36. ANOSIM (*Analysis of similarities*) R vērtības priežu ārenī. Pētāmās teritorijas šaurlapju ārenī (Nīcā): NN -audze, kur izvākta visa biomasā (ietekmētā platība); NK – līdzīga vecuma kontroles nogabals; NJ – jaunaudze; NVI – pieaugusi audze; NV – pāraugusi audze)

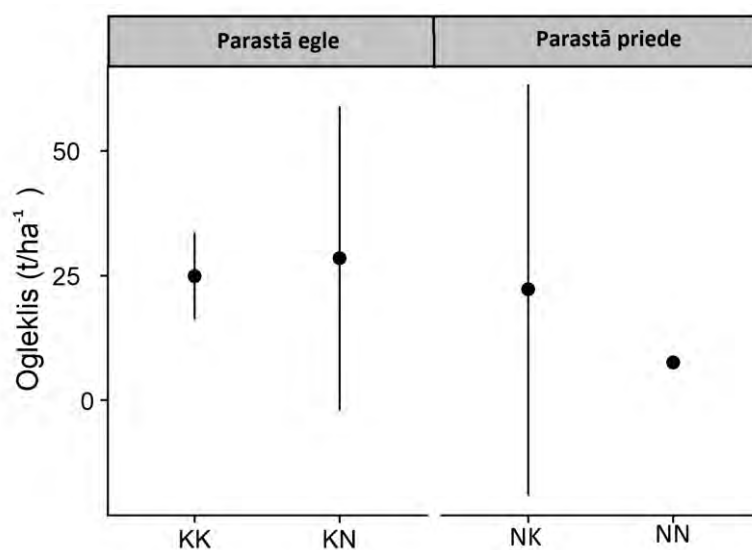
	NK	NJ	NVI	NV
NN	0.2	0.5	0.2	0.3
NK		0.3	0.1	0.4
NJ			0.6	0.8
NVI				0.4

#### Oglekļa uzkrājums augsnē

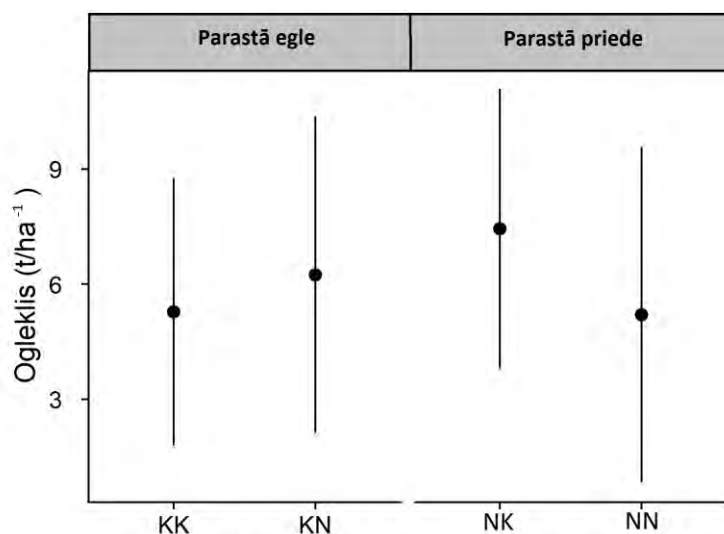
Augsnē uzkrātā oglekļa apjoms nozīmīgi atšķiras gan starp paraugu ņemšanas vietām vienas audzes ietvaros, gan starp audzēm (Attēls 175, Attēls 176). Egļu audzē šaurlapju ārenī, kur veikta visas



biomasas izvākšana, konstatēts nedaudz augstāks oglekļa uzkrājums gan zemsegā, gan augsnē, salīdzinot ar kontroles audzēm, savukārt priežu audzēs sakarībā ir pretēja. Tomēr ne vienā, ne otrā gadījumā konstatētās atšķirības nav statistiski būtiskas.



Attēls 175. Egļu un priežu āreņa augsnē esošā oglekļa daudzums ietekmētajā teritorijā un līdzīga vecuma kontroles audzēs. KK – līdzīga vecuma kontroles nogabals Kalsnavā; KN – audze, kur izvākta visa biomasa (ietekmētā platība Kalsnavā); NK – līdzīga vecuma kontroles nogabals Nīcā; NN – audze, kur izvākta visa biomasa (ietekmētā platība Nīcā)



Attēls 176. Egļu un un priežu āreņa zemsegā esošā oglekļa daudzums ietekmētajā un līdzīga vecuma kontroles audzēs. KK – līdzīga vecuma kontroles nogabals Kalsnavā; KN – audze, kur izvākta visa biomasa (ietekmētā platība Kalsnavā); NK – līdzīga vecuma kontroles nogabals Nīcā; NN – audze, kur izvākta visa biomasa (ietekmētā platība Nīcā)

Par iegūtajiem rezultātiem sagatavots manuskripts “Ground vegetation in drained Norway spruce stand half-a-century after whole-tree harvesting: case study in Latvia”, kas paredzēts iesniegšanai žurnālam **Forests**.

#### Secinājums

Visas koku biomasas izvākšana pēc atjaunošanas cirtes šaurlapju ārenī nav atstājusi ilgtermiņa (~50 gadi) ietekmi uz zemsedzes veģetāciju vai zemsegā un augsnē uzkrātā oglekļa apjomu ne egles, ne priedes audzēs šaurlapju āreņa meža tipā.



## Literatūra

1. Angelstam P., Kuuluvainen T. (2004). Boreal forest disturbances regimes, successional dynamics and landscape structures – a European perspective. *Ecological Bulletins* 51: 117-136.
2. Bakker J. P., Poschod P., Strykstra R. J., Bekker R. M., Thompson K. (1996). Seed banks and seed dispersal: important topics in restoration ecology. *Acta Botanica Neerlandica* 45(4): 461-490.
3. Bušs K. (1981). *Meža ekoloģija un tipoloģija*. Rīga: Zinātne, 68 lpp.
4. Carey M. L. (1980). Whole Tree Harvesting in Sitka Spruce. Possibilities and Implications. *Irish Forestry* 37(1): 48–63.
5. Cronberg N., Wyatt R., Odrzykoski I. J., Andersson K., Cronberg N., Wyatt, R., Odrzykoski I. J. (2005). Genetic Diversity of the Moss *Plagiomnium affine* in Forests of Contrasting Age. *Lindbergia* 30(2): 49–58.
6. Egnell G. (2011). Is the productivity decline in Norway spruce following whole-tree harvesting in the final felling in boreal Sweden permanent or temporary. *Forest Ecology and Management* 261: 148-153.
7. Egnell G., Leijon B. (1997). Effects of different levels of biomass removal in thinning on short term production of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* stands. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 17-26.
8. Forster P. V., Ramaswamy P., Artaxo T., Berntsen R., Betts D.W., Fahey J., Haywood J., Lean D.C., Lowe G., Myhre J., Nganga R., Prinn G., Raga M., Schulz and R. Van Dorland (2007): Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon S. D., Qin M., Manning Z., Chen M., Marquis K.B., Averyt M., Tignor and H.L. Miller (u.c.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
9. Hart S. A., Chen H. Y. (2008). Fire, logging, and overstory affect understory abundance, diversity, and composition in boreal forest. *Ecological Monographs* 78(1): 123-140.
10. Jefferies T. A. 1915. Ecology of the heath grass (*Molinia caerulea*). *Journal of Ecology* 3(2): 93-109.
11. Jonsson B. G., Essen P.-A. (1990). Treefall disturbance maintains high bryophyte diversity in a boreal spruce forest. *Journal of Ecology* 78: 924-936.
12. Kataja-aho S., Fritze H., Haimi J. (2011). Short-term responses of soil decomposer and plant communities to stump harvesting in boreal forests. *Forest Ecology and Management* 262(3): 379–388.
13. Kolstad A. L., Asplund J., Nilsson M.-C., Ohlson M., Nybakken L. (2016). Soil fertility and charcoal as determinants of growth and allocation of secondary plant metabolites in seedlings of European beech and Norway spruce 131: 39-46.
14. Krebs J. C. (2001). *Ecology: The experimental analysis of distribution and abundance*. Fifth edition. San Francisco, California: Benjamin Cummings, an imprint of Addison Wesley Longman, 695.
15. Moffat A., Nisbet T., Nicoll B. (2011). Environmental effects of stump and root harvesting, (September), 1–12.
16. Nilsson M.-C., Wardle D. A. (2005). Understory vegetation as a forest ecosystem driver: evidence from the northern Swedish boreal forest. *Frontiers in Ecology and the Environment* 3(8): 421-428.
17. Nisbet T., Dutch J., Moffat A. (1997). *Harvesting a guide to whole - tree harvesting*. United Kingdom: Crown copyright, 11 pp.

18. Rytter L., Johansson K., Karlsson B., Stener L. G. (2013). Tree species, genetics and regeneration for feedstock in Northern Europe. In Kellomaki, S., Kilpeläinen, A. & Alam, (eds). *Forest BioEnergy Production. Management: Carbon sequestration and adaptation*. Springer, pp. 7-16.
19. Saarsalmi A., Tamminen P., Kukkola M., Hautajärvi R. (2010). Whole-tree harvesting at clear-felling: impact on soil chemistry, needle nutrient concentrations and growth of Scots pine. *Scandinavian Journal of Forest Research* 25: 148-156.
20. Sirén G. (1995). The development of spruce forest on raw humus sites in northern Finland and its ecology. *Acta Forestalia Fennica* 62: 408-465.

## 2.5. Liela mēroga mežizstrādes ietekme

Apakšnodaļa attiecas uz 2.7. darba uzdevumu. Liela izmēra izcirtumi, kādi Latvijā veidojas, izstrādājot vējgāžu, ugunsgrēku, retāk arī biotisko faktoru (piemēram, kaitēkļu vai slimību) ietekmē bojā gājušas kokaudzes, potenciāli varētu atstāt nozīmīgu ietekmi uz meža ekosistēmu. Viens no veidiem, kā šādu ietekmi novērtēt, t.i. raksturot tās apjomu un saglabāšanās ilgumu, ir zemsedzes veģetācijas monitorings un to ietekmējošo faktoru padziļināta analīze.

Apakšnodaļu sagatavoja Ā.Jansons, L.Robalte, R.Čakšs.

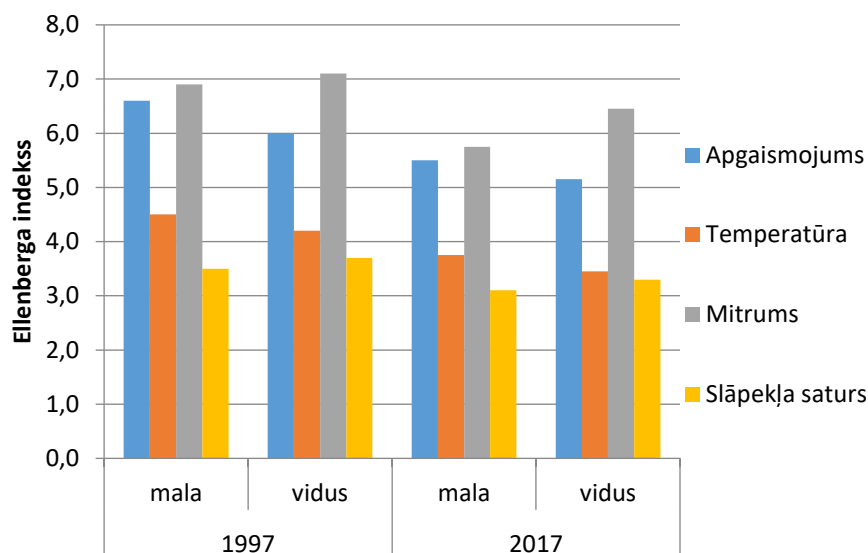
### 2.5.1. Mērījumi Popes un Priedaines objektos

Iepriekšējā gādā ierīkotajos parauglaukumos Popē un Priedainē, kas aprakstīti šī pētījuma 2016. gada pārskatā, saskaņā ar darba uzdevumu tika veikta papildus datu ievākšana, iegūstot sfēriskās fotogrāfijas (Attēls 177), lai raksturotu koku konkurences ietekmi uz zemsedzes veģetāciju. Šajā gadā veikta datu sākotnējā analīze, detalizēta datu analīze tiks veikta nākamajā pētījuma etapā, ietverot to gan plānotajā etapa pārskatā, gan vienā no plānotajām šī pētījuma temata publikācijām.



*Attēls 177. Kokaugu konkurences uz zemsedzes veģetāciju novērtēšanai nepieciešamo datu ieguvei izmantota fotogrāfija*

Sākotnējie rezultāti liecina, ka, izmantojot šādi iegūtos datus kā kovarianti analīzē, tieši tāpat kā sākotnējā analīzē, nav konstatēts, ka lielo izcirtumu malās (līdz 100 m no malas, bet ne pirmajos 20 m) un centrā atšķirtos vides apstākļi, ko indicē zemsedzes augu Ellenberga indeksu vērtības (Attēls 178).



Attēls 178. Ellenberga indeksu vērtības zemsedzes veģetācijai lielajos izcirtumos pēc 1967. gada vētras 1997. (Zālītis, 2006) un 2017. gadā.

Šajā pārskatā nozīmīgākā apraksta daļa veltīta datiem no Kuldīgas objekta (veikta papildus informācijas par zemsedzes veģetāciju ievākšana un analīze) un 2 Slīteres objektiem (veikta sākotnējās informācijas par zemsedzes veģetāciju ievākšana un analīze).

## 2.5.2. Kuldīga

### Objekti un metodika

Kuldīgas novadā pie Ozoliem mežaudzē 2014. gadā veikta kailcirte 31 ha platībā. Dominējošais meža tips teritorijā ir damaksnis (aizņem 80% no kailcirtes platības), pirms izstrādes audzēs dominējošā koku suga ir bijusi priede; 2016. gadā veikta augsnes gatavošana joslās un egles stādīšana. Ņemot vērā reljefa īpatnības, visa platība sadalīta 2 pētījuma objektos, kurus šķir izcirtuma vidū esošs reljefa pazeminājums ar bebru dīķi (Attēls 179). Pirmie parauglaukumu ierīkošanas darbi veikti 2016. gadā, darbus turpinot 2017. gada veģetācijas sezonā (apraksts pētījuma 2016. gada pārskatā).



Attēls 179. Pētījuma teritorija Kuldīgas novadā

Katrā objektā 2017. gadā atlikti 105 nejauši izvietoti punkti, kopā ar iepriekšējā gadā atliktajiem veidojot 210 punktus, kuros izveidoti 1 x 1 m lieli parauglaukumi veģetācijas noteikšanai un pastāvīgo parauglaukumu izveidei. Katrā parauglaukumā noteikts zemsedzes veģetācijas procentuālais segums un pa stāviem atsevišķi izdalīts lakstaugu, sīkkrūmu stāvs un sūnu, ķērpju stāvs. Kokaugus, kas sastopami parauglaukumā, iedalīja augstuma klasēs: 5 – 10 cm, 11 – 50 cm, 51 cm – 1 m, 1 – 2 m, 2 – 3 m.

Parauglaukumā fiksētas arī nobiras un kūla, rēķinot kopā procentos (kūla/nobiras), kā arī atsevišķi uzskaitīta koksne, ja attiecīgajā parauglaukumā tāda bija. Atsevišķi procentuālais segums uzskaitīts arī atsegtas augsnes laukumiem. Katrai sugai aprēķināts vidējais procentuālais segums pētāmajās teritorijās un aprēķināti daudzveidības indeksi.

Lai vizuāli aplūkotu atšķirības, tika izmantota detrendētā korespondences analīze, jeb DCA (*Detrended Correspondence Analysis*) analīze. Tā ir multivariāciju analīze, kas palīdz identificēt galvenos faktoros vai gradientus lielā sugu datu matricā.

legūtajiem veģetācijas datiem aprēķināts vidējais procentuālais segums katrai sugai atsevišķā teritorijā. Tā, kā katram pētāmajam parauglaukumam ir zināmas koordinātas un pēc kartogrāfiskiem materiāliem var noteikt blakus esošo mežaudžu attālumu no parauglaukumiem, programmā R 3.2.4 (ar funkciju *adonis2*) veikta permutāciju multivariācijas analīze (*perMANOVA*).

### Rezultāti

Konstatēts, ka starp abām pētāmajām cirsma daļām (objektiem) veģetācija būtiski atšķīrās ( $p < 0.001$ ). Kopējais vaskulāro augu segums gan 1. objektā, gan 2. objektā bija vienlīdzīgs (121.0 % un 123.2 %) (Tabula 37). Abos objektos pārsvars bija lakstaugiem un sīkrūmiem. Sūnu un ķērpju 2. objektā bija ievērojami mazāk (29.5 %) salīdzinājumā ar 1. objektu (52.8 %), kas visticamāk skaidrojams ar palielināto nobiru un kūlas daudzumu (42.0%), kas veicina mitruma saglabāšanos un rada pārāk lielu noēnojumu, līdz ar to sūnu sugas izzūd (Startsev et al. 2008).

Tabula 37. Šenona un Simpsona daudzveidības indeksi aprēķināti zemsedzes segumam kailcirtē katram objektam atsevišķi (1. objekts: reljefa pazeminājuma vieta; 2. objekts: reljefa paaugstinājums). (N-parauglaukumu skaits).

	1. objekts (N=105)	2. objekts (N=105)
Šenona indekss	1.05	1.72
Simpsona indekss	0.45	0.69
Kopējais procentuālais segums (%)	121.0	123.2
Lakstaugu, sīkrūmu kopējais segums (%)	68.2	93.6
Sūnu, ķērpju kopējais segums (%)	52.8	29.5
Kailā augsne (%)	9.4	4.4
Kūla un nobiras (%)	12.3	42.0
Atmirusī koksne (%)	4.2	0
Kokaugu daudzums (skaits)	2.1	1.6

Sūnu sugu daudzveidība (sugu skaits) abos objektos ir salīdzinoši liela (attiecīgi 40 un 25 sugas), taču to segums ir niecīgs, kas liecina par mainīgiem augšanas apstākļiem, kuru ietekmē ieviešas dažādas sugas, kas attiecīgajam meža tipam nav raksturīgas, kā, piemēram, lielā samtīte *Bryum pseudotriquetrum*, mīkstā dumbrene *Calliagon cordifolium* un zeligera hercogīte *Herzogiella seligeri*, kas pārsvarā sastopamas mitrākos mežos, kur ir kritālas (Strazdiņa u.c. 2012). Sūnu samazinātais segums atspoguļojas arī procentuālajos segumos. Dominējošās sūnu sugas objektos bija Šrēbera rūšaine *Pleurozium schreberi* un spīdīgā stāvaine *Hylocomium splendens*, kam abās teritorijās bija zems procentuālais segums: 1. objektā abām sugām 9.6 %, bet 2. objektā 4.4% un 0.3 % (Tabula 38), kas visticamāk trīs gadu laikā kopš kailcirtes ir samazinājies. Turklāt visa 1. objekta platība neatbilda vienam meža tipam, jo lielākajā daļā teritorijas dominēja sfagnu sugas un no lakstaugiem un sīkrūmiem bija sastopamas tādas sugas kā makstainā spilve *Eriophorum vaginatum* (3.1 %), polijlapu andromeda *Andromeda polifolia* (0.2%), lielā dzērvene *Oxycoccus palustris* (0.5%) un zilenes *Vaccinium uliginosum* (7.4%) (Attēls 180). Teritorijas apsekošanas laikā varēja novērot to, ka liela daļa sfagnu un melleņu ir gājuši bojā (Attēls 181, Attēls 182)

un visticamāk, ka nākamajā monitoringa uzskaites periodā šīs sugas būs vēl vairāk samazinājušās (Palviainen et al. 2005).

Tabula 38. Biežāk sastopamo augu sugu saraksts un procentuālais segums (%) pētāmajā mežaudzē. (1. objekts: reljefa pazeminājuma vieta; 2. objekts: reljefa paaugstinājums). (N-parauglaurumu skaits).

Sugu saraksts	Sugu saīsinājums	1. teritorija	2. teritorija
<b>Vaskulāro augu sugas (%)</b>			
<i>Agrostis tenuis</i> / parastā smilga	Agrtēn	0.3	13.7
<i>Andromeda polifolia</i> / polijlapu andromeda	Andpol	0.2	0
<i>Anthoxanthum odoratum</i> / parastā smaržzāle	Antodo	0	1.5
<i>Calamagrostis canescens</i> / purvāja ciesa	Calcan	0	4.5
<i>Calamagrostis epigeios</i> / slotiņu ciesa	Calepi	0.7	16.5
<i>Calluna vulgaris</i> / sila virsis	Calvul	3.0	0.9
<i>Carex cinerea</i> / iesirmais grīslis	Carcin	2.3	0.0
<i>Carex leporina</i> / zaķu grīslis	Carlep	0.1	0.7
<i>Carex nigra</i> / dzelzsāle	Carnig	2.1	0.6
<i>Carex pallescens</i> / bālganais grīslis	Carpal	0.2	0.7
<i>Carex pilulifera</i> / lodvārpu grīslis	Carpil	0.7	1.1
<i>Carex rostrata</i> / uzpūstais grīslis	Carros	0.1	0.4
<i>Deschampsia caespitosa</i> / parastā ciņusmilga	Descae	0.5	1.3
<i>Deschampsia flexuosa</i> / liektā ciņusmilga	Desfle	10.3	8.8
<i>Epilobium sp.</i> / kazroze	Episp.	0.0	0.4
<i>Equisetum sylvaticum</i> / meža kosa	Equsyl	0.2	0.3
<i>Eriophorum vaginatum</i> / makstainā spilve	Erivag	3.1	0.0
<i>Festuca pratense</i> / pļavas auzene	Fespra	0.0	0.5
<i>Festuca rubra</i> / sarkanā auzene	Fesrub	0.0	0.5
<i>Fragaria vesca</i> / meža zemene	Fraves	0.0	0.6
<i>Gallium palustre</i> / purva madara	Galpal	0.0	0.4
<i>Helictotrichon pubescens</i> / pūkainā pļavauzīte	Helpub	0.3	0.0
<i>Holcus lanatus</i> / villainā meduszāle	Hollan	0.0	3.7
<i>Iris pseudacorus</i> / purva skalbe	Iriipse	0.3	0.0
<i>Juncus conglomeratus</i> /	Juncon	0.3	2.4

Sugu saraksts	Sugu saīsinājums	1. teritorija	2. teritorija
kamolu donis			
<i>Juncus effusus</i> / izplestais donis	Juneff	0.3	3.2
<i>Juncus filiformis</i> / pavedienu donis	Junfil	0.0	0.4
<i>Ledum palustre</i> / purva vaivariņš	Ledpal	1.4	0.0
<i>Luzula pilosa</i> / pūkainā zemzālite	Luzpil	0.3	3.2
<i>Lysimachia vulgaris</i> / parastā zeltene	Lysvul	0.1	0.7
<i>Maianthemum bifolium</i> / divlapu žagatiņa	Maibif	0.2	1.1
<i>Melampyrum pratense</i> / pļavas nārbulis	Melpra	0.3	0.2
<i>Moehringia trinervia</i> / trejdzīslu meringija	Moetri	0.0	0.3
<i>Molinia caerulea</i> / zilganā molīnija	Molcae	10.8	2.4
<i>Oxalis acetosella</i> / meža zaķskābene	Oxaace	0.1	0.6
<i>Oxycoccus palustris</i> / lielā dzērvene	Oxypal	0.5	0.0
<i>Potentilla erecta</i> / stāvais retējs	Potere	0.1	1.4
<i>Prunella vulgaris</i> / parastā brūngalvīte	Pruvul	0.0	0.6
<i>Pteridium aquilinum</i> / parastā ērgļpārde	Pteaqu	4.5	2.7
<i>Ranunculus repens</i> / ložņu gundega	Ranacr	0.0	1.2
<i>Rubus idaeus</i> / meža avene	Rubida	0.5	3.6
<i>Rumex acetosella</i> / mazā skābene	Rumace	0.0	0.2
<i>Stellaria graminea</i> / zāļlapu virza	Stegra	0.0	0.8
<i>Trientalis europea</i> / eiropas septiņstarīte	Trieur	1.1	1.6
<i>Vaccinium myrtillus</i> / parastā melle	Vacmyr	4.7	0.6
<i>Vaccinium uliginosum</i> / zilene	Vaculi	7.4	0.2
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> / parastā brūklene	Vacvit	10.4	0.3
<i>Veronica chamaedrys</i> / birztales veronika	Vercha	0.0	0.8
<b>Sūnu un ķērpju sugas (%)</b>			
<i>Aulacomnium palustre</i> / purva krokvācelīte	Aulpal	3.9	0.6
<i>Atrichum undulatum</i> / vilņaiņā lācīte	Atrund	0.2	3.2
<i>Bryum pseudotriquetrum</i> / lielā samtīte	Brypse	0.4	0.6
<i>Calliergon cordifolium</i> / mīkstā dumbrene	Calcor	0.2	2.9
<i>Ditrichum flexicaule</i> /	Ditfle	2.0	2.7



Sugu saraksts	Sugu saīsinājums	1. teritorija	2. teritorija
trauslā matzobe			
<i>Dicranum polysetum</i> / viļņainā divzobe	Dicpol	5.2	0.1
<i>Dicranum scoparium</i> / slotiņu divzobe	Dicsco	0.7	0.2
<i>Eurhynchium angustirete</i> / platlapu knābīte	Eurang	0.1	1.9
<i>Hylocomium splendens</i> / spīdīgā stāvaine	Hylspl	9.6	0.3
<i>Pleurozium schreberi</i> / Šrēbera rūšaine	Plesch	9.6	4.4
<i>Polytrichum commune</i> / parastais dzegužlins	Polcom	4.3	1.8
<i>Plagiomnium affine</i> / sausienes skrajlape	Plaaff	0.0	0.7
<i>Plagiomnium elipticum</i> / dumbra skrajlape	Plaeli	0.0	1.9
<i>Rhytidadelphus squarrosus</i> / parastā spuraine	Rhysqu	0.0	4.5
<i>Rhizomnium pseudopunctatum</i> / parastā punktlape	Rhipse	0.0	0.5
<i>Sphagnum angustifolium</i> / šaurlapu sfagns	Sphang	0.4	0.0
<i>Sphagnum capillifolium</i> / smaillapu sfagns	Sphcap	5.4	0.0
<i>Sphagnum girgensohnii</i> / Girgenzona sfagns	Sphgir	8.7	0.9
<i>Sphagnum magallanicum</i> / Magelāna sfagns	Sphmag	0.6	0.0



Attēls 180. Pētījuma 1. teritorijas (reljefa pazeminātā teritorija) purvainā daļa Kuldīgas novadā





Attēls 181. Pētījuma 1. teritorijas (reljefa pazeminātā teritorija) purvainā daļa Kuldīgas novadā, kur novērojama sfagnu iznīkšana



Attēls 182. Pētījuma 1. teritorijas (reljefa pazeminātā teritorija) purvainā daļa Kuldīgas novadā, kur ievērojamā daudzumā gājuši bojā melleņu rameti

Ne tikai sūnu sugas, bet arī atsevišķas lakstaugu un sīkrūmu sugas, kā, piemēram, parastā melleņu *Vaccinium myrtillus*, parastā brūklene *Vaccinium vitis-idaea*, parastā ērglpaparde *Pteridium aquilinum*, un liektā ciņusmilga *Deschampsia flexuosa* liecina par to, ka 1. un 2. objektā meža tips visticamāk bijis mētrājs vai lāns (Tabula 38). Iepriekš uzskaitītās sugas attiecīgajam meža tipam bija diezgan neraksturīgā daudzumā, kā arī 1. objektā šo sugu bija vairāk nekā 2. objektā. 2. objektā bija sastopamas mežam neraksturīgas graudzāļu sugas, kā, piemēram, purvāja ciesa *Calamagrostis canescens* (4.5%) un slotiņu ciesa *Calamagrostis epigeios* (16.5%), kas 1. objektā bija vien 0.7% (Attēls 183). Šīs ir straujas un agresīvas izplatības sugas (Baasch et al. 2011), ko var novērot arī pēc to seguma. Turpretim zilganā molīnija *Molinia caerulea*, kas arī pieder pie līdzīgas izplatības tipa sugām kā iepriekš uzskaitītās cieras, vairāk bija sastopama 1. objektā (10.8 %) nekā 2. objektā (2.4 %). Molīnijas labāk ieviešas un izplatās mitrākās augsnēs, tāpēc arī to segums ir lielāks 1. objektā. Cieras un molīnijas nebija vienīgās sugas, kas nav tipiskas attiecīgajam meža tipam. Abās teritorijās ievērojamā skaitā bija sastopamas sugas, kas raksturīgas zālāju biotopiem, kā, piemēram, grīšļu *Carex* ģints sugas, sarkanā auzene *Festuca rubra*, pūkainā pļavauzīte *Helictotrichon pubescens*, villainā meduszāle *Holcus lanatus*, parastā brūngalvīte *Prunella vulgaris*, parastā smaržzāle *Anthoxanthum odoratum* un citas sugas.

