

PĀRSKATS

PAR PĒTĪJUMA 2018. GADA REZULTĀTIEM

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: Koku augšanas apstākļu uzlabošanas
pētījumu programma 2016.-2021. gadam

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"

PASŪTĪTĀJS: AKCIJU SABIEDRĪBA "LATVIJAS VALSTS MEŽI"

Līguma Nr. 3. 5.5-5.1-000z-101-16-31

PĒTĪJUMA ZINĀTNISKAIS
VADĪTĀJS: Dr. Andis Lazdiņš, LVMI Silava vadošais
pētnieks

KOPSAVILKUMS

Pētījumu programmas mērķis nodrošināt maksimālo saimniecisko efektu, atjaunojot koku augšanas apstākļu uzlabošanas praksi, Latvijas mežsaimniecībā un veidot pozitīvu un atbildīgu sabiedrības attieksmi pret koku augšanas apstākļu uzlabošanas pasākumiem. Pētījumu programma strukturēta 7 aktivitātēs, tajā skaitā 1.-6. aktivitātē plānots eksperimentāls darbs, ierīkojot koku augšanas apstākļu uzlabošanas izmēģinājumu objektus:

1. koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanā tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi vērtējums;
2. slāpekli saturošu augsnes ielabošanas līdzekļu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza briestaudzēs;
3. dažādu slāpekļa augsnes ielabošanas līdzekļu devu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanu;
4. slāpekļa un koksnes pelnu ieneses saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte meliorētajos mežos vidēja vecuma skujkoku un bērza audzēs;
5. ātraudzīgo un introducēto koku sugu papildus krājas pieauguma novērtējums, ienesot augsnē slāpekli saturošus augsnes ielabošanas līdzekļus un koksnes pelnus;
6. augsnes ielabošanas līdzekļu ietekmes uz ūdeņu ekoloģisko kvalitāti novērtējums;
7. pētījumu programmas rezultātu publicitātes nodrošināšana un darbs ar sabiedrību.

2018. gadā pabeigta augsnes ielabošanas līdzekļu izkliede – februārī Aģes demonstrējuma objektā izkliedēti koksnes pelni. Pētījuma objektos turpināta veģetācijas uzskaite, nokrišņu ūdens un augsnes ūdens monitorings, skuju/lapu paraugu ievākšana, lapu laukuma indeksa mērījumi, virszemes un gruntsūdens monitorings Aģes upes un Rūsiņupītes poligonos, kā arī izveidots pelnu daļiņu izkliedes modelis.

Pētījumu saskaņā ar AS “Latvijas valsts meži” (LVM) pasūtījumu veic Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava” (LVMI Silava) sadarbībā ar aģentūru “Meža pētīšanas stacija”, Latvijas Universitāti un SIA Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Empīrisku datu ieguvī, analīzi un starpzīņojuma sagatavošanu nodrošināja LVMI Silava darbinieki I. Kārklīņa, M. Okmanis, G. Spalva, K. Polmanis, D. Lazdiņa, G. Petaja, A. Butlers, G. Saule, Z. A. Zvaigzne, A. Butlers, I. Skranda, J. Stola, A. Lazdiņš.

SUMMARY

The aim of the research program is to maximize economic effect of the forest fertilization practice in Latvian forestry, and to create positive and responsible attitude towards the improvement of the tree growth conditions. The research program is structured in 7 work packages, including experimental work within activities 1-6, when trial objects will be established:

1. evaluation of technical solutions for application of wood ash in order to improve tree growth, increase economic effect and reduce potential negative environmental impact;