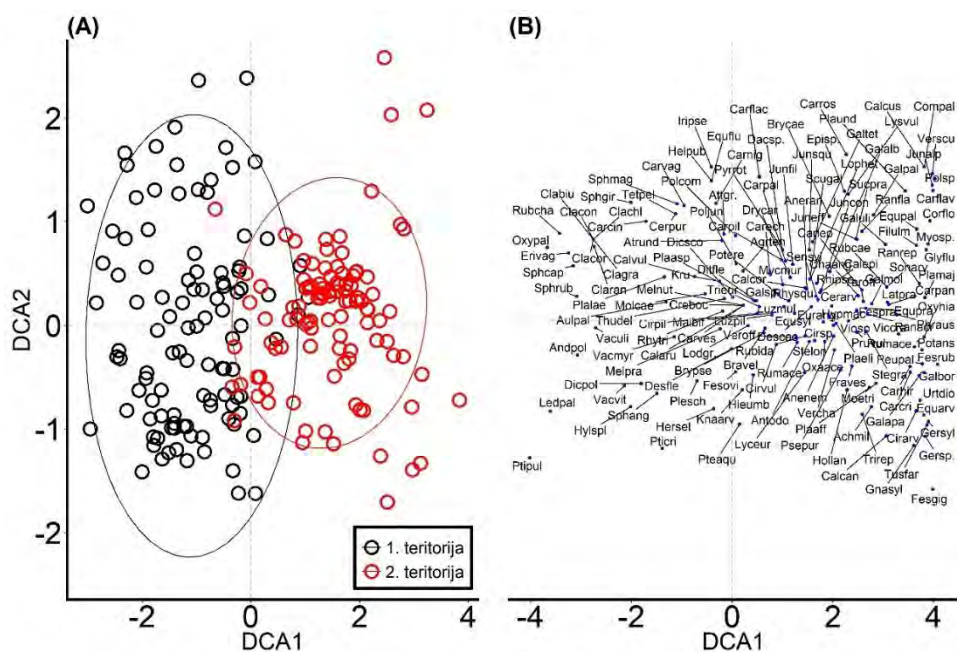


Attēls 183. Pētījuma 2. teritorija (reljefa paaugstinājums) Kuldīgas novadā

Sugu daudzveidība, ko raksturo Šenona-Vīnera indekss, 2. objektā bija lielāks (1.72) nekā 1. objektā (1.05) (Tabula 37), kas norāda to, ka šajā teritorijā ir lielāks sugu skaits un tās izplatījušās vienmērīgāk pa visu teritoriju. Tas varētu būt skaidrojams ar vienmērīgākiem augšanas apstākļiem un mazāku mitruma daudzumu, līdz ar to augšanas apstākļi tur ir vairāk piemēroti dažādu sugu attīstībai. Arī Simpsona sugu daudzveidības un vienlīdzības indekss 2. objektā bija lielāks (Tabula 37), kas norāda to, ka apsekotajos parauglaukumos ir liela kādas sugas vai vairāku sugu dominance.

Izteikta atšķirība starp abām teritorijām parādās arī DCA analīzes rezultātos (Attēls 184), kur ir redzama izteikta grupēšanās, norādot uz atšķirīgo sugu sastāvu un augšanas apstākļiem. Spriežot pēc sugu sastāva un novietojuma, uz analīzes pirmās ass (DCA1) ir mitrums, kur ass sākuma daļā atrodas mitrus augšanas apstākļus apdzīvojošas sugas, kā, piemēram, smaillapu sfagns *Sphagnum capillifolium*, lielā dzērvene *Oxycoccus palustris* un makstainā spilve *Eriophorum vaginatum*. Ass vērtībām pieaugot, sastopamas sausāku augtņu sugas (sarkanā auzene *Festuca rubra*, zāļlapu virza *Stellaria graminea* un parastais pelašķis *Achillea millefolium*). Iespējams, otrā ass (DCA2) uzrāda gradientu teritorijas auglīgumam, jo pie ass mazākajām vērtībām ir novērojamas sugas, kas aug nabadzīgākos augšanos apstākļos, kā, piemēram, parastā brūklene *Vaccinium vitis-idaea* un parastā mellene *Vaccinium myrtillus*. Pieaugot ass vērtībām, sastopamas tādas sugas kā purva skalbe *Iris pseudacorus*. Bet, tā kā pašlaik pētījuma objektos augšanas apstākļi un sugu sastāvs strauji mainās, ir grūti spriest par augšanu ietekmējošiem faktoriem. Triju gadu laikā kopš kailcirtes veikšanas ir krasi mainījušies iepriekšējie augšanu ietekmējošie faktori, piemēram, gaismas daudzums, auglīgums un mitrums, jo atstātās kritālas sadaloties izmaina minerālelementu daudzumu un smagās tehnikas iebraukātās rīses ietekmē mitruma līmeni (Keenan un Kimmins 1993).





Attēls 184. Parauglaukumu zemsedzes veģetācijas DCA (Detrended Correspondence Analysis) ordinācija pētāmajās teritorijās (1. objekts: reljefa pazeminājuma vieta; 2. objekts: reljefa paaugstinājums)

Veicot attāluma variācijas analīzi, nav konstatēta nozīmīga attāluma no meža sienas ietekme uz zemsedzes veģetāciju vērtētajā izcirtumā. Tātad neapstiprinās hipotēze, ka izcirtuma platībai būtu ietekme uz mikrovides parametru izmaiņām.

### 2.5.3. Slītere

#### Objekti un metodika

Dati ievākti 1992. gada meža ugunsgrēka skartā teritorijā, kas sadalīta 2 objektos: Slīteres nacionālajā parkā esošajā daļā un blakus esošajos saimnieciskajos mežos. Bažu purvs atrodas Slīteres Nacionālā parka ZR daļā, un to veido kangaru – vīgu komplekss ar pārejas purviem un slīkšņām, un tā tuvumā esošie meži, kur galvenokārt dominē sils (Sl), mētrājs (Mr), slapjais mētrājs (Mrs), slapjais damaksnis (Dms), purvājs (Pv), niedrājs (Nd), dumbrājs (Db) un šaurlapju kūdrēns (Ks) (Strazdiņa 2015).

1992. gada vasarā Bažu purvā un tā tuvumā esošajos mežos izcēlās ugunsgrēks, kā rezultātā nodega aptuveni 3300 ha liela teritorija. Ugunsgrēks, kas ilga 49 dienas, atstāja lielu ietekmi uz Bažu purvu ekosistēmu un tam blakus esošajiem biotopiem. Tādas vietas kā purvainie meži, pārejas purvi un vīgas ar zāļu purviem cieta mazāk. Skrejuguns, kas skāra kangarus un sausos priežu mežus, tiem nodarīja lielu postījumu, kā rezultātā atmirušo koku daudzums palielinājās līdz pat 65% (Strazdiņa 2015). Saskaņā ar 1996.gada taksācijas datiem, Slīteres Nacionālā parka teritorijā pēc ugunsgrēka izcirta 34 ha. Arī izdegušajos saimnieciskajos mežos veica kailcirti, bet 1993.gada vasarā deguma teritorijā tika veikti stādīšanas darbi.

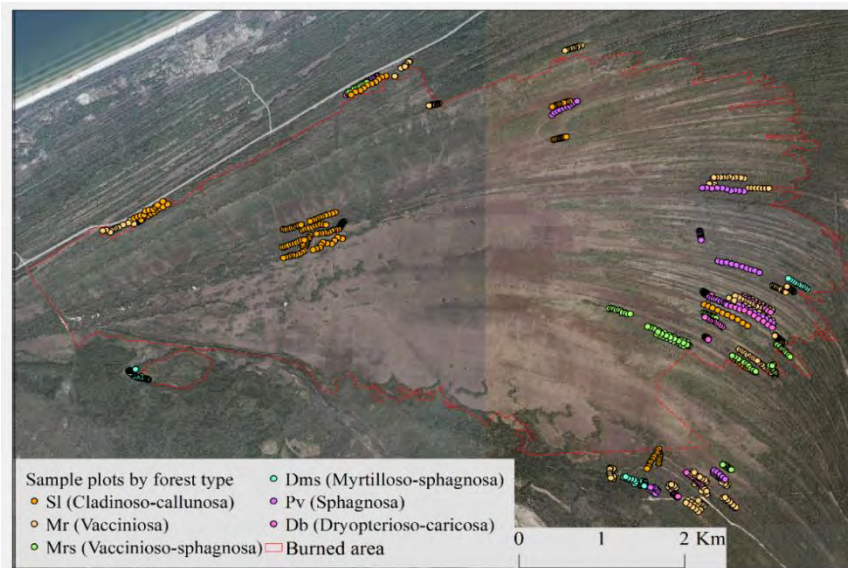
Datu ievākšana norisinājās 2017.gada vasarā Slīteres Nacionālā parka un blakus esošo saimniecisko mežu teritorijā. Kopā tika izveidoti 644 parauglaukumi septiņos meža tipos (Tabula 39).

Tabula 39. Parauglaukumu izvietojums Slīteres objektos

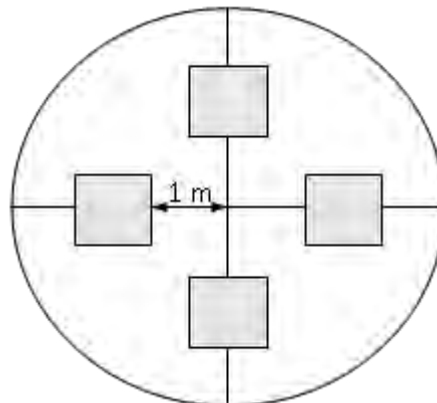
Meža tips	Slīteres nacionālais parks		Saimnieciskais mežs	Kopā
	Kailcirte, dabiskā atjaunošanās	Dabiskā atjaunošanās	Kailcirte (stādīšana)	
Sils (Sl)	40	40	40	120
Mētrājs (Mr)	40	40	40	120

Meža tips	Slīteres nacionālais parks		Saimnieciskais mežs	Kopā
	Kailcirte, dabiskā atjaunošanās	Dabiskā atjaunošanās	Kailcirte (stādīšana)	
Slapjais mētrājs (Mrs)	40	-	-	40
Slapjais damaksnis (Dms)	40	40	40	120
Purvājs (Pv)	40	40	40	120
Niedrājs (Nd)	-	40	-	40
Dumbrājs (Db)	-	40	40	80

Nejauši izvēlētos nogabalos katrā no 3 kategorijām sistemātiskā tīklā tika izvietoti punkti un katrā no tiem ierīkoti četri 1x1 m lieli veģetācijas parauglaukumi (Attēls 185, Attēls 186).



Attēls 185. Nogabalu un parauglaukumu centru (punktu) izvietojums 1992. gada meža ugunsgrēka skartajā teritorijā



Attēls 186. Veģetācijas uzskaites laukumu izvietojuma shēma katrā no punktiem

Katrā parauglaukumā noteica esošās vaskulāro augu, sūnu un ķērpju sugas, un to procentuālo (%) segumu pa stāviem, līdz 1 m augstus kokus ieskaitot sīkrūmu stāvā.

Sugu daudzveidības un izplatības vienmērīguma raksturošanai izmantoti Šenona un Simpsona indeksi (aprēķinā izmantojot sugu procentuālos segumus).

Zemsedzes veģetācijas sugu atšķirību būtiskums novērtēts ar ANOSIM statistikas testu programmā R, *vegan* papildus paketi (Oksanen et al., 2015; R Core Team, 2017).

Katra meža tipa un apsaimniekošanas veida indikatorsugas, kā arī dominējošās sugas izveidotajos parauglaukumos noteiktas ar PC – ORD indikatorsugu analīzes metodi (Dufrêne and Legendre's 1997).

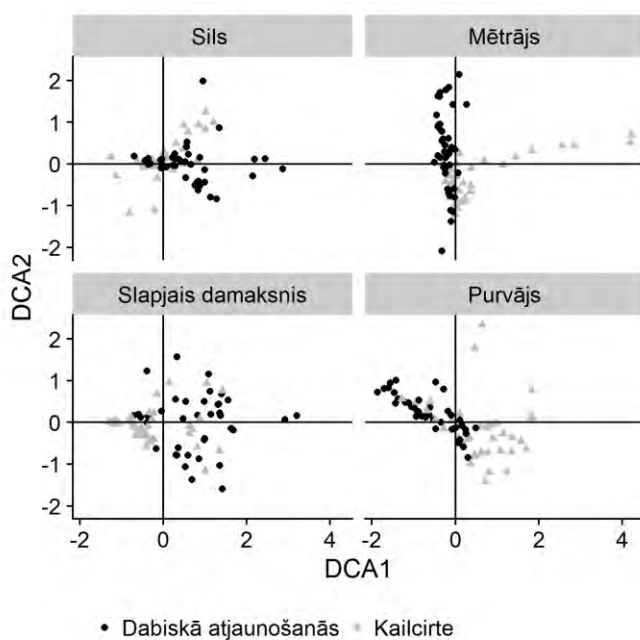
## Rezultāti

ANOSIM testi uzrādīja statistiski būtiskas veģetācijas procentuālo segumu atšķirības starp dažādiem apsaimniekošanas veidiem Slīteres Nacionālajā parkā, kā arī starp kailcirtēm saimnieciskajos mežos un Slīteres Nacionālajā parkā (Tabula 40).

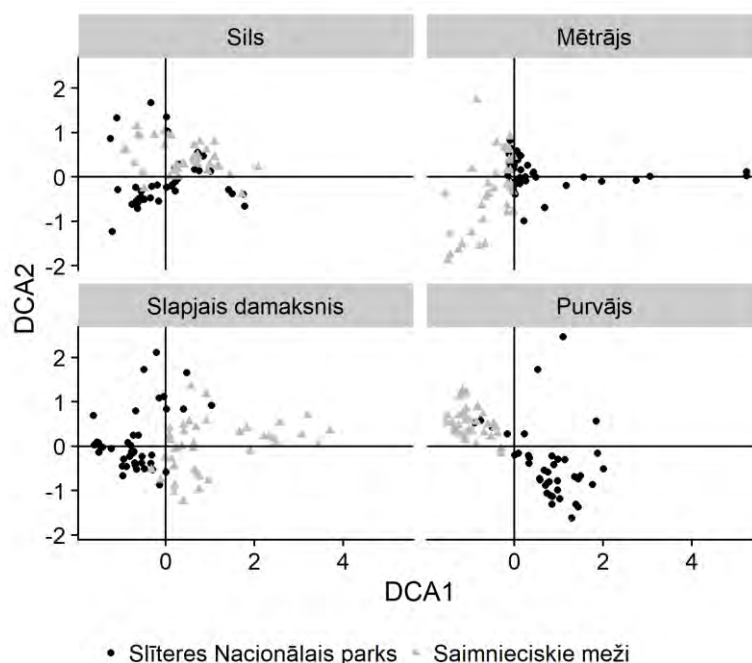
Tabula 40. ANOSIM statistikas testā iegūtās p-vērtības Slīteres Nacionālā parka teritorijā

Meža tipi	Slīteres Nacionālais parks		Kailcirte	
	Kailcirte, dabiskā atjaunošanās	Dabiskā atjaunošanās	Slīteres Nacionālais parks	Saimnieciskie meži
	p vērtības			
Sils (SI)		0.0017		<0.0001
Mētrājs (Mr)		<0.0001		<0.0001
Slapjais damaksnis (Dms)		<0.0001		<0.0001
Purvājs (Pv)		<0.0001		<0.0001

DCA ordinācijas analīze parāda, ka kailcirtes veikšanai pēc meža ugunsgrēka bijusi nozīmīga ietekme uz zemsedzes veģetāciju platībās ar dabisko atjaunošanos purvājā, savukārt lēmuma par atjaunošanas veidu pēc kailcirtes būtiska ietekme bijusi mētrājā, slapjajā damaksnī un purvājā (Attēls 187, Attēls 188).



Attēls 187. Sugu (%) seguma grupēšanās Slīteres Nacionālajā parkā dabiskajā atjaunošanā pēc kailcirtes un dabiskajā atjaunošanā



Attēls 188. Sugu (%) seguma grupēšanās pēc kailcirtes Slīteres Nacionālajā parkā un saimnieciskajos mežos

Sausieņu meža tipos - gan silā, gan mētrājā - augstākā sugu izplatība un daudzveidība ir pēc dabiskās atjaunošanās (Tabula 41).

Slapjajā mētrājā (Mrs) iegūtie rezultāti uzrādīja vienu no augstākajiem indeksiem gan sugu izplatības (2.32), gan sugu daudzveidības ziņā (0.15). Slapjajā damaksnī (Dms) saimnieciskajos mežos sugu izplatības vienmērīgums pēc kailcirtes atbilstoši Šenona indeksam ir lielāks nekā Slīteres Nacionālajā parkā pēc kailcirtes. Simpsona indekss savukārt rāda, ka sugu daudzveidība ir lielāka gan Slīteres Nacionālajā parkā pēc dabiskās atjaunošanās, gan pēc kailcirtes saimnieciskajos mežos (abos 0.15).

Purvājā (Pv) lielākais sugu izplatības vienmērīgums ir pēc kailcirtes veikšanas Slīteres Nacionālajā parkā (2.42) un saimnieciskajos mežos (2.11), attiecīgi arī sugu daudzveidība ir lielāka Slīteres Nacionālajā parkā pēc kailcirtes. Niedrāja (Nd) indeksus varēja novērtēt tikai pēc dabiskās atjaunošanās, salīdzinot ar purvāju, niedrājs pēc dabiskās atjaunošanās uzrādīja zemāku sugu izplatību, kā arī mazāku sugu daudzveidību nekā purvājs.

Dumbrāja (Db) sugu izplatību un daudzveidību varēja novērtēt saimnieciskajos mežos un Slīteres Nacionālajā parkā pēc dabiskās atjaunošanās. Dumbrājs (Db) uzrādīja viszemāko sugu daudzveidības indeksu (0.09) saimnieciskajos mežos, kā arī lielāko sugu izplatības vienmērīgumu (2.83), salīdzinot gan ar dabisko atjaunošanos dumbrājā (Db), gan ar pārējiem meža tipiem.

Tabula 41. Šenona / Simpsona daudzveidības indeksi objektos Slīteres Nacionālā parka teritorijā

Šenona / Simpsona indeksi ( <i>Shannon / Simpson diversity index</i> ) deguma teritorijās			
Meža tips	SNP kailcirte, dabiskā atjaunošanās	SNP dabiskā atjaunošanās	Saimnieciskie meži
Sils	1.52/ 0.33	1.89/ 0.23	1.84/ 0.27
Mētrājs	1.77/ 0.26	1.79/ 0.23	1.66/ 0.25
Slapjais mētrājs	2.32/ 0.15	-	-
Slapjais damaksnis	1.89/ 0.22	2.23/ 0.15	2.40/ 0.15

Purvājs	2.42/ 0.12	1.99/ 0.20	2.11/ 0.16
Niedrājs	-	2.37/ 0.14	-
Dumbrājs	-	2.33/ 0.18	2.83/ 0.09

Pēc kailcirtes silā (Sl) Slīteres Nacionālā parkā indikatorsugas ir *Calamagrostis epigeios* (p=0.04), *Hieracium umbellatum* (p=0.05), *Melampyrum pratense* (p=0.0001), no sūnām *Bryum sp.* (p=0.04), *Dicranum polysetum* (p=0.02) un *Polytrichum commune* (p=0.0008), savukārt no ķērpjiem *Cladonia deformis* (p=0.003) un *Cladonia furcata* (p=0.001). Dominējošās suga ir *Calluna vulgaris*, kas aizņēma 52% no visiem izveidotajiem parauglaukumiem. Pēc dabiskās atjaunošanās indikatorsugas silā ir *Carex arenaria* (p=0.0008), *Ledum palustre* (p=0.004), *Pinus sylvestris* (p=0.0001), *Rubus chamaemorus* (p=0.04), *Vaccinium myrtillus* (p=0.0003), *Vaccinium vitis – idea* (p=0.0001), no sūnām *Aulacomnium palustre* (p=0.002) un *Dicranum scoparium* (p=0.0001), bet no ķērpjiem *Cladonia arbuscula* (p=0.0001), *Cladonia rangiferina* (p=0.0001) un *Cladonia stellaris* (p=0.0003). Dominējošās sugas parauglaukumos ir *Vaccinium vitis-idaea*, 63%, *Pinus sylvestris* 50 % un *Dicranum scoparium* 83 %. Indikatorsugas saimnieciskajos mežos ir *Calluna vulgaris* (p=0.03), *Hieracium umbellatum* (p=0.0002) un *Luzula multiflora* (p=0.04), no sūnām *Bryum sp.*(p=0.0001), *Dicranum polysetum* (p=0.003) un *Polytrichum commune* (p=0.01) Salīdzinot ar Slīteres Nacionālo parku, saimnieciskajos mežos pēc kailcirtes kā indikatorsugas ir sastopams lielāks ķērpju sugu skaits; *Cladonia deformis* (p=0.0001), *Cladonia floecana* (p=0.001), *Cladonia furcata* (p=0.0001) un *Cladonia verticillata* (p=0.0006). Savukārt kā dominējošās sugas saimnieciskajos mežos ir *Calluna vulgaris* 54%, *Cladonia furcata* 70% un *Cladonia deformis* 78%, kas aizņēma vairāk nekā 50% no izveidotajiem parauglaukumiem.

Mētrājā pēc kailcirtes Slīteres Nacionālajā parkā kā indikatorsugas ir *Calluna vulgaris* (p=0.001), *Deschampsia caespitosa* (p=0.001), *Empetrum nigrum* (p=0.007) *Festuca ovina* (p=0.0005) un *Pteridium aquilinum* (p=0.004). No sūnām *Hylocomnium splendens* (p=0.02) un *Polytrichum commune* (p=0.05), bet no ķērpju sugām *Cladonia furcata* (p=0.002). Kā dominējošā suga ir *Calluna vulgaris*, kas aizņēma 57% no zemsedzes seguma. Pēc dabiskās atjaunošanās mētrājā indikatorsugas ir divas lakstaugu sugas *Ledum palustre* (p=0.0006) un *Vaccinium myrtillus* (p=0.0001), no sūnām *Aulacomnium palustre* (p=0.0001), bet no ķērpjiem *Cladonia deformis* (0.001). Savukārt *Vaccinium myrtillus* ir dominējošā suga pēc dabiskās atjaunošanās, kas aizņēma 70%. no kopējā zemsedzes seguma. Saimnieciskajos mežos mētrājā kā indikatorsugas trīs sugas, divas sūnu sugas *Dicranum polysetum* (p=0.007), *Polytrichum commune* (p=0.0001). un viena ķērpju suga; *Cladonia arbuscula* (p=0.0001). Dominējošā suga ir *Calluna vulgaris*, kas aizņēma 42.2 % no kopējā zemsedzes seguma ierīkotajos parauglaukumos mētrāja saimnieciskajos mežos. Slapjajā damaksnī (Dms) pēc kailcirtes Slīteres Nacionālajā parkā indikatorsugas ir *Betula pendula* (p=0.002), *Eriophorum vaginatum* (p= 0.005) un *Lysimachia vulgaris* (p= 0.03), no sūnām *Aulacomnium palustre* (p=0.05), *Pleurozium schreberi* (p= 0.05) un *Sphagnum girgensohnii* (p=0.0001). Dominējošās sugas ierīkotajos parauglaukumos ir *Betula pendula*, kas pārklāja 62.6 % no ierīkotajiem parauglaukumiem. Pēc dabiskās atjaunošanās indikatorsugas ir *Maianthrum bifolium* (p=0.0006), *Vaccinium uliginosum* (p=0.04) un *Vaccinium vitis-idaea* (p=0.0006), no sūnām *Polytrichum commune* (p=0.0001) un *Sphagnum magellanicum* (p=0.04). Kā dominējošā lakstaugu suga ir *Vaccinium vitis-idaea*, kas aizņēma 57.2 %, no ierīkotajiem parauglaukumiem slapjajā damaksnī (Dms). Savukārt saimnieciskajos mežos indikatorsugas ir *Agrostis tenuis* (p=0.03), *Betula pendula* (0.0001), *Calamagrostis canescens* (p=0.03), *Eriophorum vaginatum* (0.0001), *Fragula alnus* (0.03), *Galium rivale* (0.002), *Lysimachia*



*vulgaris* ( $p=0.0001$ ), *Peucedanum palustre* ( $p=0.0002$ ) un *Potentilla erecta* ( $p=0.04$ ). Tomēr kā dominējošā suga ierīkotajos parauglaukumos ir *Betula pendula*, kas atradās 82.6 % no ierīkotajiem parauglaukumiem. Pēc kailcirtes purvājā (Pv) Slīteres Nacionālajā parkā indikatorsugas ir *Andromeda polifolia* ( $p=0.002$ ), *Betula pendula* ( $p=0.0001$ ), *Salix sp.* ( $p=0.007$ ) no sūnām *Polytrichum commune* ( $p=0.0002$ ) un *Sphagnum riparium* ( $p=0.02$ ). Bet kā dominējošā suga ir *Betula pendula*, kas aizņēma 64,9 % no ierīkotajiem parauglaukumiem. Pēc dabiskās atjaunošanās purvājā (Pv) indikatorsugas ir *Poa palustris* ( $p=0.001$ ), *Vaccinium uliginosum* ( $p=0.01$ ), *Vaccinium vitis-idaea* ( $p=0,01$ ) un divas sfagnu sugas *Sphagnum capillifolium* ( $p=0,04$ ) un *Sphagnum girgensohnii* ( $p=0.004$ ). Tomēr dominējošā suga ir *Sphagnum girgensohnii*, kas pārklāja 53.4 % no kopējā seguma ierīkotajos parauglaukumos. Saimnieciskajos mežos indikatorsugas ir *Andromeda polifolia* ( $p=0.02$ ), *Betula pendula* ( $p= 0.0001$ ), *Calluna vulgaris* ( $p=0.001$ ) un *Vaccinium myrtillus* ( $p=0.0002$ ), no sūnām *Aulacomnium palustre* ( $p=0.0001$ ), *Dicranum polysetum* ( $p=0.0001$ ) un *Pleurozium schreberi* ( $p=0.04$ ). Tomēr visvairāk sastopamā suga saimnieciskajos mežos ir *Betula pendula*, kas aizņēma 68.1 % no kopējā veģetācijas seguma parauglaukumos.

Pēc dabiskās atjaunošanās niedrājā (Nd) kā indikatorsugas ir sastopamas grīšļu un graudzāļu sugas kā *Calamagrostis canescens* ( $p=0.0001$ ), *Carex cespitosa* ( $p=0.002$ ), *Carex nigra* ( $p=0.001$ ), kā arī vairākas lakstaugu sugas kā *Comarum palustre* ( $p=0.0001$ ), *Equisetum palustre* ( $p=0.0001$ ), *Galium palustre* ( $p=0.05$ ), *Galium rivale* ( $p=0.03$ ), *Lathyrus palustris* ( $p=0.01$ ), *Lythrum salicaria* ( $p=0.03$ ), *Peucedanum palustre* ( $p= 0.0001$ ), *Potentilla erecta* ( $p= 0.005$ ), *Salix sp.*( $p= 0.0001$ ), *Thelypteris palustris* ( $p=0.0001$ ) un *Viola sp.*( $0.0006$ ). No sūnām *Sphagnum palustre* ( $p=0.005$ ). Tomēr *Carex nigra* ir dominējošā suga, kas pārklāja 76.5 % no kopējās zemsedzes seguma.

Dumbrājā (Db) indikatorsugas pēc dabiskās atjaunošanās Slīteres Nacionālā parka ir *Calamagrostis canescens* ( $p=0.0001$ ), *Carex flacca* ( $p=0.0001$ ), *Filipendula ulmaria* ( $p=0.0006$ ), *Galium rivale* ( $p=0.01$ ), *Lysimachia vulgaris* ( $p=0.01$ ), *Lythrum salicaria* ( $p=0.03$ ), *Phragmites australis* ( $p=0.01$ ) un viena sūnu suga *Amblystegium serpens* ( $p=0.01$ ). Bet kā dominējošā suga ir *Carex flacca*, kas pārklāja 87.5 % no kopējā veģetācijas seguma ierīkotajos parauglaukumos.

Saimnieciskajos mežos *Betula pendula* ( $p=0.004$ ), *Calamagrostis canescens* ( $p=0.0001$ ), *Deschampsia caespitosa* ( $p=0.0001$ ), *Dryopteris carthusiana* ( $p=0.0001$ ), *Fragula alnus* ( $p=0.0001$ ), *Galium palustre* ( $p=0.005$ ), *Maianthemum bifolium* ( $p=0.0001$ ), *Rubus ideus* ( $p=0.008$ ), *Vaccinium myrtillus* ( $p=0.0003$ ), *Vaccinium vitis idaea* ( $p=0.0003$ ) un viena sūnu suga *Pleurozium schreberi* ( $p=0.003$ ) ir indikatorsugas. Tomēr dominējošā suga ir *Maianthemum bifolium*, kas aizņēma 60.9% no kopēja veģetācijas seguma.

### Secinājums

Kopumā analizētajos pētījumu objektos, kā indikatoru izmantojot zemsedzes veģetācijas augus, nav konstatējama statistiski būtiska izcirtuma platības, kas izteikta kā attālums no palikušās mežaudzes sienas, ietekme uz mikrovides apstākļiem. Savukārt ir konstatējama nozīmīga lēmuma par mežizstrādes veikšanu ietekme, un, ja veikta sanitārā kailcirte, – izvēlētā meža atjaunošanas veida ilgtermiņa ietekme uz zemsedzes veģetāciju. Tādēļ teritorijās, kur galvenais apsaimniekošanas mērķis ir dabas aizsardzība un/vai veģetācijas dabiskās sukcesijas izpēte, pēc liela mēroga dabiskajiem traucējumiem nebūtu rekomendējams veikt sanitārās kailcirtes. Savukārt saimnieciskajos mežos sausienos un āreņos sanitārās kailcirtes platībai nav nozīmīgas ietekmes uz mikrovidi un tās ierobežošana var būt saistīta tikai ar citiem, šajā pētījumā neanalizētiem aspektiem.



### 3. Mežsaimniecības un nodrošinošo meža ekosistēmu pakalpojumu mijiedarbība - nekoksnes produktu pieejamības un kvalitātes izmaiņas

Aktivitāte tiek īstenota divos virzienos: 1) meža nekoksnes produktu ieguves apjoma, vērtības un nozīmīguma novērtēšana; 2) fiziska meža nekoksnes resursu apjoma un kvalitātes novērtēšana parauglaukumos.

Nodaļu sagatavoja Jānis Donis, Agita Treimane, Jānis Baumanis, Inga Straupe, Zane Lībiete, Zane Kalvīte.

#### 3.1. Meža nekoksnes produktu ieguves apjoms, vērtība un nozīmīgums

Apakšnodaļa attiecas uz 3.1.darba uzdevumu.

##### 3.1.1. Sabiedrības aptaujas rezultāti

###### *Materiāls un metodika*

Aptauja par meža nekoksnes produktu ieguves/izmantošanas paradumiem

PĒTĪJUMA VEICĒJS Pētījumu centrs SKDS

ĢENERĀLAIS KOPUMS Latvijas pastāvīgie iedzīvotāji vecumā no 15 līdz 74 gadiem

PLĀNOTĀS IZLASES APJOMS 1036 respondenti (ģenerālajam kopumam reprezentatīva izlase)

SASNIEGTĀS IZLASES APJOMS 1038 respondenti

IZLASES METODE Stratificētā nejaušā izlase

STRATIFIKĀCIJAS PAZĪMES Administratīvi teritoriālā

APTAUJAS VEIKŠANAS METODE Tiešās intervijas respondentu dzīvesvietās

ĢEOGRĀFISKAIS PĀRKLĀJUMS Visi Latvijas reģioni (124 izlases punkti)

APTAUJAS VEIKŠANAS LAIKS No 06.10.2017. līdz 18.10.2017.

Uzdoti jautājumi par sekojošām blokiem:

- Kādas meža veltes un cik daudz ievāca?
- Kāds ir iegūto meža velšu ekonomisks vērtējums?
- Cik tālu devās un kā nokļuva līdz meža velšu ieguves vietai?
- Kādas meža veltes iegādātas un cik par tām samaksāts?
- Demogrāfiskie un sociālekonomiskie jautājumi.

Ar meža veltēm šī pētījuma kontekstā tiek saprastas, savvaļas ogas, sēnes, citi nekoksnes materiāli, kas iegūstami meža zemēs (mežos, izcirtumos, tiem pieguļošajos purvos).

Aprēķinos pieņemts, ka katrs respondenta vērtējums ir neatkarīgs novērojums, t.i., aprēķini veikti kā vienkāršai nejaušai izlasei. Pieņemts, ka ģenerālkopums ir 1455493 Latvijas pastāvīgie iedzīvotāji. Rezultātu tabulās parādīts respondentu īpatsvars, kas izvēlējušies konkrēto atbildi (vid\_%), tā standartkļūda (SE%), uz kādu Latvijas iedzīvotāju skaitu (ģenerālo kopumu) attiecināmi rezultāti (N\_total) un kāda ir to standartkļūda (SE\_total).

## Rezultāti

### legūtās meža veltes meža zemēs un to ieguves iemesli

Pēdējo 12 mēnešu laikā 72.6 ±1.4% respondentu ir ieguvuši kaut viena veida meža veltes. Visbiežāk iegūtās dabas veltes ir sēnes – 62 ±1.5%, savvaļas ogas - 41 ±1.5% un Ziemassvētku eglītes -37.4 ±1.5%. 22 ±1.3% iedzīvotāju 2017.g. ir ieguvuši bērzu/kļavu sulas.

Vairāk nekā 10% respondentu ir ieguvuši savvaļas ārstniecības augus un meijas – attiecīgi 16.3 ±1.1% un 11.9 ±1.1%. Citas dabas veltes ir ieguvuši mazāk nekā 10% no respondentiem.

Tabula 42. Latvijas iedzīvotāju skaits, kas ieguvuši dažādas dabas veltes 2017.g.

Dabas veltes	vid._%	SE%*	N_total	SE_total
Meža, purva savvaļas ogas	41.04	1.53	597341	22223
Lazdu riekstus	2.70	0.50	39262	7319
Sēnes	62.43	1.50	908631	21879
Savvaļas ārstniecības augus	16.28	1.15	236973	16679
Koku (bērzu, kļavu) sulas	22.35	1.29	325313	18820
Floristikas materiālus (ķērpji, sūnas, mētras, čiekuri, dekoratīvi zari u.c.)	8.86	0.88	129003	12840
Dekoratīvi savvaļas augi, puķes	7.32	0.81	106568	11768
Meijas	11.95	1.01	173874	14652
Eglīti Ziemassvētkiem, Jaunajam gadam	37.38	1.50	544057	21857
Citus produktus (pirtsslotas u.c., kas nav malka vai koksne)	6.84	0.78	99557	11404
Esat medijis un ieguvis medījumu	1.54	0.38	22435	5565
Neko no šeit minētā	27.36	1.38	398227	20140
Grūti pateikt	0.39	0.19	5609	2799

SE – standartklūda

Visbiežāk (18.0 ±1.2%) respondenti ir norādījuši, ka ieguvuši 2 dažādu veidu dabas veltes. 49% respondentu ir ieguvuši 1-3 dažādas meža veltes.

13.7% respondentu kā vienu no galvenajiem iemesliem meža velšu ieguvei minēja nepieciešamību papildināt ģimenes (mājsaimniecības) budžetu. Taču visbiežāk kā galvenais iemesls tika minēts "Vēlme iegūt meža veltes tūlītējai patērēšanai" – 44.5% un papildināt ziemas krājumus (40%). Bez tam 43% respondentu uzskata, ka meža velšu ieguve ir atpūta.

### levākto ogu veidi un daudzums

Visbiežāk respondenti nosaukuši mellenes (30.3 ±1.4%), brūklenes (24.5 ±1.3%); dzērvenes (17.0 ±1.2%) un meža zemenes (11.8 ±1%), kā arī meža avenes (9.5 ±0.9%). Pārējās ogas minētas ievērojami retāk. Arī lazdu riekstus vākuši tikai 2.7 ±0.5% respondentu.

Tabula 43. Latvijas iedzīvotāju skaits, kas ieguvuši dažādu veidu savvaļas ogas 2017.g.

Ogas	Resp_īpatsv_%	SE	N	SE	MIN1.96	MAX1.96
Mellenes	30.3	1.4	440294	20761	399601	480986
Brūklenes	24.5	1.3	356161	19431	318076	394246
Dzērvenes	17.0	1.2	246789	16960	213547	280031
Meža avenes	9.5	0.9	138819	13276	112797	164840
Meža zemenes, spradzenes	11.8	1.0	172472	14608	143840	201103

Ogas	Resp_īpatsv_%	SE	N	SE	MIN1.96	MAX1.96
Kazenes	1.7	0.4	25240	5900	13676	36804
Lācenes	1.3	0.4	19631	5214	9412	29850
Zilenes	0.8	0.3	11218	3953	3471	18965
Kaulenes	0.1	0.1	1402	1402	1	4151
Pīlādžogas	3.5	0.6	50480	8270	34270	66689
Miltēnes	0.1	0.1	1402	1402	1	4151
Vistēnes	0.1	0.1	1402	1402	1	4151
Lazdu riekstus	2.7	0.5	39262	7323	24910	53614
Cits	0.4	0.2	5609	2800	120	11098

Visbiežāk respondenti atzīst, ka ievākuši 1, 2 vai 3 veidu ogas – attiecīgi 11.8 ±1.0%; 12.0 ±1.0% un 9.2 ±0.9%.

Kopā 2017.g. ievāktas 15121 ±1652 tonnas savvaļas ogu., t.i., ar 95% varbūtību starp 11882 un 18359 tonnām. Visvairāk tika ievāktas mellenes - 7967±1519 tonnas. Ievērojami mazāk ievāktas brūklenes (2873 ±493 tonnas) un dzērvenes (2173 ±386 tonnas). Šīs 3 sugas veido gandrīz 90% no kopējās ievāktās ogu ražas. Vēl 7% veido meža avenes, meža zemenes un pīlādžogas. Pārējās ogas ir mazāk nekā 4% no kopējās ievāktās savvaļas ogu ražas.

#### Salasīto sēņu veidi un daudzums

Visbiežāk kā lasītās sēnes ir minētas gailenes. Tās minējuši 49.7 ±1.6% respondentu. Tikpat bieži minētas arī baravikas - 46.53 ±1.5% respondentu. Retāk minētas bekas, bērzlapes – attiecīgi 40.2 ±1.5% un 27.6 ±1.4% respondentu.

Tabula 44. Latvijas iedzīvotāju skaits, kas ieguvuši sēnes 2017.g.

Sēņu sugu grupas	Resp_īpatsv.,%	SE%	TOTAL	SE_TOTAL	MIN1.96	MAX1.96
Gailenes	49.7	1.6	723540	22599	679246	767833
Baravikas	46.5	1.5	677267	22545	633079	721454
Bekas (samtbekas, priežu bekas, apšu bekas, bērzu bekas u.c. bekas)	40.2	1.5	584721	22158	541291	628152
Bērzlapes	27.7	1.4	402434	20215	362812	442056
Murķeļi, bisītes	0.9	0.3	12620	4190	4407	20833
Cūcenes	8.2	0.9	119188	12393	94897	143478
Alksnēnes	5.9	0.7	85535	10630	64700	106370
Vilnīši	14.1	1.1	204723	15714	173923	235522
Čigānēnes	6.2	0.7	89741	10872	68433	111050
Citas	3.3	0.6	47675	8045	31907	63443

Visbiežāk respondenti atzīst, ka ievākuši 2, 3 vai 4 veidu (sugu grupu) sēnes – attiecīgi 9.6 ±0.9%; 14.4 ±1.1% un 14.4 ±1.1%.

Kopumā atbilstoši respondentu paustajam 2017.g. ievāktas 14276 ±654 tonnas sēņu., t.i., ar 95% varbūtību starp 12994 un 15557 tonnām. 27% no ievāktajām sēnēm ir gailenes. Baravikas un bekas attiecīgi 24% un 19%. Bērzlapes 12%. Augstāk minētās sēnes kopumā veido 86% no kopējā ievāktā sēņu apjoma.

### [Ievākto ārstniecības augu veidi un daudzums](#)

Visbiežāk lasītais ārstniecības augs ir asinszāle. Tās minējuši  $5.9 \pm 0.7\%$  respondentu. Retāk minēti priežu pumpuri un pīlādžu augļi ( $4.5 \pm 0.6\%$  respondentu).  $2.9\%$  respondentu minējuši arī brūkleņu mētras.

Tabula 45. Latvijas iedzīvotāju skaits, kas ieguvuši ārstniecības augus 2017.g.

Veids	Resp. īpatsvars,%	SE	N	SE	MIN1.96	MAX1.96
Asinszāles – laksti	5.88	0.7	85535	10630	64700	106370
Bērzu pumpuri, lapas, čagas (melni bērzu piepes veidojumi)	2.02	0.4	29446	6363	16974	41919
Brūklenes – laksti	2.89	0.5	42066	7572	27225	56908
Ievas augļi – „ogas”	0.19	0.1	2804	1982	1	6689
Irbenes – miza, augļi	1.64	0.4	23838	5737	12594	35081
Islandes ķērpis – ķērpji	1.16	0.3	16827	4832	7357	26296
Kadiķi (paegļi) – augļi (čiekurogas jeb „ogas”)	1.16	0.3	16827	4832	7357	26296
Kaļķpēdiņas – laksti	0.39	0.2	5609	2800	120	11098
Krūklis – miza	0.10	0.1	1402	1402	1	4151
Maijpuķīte – laksti	0.58	0.2	8413	3426	1697	15129
Mārsili – laksti	1.73	0.4	25240	5900	13676	36804
Miltenes (miltenāji) – laksti	0.58	0.2	8413	3426	1697	15129
Ozolu miza	0.87	0.3	12620	4190	4407	20833
Priežu pumpuri	4.53	0.6	65904	9397	47485	84323
Purvmirtes (balzamskārkls)	0.19	0.1	2804	1982	2	6689
Pīlādžu augļi	4.53	0.6	65904	9397	47485	84323
Staipekņi – sporas	0.00	0.0	0	0	0	0
Vaivariņi	1.06	0.3	15424	4628	6353	24495
Zemestauki (sēne)	0.67	0.3	9815	3699	2565	17066
Citi ārstniecības augi	7.23	0.8	105166	11702	82229	128102

Visbiežāk respondenti atzīst, ka ievākuši 1, 2 vai 3 veidu (sugu grupu) ārstniecības augu – attiecīgi  $6.1 \pm 0.7\%$ ,  $4.4 \pm 0.6\%$  un  $2.8 \pm 0.5\%$ .

Kopumā atbilstoši respondentu paustajam mežā 2017.gadā ievāktas  $636.7 \pm 65.1$  tonnas ārstniecības augu drogas., t.i., ar 95% varbūtību starp 509 un 764 tonnām.

### [Ievākto citu nekoksnes produktu veidi un daudzums](#)

Visbiežāk no citiem nekoksnes produktiem respondenti ir ieguvuši Ziemassvētku/ Jaungada eglītes –  $36.8 \pm 1.5\%$ , otrs biežāk iegūtais nekoksnes produkts ir bērzu sulas – tās ieguvuši  $22.2 \pm 1.3\%$  respondentu.

Visbiežāk ( $19.2\%$ ) respondenti ir ieguvuši tikai 1 veidu citu nekoksnes produktu.  $10.2\%$  un  $8.6\%$  respondentu ieguvuši attiecīgi 2 un 3 dažādu veidu citus nekoksnes produktus.

Visvairāk iegūtas bērzu sulas –  $12350 \pm 1396$  tonnas. Kļavu sula iegūta  $2173 \pm 3619$  tonnas. Mežā nocirstas  $617 \pm 16$  tūkst. Ziemassvētku eglīšu.

### Meža velšu ieguves radītais ietaupījums mājsaimniecībai un pašpatēriņa īpatsvars

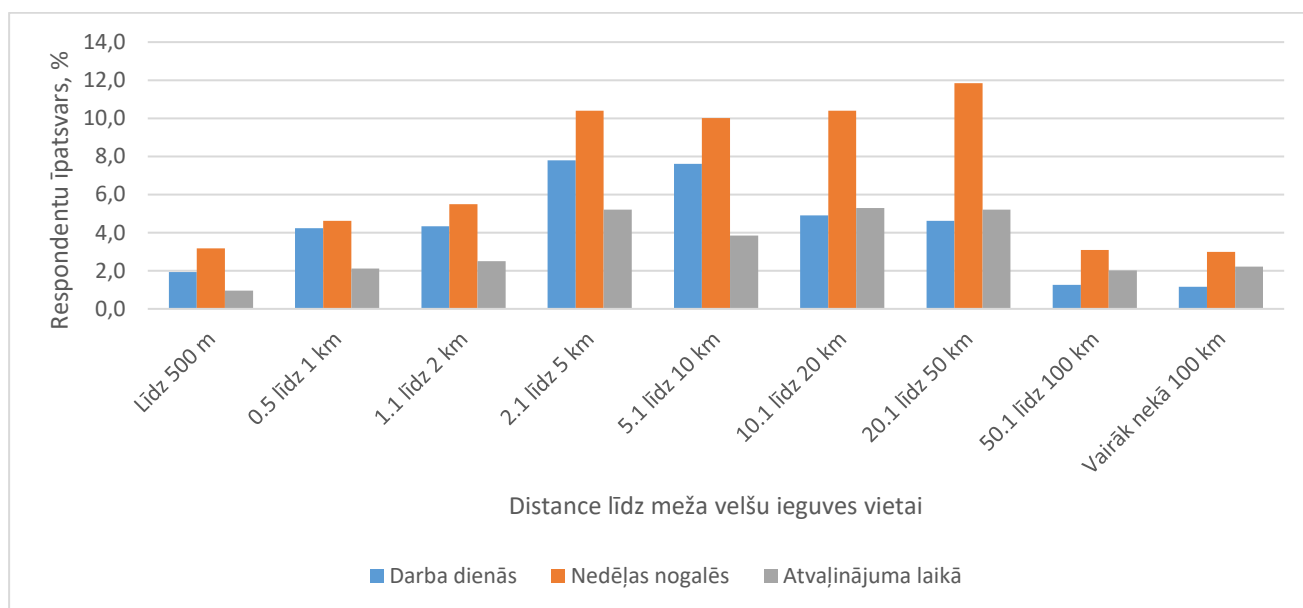
Tika uzdots jautājums, lai noskaidrotu, cik iedzīvotājiem būtu bijis jāmaksā, lai iegādātos tās meža veltes, ko tie paši ievākuši mežā.

Pieņemot, ka nosaukto ieguldījumu/ ietaupījumu gradācijas klasi raksturo 20% nenoteiktība, kopējā summa gada laikā ir 55262 ±4533 tūkst. eiro, kas ir no 46376 tūkst. līdz 64147 tūkst. eiro.

Visvairāk tiek pārdotas/ atdotas citiem savvaļas ogas un sēnes – attiecīgi 57.5% un 19.9% no visa ievāktā. Aptuveni 12% no citiem nekoksnes produktiem (pirtsslotas, slotas) tiek pārdotas vai atdotas citām mājsaimniecībām. Līdzīgi arī 7.7% no iegūtajām bērzu/kļavu sulām arī netiek patērētas pašu mājsaimniecībā.

### Attālums līdz meža velšu ieguves vietai darba dienās, nedēļas nogalēs un atvaļinājuma/brīvlaika laikā un nokļūšanas veids

Lielākā daļa no respondentiem (2/3) meža veltes devušies iegūt līdz 10 km no pastāvīgās dzīves vietas, bet nedēļas nogalēs, atvaļinājumā un brīvlaikā līdz 20km no pastāvīgās dzīves vietas.



Attēls 189. Attālums līdz dabas velšu ieguves vietai no pastāvīgās dzīves vietas

43% respondenti meža velšu iegūšanai uz mežu devušies ar automašīnu, 16% ar kājām un tikai 7% ar sabiedrisko transportu.

### Meža velšu iegāde

39% respondentu ir iegādājušies meža veltes. Visbiežāk ir pirktas savvaļas ogas (24% respondentu), Ziemas svētku eglītes (10% respondentu) un gailenes (8.9% respondentu).

Kopumā nekoksnes produktu iegādei iztērēti 11.6 mlj. € ±0.5 mlj.€, t.i., ar 95% varbūtību starp 10.6 mlj. un 12.6 mlj. €. No tiem lielākā daļa iztērēta par savvaļas ogām – 4.96 mlj. ±0.41 mlj. € un

1.6 mlj.±0.1 mlj.€. par Ziemassvētku eglēm. Par gailenēm iztērēti 0.94 ± 0.09 mlj. €. Gandrīz tikpat liela summa iztērēta arī par baravikām un bērzu sulām. Šeit gan jānorāda, ka kopējā konkrēto ekosistēmu pakalpojumu vērtība šajā gadījumā ir pārspīlēta, jo vainagu (Adventes, Jāņu, kapu u.c.) vērtība 1.6mlj. €, lielā mērā nosaka pievienotā darba vērtība, ne tikai izejvielu vērtība.

### *Secinājumi*

1. Kaut viena veida meža veltes pēdējo 12 mēnešu laikā ir ieguvuši 72.6 ±1.4% respondentu. Visbiežāk iegūtās meža veltes ir sēnes (ieguvuši 62% respondentu) un savvaļas ogas (ieguvuši 41% respondentu).
2. Galvenā motivācija meža velšu ieguvei ir vēlme papildināt ziemas krājumus un iegūt meža veltes tūlītējai patērēšanai.
3. 2017.gadā Latvijā kopumā ievāktas 15.1 ±1.6 tūkst. tonnas savvaļas ogu, 14.3 ±0.7 tūkst. tonnas sēņu, 636.7 ±65.1 tonnas ārstniecības augu drogas, 12.3 ±1.4 tūkst. tonnas bērzu sulu un 617 tūkst. Ziemassvētku eglīšu.
4. Iegūto meža velšu ieguldījums / ietaupījums Latvijas mājsaimniecību budžetā pēc pašnovērtējuma ir 55.3 ±4.5 milj.€.
5. Meža veltes iegādājušies 39% respondenti. Visbiežāk pirktas savvaļas ogas (24% respondentu), Ziemassvētku eglītes (10% respondentu) un gailenes (9% respondentu). Kopumā nekoksnes produktu iegādei Latvijā iztērēti 11.6 ±0.5 mlj.€.

### 3.1.2. Mednieku kolektīvu aptaujas rezultāti

#### *Materiāls un metodika*

Aptaujas anketas izplatītas, izmantojot Latvijas Mednieku savienības mājas lapu.

Galvenie interesējošie jautājumi saistīti ar:

- Vai un cik daudz šobrīd maksā privātajiem zemes īpašniekiem par medību platību nomu?;
- Vai un cik daudz 2016./17. gada medību sezonā realizēja (pārdeva) medijamo dzīvnieku gaļu;
- Vai organizē speciālus pasākumus, lai novērstu medijamo dzīvnieku nodarītos postījumus lauksaimniecībai vai mežsaimniecībai;
- Cik 2016./17. gada medību sezonā izmaksāja šie pasākumi?

Atbildes sniedza 78 mednieku formējumi, kuri apvieno 1821 medniekus, vidēji vienā formējumā 23 biedri.

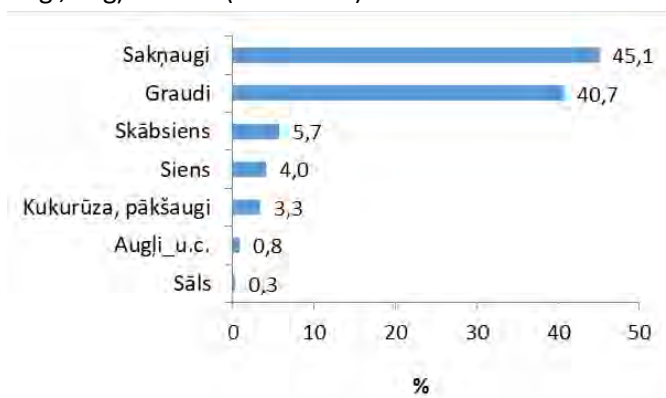
#### *Rezultāti*

Aptaujāto respondentu kopējā medību platība ir 388277ha, tai skaitā valsts mežos 157369, vidēji vienam formējumam attiecīgi 4978ha un 2017ha. Ar privātajiem zemes īpašniekiem 2016./17.gada sezonā šiem mednieku formējumiem ir noslēgts 12141 līgums. Medību platību nomas naudu nemaksā 31% no respondentiem, 41% privātajiem zemes īpašniekiem maksā vidēji EUR 281.6 (0.17 Eur ha<sup>-1</sup>), savukārt 25.6% par platību nomu norēķinās citā veidā.

2016./17.gada medību sezonā aptaujātajos medību formējumos nomedīti 375 aļņi, 1749 staltbrieži, 1971 stirna, 5040 meža cūkas un 2507 bebri, vidēji katrā formējumā attiecīgi 5 aļņi, 25 staltbrieži, 26 stirnas, 66 meža cūkas un 33 bebri.

Komerccmedības 2016./17. gada medību sezonā ir organizējuši 18% no visiem respondentiem un tajās pavadīta 131 diena.

Medājamo dzīvnieku piebarošanu veica 89% no visiem respondentiem. Visvairāk piebarošanai izmantoti dažādi graudaugi (auzas, mieži, kvieši, rudzi, tritikāle, graudu atputas), tad seko skābsiens, siens, kukurūza un dažādi pākšaugi, augļi un sāls (Attēls 190).

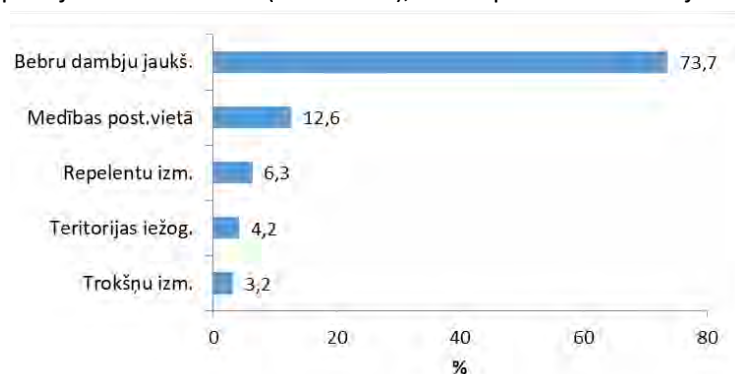


Attēls 190. Medājamo dzīvnieku piebarošanai izmantotie produkti

2016./17.gada medību sezonā medājamo dzīvnieku gaļu ir realizējuši 25% no respondentiem, kopumā tirdzniecībā realizējot 3.5% no visiem nomeditajiem dzīvniekiem (3.2% nomedīto aļņu, 6.1% staltbriežu, 7.6% stirnu un 0.6% meža cūku).

Lielākā daļa aptaujāto mednieku formējumu biedru (63%) dzīvo līdz 50 km attālumā no sava medību iecirkņa.

Lielākā daļa mednieku formējumu 2016./17.gada medību sezonā ir veikuši kādus pasākumus medājamo dzīvnieku postījumu novēršanai (Attēls 191), kas kopumā ir izmaksājis 18956 EUR.



Attēls 191. Organizētie pasākumi medājamo dzīvnieku postījumu mazināšanai

Neviens no respondentiem zemes īpašniekiem nav maksājis postījumu kompensāciju. Viens respondents atzīmējis, ka postījumus kompensējis ar medījuma gaļas porcijām un medību produkciju.

### 3.1.3. Mednieku aptaujas rezultāti

#### Materiāls un metodika

Aptaujas anketas izplatītas, izmantojot Latvijas Mednieku savienības mājas lapu.

Galvenie interesējošie jautājumi sekojoši:

- Kādi ir izdevumi (ieguldījumi), kas saistīti ar medībām (inventāra iegāde, infrastruktūras izveide un uzturēšana, iemaksas mednieku formējumu budžetā utt.);
- Kādi ir izdevumi (ieguldījumi), kas saistīti ar medībām netiešā veidā (taksidermista pakalpojumi, medību šaušanas sports);
- Personīgā laikā ieguldījums medājamo dzīvnieku nodarīto postījumu novēršanā, mazināšanā?

Anketas iesniedza 175 mednieki, bet tālākai apstrādei izmantotas 172 anketas, jo 3 anketas bija nepilnīgi aizpildītas. Respondentu skaits ir atbilstošs 0.8% no kopējā aktīvo mednieku skaita.



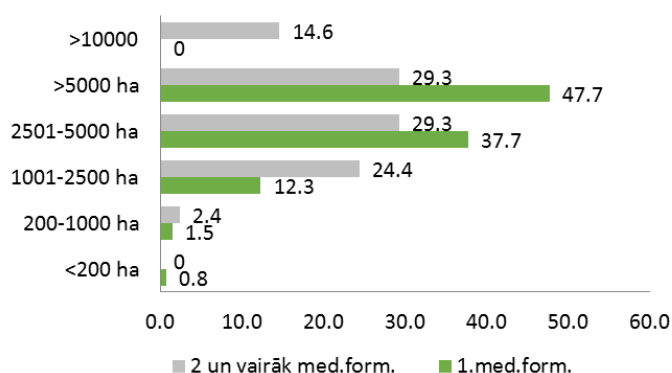
Datu analīzē par ar medībām saistītiem ieguldījumiem atsevišķi izdalīta respondentu grupa, kas medī tikai viena kolektīva teritorijā. Savukārt 25% no visiem aptaujātajiem medniekiem medīja vismaz divu kolektīvu medību platībās, informācija par šo respondentu izdevumiem atsevišķi nav skatīti, bet iekļauti datus par vidējiem rādītājiem.

No salīdzināšanas ir izņemti to respondentu dati, kas bija ieguldījuši līdzekļus ārzemju medību ceļojumos. Sakarā ar nelielo respondentu skaitu nav iekļauta informācija par 2016./17.gada medību sezonā iegādātajiem jauniem transporta līdzekļiem medību vajadzībām (apvidus automašīnas un kvadricikli).

### Rezultāti

Aptaujātie respondenti 2016./17.gada medību sezonā medīja pārsvarā viena medību formējuma platībās (75% no visiem), 17% ir aktīvi mednieki divos kolektīvos, 6% - trīs kolektīvos un 1% - četros kolektīvos, trīs respondenti nebija snieguši atbildi par medību iecirkņa platību un medību formējumu skaitu, kur piedalās medībās.

52% respondentiem, kuri pārstāv vienu medību formējumu, medību platības ir robežās no 200-5000ha, pārsvarā 2501-5000ha (Attēls 192). Mednieki, kuri medī divu un vairāk kolektīvu teritorijās, medību platību lielums pārsvarā ir robežās no 2501ha līdz pat vairāk kā 5000ha, atsevišķu medību formējumu kopplatība pārsniedz 10000ha.



Attēls 192. Medību platību lieluma sadalījums (N=172)

Visvairāk līdzekļus mednieki tērējuši medību inventāra (ieroču, munīcijas, apģērba un apavu) iegādei, degvielai nokļūšanai līdz medību iecirknim un medību laikā, kā arī ikgadējam iemaksām kopīgajā mednieku formējuma budžetā, attiecīgi 150745 EUR, 75298 EUR un 55435 EUR (Tabula 46). Ar medībām tiešā veidā nesaistīti izdevumi visvairāk attiecas uz šaušanas sportu (33764 EUR), taksidermistu pakalpojumu apmaksu (19975 EUR), medību infrastruktūras izveidi un uzturēšanu (12770 EUR).

Vismaz viens medību suns bija 34% no respondentiem, kura uzturēšanai (barības sagāde, vetārsta pakalpojumi, treniņi, aprīkojums u.c., dažos gadījumos arī paša suņa iegāde) kopā tērēti 24585 EUR.

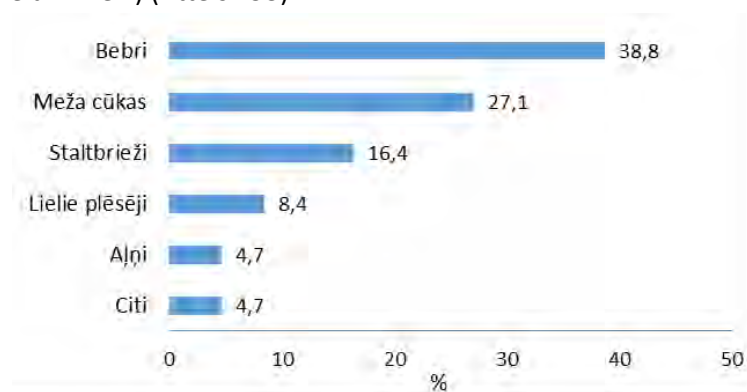
Medību trofeju izstādēs 2016./17.gada sezonā piedalījušies 39% respondentu, kas izmaksājis 1962 EUR.

Tabula 46. Ar medībām tiešā un netiešā veidā saistītie mednieku izdevumi 2016./17.gada sezonā (respondentu sk.172)

Ar medībām saistītie izdevumi	Medības tikai 1 formējuma plat. (130 respond.)		Izmaksas kopā (172 respond.)	
	EUR			
	Kopā	Vid.	Kopā	Vid.
Iemaksas mednieku formējumu budžetā	32910	253.2	55435	322.3
Medību inventāra iegāde (munīcija, ieroči, apģērbs, apavi)	92555	712.0	150745	876.4

Transporta izm. nokļūšanai līdz medību vietai un to laikā	50128	385.6	75298	437.8
Medību suņa iegāde un ar to saistītie uzturēšanas izdevumi	13915	107.0	24585	142.9
Medību infrastruktūras izveide un uzturēšana	6670	51.3	12770	74.2
Izdevumi šaušanas sportam	16564	127.4	33764	196.3
Dalība trofeju izstādēs	1202	9.2	1962	11.4
Taksidermista pakalpojumi	6990	53.8	19975	116.1
Viesmedības	370	2.8	710	4.1
Ar medībām saistīti atpūtas pasākumi, braucieni	3995	30.7	4250	24.7
Piebarošanas izmaksas	550	4.2	1550	9.0
Inventārs medījuma gaļas sagatavošanai un uzglabāšanai	1000	7.7	3500	20.3
<b>KOPĀ:</b>	<b>226849</b>	<b>1745</b>	<b>384544</b>	<b>2235.7</b>

Speciāli organizētās medībās dzīvnieku postījumu novēršanai 2016./17.gada medību sezonā ir piedalījušies 67% no visiem respondentiem un to darījuši 1596 reizes, viens mednieks vidēji 13 reizes. Šo medību laikā nomedīti 214 dzīvnieki. Visbiežāk postījumu novēršanas vai mazināšanas aktivitāšu mērķsuga ir bijis bebrs (tai skaitā ar lamatām) un meža cūkas, retāk aļņi un citi dzīvnieki (stirnas, caunas un citi nelimitētie medijamie dzīvnieki) (Attēls 193).



Attēls 193. Mērķsugas dzīvnieku postījumu mazināšanai vai novēršanai speciāli organizēto medību laikā

### 3.1.4. Medību produktu ieguves izvērtējums

2016./17.g. medību sezonā visvairāk ir nomedītas meža cūkas – 34084 gab., bebbri – 23089, stirnas – 17319, pīles – 17002 un staltbrieži – 13736 gab.

Tabula 47. 2016./17. gada medību sezonā nomedīto dzīvnieku skaits

Suga	Nomedīto dzīvnieku skaits (gab.)	Suga	Nomedīto dzīvnieku skaits (gab.)
Alnis	6416	Akmeņu cauna	270
Staltbriedis	13736	Āpsis	777
Stirna	17319	Sesks	256
Meža cūka	34084	Amerikas ūdele	451
Vilks	279	Ondatra	131
Lūsis	125	Pīles	17002
Bebrs	23089	Zosis	1572
Mednis		Slokas	247

Suga	Nomedīto dzīvnieku skaits (gab.)	Suga	Nomedīto dzīvnieku skaits (gab.)
Lapsa	7574	Mežirbes	68
Jenotsuns	5889	Vārnas	1244
Pelēkais zaķis	986	Žagatas	741
Baltais zaķis	245	Mājas baloži	795
Meža cauna	1747	Lauka baloži	290
		Fazāni, rubeņi	8

Ņemot vērā no mednieku formējumu anketām iegūto informāciju par tirdzniecībā nodotajiem medījamo dzīvnieku gaļas apjomiem, aprēķināts, ka vidēji valstī šajā medību sezonā tirdzniecībā nodotas 135.5 t medījamo dzīvnieku gaļas, tādējādi gūstot 301357 EUR lielus ieņēmumus, pašpatēriņam palika 96.5% medījuma gaļas.

Šajā medību sezonā iegūtas 17 tūkstoši kažokādu vienību, pārsvarā no bebriem, lapsām, jenotsuņiem un caunām. Tālākai realizācijai/pārstrādei tiek nodotas arī aļņu ādas (ap 1% no medniekiem).

Izvērtējot VMD sniegto informāciju un informāciju no mednieku formējumu aptaujas un mednieku aptaujas, konstatēts, ka 0.52 mlj ir iztērēti normatīvajiem aktiem atbilstoši nokārtojot visas nepieciešamās formalitātes, t.sk. 0.22 mlj. mednieku sezonas kartes izsniegšanu.

Ap 90 tūkst. € ir iztērēti dzīvnieku piebarošanai, medījamo dzīvnieku postījumu novēršanai iztērēti ap 267 tūkst. €. Taču vislielākie izdevumi ir saistīti ar degvielas un transporta izmaksām 8.3 milj. €. Savukārt 15.4 milj. € ir iztērēti medību inventāra iegādei. Tiesa gan pret šiem skaitļiem būtu jāizturas piesardzīgi, jo nav zināms vai respondenti patiešām reprezentē ģenerālkopu – visus Latvijas aktīvos medniekus.

### *Secinājumi*

1. Kopā iegūtas 4.1 tūkst. tonnas medījamo dzīvnieku gaļas. Kopējie ieņēmumi no tās pielīdzināmi 9.0 mlj. eiro. 96.5% no iegūtās medījumu gaļas ir pašpatēriņam.
2. Ieņēmumi no 2016./17.gada medību sezonā nomedīto dzīvnieku kažokādām sasniedz aptuveni 0.16 mlj. eiro.
3. Mednieku izdevumi pēc aptaujas rezultātiem lēšami ap 32.8 mlj. €, kas ir vidēji 1.5 tūkst. € uz mednieku gadā.

### 3.1.5. Biškopju aptaujas rezultāti

#### *Biškopības nozares raksturojums*

Biškopība ir lauksaimniecības nozare, kurā nodarbinātie biškopji, kopjot bišu saimes, iegūst biškopības produkciju (medus, putekšņi, bišu maize, propoliss, bišu vasks un bišu māšu peru piens, kā arī bišu mātes un bišu saimes) un sniedz apputeksnēšanās pakalpojumus augu apputeksnēšanai.

Apmēram 4/5 augu apputeksnē tieši medusbites, bet kopumā 80% augu apputeksnējas ar kukaiņu palīdzību. Ir aprēķināts, ka Eiropas Savienībā medusbites kopā ar citiem savvaļas apputeksnētājiem (vientuļās bites, kameņes u.c.) ik gadu dod lauksaimniecībā papildus ieguldījumu 22 milj. EUR vērtībā ([http://ec.europa.eu/food/animals/live\\_animals/bees/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/food/animals/live_animals/bees/index_en.htm)). Pastāv uzskats, ka biškopības netiešās produkcijas kopapjoms ir apmēram 10 reižu lielāks nekā tiešās ražotās produkcijas apjoms. Ir valstis, kurās tiek uzskatīts, ka vismaz 90 lauksaimniecības kultūraugu apputeksnēšanai ir nepieciešamas bites un tādējādi ražas pieaugums gadā ir aptuveni 11 milj. EUR.

Latvijas ģeogrāfiskais stāvoklis un mozaīkveida veģetācija (meži, pļavas, krūmāji, purvi, virsāji) ar daudzveidīgiem nektāraugiem ir labvēlīgs augstvērtīga medus iegūšanai.

Latvijā biškopība ir vienlīdz labi attīstīta visā teritorijā: izmanto Rietumu medus bites (*Apis mellifera* L.) dažādu pasugu bišu saimes.

Pieaugot intensīvās lauksaimniecības apjomiem, samazinās biškopībai labvēlīgas platības, veidojas nabadzīgas agroceozes, turklāt palielinās ķīmisko vielu lietošana, kas kopumā ietekmē dabisko apputeksnētāju populācijas. Tāpēc medusbitēm ir nozīmīga loma ne tikai kultūraugu apputeksnēšanā, bet visas ekosistēmas dzīvotspējas uzturēšanā kopumā.

Bišu saimju skaits Latvijā kopš 2014.gada stabili pārsniedz 90 000. Salīdzinot 2013. un 2015.gada datus, biškopības nozarē vērojamas pozitīvas tendences. Kopējais saimju skaits pieaudzis par 14%, pieaudzis arī lielo biškopības saimniecību īpatsvars par 29% (vairāk kā 150 saimes dravā), par 14% samazinājies dravų skaits, kurās ir līdz 9 bišu saimēm, par 10% samazinājies dravų skaits, kurās ir līdz 24 bišu saimēm dravā, par 20% pieaudzis dravų skaits, kurās ir no 50-99 saimēm (Tabula 48, Tabula 49).

Samazinājies mazo dravų (līdz 9 bišu saimēm) īpatsvars par 15%. Salīdzinot dravas, kurās ir līdz 25 saimēm, kopējais saimju skaits samazinājies par 10%, bet pieaudzis saimju skaits lielajās dravās (vairāk kā 150 saimes dravā) – 47%: kopējais pieaugums 2015.gadā ir 22 500 bišu saimes jeb 23 % (2013.gadā – 15 350 bišu saimes jeb 18%).

#### *Biškopības nozares struktūras vērtējums*

Saskaņā ar Lauksaimniecības datu centra sniegtajiem datiem uz 2015.gada 1.janvāri Latvijā bija reģistrēti 3393 biškopji, no tiem 90 bija profesionālie biškopji (profesionālās dravas ar vairāk nekā 150 saimēm). Valstī kopumā 2015.gadā bija reģistrētas 95 335 bišu saimju. Salīdzinot ar 2013.gada 1.janvāra datiem - profesionālo biškopju skaits pieaudzis par 29 %, bet bišu saimju skaits – par 14% valstī.

Aplūkotajā laika periodā saglabājusies tā pati novērotā tendence (2010.-2013.gads), ka pieaug bišu saimju skaits un saražotā medus kopapjoms, neskatoties uz to, ka medus raža no bišu saimes ir mainīga – 19-25 kg no bišu saimes (CSP un LDC dati). 2013.gadā iegūtā medus daudzums valstī veido 1 666 t medus, 2014.gadā – 1 704 t (CSP dati), bet 2015.gadā – 1 907 t medus. Līdzvērtīgi pieaugusi arī nozarē saražotā medus vērtība: 2013.gadā medus kopējā vērtība valstī 6.5 milj. EUR, 2014.gadā – 7.10 milj. EUR (CSP dati) un 2015.gada vērtība pēc provizoriskiem datiem – 7.3 milj. EUR (LBB un LLKC dati). Līdz ar to medus kopējā vērtība ir pieaugusi par 10% gadā un tas nav saistāms ar medus cenas pieaugumu. Medus cena 2014.gadā par kg pieauga par 7% salīdzinot ar 2013.gadu, bet 2015.gadā bija par 9% zemāka nekā 2014.gadā un par 2.5% zemāka kā 2013.gadā (Tabula 54).

2015.gadā LBB bija 3 286 biedri jeb par 15% vairāk nekā 2013.gadā un to dravās bija 77 142 bišu saimes jeb 79% no LDC reģistrēto bišu saimju skaita. Bišu saimju skaits dravās no 2013.gada līdz 2015.gadam pieaudzis par 18%.

#### *Materiāls un metodika*

Tā kā *Biškopības* biedrībai savu biedru aptauju veic katru otro gadu, un nākošo plānots veikt 2018.gadā, pārskata sagavošanai izmantots 2015.gada vērtējums un 2016.gada sākuma aptaujas rezultāti, kā arī cita tiešsaistē pieejamā informācija.

#### *Rezultāti*

##### **2016.gada februāra biškopju aptaujas rezultāti (nākamā aptauja paredzēta 2018.gadā)**

Aptaujas apraksts: 503 respondenti, t.sk. sievietes – 32.1%, vecums no 19-82 gadiem. Respondenti veido 15% no valstī reģistrētiem biškopjiem, to īpašumā ir ~ 1/5 daļa (9%) no reģistrētajām bišu saimēm. Visi respondenti ir biškopji ar vidēji lielām dravām - vidēji dravā 37 bišu saimes.

Uz 01.01.2015. pēc LDC datiem vidējās dravas lielums Latvijā ir 29 bišu saimes, pēc LBB datu bāzes – 32 bišu saimes.

Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 393 (15.07.2014.) “Lauksaimniecības un akvakultūras dzīvnieku, to ganāmpulku un novietņu reģistrēšanas kārtība, kā arī lauksaimniecības dzīvnieku apzīmēšanas kārtība” (<https://likumi.lv/doc.php?id=267611>) ir noteikts, ka valstī darbojas vienota centralizēta informācijas sistēma (datubāze) - lauksaimniecības dzīvnieku ganāmpulku un novietņu reģistrs, kuru administrē un uztur valsts nozīmētā iestāde – Lauksaimniecības datu centrs. Tā datubāzē tiek uzskaitīti bišu īpašnieki un turētāji, kā arī bišu stropu skaits (biškopji informāciju iesniedz 01.05. un 01.11.).

Tabula 48. Biškopības nozares struktūras izpētes kopsavilkums

	2015	2012
<b>1. Bišu saimes un biškopji (LDC dati)</b>		
Profesionālo biškopju bišu saimes (150 saimes un vairāk)	22 496	15 348
Bišu saimju kopskaits	93 335	83 801
Profesionālie biškopji	90	70
Visu biškopju kopskaits	3393	3346
<b>2. Tirgus struktūra</b>		
<b>Ražošana:</b>		
Tiešā pārdošana patērētājiem	58%	71%
Tiešā pārdošana mazumtirdzniecības uzņēmumiem	12%	9%
Pārdošana sagatavošanai tirgum/vairumtirgotājiem	15%	16%
Pārdošana ražotājiem	6 %	4%
Eksportēts uz ārzemēm	9%	netika jautāts

Tabula 49. Saimniecību iedalījums grupās pēc bišu saimju skaita dravās

Bišu saimju skaits saimniecībā	LBB aptaujas dati 2016.gads	LDC dati 01.01.2015.	LBB aptaujas dati 2013.gads	LBB aptaujas dati 2009.gads
Līdz 49	82%	86%	85%	83%
50-99	10%	9%	10%	11%
100-149	3%	2%	2%	3%
150 un vairāk	5%	3%	3%	3%

Tabula 50. Biškopības saimniecību juridiskais statuss (LBB aptaujas dati)

Fiziska persona, reģistrēta kā nodokļu maksātājs	34.5%
Nodarbojas hobija līmenī	27.3%
Zemnieku saimniecība	17.1%
Fiziska persona, VID nav reģistrēta, ienākumi mazāki par 3000 EUR	13.7%
SIA	4.0%
Individuālais komersants	2.2%
Cita	1.2%

Salīdzinot biškopju aptaujas datus ar LDC datiem, vērojama līdzīga proporcija: ~ 20% biškopju savas dravas reģistrējuši kā zemnieku saimniecības dravas, 4% - kā SIA dravas, bet pārējās – kā fizisku personu dravas (71%).

Saimnieciskās darbības formu izmaiņu dinamika salīdzinot ar iepriekš veikto aptauju ir sekojoša: pieaudzis fizisko personu skaits, kas savu darbību reģistrējuši VID (no 25.8% 2013.gadā uz 34.5 %

2016.gadā), nedaudz pieaudzis arī biškopju skaits, kas savu darbību veic kā SIA (no 2% 2013.gadā uz 4% 2016.gadā), kas liecina par nozares attīstību profesionālajā virzienā.

Apmēram puse no respondentiem (51.0%) ir reģistrējušies pārtikas apritē PVD kā medus ražotāji (vidējais dravas lielums grupā - 58,1 bišu saime). Savukārt 28.1% respondentu neuzskata to par vajadzīgu (vidējais dravas lielums grupā – 10.6 bišu saimes), šie biškopji medu iegūst galvenokārt pašpatēriņam vai arī ģimenes vajadzībā. Bet 20.9% respondentu (vidējais dravas lielums grupā – 19.0 bišu saimes) drīzumā plāno reģistrēties. Līdzīgas atbildes tika saņemtas arī 2013.gada aptaujā – 53% respondentu sniedza pozitīvas atbildes.

Bites ganībās izved 20.3% respondentu, neizved – 79.7% respondentu. Pozitīvo atbilžu proporcija korelē ar dravu lielumu: dravas ar saimju skaitu līdz 49 pārvadā retāk vai vispār nepārvadā. Savukārt lielākas dravas (50-99, 100-149, 150 un vairāk saimes) veido kopēju grupu, kurā ietilpst 18% no visām respondentu dravām.

Tabula 51. Bišu ganības

Augi	Īpatsvars
Griķi	41.3%
Rapsis	34.9%
Virši	33.9%
Liepas	29.4%
Bišu amoliņš	18.3%
Cits	50.5%

Tradicionāli populārākās monoflorā medus šķirnes ir griķu, viršu un rapša medus. 2016.gada aptaujas dati rāda, ka monoflorā medus dažādība krasi pieaugusi – 50% respondentu norāda, ka tiek iegūts vēl cits monoflorā medus veids.

Tabula 52. Biškopības produkcijas veidi

Biškopības produkcijas veids	Īpatsvars
Vasks (tikai apmaiņai pret mākslīgām šūnām)	80.2%
Vasks (svēcēm, kosmētikai)	32.7%
Propoliss	49.6%
Bišu maize	49.4%
Ziedputekšņi	31.3%
Peru pieniņš	1.9%
Cits	5.6%

Tabula 53. Papildus produkcija biškopībā

Produkcijas veids	Īpatsvars
Atdaleņi	50.8%
Bišu mātes	36.4%
Bišu saimes	27.3%
Rāmīši (apkāres)	16.7%
Šūnas	15.9%
Cita	26.5%

2016.gada aptaujas dati liecina, ka 50% dravu ievāc propolisu un bišu maizi, bet putekšņus – 31% dravu. Pašas nozares vajadzībām tiek ražoti un tirgoti atdaleņi un bišu saimes (attiecīgi 51% un 27%), kā arī bišu mātes (36%) (Tabula 52, Tabula 53).

Medus ražas atšķiras pa gadiem. Problēma mūsdienās ir grāvju izciršana, jo kārkli dod nozīmīgu nektāra īpatsvaru pavasarī. Biškopji uzskata, ka kārkli un vītoli dod aptuveni 15-20% no medus ienesuma. No meža augiem īpaši atzīmējami virši un krūkli.

Kopumā lielāko ienesumu veido ziemas rapsis (30%), virši (ja ir tuvumā) – 15-20% no saimes ienesuma. Līdz Jāņiem nozīmīgas ir lazdas, kārkli, ievas, ozoli, kļavas, pienenes, krūkli, avenes, mellenes, dzērvenes, lapu “izsvīdums”, pēc Jāņiem – cūku pupas, liepas, griķi, šaurlapu ugunspuķes, bet rudens pusē – virši, biškrēsliņi un Kanādas zeltgalvītes (invazīvā suga).

Latvijā un Ziemeļvalstīs viena saime normālā gadā ražo 30 kg. Putekšņi no stropa ir aptuveni 10 kg gadā. Bišu maize ir līdz 2 kg no saimes gadā.

AS LVM par bišu dravas novietni mežā ir noteikusi maksu 10 EUR, lai disciplinētu biškopjus. Medus un putekšņi tiek eksportēti uz Lietuvu, Igauniju un Vāciju (īpaši rapšu medus). Bišu maize tiek eksportēta, lai izmantotu kā uztura bagātinātāju.

Pastāv uzskats, ka vietējais medus ir vērtīgāks. Medus patēriņš Latvijā vidēji uz vienu cilvēku ir līdzīgs kā Ziemeļvalstīs 700g - 1 kg gadā.

Patlaban biškopji ražo medu, putekšņus, bišu maizi, propolisu un vasku. Kā perspektīvs produkts nākotnē tiek uzskatīts bišu māšu peru piens.

Vairumtirdzniecības cenas Latvijā 2017.gadā – putekšņi 9-10 EUR/ kg, medus – 4 EUR/kg, liepu medus 4,5 EUR/ kg, viršu medus - 6,5-7 EUR/ kg. Bišu maize maksā 25 EUR/ kg.

*Tabula 54. Kārklū, lazdu, krūklū un viršu medus ikgadējais ieguves apjoms un cena*

Suga	Īpatsv.	Apjoms, kg			Vairumtirdzniecības cena, tūkst. eiro			Summa, tūkst. eiro
		medus	putekšņi	bišu maize	medus	putekšņi	bišu maize	
kārkli	0.15	420008	140003	28000	1890	1330	700	3920
kārkli	0.2	560010	186670	37334	2520	1773	933	5226
virši	0.15	420008	140003	28000	2730	1330	700	4760
virši	0.2	560010	186670	37334	3640	1773	933	6346

### *Secinājumi*

1. Pēdējos gados būtiski mainījusies medus tirgus struktūra – samazinājusies tiešā pārdošana patērētājiem, nedaudz palielinājies pārdotā medus apjoma īpatsvars pārdošanā mazumtirdzniecības uzņēmumiem un ražotājiem, parādījies jauns medus realizācija – eksports.
2. Minētā tirgus situācija rāda, ka nozare attīstās līdzsvaroti – pieaug medus vairumtirdzniecības apjoms, un lielie ražotāji neapdraud mazo tirgotāju tirgus nišu – tiešo pārdošanu patērētājiem.
3. Kārklū, lazdu un krūklū medus, putekšņu un bišu maizes ikgadējā vairumtirdzniecības vērtība no 3.9 līdz 5.2 mlj. eiro, bet viršu ganībās iegūto bišu produktu vairumtirdzniecības vērtība ir no 4.7 līdz 6.3 mlj eiro, kas kopā ir no 8.7 līdz 11.6 mlj. eiro. No šīs summas, kuru var pielīdzināt ieņēmumiem/ ienākumiem, lai novērtētu biškopju ieguvumu, gan būtu jāatskaita biškopju izdevumi šo produktu ieguvei.

### **3.2. Meža nekoksnes produktu ražas apjoms un kvalitāte**

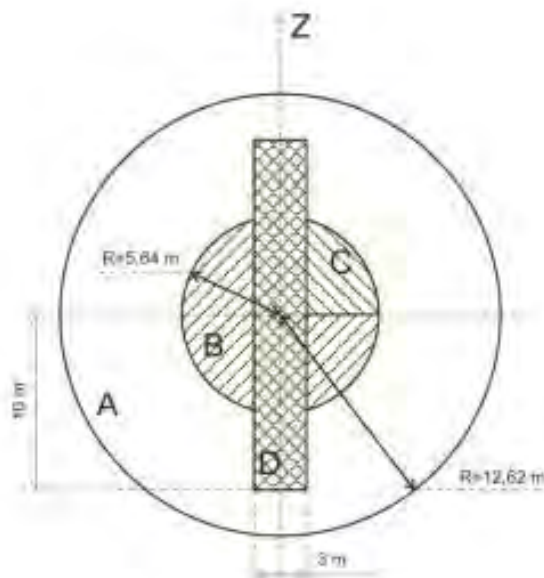
Apakšnodaļa attiecas uz 3.2.darba uzdevumu.



### 3.2.1. Ogulāju, dekoratīvo materiālu un nektāraugu grupu novērtējums MSI parauglaukumos

#### Materiāls un metodika

Lai iegūtu reprezentatīvu informāciju par nekoksnes resursiem - ogulāju, dekoratīvo materiālu un nektāraugu sastopamību un potenciālo ražu dažādos meža tipos, pastāvīgajos Meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumos 2017. gadā ierīkoti parauglaukumi datu ieguvei. MSI parauglaukuma C uzskaites laukumā (ja vien tas netiek dalīts sektoros), ierīko 9 m<sup>2</sup> lielu kvadrātveida (3x3m) uzskaites laukumu (Attēls 194). Ogulāju novērtējumu veic pēc parauglaukumu un sektoru nospraūšanas, bet pirms koku uzskaites veikšanas C parauglaukumā.



Attēls 194. MSI parauglaukumu shēma (A – 500 m<sup>2</sup> parauglaukums, B – 100 m<sup>2</sup> parauglaukums, C – 25 m<sup>2</sup> parauglaukums, D – pameža un paaugas uzskaites laukums)

MSI parauglaukumos novērtēts sekojošu ogulāju projektīvais segums:

- brūklenes (*Vaccinium vitis-idaea*),
- mellenes (*Vaccinium myrtillus*),
- zilenes (*Vaccinium uliginosum*)
- dzērvenes (*Oxycoccus palustris*, *O. microcarpus*),
- miltenes (*Arctostaphylos uva-ursi*);
- lācenes (*Rubus chamaemorus*),
- avenes (*Rubus idaeus*),
- klinšu kaulenes (*Rubus saxatilis*),
- kazenes (*Rubus caesius*),
- melnās cūcenes (*Rubus nessensis*), krokainās cūcenes (*Rubus plicatus*), smaržīgās avenes (*Rubus odoratus*);
- meža zemenes (*Fragaria vesca*), spradzenes (*Fragaria viridis*);
- melnās vistenes (*Empetrum nigrum*);
- virši (*Calluna vulgaris*);
- ķērpji (*Cladina*).

Katras sarakstā minētās sugas/sugu grupas projektīvais segums novērtēts 12 klasēs:

Segums	Klase	Segums	Klase
0%	nav	46-55%	7
<5%	1	56-65%	8
5-15%	2	66-75%	9
16-25%	3	76-85%	10
26-35%	4	86-95%	11
36-45%	5	>95%	12
46-55%	6		

999 – ja suga ir sastopama uzskaites laukumā, bet tās projektīvais segums nav vērtēts.

Aveņu, lāceņu, zemeņu, kazeņu, cūceņu un kaulēņu projektīvais segums tiek novērtēts tikai lapotā stāvoklī.

Vidējais augstums novērtēts kā projektīvā seguma modālais (biežāk sastopamais) augstums. Uz ciņiem augošu ogulāju gadījumā augstums noteikts no ciņa virsotnes. Augstums noteikts ar 0.05 m precizitāti.

Ogulājiem, tos uzmērot, atkarībā no sezonas piefiksē vai ir ziedi, "ogas" vai šajā sezonā ir bijušas "ogas". Precizējot, iepriekš minētajiem augiem augļi ir gan ogas (mellenēm, zilenēm, brūklenēm, dzērvenēm, miltenēm), gan kaulēņi (vistenēm), gan kaulēņu kopaugļi (avenēm, kaulenēm, kazenēm, cūcenēm), gan sulīgie riekstiņu kopaugļi (zemenēm, spradzenēm). Viršiem - augļi ir pogaļas). Ogu vai to pazīmju esamība kodēta grupās:

1 – ir ziedi (ziedi vai ziedaizmetņi);

2 - ir ogas (ir ogas vai ir redzams, ka bijušas ogas šajā sezonā);

3 - nav ogu (nav nedz ziedaizmetņu, nedz ziedu, nedz ogu un nav pazīmju, kas liecinātu, ka ogas šajā sezonā ir bijušas);

99 - nav vērtēts (sezonas sākumā pavasarī pirms ziedaizmetņu veidošanās vai sezonas beigās, kad nobirušas lapas un to nav iespējams pateikt).

Sugām, kurām novērtē kopējo projektīvo segumu, ogu ražošanu novērtē visiem ogulājiem, izņemot viršus.

## Rezultāti

### Kopējais ogulāju, dekoratīvo materiālu un nektāraugu grupu novērtējums

Kopsummā ogulāju, dekoratīvo materiālu un nektāraugu sastopamība novērtēta 1386 MSI parauglaukumos. Visbiežāk sastopamie ogulāji MSI uzskaites laukumos – mellenāji sastopami 30% laukumu, brūklenāji 20%, bet avenes sastopamas 19% laukumu.

Pirmajā posmā apkopotā informācija nesniedz pilnīgu ieskatu par visiem meža tipiem, piemēram, Vr ierīkoti 324 parauglaukumi, bet Lk un Av katrā pa trim parauglaukumiem (Tabula 55). Līdz ar to, pašreiz iegūtie aprēķini atspoguļo katras sugas tendences noteiktā meža tipā, ne absolūtās skaitliskās vērtības.

Tabula 55. Parauglaukumu skaits pa meža tipiem un ogulāju sastopamība (procentuālais parauglaukumu skaits meža tipa ietvaros, kurā konstatēta attiecīgā augu grupa)

Meža tips	Brūklene	Mellene	Avene	Zilene	Lācene	Dzērvene	Vistene	Zemene	Miltene	Kaulene	Kazene	Cūcene	Virši	Kladīnas	Parauglaukumu skaits
Sl	80	60	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	73	40	15
Mr	69	67	2	9	0	0	4	0	0	0	0	0	36	20	45
Ln	61	73	7	7	0	0	2	16	0	2	0	0	27	7	44
Dm	21	43	23	0	0	0	0	15	0	3	1	0	1	0	231
Vr	2	10	20	0	0	0	0	12	0	3	1	0	0	0	324
Gr	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
Mrs	63	88	6	50	0	6	0	0	0	0	0	0	25	0	16
Dms	39	52	18	3	0	0	0	8	0	3	0	0	2	0	61
Vrs	4	14	12	2	0	0	0	4	0	4	0	0	0	0	51
Grs	0	0	50	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	0	4
Pv	42	28	2	36	23	60	19	0	0	0	0	0	25	0	53
Nd	47	47	5	11	3	11	3	5	0	11	0	0	3	5	38
Db	2	9	17	0	0	0	0	4	0	9	0	0	0	0	46
Lk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Av	100	100	0	67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Am	77	73	9	18	5	5	0	5	0	0	0	0	9	0	22
As	13	32	28	1	0	0	0	5	0	4	1	0	1	1	153
Ap	2	3	23	0	0	0	0	3	0	5	0	0	0	0	61
Kv	60	80	0	40	60	40	20	0	0	0	0	0	60	0	5
Km	58	77	6	19	6	3	3	0	0	3	0	0	3	0	31
Ks	15	33	32	0	0	0	0	7	0	7	0	0	0	0	107
Kp	2	2	37	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	41

Brūkleņu un melleņu sastopamība lielā mērā saistīta ar sugas ekoloģiju. Brūklenes biežāk sastopamas nabadzīgākos augšanas apstākļos, bet mellenes - auglīgākos. Pašreiz pieejamie dati par potenciālo brūkleņu sastopamību dažādos meža tipos 2017. gada sezonā apstiprina saistību – Sl, Mr, Av, Am vērojama vislielākā sastopamība (>75%) (Tabula 55) kā arī projektīvais segums (Tabula 56). Vidējās projektīvās segumu vērtības, augu augstumu vērtības atspoguļotas sekojošās tabulās - mellenes (Tabula 57), avenes (Tabula 58), zilenes (Tabula 59) un viršu (Tabula 60)

Tabula 56. Brūklenes projektīvais segums, vidējais augstums un potenciālais ogu (ziedēšanas) sastopamības īpatsvars dažādos meža tipos

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standartklūda	Parauglaukumu skaits	Ziedēšanas īpatsvars, %	Parauglaukumu skaits, kur konstatēta ogulāju ziedēšanas
Sl	12.0	3.15	15	60	10
Mr	11.2	1.99	45	66	29
Ln	7.5	1.59	44	57	14
Dm	2.1	0.33	231	41	29
Vr	0.2	0.06	324	50	4
Gr	0	0.00	31		0
Mrs	7.5	2.24	16	57	7
Dms	3.4	0.74	61	41	17
Vrs	0.5	0.40	51	0	2
Grs	0		4		0
Pv	6.9	1.81	53	75	20
Nd	5.9	1.46	38	50	14
Db	0.1	0.11	46	100	1
Lk	0.0	0.00	3		0
Av	23.3	3.33	3	100	3
Am	14.5	4.03	22	71	7
As	1.2	0.30	154	33	12
Ap	0.1	0.08	61	0	1
Kv	15.0	11.40	5	100	3
Km	6.6	2.25	31	50	10
Ks	1.4	0.42	107	100	2
Kp	0.1	0.12	41		0
Kopā	2.5	0.19	1386	55	184

Tabula 57. Mellenes projektīvais segums, vidējais augstums un potenciālais ogu (ziedēšanas) sastopamības īpatsvars dažādos meža tipos

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standartklūda	Vidējais ogulāju augstums, m	Standartklūda	Ziedēšanas īpatsvars, %	Parauglaukumu skaits, kur konstatēta ogulāju ziedēšanas	Parauglaukumi ar ogulājumiem	Parauglaukumu skaits
Sl	13.3	5.8	0.20	0.02	83	6	9	15
Mr	17.7	3.4	0.21	0.01	72	29	30	45
Ln	21.2	4.0	0.21	0.01	44	18	32	44
Dm	8	1.0	0.20	0.01	42	65	99	231
Vr	1.7	0.4	0.18	0.01	34	29	32	324
Gr	0							31
Mrs	37.2	7.7	0.24	0.02	100	11	14	16

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standart-kļūda	Vidējais ogulāju augstums, m	Standart-kļūda	Ziedēšanas īpatsvars, %	Parauglaukumu skaits, kur konstatēta ogulāju ziedēšanas	Parauglaukumi ar ogulājiem	Parauglaukumu skaits
Dms	11.4	2.1	0.21	0.01	64	22	32	61
Vrs	2.5	1.1	0.17	0.02	50	6	7	51
Grs	0	0.0						4
Pv	9.6	2.9	0.22	0.02	71	14	15	53
Nd	8.2	2.3	0.24	0.02	57	14	18	38
Db	1.8	1.3	0.21	0.04	25	4	4	46
Lk	0							3
Av	23.3	6.7	0.30	0.05	100	3	3	3
Am	21.0	5.3	0.27	0.02	71	7	16	22
As	5.3	0.9	0.20	0.01	30	37	49	154
Ap	0.3	0.2	0.15	0.05	0	2	2	61
Kv	20	8.4	0.21	0.03	100	4	4	5
Km	22.5	4.2	0.25	0.01	80	15	24	31
Ks	4.9	1.0	0.20	0.01	12	17	35	107
Kp	0.1	0.1	0.20			nav	1	41
<b>Kopā</b>	<b>6.7</b>	<b>0.4</b>	<b>0.21</b>		<b>51</b>	<b>303</b>	<b>426</b>	<b>1386</b>

Tabula 58. Avenes projektīvais segums, vidējais augstums un potenciālais ogu (ziedēšanas) sastopamības īpatsvars dažādos meža tipos

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standart-kļūda	Vidējais avenų augstums, m	Standart-kļūda	Ziedēšanas īpatsvars, %	Parauglaukumu skaits, kur konstatēta ogulāju ziedēšanas	Parauglaukumi ar avenēm	Parauglaukumu skaits
Sl	0							15
Mr	0.67	0.67	0.30		100	1	1	45
Ln	0.47	0.32	0.40	0.10	0	2	2	44
Dm	2.60	0.52	0.69	0.06	48	25	42	231
Vr	2.30	0.39	0.82	0.05	45	55	58	324
Gr	0.65	0.38	0.73	0.18	67	3	3	31
Mrs	0.63	0.63	0.50		100	1	1	16
Dms	3.52	1.37	0.72	0.11	43	7	11	61
Vrs	1.12	0.64	0.86	0.18	0	3	5	51
Grs	6.25	4.73	0.73	0.07	100	1	2	4
Pv	0.75	0.75	0.25		100	1	1	53
Nd	0.26	0.18	0.66	0.10	0	1	2	38
Db	0.98	0.33	0.70	0.13	71	7	8	46
Lk	0							3
Av	0							3
Am	0							22
As	3.08	0.72	0.60	0.05	50	24	38	154
Ap	3.16	1.61	0.84	0.11	22	9	11	61
Kv	0							5
Km	0.48	0.36	0.18	0.13	0	2	2	31
Ks	4.05	0.95	0.53	0.06	35	23	26	107

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standart-klūda	Vidējais aveņu augstums, m	Standart-klūda	Ziedēšanas īpatsvars, %	Parauglaukumu skaits, kur konstatēta ogulāju ziedēšanas	Parauglaukumi ar avenēm	Parauglaukumu skaits
Kp	7.20	2.36	0.78	0.08	43	14	15	41
Kopā	2.31	0.21	0.70	0.02	44	179	228	1386

Tabula 59. Zilenes projektīvais segums, vidējais augstums un potenciālais ogu (ziedēšanas) sastopamības īpatsvars dažādos meža tipos

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standart-klūda	Vidējais ogulāju augstums, m	Standart-klūda	Ziedēšanas īpatsvars, %	Parauglaukumu skaits, kur konstatēta ogulāju ziedēšanas	Parauglaukumi ar ogulājiem	Parauglaukumu skaits
Sl	0							15
Mr	0.7	0.3	0.4	0.0	50	4	4	45
Ln	1.3	0.9	0.4	0.1	100	3	3	44
Dm	<0.1		0.5		0	1	1	231
Vr	0							324
Gr	0							31
Mrs	9.4	4.3	0.5	0.0	67	6	8	16
Dms	0.6	0.5	0.5	0.1	100	1	2	61
Vrs	0.2	0.2	0.5		0	1	1	51
Grs	0					0		4
Pv	8.4	2.2	0.4	0.0	67	18	19	53
Nd	1.2	0.6	0.4	0.1	75	4	4	38
Db	0					0		46
Lk	0					0		3
Av	6.7	3.3	0.5	0.0	100	2	2	3
Am	1.8	1.0	0.4	0.1		0	4	22
As	0		0.3		0	1	1	154
Ap	0					0		61
Kv	6.0	4.0	0.4	0.1	100	2	2	5
Km	1.3	0.6	0.4	0.1	50	2	5	31
Ks	0					0		107
Kp	0					0		41
Kopā	0.7	0.1	0.4	0.0	67	45	56	1386

Tabula 60. Viršu projektīvais segums, vidējais augstums dažādos meža tipos

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standart-klūda	Vidējais viršu augstums, m	Standart-klūda	Parauglaukumi ar viršiem	Parauglaukumu skaits
Sl	7.7	1.7	0.3		11	15
Mr	6.0	2.0	0.2	0.1	16	45
Ln	2.8	0.9	0.2		12	44
Dm	0.1	0.1	0.2	0.1	3	231
Vr	0					324
Gr	0					31

Meža tips	Vidējais projektīvais segums, %	Standart-klūda	Vidējais viršu augstums, m	Standart-klūda	Parauglaukumi ar viršiem	Parauglaukumu skaits
Mrs	1.9	0.9	0.2		4	16
Dms	0.2	0.2	0.3		1	61
Vrs	0					51
Grs	0					4
Pv	5.8	2.3	0.3		13	53
Nd	0.3	0.3	0.1		1	38
Db	0					46
Lk	0					3
Av	0					3
Am	4.1	3.0	0.5		2	22
As	0.3	0.2	0.1	0.1	2	154
Ap	0					61
Kv	5.0	2.2	0.2		3	5
Km	0.2	0.2	0.3		1	31
Ks	0					107
Kp	0					41
<b>Kopā</b>	<b>0.8</b>	<b>0.1</b>	<b>0.4</b>	<b>0.1</b>	<b>69</b>	<b>1386</b>

### 3.2.2. Parauglaukumu ierīkošana ogu ražas novērtēšanai (mellenes, brūklenes) testa teritorijās

#### *Materiāls un metodika*

Ogu ražas novērtēšanai testa teritorijās Ziemeļkurzemē un Vidusdaugavas mežsaimniecības (Ugāles un Zalvītes testa teritorijas) 2017. gada vasaras sezonā ierīkoti 100 parauglaukumi 50 objektos sekojošos meža tipos un audžu vecumgrupās: Mr, Ln, Dm, Vr, Mrs, Dms, Vrs, Am, As jaunaudzēs, vidēja vecuma audzēs, briestaudzēs, pieaugušās/pāraugušās audzēs (Tabula 61)

Tabula 61. Ierīkoto parauglaukumu skaits pa meža tipi un vecumgrupām

MT	Vecumgrupa	Parauglaukumu skaits	Kopā
<b>Mr</b>	Jaunaudze	4	<b>18</b>
	Vid.vec.audze	2	
	Briestaudze	4	
	Pieaug.audze un pāraugusi audze	8	
<b>Ln</b>	Jaunaudze	4	<b>12</b>
	Vid.vec.audze	4	
	Pieaug.audze un pāraugusi audze	4	
<b>Dm</b>	Jaunaudze	4	<b>14</b>
	Vid.vec.audze	2	
	Briestaudze	4	
	Pieaug.audze un pāraugusi audze	4	
<b>Vr</b>	Vid.vec.audze	2	<b>4</b>
	Briestaudze	2	
<b>Dms</b>	Vid.vec.audze	4	<b>4</b>
<b>Mrs</b>	Jaunaudze	10	<b>16</b>
	Vid.vec.audze	4	
	Vid.vec.audze	2	
<b>Vrs</b>	Vid.vec.audze	4	<b>6</b>
	Pieaug.audze un pāraugusi audze	2	



MT	Vecumgrupa	Parauglaukumu skaits	Kopā
Am	Jaunaudze	2	14
	Vid.vec.audze	2	
	Briestaudze	4	
	Pieaug.audze un pāraugusi audze	6	
As	Jaunaudze	4	12
	Vid.vec.audze	4	
	Briestaudze	2	
	Pieaug.audze un pāraugusi audze	2	

Katrā no audzēm, to homogēnākās vietās, mežaudzes raksturošanai, identiski MSI koku uzmērīšanas metodikai, ierīkoti 500m<sup>2</sup> lieli laukumi kokaudzes raksturošanai. Ogulāju novērtēšanai ierīkoti divi parauglaukumi deviņu m<sup>2</sup> lielumā. Katrs parauglaukums sadalīts deviņos 1 m<sup>2</sup> lielos uzskaites laukumos, kur noteikts gan ogulāju (mellenes un brūklenes) projektīvais segums, gan vidējais modālais augstums. Uz ciņiem augošu ogulāju gadījumā augstums noteikts no ciņa virsotnes. Augstums noteikts ar 5cm gradācijas klasēs. <5cm; 6-10cm, 11-15cm, 16-20cm utt.

Melleņu un brūkleņu projektīvais segums, identiski kā MSI uzskaites laukumos, tiek novērtēts 12 klasēs:

Segums	Klase	Segums	Klase
0%	nav	46-55%	7
<5%	1	56-65%	8
5-15%	2	66-75%	9
16-25%	3	76-85%	10
26-35%	4	86-95%	11
36-45%	5	>95%	12
46-55%	6		

Ogu skaits novērtēts katra parauglaukuma piecos no deviņiem uzskaites laukumiem, katra uzskaites laukuma 0.25m<sup>2</sup> lielā daļā, kurā bija vislielākais projektīvais segums (Attēls 195) Ogulājiem, tos uzmērot, pierēģistrēja vai ir "ogas" vai šajā sezonā vai ir bijušas "ogas". Ogu vai to pazīmju esamība kodēta grupās:

- 1 – ir ziedi (ziedi vai ziedaizmetņi);
- 2 - ir ogas (ir ogas vai ir redzams, ka bijušas ogas šajā sezonā);
- 3 - nav ogu (nav nedz ziedaizmetņu, nedz ziedu, nedz ogu un nav pazīmju, kas liecinātu, ka ogas šajā sezonā ir bijušas);

7	8	9
4	5	6
1	2	3

7-3	7-4	8-3	8-4	9-3	9-4
7-1	7-2	8-1	8-2	9-1	9-2
4-3	4-4	5-3	5-4	6-3	6-4
4-1	4-2	5-1	5-2	6-1	6-2
1-3	1-4	2-3	2-4	3-3	3-4
1-1	1-2	2-1	2-2	3-1	3-2

Attēls 195. Uzskaites laukumu un uzskaites kvadrātu numerācija

Ogu ražas noteikšanai nepieciešamais ogu svars iegūts, nolasot visas ogas četros nejauši izvēlētos uzskaites kvadrātos un 30 (50) gatavās ogas nosverot. Rezultātā aprēķināts vidējais ogu svars parauglaukumā.

Bet, ja parauglaukumu uzmērīšana notikusi iepriekš, tad ogas nolasītas tajos uzskaites laukumos, kur tās netika lasītas pirmajā uzskaites reizē.

### *Rezultāti*

Pirmajā pētījuma etapā Zalvītes un Ugāles testa teritoriju ogulāju dati apvienoti, iegūstot lielāku datu kopu analīzei. Arī daži meža tipi apvienoti meža tipu grupās vai arī augšanas apstākļu grupās, lai iegūtie rezultātu būtu reprezentatīvi. Projekta nākamajos posmos teritoriju dati tiks analizēti atsevišķi, aplūkojot arī ģeogrāfiskā novietojuma atšķirības.

Analizējot testa teritoriju datus, vērojams, ka Mr brūklenāju sastopamība dažādās grupās ir ļoti augsta – 100% vai gandrīz visos uzskaites laukumos brūkleņu mētras sastopamas vidēja vecuma audzēs, briestaudzēs, pieaugušās/pāraugušās audzēs, bet jaunaudzēs,  $\frac{3}{4}$  no visiem laukumiem konstatētas brūkleņu mētras. Ln un Dm grupā sastopamības īpatsvars samazinās, no 67% līdz 25% (briestaudzes grupā tikai viena objekta dati, līdz ar to dati reprezentē objekta ietekmi). Līdzīgi sastopamības indeksi ir slapjainu un susināto mežu grupā. Jāuzsver, ka rezultātos novērota - bieža ogulāju sastopamība, bet zemas projektīvo segumu vērtības, - tikai Mr briestaudzēs, pieaugušās/pāraugušās audzēs brūklenāju projektīvais segums pārsniedz 25% (Tabula 62).

Mellenājiem Zalvītes un Ugāles testa teritorijā nav novērojama tik liela izkliede starp sastopamības vērtībām meža tipu grupās. Sakarība veidojas tikai starp projektīvo segumu un audzes vecumu, piemēram, Ln un Dm grupā priežu jaunaudzē mētru projektīvais segums ir tikai ~8%, bet vidēja vecuma audzēs, briestaudzēs, pieaugušās/pāraugušās audzēs ~50% (Tabula 63).

Tabula 62. Brūklenes sastopamība, projektīvais segums un vidējais modālais augstums dažādos meža tipos un vecumgrupās

Valdošā suga	MT augšanas apstākļu grupas vai MT grupas	Vecumgrupa	Ogulāju sastopamība, %	Standart-klūda	Vidējais projektīvais segums,%	Standart-klūda	Vidējais augstums, m	Standart-klūda
<b>Priede</b>	Mr	Jaunaudze	75	25	18	10	0.07	2
		Vid.vec.audze	100		9	1	0.10	0
		Briestaudze	100		40	6	0.10	0
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	99	1	27	5	0.10	1
	Ln un Dm	Jaunaudze	67	17	14	5	0.06	1
		Vid.vec.audze	65	21	15	8	0.07	3
		Briestaudze	25	25	2	2	0.04	4
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	54	14	5	2	0.07	2
	Slapjaiņi un susinātie meži	Jaunaudze	63	12	17	5	0.09	2
		Vid.vec.audze	37	12	5	3	0.05	2
		Briestaudze	63	15	4	1	0.07	2
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	26	12	3	2	0.04	2
<b>Egle</b>	Slapjaiņi un susinātie meži	Jaunaudze	11	11	1	1	0.01	1
		Vid.vec.audze	56	11	3	1	0.04	1
	Vr	Briestaudze	0					
<b>Bērzs</b>	Slapjaiņi un susinātie meži	Vid.vec.audze	0					
		Pieaug.audze un pāraugusi audze						
	Vr	Vid.vec.audze	0					
<b>Melnalksnis</b>	Slapjaiņi un susinātie meži	Vid.vec.audze	0					

Tabula 63. Mellenes sastopamība, projektīvais segums un vidējais modālais augstums dažādos meža tipos un vecumgrupās

Valdošā suga	MT augšanas apstākļu grupas vai MT grupas	Vecumgrupa	Ogulāju sastopamība, %	Standartklūda	Vidējais projektīvais segums, %	Standartklūda	Vidējais augstums, m	Standartklūda
<b>Priede</b>	Mr	Jaunaudze	100		41	27	0.18	6
		Vid.vec.audze	50	29	8	5	0.08	5
		Briestaudze	33	24	8	7	0.07	4
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	57	14	19	8	0.11	3
	Ln un Dm	Jaunaudze	44	10	8	5	0.08	2
		Vid.vec.audze	100		49	9	0.21	2
		Briestaudze	100		45	14	0.23	4
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	100		44	8	0.21	1
	Slapjaini un susinātie meži	Jaunaudze	62	10	24	8	0.14	3
		Vid.vec.audze	81	7	25	7	0.17	2
		Briestaudze	100		45	5	0.21	2
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	93	7	27	6	0.19	2
<b>Egle</b>	Slapjaini un susinātie meži	Jaunaudze	50	50	23	23	0.08	8
		Vid.vec.audze	100		22	4	0.14	1
	Vr	Briestaudze						
<b>Bērzs</b>	Slapjaini un susinātie meži	Vid.vec.audze	83	17	9	1	0.19	8
		Pieaug.audze un pāraugusi audze	100		14	2	0.17	4
	Vr	Vid.vec.audze	0					
<b>Melnalksnis</b>	Slapjaini un susinātie meži	Vid.vec.audze	0					

Pašreiz pieejamie dati par potenciālo brūkleņu (Tabula 64) un melleņu (Tabula 65) ogu ražu  $\text{kg ha}^{-1}$  dažādos meža tipos, meža tipu grupās un to vecumgrupās 2017. gadā pie 100% projektīvā seguma norāda, ka brūklenēm potenciāli lielākā iespējamā raža novērojama Mrs (175±113), bet mellenēm - Dm (165 ±85).

Tabula 64. Brūkleņu ogu raža  $\text{kg ha}^{-1}$

Meža tips	Potenciālais ogu svars pie 100% ogulāju seguma, $\text{kg/ha}$	Standartklūda
Mr	139	51
Ln	160	70
Dm	61	58
Vr	nav ogu	
Mrs	175	113
Dms	nav ogu	0
Vrs	nav ogu	
Am	100	74
As	28	14
<b>Kopā</b>	<b>108</b>	<b>27</b>

Tabula 65. Melleņu ogu raža  $\text{kg ha}^{-1}$

Meža tips	Potenciālais ogu svars pie 100% ogulāju seguma, $\text{kg/ha}$	Standartklūda
Mr	85	33
Ln	66	25
Dm	165	85
Vr	nav ogu	
Mrs	118	72
Dms	9	9
Vrs	21	0
Am	45	15
As	64	45
<b>Kopā</b>	<b>87</b>	<b>21</b>

Aplūkojot brūkleņu un melleņu mētru vidējo augstumu (Tabula 66, Tabula 67), novērots, ka vairumā meža tipu grupām ir būtiska atšķirība starp mētru augstumu "ar ogām" un "bez ogām". Parauglaukumos, kur mētrām ir lielāks augstums, varētu būt arī lielāka varbūtība ogu sastopamībai. Turpmākajos pētījumos vajadzētu izvērtēt arī projektīvā seguma saistību uz mētru augstumu.

Tabula 66. Vidējās brūkleņu augstuma atšķirības

MT augšanas apstākļu grupas vai MT grupas	Vidējais ogulāju augstums ar ogām, m	Vidējais ogulāju augstums bez ogām, cm	Būtiska atšķirība ( $p < 0,05$ )
Ln un Dm	0.12	0.10	nav
Mr	0.10	0.09	nav

MT augšanas apstākļu grupas vai MT grupas	Vidējais ogulāju augstums ar ogām, m	Vidējais ogulāju augstums bez ogām, cm	Būtiska atšķirība (p<0,05)
Slapjaini un susinātie meži	0.14	0.11	ir
<b>Kopā</b>	<b>0.12</b>	<b>0.10</b>	<b>ir</b>

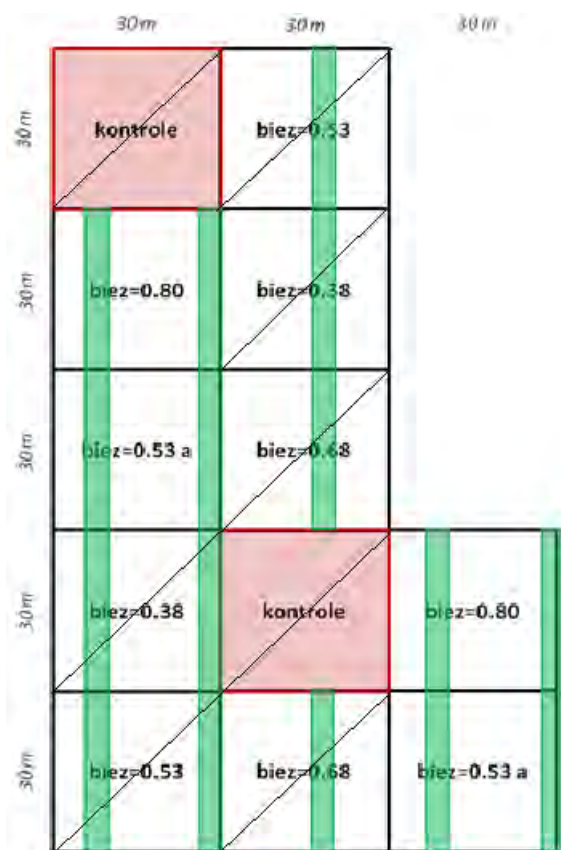
Tabula 67. Vidējās melleņu augstuma atšķirības

MT augšanas apstākļu grupas vai MT grupas	Vidējais ogulāju augstums ar ogām, m	Vidējais ogulāju augstums bez ogām, cm	Būtiska atšķirība (p<0,05)
Ln un Dm	0.25	0.18	ir
Mr	0.18	0.14	ir
Slapjaini un susinātie meži	0.21	0.18	ir
<b>Kopā</b>	<b>0.20</b>	<b>0.16</b>	<b>ir</b>

### 3.2.3. Ogulāju (mellenāju, brūklenāju) un to ogu ražu uzskaites kopšanas ciršu laukumos

#### Materiāls un metodika

Parauglaukumu ierīkošana ogu ražas novērtēšanai (mellenes, brūklenes) un projektīvā seguma izmaiņām saimnieciskās darbības rezultātā, veikta krājas kopšanas parauglaukumu teritorijās. Metode balstīta uz BACI tipa eksperimenta dizainu (*Before-After-Control-Impact*). Pastāvīgie parauglaukumi ierīkoti Ziemeļkurzemes, Vidusdaugavas un Austrumvidzemes mežsaimniecības Sl, Mr, Ln, Dm, Mrs, Kv, Am, As priežu un egļu jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs. Katrā no 17 objektiem ierīkoti 8 – 10 kvadrātveida parauglaukumi ar izmēru 30x30m, kopsummā 143 (Tabula 68). Atlasītajās audzēs plānotas krājas kopšanas cirtes ar konkrētu biezību parauglaukumiem (~0,38, ~0,53, ~0,68 un kontrole) divos atkārtojumos, līdz ar to nodrošinot iespēju aplūkot ogulāju projektīvā seguma, augstuma un ogu ražas izmaiņas pirms un pēc mežsaimnieciskās darbības. Katrā no parauglaukumiem ierīkoja 42m garas R-A diagonāles transektes uz tās vienmērīgi izvietojot 36 sīkkrūmu uzskaites laukumus (0,25m<sup>2</sup>) melleņu un brūkleņu projektīvo segumu, vidējo augstumu novērtēšanai (Attēls 196). Savukārt piecos uzskaites laukumos ar lielāko mētru projektīvo segumu noteikts ogu skaits (gan gatavas, gan negatavas).



Attēls 196. Kopšanas ciršu shēma ar transektēm parauglaukumos

Ogu ražas noteikšanai nepieciešamais ogu svars iegūts, nolasot visas ogas vismaz piecos uzskaites laukumos ar lielāko mētru projektīvo segumu un 30 (50) gatavās ogas nosverot. Rezultātā aprēķināts vidējais ogu svars katrā no parauglaukumiem un objektiem. Bet, ja laukumu uzmērīšana notikusi pirms ogu ražas sezonas, tad ogas nolasītas tajos uzskaites laukumos, kur tās netika lasītas pirmajā uzskaites reizē. Savukārt, ja ogu skaits parauglaukumos bija nepietiekams (1- 5 ogas), tad ogas ievāktas ārpus uzskaites laukumu robežām.

Tabula 68. Kopšanas cirtēs ierīkoto parauglaukumu skaits dažādos meža tipos un vecumgrupās

MT	Vecuma grupa	Parauglaukumu skaits	Kopā
Sl	Vid.vec.audze	10	10
Mr	Jaunaudze	8	40
	Vid.vec.audze	32	
Ln	Jaunaudze	8	30
	Vid.vec.audze	22	
Dm	Jaunaudze	9	17
	Vid.vec.audze	8	
Mrs	Vid.vec.audze	14	14
Kv	Vid.vec.audze	8	8
Am	Jaunaudze	6	6
As	Jaunaudze	10	18
	Vid.vec.audze	8	

## Rezultāti

Aplūkojot, vai un kā mainās mētru sastopamība un produktivitāte audzēs pēc mežizstrādes, dotajā pētījumā būs iespējams novērtēt, kādā veidā un cik ilgā laikā posmā mētras atjaunojas pēc šāda veida ietekmes. Šobrīd parauglaukumu dati atspoguļo rezultātus pirms mežsaimnieciskās darbības. Turpmākajos pētījuma posmos varēs novērot ogulāju projektīvā seguma un augstuma izmaiņas, kā arī noskaidrot sīkrūmu (mellenes un brūklenes) atjaunošanās ilgumu līdz ogu ražai pēc dažādas intensitātes mežsaimnieciskās darbības.

Kopšanas ciršu parauglaukumi tika atlasīti neatkarīgi no ogulāju sastopamības. Ir objekti kuros mētru sastopamība ir <1%. Šādi atlasot objektus tiek iegūta objektīva informācija par kopējo ogulāju sastopamību un potenciālo ogu ražu konkrēta tipa mežaudzē. Brūklenēm, līdzīgi kā testa teritorijās, lielākā sastopamība kopšanas ciršu objektos novērota Mr vidēja vecuma audzē, bet ar zemu vidējo projektīvā seguma vērtību (~4%) (Tabula 69). Mellenēm lielākā ogulāju sastopamība kopšanas ciršu objektos novērota Dm vidēja vecuma audzē (95%) (Tabula 70)

Tabula 69. Brūklenes sastopamība, projektīvais segums un vidējais modālais augstums dažādos meža tipos un vecumgrupās

Valdošā suga	Meža tips	Vecumgrupa	Ogulāju sastopamība, %	Standarta-klūda	Vidējais projektīvais segums, %	Standarta-klūda	Vidējais augstums, cm	Standarta-klūda
Priede	Sl	Vid.vec.audzē	0		0		2	1
	Mr	Jaunaudze	56	8	2	1	8	
		Vid.vec.audzē	91	2	4	0	9	
	Ln	Jaunaudze	55	7	1	0	8	
		Vid.vec.audzē	69	7	4	1	10	
	Dm	Jaunaudze	24	6	1	0	8	1
		Vid.vec.audzē	27	7	0	0	8	1
	Mrs	Vid.vec.audzē	46	8	2	1	9	1
	Am	Jaunaudze	92	3	5	1	11	0
	As	Jaunaudze	25	19	0	0	10	0
	Kv	Vid.vec.audzē	69	7	2	1	10	0
Egle	As	Jaunaudze	0	0	0	0	0	
		Vid.vec.audzē	6	3	0	0	4	2

Tabula 70. Mellenes sastopamība, projektīvais segums un vidējais augstums dažādos meža tipos un vecumgrupās

Valdošā suga	Meža tips	Vecumgrupa	Ogulāju sastopamība, %	Standarta-klūda	Vidējais projektīvais segums, %	Standarta-klūda	Vidējais augstums, cm	Standarta-klūda
Priede	Sl	Vid.vec.audzē	1	1	0	0	1	1
	Mr	Jaunaudze	2	1	0	0	4	2
		Vid.vec.audzē	61	4	8	1	17	0
	Ln	Jaunaudze	45	7	2	1	13	1



Valdošā suga	Meža tips	Vecumgrupa	Ogulāju sastopamība, %	Standart-klūda	Vidējais projektīvais segums,%	Standart-klūda	Vidējais augstums, cm	Standart-klūda
		Vid.vec.audzē	78	3	14	3	19	1
	<b>Dm</b>	Jaunaudze	70	10	12	2	20	1
		Vid.vec.audzē	95	2	8	1	18	1
	<b>Mrs</b>	Vid.vec.audzē	73	5	12	2	20	1
	<b>Am</b>	Jaunaudze	61	8	5	1	19	1
	<b>As</b>	Jaunaudze	28	8	1	1	19	1
	<b>Kv</b>	Vid.vec.audzē	88	3	7	1	17	1
<b>Egle</b>	<b>As</b>	Jaunaudze	2	1	0	0	3	2
		Vid.vec.audzē	26	10	2	1	9	2

Svarīgi noskaidrot arī kopējo potenciālo melleņu un brūkleņu ogu ražu ( $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) pirms/pēc mežizstrādes. Šobrīd iegūtie rezultāti attiecināmi par posmu pirms mežizstrādes. Pētījuma nākotnē būs iespēja salīdzināt potenciālas ražas izmaiņas.

Pašreiz apkopoti par potenciālo brūkleņu (Tabula 71) un melleņu (Tabula 72) ogu ražu  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  dažādos meža tipos un to vecumgrupās kopšanas ciršu laukumos 2017. gadā pie 100% projektīvā seguma. Potenciāli lielāka brūkleņu ogu raža novērojama Ln  $15 \pm 7 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , kas, aptuveni, ir desmit reizes mazāka, kā prognozēta ar 2017. gada testa teritorijas datiem. Šī tendence atspoguļojas visu meža tipu potenciālās ogu ražas prognozēs. Piem., mellenes potenciālā ogu raža Dm kopšanas ciršu laukumos prognozēta  $26 \pm 14 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , bet testa teritorijās Zalvītē un Ugālē -  $165 \pm 85 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Visticamāk, lielā vērtību atšķirība skaidrojama ar augsto kokaudzes biežību kopšanas ciršu parauglaukumos pirms kopšanas, kas šobrīd nav optimāli ne brūklenēm, ne mellenēm. Nākamajos projekta posmos, atkārtoti pārmērot pastāvīgos parauglaukumus pēc mežizstrāde, kur būs samazināta kokaudzes biežība, ogulāju segumam un ogu ražai, domājams, būtu jāpalielinās.

Tabula 71. Brūkleņu ogu raža  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  neatkarīgi no valdošās sugas audzē un vecumgrupas

Meža tips	Potenciālais ogu svars pie 100% ogulāju seguma, $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$	Standartklūda
Sl	nav ogu	
Mr	10	3
Ln	15	7
Dm	nav ogu	
Mrs	6	5
Am	1	1
As	nav ogu	
Kv	4	2

Tabula 72. Melleņu ogu raža kg-ha-1 neatkarīgi no valdošās sugas audzē un vecumgrupas

Meža tips	Potenciālais ogu svars pie 100% ogulāju seguma, kg·ha <sup>-1</sup>	Standartkļūda
Sl	nav ogu	0
Mr	20	3
Ln	26	8
Dm	26	14
Mrs	42	8
Am	16	3
As	3	2
Kv	37	8

Līdzīgi kā testa teritorijās arī kopšanas cirtes parauglaukumos ir būtiska atšķirība (vairumā gadījumu) starp mētru augstumu “ar ogām” un “bez ogām” (Tabula 73 un Tabula 74).

Tabula 73. Vidējās brūkleņu augstuma atšķirības

Meža tips	Vidējais ogulāju augstums ar ogām, cm	Vidējais ogulāju augstums bez ogām, cm	Būtiska atšķirība (p<0,05)
Ln	13	9	ir
Kv	10	10	nav
Kopā	11	9	ir

Tabula 74. Vidējās melleņu augstuma atšķirības

Meža tips	Vidējais ogulāju augstums ar ogām, cm	Vidējais ogulāju augstums bez ogām, cm	Būtiska atšķirība (p<0,05)
Mr	21	15	ir
Ln	21	16	ir
Dm	22	18	ir
Mrs	23	16	ir
Am	22	16	ir
As	15	13	nav
Kv	18	15	ir
Kopā	20	16	ir

### Secinājumi

1. Apkopojot datus no MSI parauglaukumiem, pašreizējie rezultāti liecina, ka gandrīz 1/3 no 1386 parauglaukumiem sastopamas mellenes, ¼- brūklenes un avenes. Nākamajā posmā jāaplūko ogulāju projektīvā seguma, augstuma un ogu raža saistību.
2. Mežsaimnieciskās darbības ietekmes vērtēšanai uz ogulāju projektīvā seguma un ražas maiņu ierīkotajos BACI tipa eksperimenta dizaina (*Before-After-Control-Impact*) parauglaukumos novērotas salīdzinoši zemas sākotnējās (*Before*) kopējās ogulāja seguma un ogu ražas vērtības. Tas visticamākais ir saistīts ar to, ka kopšanas ciršu parauglaukumi ar augstu kokaudzes biežību nav optimālie augšanas apstākļi ne brūklenēm, ne mellenēm. Domājams, pēc mežizstrādes, samazinoties kokaudzes biežībai, ogulāju segums un ogu raža palielināsies.

- Turpmākajos pētījuma posmos jāierīko papildus parauglaukumi dažādos meža tipos un vecumgrupās izklīdēti, lai iegūtu objektīvus rezultātus, jo pašreiz iegūtie aprēķini par ogulāju sastopamību, projektīvo segumu un potenciālo ogu ražu atspoguļo katras sugas tendences, ne absolūtās skaitliskās vērtības.

### 3.2.4. Parauglaukumu iekārtošana atsevišķu ēdamo sēņu ģinšu novērtējumam izvēlētajās testa teritorijās

#### Materiāls un metodika

2017. gadā tika ierīkoti uzskaites maršruti ēdamo sēņu sugu novērtējumam testa teritorijās Ugāles pagastā un Zalvītes testa teritorijā. Uzskaites maršruts Ugāles pagastā teritorijā tika apsekots ik pa 7 dienām no jūnija līdz oktobra beigām, savukārt Zalvītes testa teritorijā apsekošana veikta ik pa 14 dienām no jūnija līdz oktobra beigām.

Maršrutos iekļautas Mr, Ln, Dm, Vr, Mrs, Dms, Vrs, Am, As jaunaudzēs, vidēja vecuma audzes, pieaugušas/pāraugušas audzes (Tabula 75, Tabula 76).

Tabula 75. Parauglaukumu skaits mežu tipos un meža augšanas apstākļu tipos Zalvītes testa teritorijā

Meža tipi	Am	As	Dm	Ln	Mr	Vr	Mrs	Vrs
Skaitis	3	3	3	3	3	3	3	1
Meža augšanas apstākļu tipi	Āreņi		Sausieņi			Slapjaini		
Skaitis	6		12			4		

Tabula 76. Parauglaukumu skaits mežu tipos un meža augšanas apstākļu tipos testa teritorijā Ugāles pagastā

Meža tipi	Am	As	Dm	Ln	Mr	Dms	Mrs
Skaitis	3	4	4	3	5	2	4
Meža augšanas apstākļu tipi	Āreņi		Sausieņi			Slapjaini	
Skaitis	7		12			6	

Katrā nogabalā ierīkoti 2 parauglaukumi. Katrā parauglaukumā (12.62 m rādiusā ap centru) ievākti (nolaužot) visi konstatētie augļķermeņi atbilstoši sugu grupām un noteikts to skaits un svars dabiski mitrā stāvoklī.

Sēņu raža tiek vērtēta sekojošām ēdamo sēņu sugām:

- Gailenes (*Cantharellus cibarius*),
- Baravikas (*Boletus spp.*),
- Bekas: lācīšu ģints (*Leccinum spp.*) bekas (apšu bekas, bērzu bekas, lācīši, sviestbeku ģints (*Suillus spp.*), samtbeku ģints (*Xerocomus spp.*),
- Bērslapes (*Russula spp.*),
- Alksnenes, cūcenes, vilnītis, krimildes (*Lactarius spp.*).

Ugāles pagasta testa teritorijā uzskaitē veikta 25 vietās (katrā 1000 m<sup>2</sup>) un Zalvītes testa teritorijā uzskaitē veikta 22 vietās (katrā 1000 m<sup>2</sup>) kopā 4.7 ha platībā.

Objektos katrā parauglaukumā (12.62m rādiusā ap centru), rūpīgi to apsekojot, katru ceturtdaļu atsevišķi: ZA, DA, DR un ZR, zig-zagā no centra uz perimetru, ievāc visu sēņu augļķermeņus, atbilstoši sugu grupām ievāc (nolaužot) visus konstatētos augļķermeņus. Uzreiz mežā nosaka augļķermeņu skaitu un kopējo svaru dabiski mitrā stāvoklī, izmantojot rokas svarus.

### Rezultāti

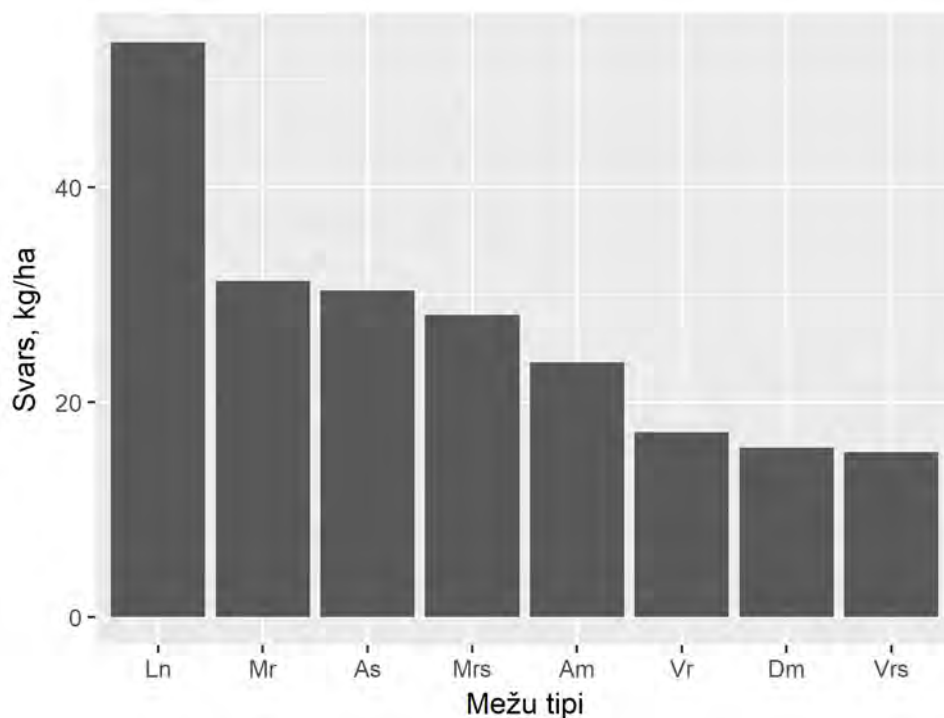
Zalvītes testa teritorijā ar sēnēm bagātākie parauglaukumi ir lānā un parauglaukumi slapjajā mētrājā. Parauglaukumos lānā plaši pārstāvētas ir beku, bēržlapju un *Lactarius spp.* sugas.

Apjomīgākā gailēņu raža konstatēta parauglaukumos mētrājā, kā arī vienā no lāna parauglaukumiem. Baraviku lielākā raža konstatēta parauglaukumā damaksnī. Kopumā gailenes un baravikas fiksētas pāris parauglaukumos. Savukārt bekas plaši pārstāvētas gandrīz visos parauglaukumos, izņemot vēra parauglaukumos. Lielas beku ražas bijušas gan mētru ārenī, gan šaurlapju ārenī, gan damaksnī, gan lānā, arī slapjajā mētrājā, turklāt slapjā mētrāja parauglaukumā konstatēta vislielākā beku raža. Mazākas beku ražas bijušas mētrājā un vērī. Bēržlapes ir bijusi plaši pārstāvēta suga gandrīz visos parauglaukumos. Lielākā bēržlapju raža konstatēta parauglaukumos lānā un vienā no parauglaukumiem šaurlapju ārenī. Arī *Lactarius spp.* sēnes plaši pārstāvētas visos laukumos, lielākā to raža bijusi sausieņu parauglaukumos. Parauglaukumā damaksnī iepriekš minēto sugu sēnes sezonas uzskaites laikā netika konstatētas (Tabula 77 **Error! Reference source not found.**).

Tabula 77. Kopējais sēņu svars sezonā uz hektāru Zalvītes testa teritorijā

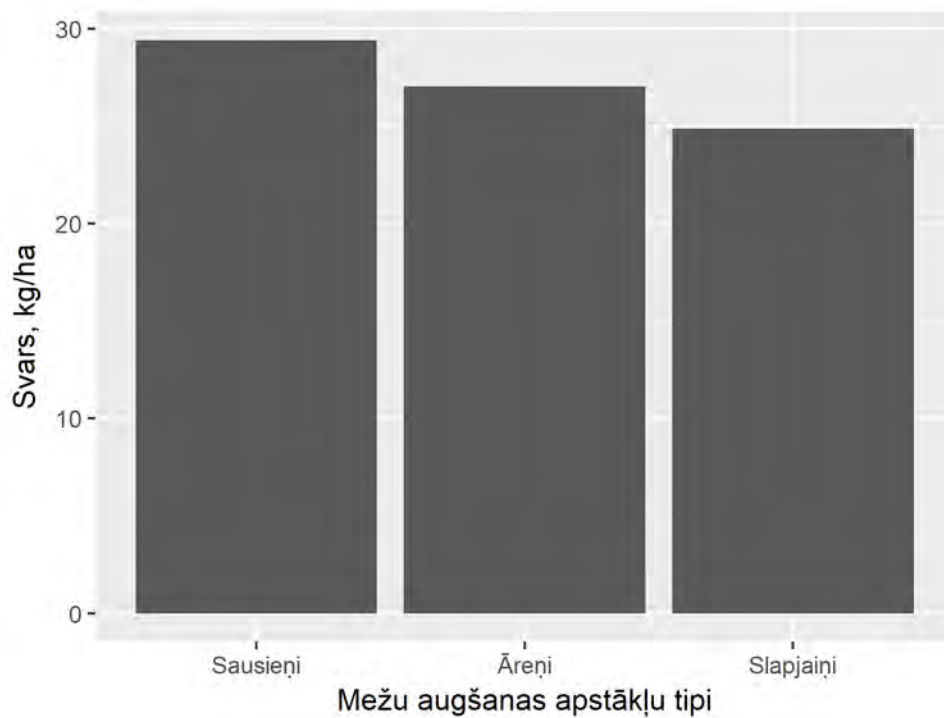
Mežu tipi	MAA tipi	Kvartāls	Noga bals	Svars, kg					Kopējais svars, kg
				Gailenes	Baravikas	Bekas	Bēržlapes	Lactarius spp.	
Āreņi	Am	12	27	0	0	17.3	2.35	9.55	29.2
Āreņi	Am	32	1	0	0	2.45	9.9	2.65	15
Āreņi	Am	53	5	1.1	0	7.4	7.5	10.9	26.9
Āreņi	As	19	45	0	0	4.85	24.9	6.5	36.25
Āreņi	As	77	8	0	0	2.1	4.35	3.7	10.15
Āreņi	As	77	13	0	0.75	9.2	18.4	16.35	44.7
Sausieņi	Dm	68	37	0	0	0	0	0	0
Sausieņi	Dm	69	31	0.63	8.25	5.3	4.85	2.65	21.68
Sausieņi	Dm	69	32	0	0.15	13.95	6.45	5.05	25.6
Sausieņi	Ln	20	5	0	0	12	36.2	10.85	59.05
Sausieņi	Ln	323	10	0	0	5.15	20.55	8.65	34.35
Sausieņi	Ln	323	20	3.05	0.4	8.7	9.85	45	67
Sausieņi	Mr	32	8	2.4	0	2.4	19.05	5.2	29.05
Sausieņi	Mr	32	10	2.4	0	3.7	5.4	14.45	25.95
Sausieņi	Mr	32	11	10.85	0	4.5	5.05	18.35	38.75
Sausieņi	Vr	307	22	0	0	0	4.05	7.55	11.6
Sausieņi	Vr	307	36	0	0.45	0	18.49	19.1	38.04
Sausieņi	Vr	307	41	0	0	0	0.15	1.75	1.9
Slapjaini	Mrs	298	18	0	0	3.65	5.85	11.05	20.55
Slapjaini	Mrs	298	33	0	1.25	0.2	8	8.95	18.4
Slapjaini	Mrs	299	25	0	0.4	23.7	11.2	9.95	45.25
Slapjaini	Vrs	297	25	0	0	3.7	5.55	6.05	15.3

Salīdzinot sēņu ražu pa mežu tipiem, lielākā vidējā sēņu raža Zalvītes testa teritorijā bijusi parauglaukumos, kas ierīkoti lānā, savukārt mazākā – slapjajā vērī, damaksnī un vērī (Attēls 197).



Attēls 197. Vidējā sēņu raža sezonā pa mežu tipiem Zalvītes testa teritorijā

Pēc mežu augšanas apstākļu tipiem lielākā vidējā sēņu raža sezonā Zalvītes testa teritorijā konstatēta sausienos (Attēls 198).



Attēls 198. Vidējā sēņu raža sezonā pa mežu augšanas apstākļu tipiem Zalvītes testa teritorijā

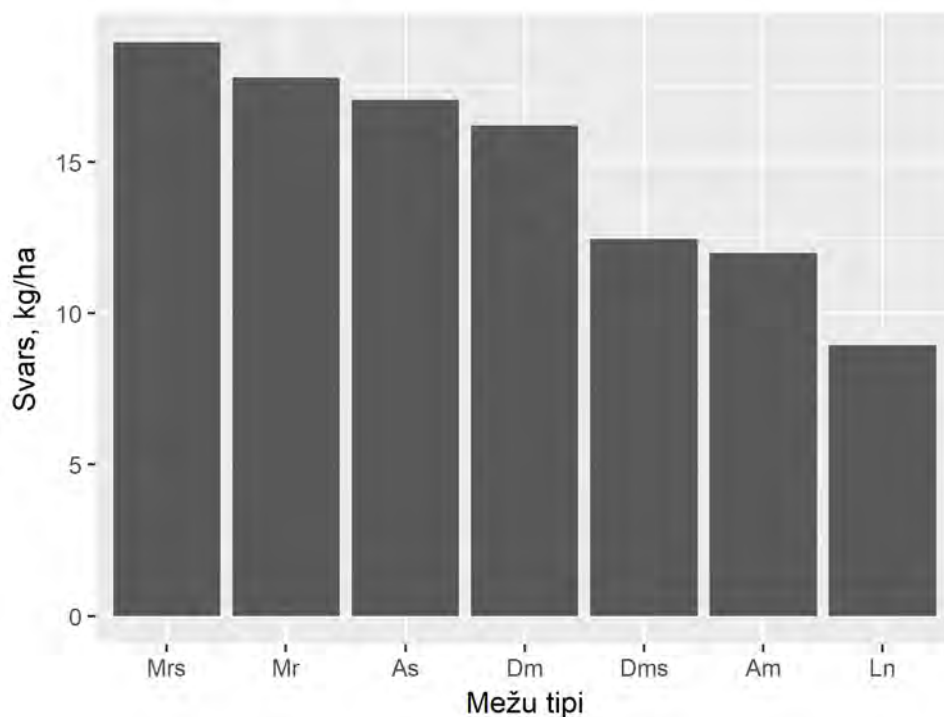
Testa teritorijā Ugāles pagastā ar sēnēm bagātākie laukumi ir mētrājā, šaurlapju ārenī un damaksnī. Apjomīgākā gailēņu raža konstatēta mētru āreņa parauglaukumā un damakšņā

parauglukumā. Pārējos parauglukumos gailenes konstatētas ļoti nelielos daudzumos vai nav konstatētas vispār. Baravikas konstatētas pāris parauglukumos, lielāka raža bijusi parauglukumā ārenī. Bekas konstatētas lielā daļā parauglukumā, lielākā to raža bijusi mētrajos. Bērslapes konstatētas lielā daļā parauglukumā, samērā liela to raža bijusi vismaz vienā no parauglukumiem katrā meža tipā. Pati lielākā šīs sugas raža bijusi parauglukumā mētrājā. Arī *Lactarius spp.* sēnes plaši pārstāvētas lielā daļā parauglukumā. Liela *Lactarius spp.* raža bijusi slapjā mētrāja parauglukumos, savukārt vislielākā šo sēņu raža konstatēta damakšņa parauglukumā. Vienā parauglukumā lānā iepriekš uzskaitīto sugu sēnes sezonas uzskaites laikā netika konstatētas (Tabula 79).

Tabula 78. Kopējais sēņu svars sezonā uz hektāru testa teritorijā Ugāles pagastā

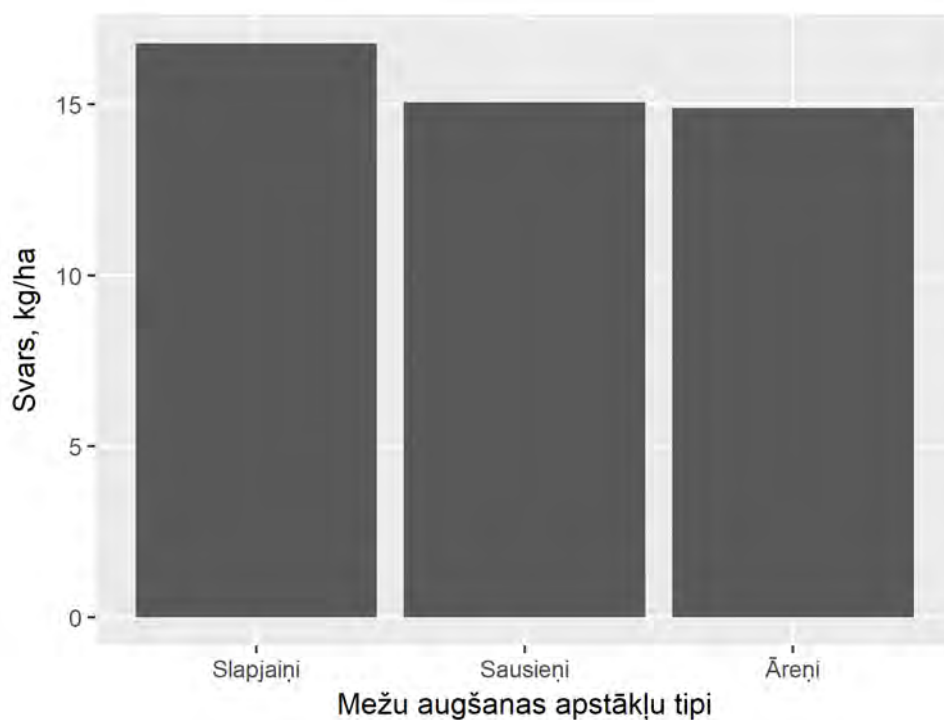
Mežu tipi	MAA tipi	Kvartāls	Nogabals	Svars, kg					Kopējais svars, kg
				Gailenes	Baravikas	Bekas	Bērslapes	Lactarius spp.	
Āreņi	Am	276	6	2.75	0	9.35	9.85	2.2	24.15
Āreņi	Am	277	10	0	0	3.5	0.65	0.45	4.6
Āreņi	Am	279	14	0	0	1.7	0	5.55	7.25
Āreņi	As	275	13	0	2.1	13.65	14.1	5.3	35.15
Āreņi	As	276	11	0	0	1.15	1.4	0.55	3.1
Āreņi	As	277	18	3	0	0	15.81	0	18.81
Āreņi	As	304	20	0	1.45	0	3	6.7	11.15
Sausieņi	Dm	138	6	2.55	0	2.3	13.05	0	17.9
Sausieņi	Dm	139	21	0.06	0	5.88	3.5	7.06	16.5
Sausieņi	Dm	275	10	0	0	0	3.55	0.3	3.85
Sausieņi	Dm	303	12	0	0	0.4	0	26.15	26.55
Sausieņi	Ln	137	24	0	0	5.55	9.35	4.15	19.05
Sausieņi	Ln	310	16	0	0	0	0	0	0
Sausieņi	Ln	310	17	0	0	0.75	6.4	0.65	7.8
Sausieņi	Mr	119	15	0	0	10.65	11.95	0	22.6
Sausieņi	Mr	119	28	0.15	1.55	7.8	1.75	0	11.25
Sausieņi	Mr	137	21	0.05	0	0	0	0.85	0.9
Sausieņi	Mr	137	22	0.05	1.75	15.85	20.35	0.55	38.55
Sausieņi	Mr	137	32	0.15	0.45	11.9	1.55	1.65	15.7
Slapjaini	Dms	310	4	0.15	0	0.7	3.25	6.3	10.4
Slapjaini	Dms	310	11	0	0	0	9.1	5.4	14.5
Slapjaini	Mrs	264	17	0	0	0	7.1	16.25	23.35
Slapjaini	Mrs	287	2	0	0	0	2.65	10.52	13.17
Slapjaini	Mrs	310	21	0	0	1.2	14.7	9.15	25.05
Slapjaini	Mrs	310	29	0	0	2.2	8.35	3.7	14.25

Salīdzinot sēņu ražu pa mežu tipiem, lielākā vidējā konstatēta slapjajā mētrājā, savukārt mazākā – parauglukumos lāna tipa mežos (Attēls 199).



Attēls 199. Vidējā sēņu raža sezonā pa mežu tipiem testa teritorijā Ugāles pagastā

Salīdzinot sēņu ražu pa mežu augšanas apstākļu tipiem, lielākā raža konstatēta slapjainu mežu tipos (Attēls 200).



Attēls 200. Vidējā sēņu raža sezonā pa mežu augšanas apstākļu tipiem testa teritorijā Ugāles pagastā

### Secinājumi

1. Kopumā Zalvītes testa teritorijā ir ievērojami lielāki kopējie sēņu ražas apjomi.
2. Zalvītes testa teritorijas vidējie sēņu ražas apjomi parauglaukumos lānā ir ievērojami lielāki, salīdzinot

ar citiem meža tipiēm. Savukārt testa teritorijā Ugāles pagastā vērojama radikāla atšķirība – parauglaukumos lānā ir vismazākā sēņu raža.

3. Salīdzinot abu teritoriju vidējās sēņu ražas pa mežu augšanas apstākļu tipiēm, nav vērojama kopīga tendence. Zalvītes testa teritorijā lielākā sēņu raža konstatēta sausieņos, tad āreņos un pēc tam slapjajņos, savukārt Ugāles pagasta testa teritorijā lielākā sēņu raža konstatēta slapjajņos, tad sausieņos, pēc tam āreņos.
4. Ievērojami lielākos sēņu apjomos Zalvītes testa teritorijā varētu skaidrot ar ierobežoto piekļūšanu sezonas laikā, kad sēņu vietām bija liegta piebraukšana, jo notika meža ceļu izbūve un renovācija. Iespējams cilvēki izvēlējās citas vietas, kur doties sēņot un parauglaukumos esošās sēnes netika nolasītas.
5. Salīdzinoši lielākos sēņu apjomus Zalvītes testa teritorijā varētu skaidrot arī ar uzskaites biežuma atšķirībām. Apsekojot testa teritoriju ik nedēļu, ne visās reizēs bija izveidojušies jauni augļķermeņi.



## 4. Mežsaimniecības un meža estētisko un rekreācijas pakalpojumu mijiedarbība (kultūras EP)

Šīs aktivitātes ietvaros notiek pētījumi četros virzienos: 1) sabiedrības attieksmes noskaidrošana pret dažādiem rekreācijas veidiem; 2) sabiedrības attieksmes noskaidrošana pret dažāda veida meža ainavām; 3) mežsaimniecības ietekmes uz ainavas vizuālo kvalitāti novērtēšana; 4) demonstrācijas objekta izveide mežsaimniecības ietekmes uz ainavas vizuālo kvalitāti novērtēšanai.

Nodaļu sagatavoja Jānis Donis, Kristīne Dreija, Zane Lībiete.

### 4.1. Rekreācijas preferences dažādos gadalaikos

#### 4.1.1. Materiāls un metodika

Apakšnodaļa attiecas uz 4.1. darba uzdevumu. Aptaujas veica pētījumu centrs SKDS 2017.g. jūnijā, septembrī un decembrī. Sākotnēji bija plānots, ka pārskatā varēs iekļaut visu četru gadalaiku aptaujas, bet ziemā iepirkumu procedūras aizkavēšanās dēļ aptauju par ziemas sezonu nācās pārcelt uz 2018.gada martu, un tās rezultāti tiks iekļauti nākamā etapa pārskatā. Katrā no posmiem aptaujāti vairāk nekā 1000 respondenti. Aptaujāti Latvijas pastāvīgie iedzīvotāji vecumā no 15 līdz 74 gadiem.

ĢENERĀLAIS KOPUMS Latvijas pastāvīgie iedzīvotāji vecumā no 15 līdz 74 gadiem

PLĀNOTĀS IZLASES APJOMS 1036 respondenti (ģenerālajam kopumam reprezentatīva izlase)

SASNIEGTĀS IZLASES APJOMS 1043 respondenti (jūnijā); 1043 respondenti (septembrī); un 1040 respondenti decembrī.

IZLASES METODE Stratificētā nejaušā izlase

STRATIFIKĀCIJAS PAZĪMES Administratīvi teritoriālā

APTAUJAS VEIKŠANAS METODE Tiešās intervijas respondentu dzīvesvietās

ĢEOGRĀFISKAIS PĀRKLĀJUMS Visi Latvijas reģioni (129 izlases punkti) jūnijā; 123 izlases punkti – septembrī un 123 izlases punkti decembrī.

APTAUJAS VEIKŠANAS LAIKS No 09.06.2017. līdz 20.06.2017.; No 08.09.2017. līdz 19.09.2017. No 01.12.2017. līdz 14.12.2017.

Galvenie jautājumu bloki:

Cik bieži apmeklē mežu darba dienās, nedēļas nogalēs un atvaļinājuma/ brīvlaika laikā?

Cik ilgi uzturas mežā?

Cik tālu no pastāvīgās dzīves vietas dodas uz mežu?

Kā nokļūst līdz mežam?

Kā pavada brīvo laiku mežā (ko dara)?

Kādā sabiedrībā atpūšas mežā?

Vai apmeklē meža teritorijas, kur par rekreāciju jāmaksā?

Cik daudz tiek maksāts par apmeklējumu?

Kāds ir vēlamais labiekārtojuma līmenis?

#### 4.1.2. Rezultāti

##### *Atpūtas biežums un ilgums mežā*

Darba dienās mežu pavasarī kaut vienu reizi ir apmeklējuši 40% respondentu, vasarā 53% respondentu, bet rudenī 43% respondentu. Nedēļas nogalēs mežu pavasarī kaut vienu reizi ir apmeklējuši 56% respondentu, vasarā 70% respondentu, bet rudenī 60% respondentu. Visbiežāk mežu nedēļas nogalēs apmeklē vai nu katru nedēļas nogali vai 1-2 reizes mēnesī. 3 mēnešus pirms aptaujas atvaļinājums/ mācību brīvlaiks pavasarī ir bijis 22%, vasarā 39% un rudenī 19% respondentu (vidēji 27% respondentu). No respondentiem, kuriem attiecīgajā ceturksnī ir bijis atvaļinājums vai brīvdienas, pavasarī mežā nav bijuši 5.9% respondentu, vasarā 11.6% respondentu un rudenī 8.2% respondentu.

Pavasarī darba dienās vidēji vienā apmeklējuma reizē iedzīvotāji mežā uzturas 1 stundu līdz pusotru stundu (1 h 36 minūtes), vasarā nedaudz ilgāk nekā 2 stundas (2 h 09 minūtes), bet rudenī nedaudz mazāk par 2 stundām (1h 48 minūtes). Pavasarī un rudenī viens meža apmeklējums nedēļas nogalēs vidēji ilgst pusotru stundu –līdz 2 stundas (1 h 45 min) bet vasarā vidēji 2-4 stundas (2h 5min). Pavasarī atvaļinājuma laikā vidēji vienā apmeklējuma reizē mežā respondenti uzturējušies pusotru stundu līdz 2 stundas (1 h 45 minūtes), vasarā nedaudz ilgāk nekā 2 stundas (2 h 10 minūtes), bet rudenī nedaudz mazāk nekā 2 stundas (1h 55 minūtes).

##### *Attālums līdz atpūtas vietai mežā un nokļūšanas veids*

Pavasarī darba dienās līdz atpūtas vietai mežā respondenti dodas vidēji 9.2 km, vasarā 11.2 km, bet rudenī 9.2 km no pastāvīgās dzīves vietas. Pavasarī nedēļas nogalēs iedzīvotāji līdz atpūtas vietai mežā dodas vidēji 17.3 km, vasarā 17.3 km, bet rudenī 13.8 km no pastāvīgās dzīves vietas. Pavasarī atvaļinājuma vai brīvlaika laikā iedzīvotāji, lai atpūstos mežā, vidēji mēro 20.6 km, vasarā 23.5 km, bet rudenī 20.9 km no pastāvīgās dzīves vietas.

No visiem respondentiem, kas apmeklējuši mežu darba dienās, pavasarī un rudenī tur visbiežāk nokļūst kājām –attiecīgi 50 un 47%, bet vasarā visbiežāk ar automašīnu - 43%. Pavasarī un rudenī automašīna ir otrs galvenais pārvietošanās veids, lai nokļūtu mežā - attiecīgi 33% un 37%. No visiem respondentiem, kas apmeklējuši mežu nedēļas nogalēs gan pavasarī, gan vasarā, gan rudenī lielākā daļa līdz atpūtas vietai mežā visbiežāk nokļūst ar automašīnu – attiecīgi 44%, 48% un 48%. Visos trijos gadalaikos otrs galvenais veids, kā nokļūt līdz mežam, ir kājām - 33-36% gadījumu. No visiem respondentiem, kas apmeklējuši mežu atvaļinājuma laikā, lielākā daļa gan pavasarī, gan vasarā gan rudenī līdz turīnei visbiežāk nokļūst ar automašīnu – attiecīgi 43%, 53% un 51%. Visos trijos gadalaikos otrs galvenais veids, kā nokļūt līdz mežam, ir kājām (27-33% gadījumu).

##### *Atpūtas aktivitātes mežā*

Darba dienās kā biežākā aktivitāte, atpūšoties mežā gan pavasarī, gan rudenī, minētas pastaigas (30% un 26% respondentu). Vasarā kā biežākā aktivitāte ir minēta sēņošana – 39% respondentu. Otra biežāk minētā aktivitāte vasarā ir pastaiga, bet trešā populārākā aktivitāte – ogošana. Ogošana arī rudenī ir trešā biežāk minētā aktivitāte - 15%. Ceturtajā vietā ir pastaiga ar suni – 9%, bet piektā biežāk minētā aktivitāte ir dabas vērošana un fotografēšana - 8.5%. Pavasarī relatīvi daudzi respondenti (6.5%) piemin

arī braukšanu ar velosipēdu. Apkopojot visas “dabas resursus iegūstošās” atpūtas aktivitātes, ar vismaz vienu no tām ir nodarbojušies 42% respondentu, bet rudenī 27% respondentu.

Nedēļas nogalēs kā biežākā aktivitāte, atpūšoties mežā gan pavasarī, gan rudenī minētas pastaigas (43% un 36% respondentu), taču vasarā kā biežākā aktivitāte ir minēta sēņošana – 50% respondentu. Kā otra biežāk minētā aktivitāte pavasarī ir dabas vērošana un pastaiga ar suni - 13% un 11%. Gan vasarā, gan rudenī trešā populārākā aktivitāte ir ogošana – 33% un 11%. Pavasarī diezgan liels respondentu skaits (7.7%) min arī braukšanu ar velosipēdu. Apkopojot visas “dabas resursus iegūstošās” atpūtas aktivitātes, ar vismaz vienu no tām vasarā ir nodarbojušies 54% respondentu, bet rudenī - 37% respondentu.

Atvaļinājuma laikā kā biežākā aktivitāte, atpūšoties mežā gan pavasarī, gan vasarā, gan rudenī, ir minētas pastaigas (11%, 17% un 7% respondentu). Vasarā otra populārākā aktivitāte ir sēņošana – 15% respondentu. Trešā biežāk minētā aktivitāte vasarā un rudenī ir ogošana - 12% un 3% respondentu. Pavasarī otra biežākā atpūtas aktivitāte ir dabas vērošana - 5%. Apkopojot visas “dabas resursus iegūstošās” atpūtas aktivitātes, vasarā ar vismaz vienu no tām ir nodarbojušies 18% respondentu, bet rudenī 7% respondentu.

Darba dienās gan pavasarī, gan vasarā, gan rudenī visbiežāk respondenti, kas atpūtušies mežā, to darījuši kopā ar citiem ģimenes locekļiem: 46-57% gadījumu. Otra biežākā alternatīva ir atpūsties vienatnē. Nedēļas nogalēs gan pavasarī, gan vasarā, gan rudenī visbiežāk respondenti, kas atpūtušies mežā, to darījuši kopā ar citiem ģimenes locekļiem (53-57% gadījumu). Otra biežākā alternatīva ir ar draugiem vai kolēģiem. Atvaļinājuma laikā gan pavasarī, gan vasarā, gan rudenī visbiežāk respondenti, kas atpūtušies mežā, to darījuši kopā ar citiem ģimenes locekļiem (53-60% gadījumu). Otra biežākā alternatīva - kopā ar draugiem vai kolēģiem.

#### *Apmeklējumi mežos, kur par apmeklēšanas iespējām jāmaksā*

Respondentiem tika uzdots jautājums, vai pēdējo trīs mēnešu laikā viņi atpūtas nolūkos ir apmeklējuši meža teritorijas, kur, piemēram, par ieeju, par telts vietu, iebraukšanu ar auto vai tā novietošanu ir noteikta maksa (piem., dabas parki, privātīpašnieku izveidotās atpūtas vietas mežā u.tml).

Mežus, par kuru apmeklēšanu jāmaksā, pavasarī ir apmeklējuši 7% respondentu, vasarā 9% respondentu un rudenī 4% respondentu, par šiem apmeklējumiem pavasarī vidēji maksājot 11.7 eiro, vasarā 14.4 eiro, bet rudenī 10.6 eiro.

#### *Atpūtai piemērotākās meža ainavas un vēlamais labiekārtojuma līmenis*

Lai noskaidrotu, kāda iedzīvotāju ieskatā ir viņu atpūtai piemērotākā meža struktūra, tika uzdots jautājums, kurā tika lūgts sarakstīt pēc piemērotības sekojošas meža ainavas: mežs, kuru veido skrajas (caurredzamas) audzes, mežs, kuru veido biezas (necaurredzamas) audzes, mežs, kurā mijas skrajas audzes ar biežām audzēm, mežs, kurā mežaudzes mijas ar izcirtumiem.

Izvērtējot vietas piemērotību respondentu atpūtas vēlmēm, kā vispiemērotākais visās sezonās tika novērtēts mežs, kuru veido skrajas (caurredzamas) audzes. Savukārt par visnepiemērotāko atpūtai tiek uzskatīts mežs, kuru veido biezas (necaurredzamas) audzes. Savukārt mežs, kurā mijas skrajas audzes ar biežām audzēm tiek uzskatītas par tikpat piemērotu kā tāds mežs, kurā mežaudzes mijas ar izcirtumiem, saņemot relatīvi līdzīgu vērtējumu.

Vidēji tikai 14.5% iedzīvotāju uzskata, ka mežā rekreācijas vajadzībām nav nepieciešama papildu infrastruktūra. 54% respondentu uzskata, ka ir nepieciešams ierīkot dabas takas, izvietot atkritumu urnas (55%), labiekārtot atpūtas vietas (50%) vai piknika vietas (43%). 27% respondentu uzskata, ka

nepieciešami veloceliņi. Pašlaik tikai 5-9% no respondentiem ir teikuši, ka, atpūšoties mežā, izmanto velosipēdus. Arī šīs atbildes norāda uz to, ka cilvēki sagaida, ka mežā būs attīstīta atpūtas infrastruktūra.

#### 4.1.3. Secinājumi

1. Mežu atpūtas nolūkā darba dienās atkarībā no sezonas apmeklē 40-53% respondentu. Visvairāk iedzīvotāju mežu apmeklē vasarā. Nedēļas nogalēs vasarā kaut vienu reizi mežā ir bijuši 70% respondentu, bet vidēji Latvijas iedzīvotājs mežu apmeklē 7 reizes sezonā.
2. Mežā darba dienās iedzīvotāji vidēji uzturas 1 līdz 2 stundas, nedēļas nogalēs nedaudz vairāk nekā 2 stundas.
3. Atpūsties uz mežu darba dienās iedzīvotāji dodas vidēji līdz 10km attālumā no pastāvīgās dzīves vietas, bet nedēļas nogalēs tālāk 14-17km no pastāvīgās dzīves vietas. Atvaļinājuma/brīvlaika laikā iedzīvotāji atpūsties uz mežu dodas tālāk par 20 km.
4. Neatkarīgi no sezonas, iedzīvotāji uz mežu visbiežāk dodas ar automašīnu - 40-50% gadījumu.
5. Rudenī un pavasarī galvenā atpūtas aktivitāte mežā ir pastaigas, savukārt vasarā tā ir sēņošana un ogošana (40-50%)
6. Neatkarīgi no sezonas un nedēļas dienas iedzīvotāji mežā parasti atpūšas kopā ar citiem ģimenes locekļiem.
7. Sezonas laikā meža teritorijas, kur par rekreāciju ir jāmaksā, apmeklē 7% respondentu, vidēji maksājot 10-14eiro par vienu apmeklējuma reizi (no mājsaimniecības).
8. 55% respondentu uzskata, ka mežā ir vajadzīgas dabas takas un atpūtas vai piknika vietas, lai nodrošinātu apstākļus, kas piemēroti rekreācijas vajadzībām.

## 4.2. Mežsaimniecības ietekme uz ainavas vizuālo kvalitāti - ainavu arhitekta un sabiedrības vērtējums

Apakšnodaļa attiecas uz 4.2. un 4.3. darba uzdevumiem. Meža ainavas vizuāli estētiskās kvalitātes novērtējums no ainavu arhitekta viedokļa dots 45 meža ainavām/skatiem (krāsu fotogrāfijas digitālā formātā), balstoties uz vairāku zinātniski pētniecisko metodiku apkopojumu un analītiku, izstrādājot novērtēšanas metodi – atbilstošu Latvijas meža ainavas raksturam un īpatnībām, kā arī projekta sasniedzamajam mērķim.

### 4.2.1. Novērtējuma metode un gaita

Mākslas teorijās estētiskā kvalitāte ir balstīta uz tādiem vizuāliem parametriem jeb kompozīcijas raksturlielumiem kā mērogs, proporcija, forma, krāsa, apjoms, tekstūra, gaisma-ēna, līdzsvars, fons, ietvars, u.c.. Estētiku veido divi galvenie lielumi – ietvars un elementi, kas, veidojot vienu veselumu, rada harmoniju vai disharmoniju. Savukārt ainavu plānošanā estētiskās kvalitātes mērvienības saistāmas ar konkrētās ainavas ierastās vides daudzveidību, unikalitāti, sarežģītību-vienkāršību, saprotamību, nolasāmību, vienotību u.c. lielumiem. Šie lielumi piemērojami ainavai kopumā, neanalizējot tās veidojošos elementus atsevišķi.

Katru ainavu, piemēram, lauku ciematu, tīrumu, mežu vai arī urbāno vidi veido noteiktas, cilvēkam laika gaitā ierastas struktūras un elementi. Cilvēkam ierastu un ar meža ainavu asociējošu vidi veido ainavas dabiskie elementi, galvenokārt, koki, zemsedze – visa flora un fauna. Kā rāda pētījumi – jo dabiskāka ir meža ainava, jo tās estētiskā kvalitāte tiek vērtēta augstāk, bet līdz robežai, kad dabiskums rada nedrošības, nekārtības un aizmirstas ainavas sajūtu.

Novērtējuma pamatā izvirzīti ainavu novērtējuma kritēriji jeb raksturlielumi, kas no profesionālā skatu punkta analizē konkrētā fotoattēlā uzņemto meža ainavas **skata** un **vides** vizuāli estētisko kvalitāti. Meža ainavas estētiskā kvalitāte raksturota pēc noteiktiem kritērijiem (skatīt tabulu Nr.80) un dots vērtējumu skalā no 0 līdz 10 punktiem, kur 0 punkti ir zemākais vērtējums, bet 10 punkti – augstākais.

Tabula 79. Meža ainavas vizuāli estētiskās kvalitātes vērtējuma kritēriji

N.p.k.	Novērtējuma kritēriji, to raksturojums			Punkti
	Kritērijs	Raksturojums		
	SKATA NOVĒRTĒJUMS (KĀDS IR SKATS?)			
1.	Tāls, caurskatāms	Skata dziļums, daudzveidība, plašums, pārskatāmība, caurskatāmība	Tuvs, nepārskatāms, necaurskatāms skats	0 punkti
			Tāls, pārskatāms, caurskatāms, dziļš, skats	10 punkti
2.	Daudzveidīgs	Skata interesantums <b>detaļās</b> , to unikalitāte, detaļu daudzveidība – toņi, faktūras, formas, to mijiedarbība, vienotība	Daudzveidīgs, haotisks, neinteresants, nekārtīgs skats	0 punkti
			Daudzveidīgs, aizraujošs, interesants, detaļās unikāls skats	10 punkti
3.	Vienveidīgs	Skata kopuma harmonija, cildenums, unikalitāte, varenuma sajūta, vienkāršība	Vienveidīgs, nekārtīgs, garlaicīgs, vienaldzīgs, mulsinošs, sarežģīts skats	0 punkti
			Vienveidīgs, harmonisks, cildens, unikāls, sakārtots, vienkāršs skats	10 punkti
4.	Nolasāms	Skata saprotamība, identitātes nolasāmība, vizuālā pieejamība, neierobežotība	Nesaprotams, haotisks, disharmonisks, ierobežots skats	0 punkti
			Saprotams, paredzams, nolasāms, neierobežots skats	10 punkti

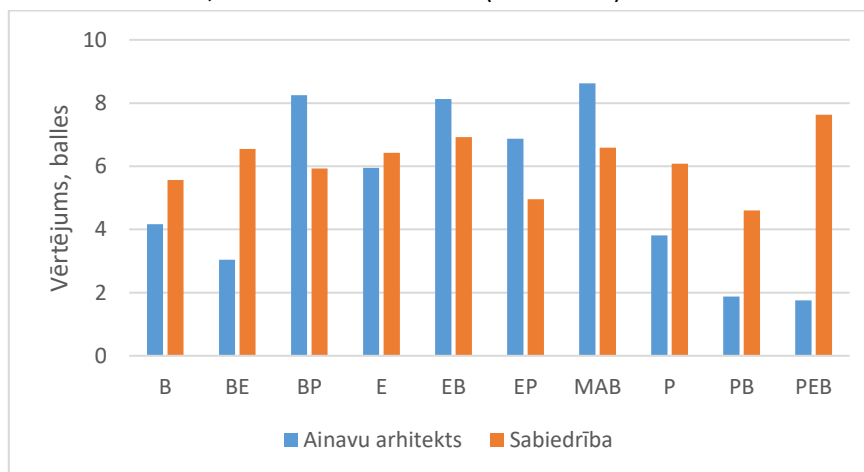
N.p.k.	Novērtējuma kritēriji, to raksturojums			
	Kritērijs	Raksturojums	Punkti	
<b>SKATA NOVĒRTĒJUMS (KĀDS IR SKATS?)</b>				
5.	Vienots	Skata vienotība, videi raksturīgs, iederīgs, pierasts	Sadrumstalots, meža vidi neraksturojošs skats	0 punkti
			Vienots, līdzsvarots, viengabalains, pierasts, meža videi raksturīgs skats	10 punkti
<b>VIDES NOVĒRTĒJUMS (KĀDA IR VIDE?)</b>				
6.	Līdzsvarota	Vides dabisko un mākslīgo struktūru un elementu līdzsvars	Mākslīgu iespaidu veidojoša, traucēta dabiskā meža vide, disbalansēta	0 punkti
			Harmoniska vide, līdzsvarā ar citiem elementiem, struktūrām	10 punkti
7.	Sakārtota	Cilvēka darbības atstāto seku ietekme uz vidi	Haotiska, dramatiska, nedroša, nepieejama, izbojāta dabiskā vide	0 punkti
			Saprotama, aicinoša, plaša, droša, pieejama, aicinoša vide	10 punkti
8.	Dabiska	Vides ierastais, netraucētais dabiskums	Mākslīga, traucēta, neierasta vide, neiederīgas struktūras un elementi	0 punkti
			Dabiska, netraucēta, vietai raksturīga vide, iederīgi elementi un struktūras	10 punkti

Sabiedrības vērtējuma iegūšanai šīs pašas fotogrāfijas tika izplatītas tiešsaistes aptaujā vietnē [www.visidati.lv](http://www.visidati.lv), lūdzot respondentus katrai no tām piešķirt vizuālās kvalitātes vērtējumu skalā no 0 līdz 10. Lai nodrošinātu reprezentativitāti, tika izmantots visidati.lv pakalpojums, kas piedāvā lietotāja sagatavotas aptaujas izplatīšanu reprezentatīvai paraugkopai. Aptaujas veikšanas laiks – no 2017.gada 20.decembra līdz 2018.gada 5.janvārim. Respondentu skaits – 400.

#### 4.2.2. Rezultāti

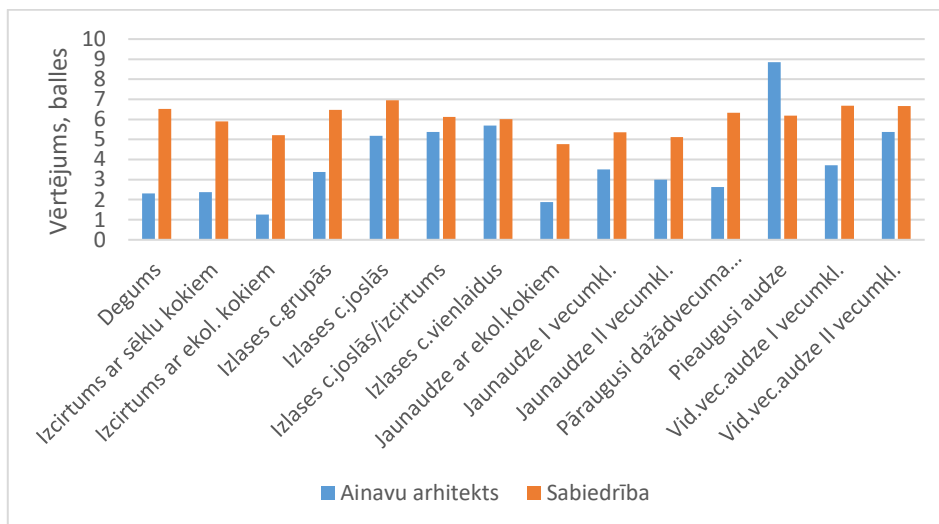
Rezultātos iezīmējas visai nozīmīgas atšķirības starp ainavu arhitekta un sabiedrības sniegto meža ainavu/skatu vizuālās kvalitātes vērtējumu. Ainavu arhitekta vērtējums ir ievērojami zemāks, vidējā vērtība –  $4.4 \pm 0.06$  balles (sabiedrības vērtējumam –  $6.1 \pm 0.02$  balles).

Salīdzinot pēc koku sugām, visaugstāko vērtējumu ainavu arhitekta skatījumā ieguvušas mistraudzes, mistrojuma tipi: bērzs-priede, egļu-bērzs un melnalksnis-apse-bērzs. Sabiedrībai vizuāli vispievilcīgākās ir šķitušas priežu-egļu-bērzu, egļu-bērzu un melnalkšņu-apšu-bērzu mistrudzes. Par vizuāli visnepievilcīgākajām ainavu arhitekts uzskatījis priežu-bērzu audzes un, pretēji sabiedrības viedoklim – arī priežu-egļu-bērzu mistraudzi un bērzu-egļu audzi. Sabiedrībai vizuāli visnepievilcīgākās savukārt šķitušas egļu-priežu, priežu-bērzu audzes, kā arī bērzu tīraudzes (Attēls 201).



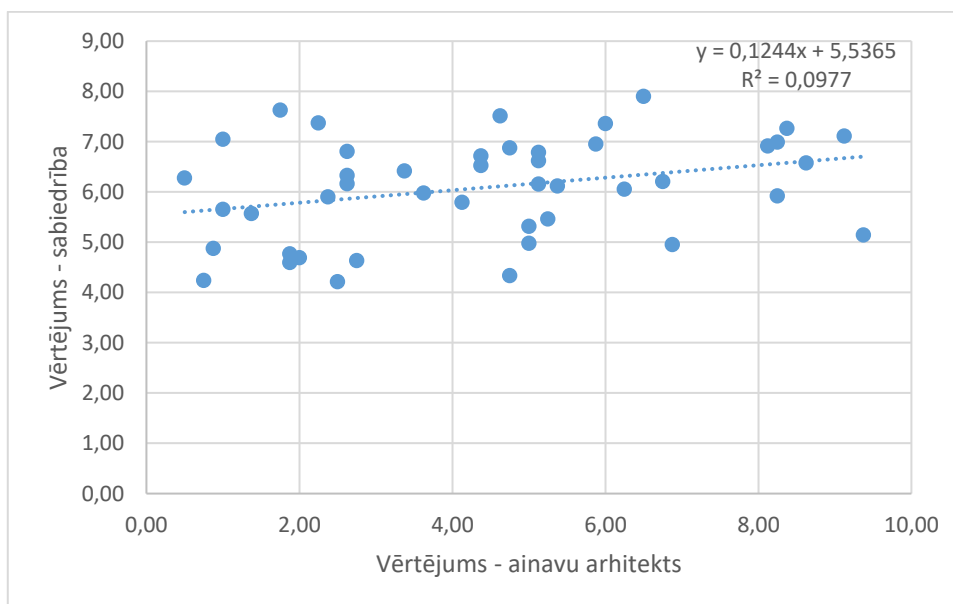
Attēls 201. Mežaudžu ainavu/skatu vizuālās kvalitātes vērtējums atkarībā no koku sugas

Salīdzinot dažādus meža ainavu/skatu veidus, secināts, ka sabiedrībai vizuāli vispievilcīgākā šķitusi audze, kur veikta izlases cirte joslās, kā arī I un II vecumklases vidēja vecuma audzes. Īpatnēji, ka augsts novērtējums piešķirts arī degumam. Ainavu arhitekts savukārt par vizuāli vispievilcīgāko atzinis pieaugušu audzi, kā arī audzes, kur veiktas dažādu veidu izlases cirtes. Par vizuāli visnepievilcīgāko ainavu arhitekts atzinis izcirtumu un jaunaudzi ar ekoloģiskajiem kokiem, kas sabiedrības aptaujā izpelnījušies vidēji augstu novērtējumu, kaut arī salīdzinoši ar pārējiem mežaudžu veidiem – viszemāko (Attēls 202).



Attēls 202. Mežaudžu ainavu/skatu vizuālās kvalitātes vērtējums atkarībā no mežaudzes veida

Starp ainavu arhitekta un sabiedrības vērtējumu konstatēta būtiska pozitīva korelācija, tiesa, vāja (Attēls 203). Sabiedrības aptaujā neviens respondents nebija piešķīris par 4 ballēm zemāku vērtējumu, taču ainavu arhitekts 19 attēliem bija piešķīris par 4 ballēm zemāku novērtējumu.



Attēls 203. Korelācija starp sabiedrības un ainavu arhitekta vērtējumu

Atšķirības starp profesionāļu viedokli un parasta meža apmeklētāja viedokli ir zinātniskajā literatūrā diezgan plaši aprakstīts fenomens (piem., Daniel 2001, Dandy & Van Der Val 2011, Hunziker et al. 2008), jo eksperti ainavas biofizikālās īpašības pārveido formālos dizina parametros, piemēram, forma,

līnija, daudzveidība utt., (skat. šī pētījuma 2016.gada pārskata 4.nodaļu), bet vienkāršs apmeklētājs ainavas īpašības vērtē, pamatojoties uz sajūtām un emocijām.

#### 4.2.3. Secinājumi

1. Vērtējot vienas un tās pašas meža ainavas/skatus fotogrāfijās, ainavu arhitekta profesionālais viedoklis atšķiras no aptaujā iegūtā sabiedrības vērtējuma. Ainavu arhitekta vērtējums lielākajai daļai dominējošo koku sugu mežaudžu un gandrīz visiem mežaudžu veidiem ir ievērojami zemāks nekā sabiedrības aptaujā piešķirtais vērtējums. Precīzākus rezultātus par sabiedrības vizuālajām preferencēm būtu iespējams iegūt, organizējot fokusgrupu aptauju uz vietas dabā.
2. Mistrotas audzes tiek vērtētas augstāk nekā tīraudzes. Gan ainavu arhitektam, gan sabiedrībai pievilcīgas šķiet mežaudzes, kur veiktas vienlaidus izlases cirtes. Savukārt visnepievilcīgākās meža ainavas gan profesionālā vērtējumā, gan sabiedrības acīs ir izcirtumi un jaunaudzes ar ekoloģiskajiem kokiem. Tādēļ teritorijās ar lielu apmeklētāju plūsmu, kur izteikti būtiska nozīme ir rekreācijai, būtu ieteicams koksnes iegūvi plānot, izmantojot nekailciršu metodes.

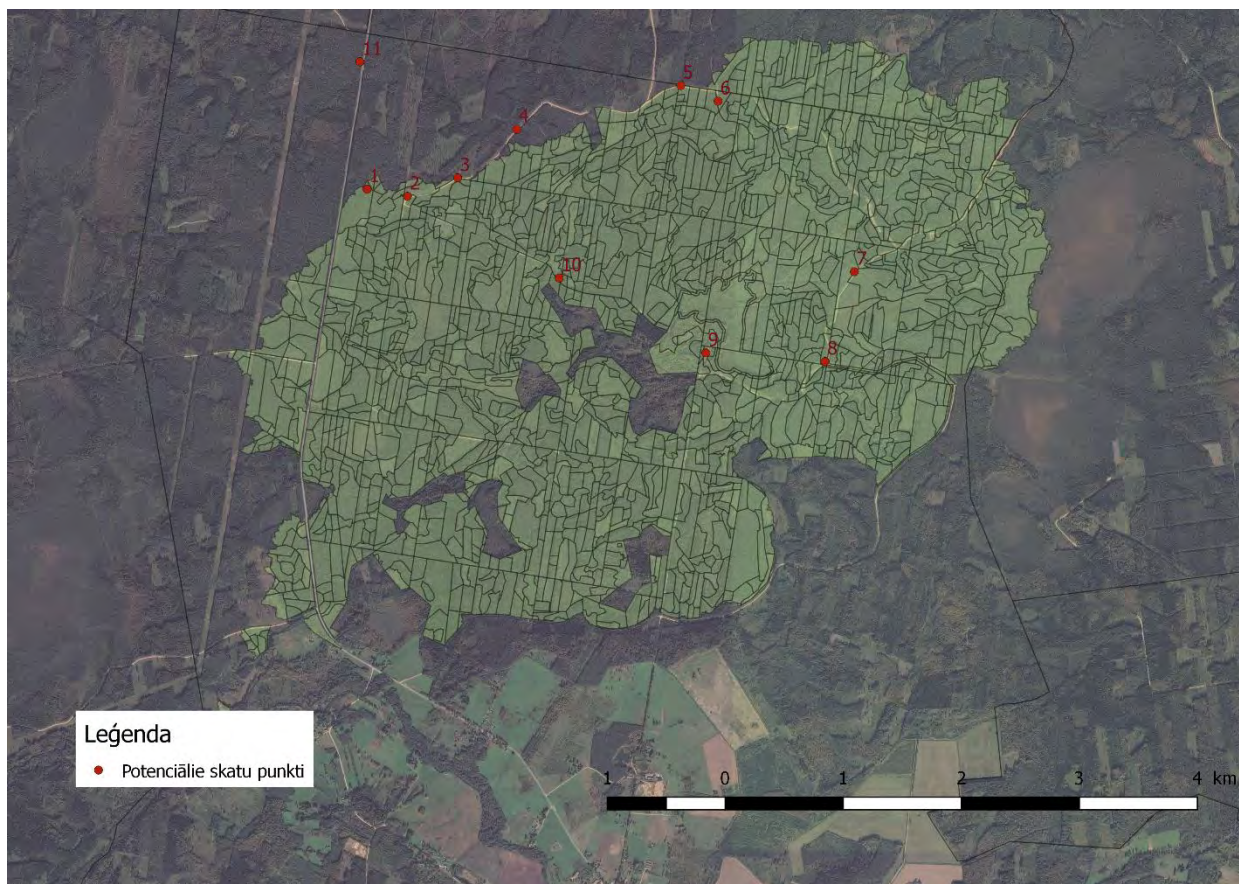
#### Literatūra

1. Dandy N., Van Der Wal R., 2011. Shared appreciation of woodland landscapes by land management professionals and lay people: An exploration through fieldbased interactive photo-elicitation. *Landscape and Urban Planning* 102: 43-53. doi:10.1016/j.landurbplan.2011.03.008
2. Daniel T.C., 2001. Whither scenic beauty? Visual landscape quality assessment in the 21st century. *Landscape and Urban Planning* 54: 267-281. doi:10.1016/S0169-2046(01)00141-4
3. Hunziker M., Felber P., Gehring K., Buchecker M., Bauer N., Kienast F. (2008). Evaluation of landscape change by different social groups: Results of two empirical studies in Switzerland. *Mountain Research and Development* 28: 140-147. doi:10.2307/25164204.



### 4.3. Demonstrācijas objekta izveide

Atbilstoši 4.4. darba uzdevumam 2017.gada rudenī Zalvītes modeļteritorijā un tās tuvumā izvēlēti 11 punkti demonstrācijas objektiem, kas būtu izmantojami uzņēmuma darbinieku semināriem un apmācībām saistībā ar meža ainavas plānošanu. Skatu punkti ietver dažādas meža ainavas/skatus. Tie ir atzīmēti kartē (Tabula 80 **Error! Reference source not found.**, Attēls 204) un nofotografēta raksturīgākā meža ainava katram skatu punktam.



Attēls 204. Potenciālo skatu punktu atrašanās vietas

Tabula 80. Potenciālo skatu punktu atrašanās koordinātas

Punkta Nr.	Grādi	Minūtes	Sekundes
1	56	22	47.238
	25	12	48.444
2	56	22	45.264
	25	13	8.334
3	56	22	50.3322
	25	13	33.099
4	56	23	3.5526
	25	14	2.1456
5	56	23	15.4962
	25	15	23.103
6	56	23	11.2224
	25	15	41.4906

Punkta Nr.	Grādi	Minūtes	Sekundes
7	56	22	24.6984
	25	16	48.7116
8	56	22	0.2142
	25	16	34.2534
9	56	22	2.5392
	25	15	35.4918
10	56	22	22.9896
	25	14	23.1774
11	56	23	21.9774
	25	12	44.8866

Katram skatu punktam veikts arī sākotnējais vizuālās kvalitātes vērtējums (atbilstoši pētnieku viedoklim). Vispirms attiecīgā meža ainava/skata vizuālā pievilcība novērtēta kopumā 10 balļu skalā (0 - nepavisam nepatīk, 10 – ārkārtīgi patīk), pēc tam piešķirts vēl viens vērtējums atbilstoši pārskata 4.2.2. apakšnodaļā aprakstītajai metodikai. No vērtējuma izslēgta pēdējā kategorija “vides dabiskums”, jo, pirmkārt, visas vērtētās teritorijas bija saimnieciski izmantojams mežs, otrkārt, pētnieki, kas veica objektu atlasīšanu un vērtēšanu, cilvēka ietekmētu vidi (mežsaimniecisko darbību) neuztver kā kaut ko negatīvu, attiecīgi šīs kategorijas piemērošana vērtējuma radītu sagrozītus rezultātus. Potenciālo skatu punktu foto un vērtējumi pievienoti 5.pielikumā.

No patlaban atlasītajiem punktiem turpmākajos pētījuma etapos ir paredzēts izvēlēties trīs, ko izmantos kā demonstrācijas objektus. Jāatzīmē, ka ir iespējama sākotnējās izlases papildināšana vai korigēšana. Punktiem būs nepieciešama atkārtota apsekošana gan dažādos gadalaikos, gan, ņemot vērā faktu, ka patlaban modeļteritorijā intensīvi tiek veikta saimnieciskā darbība.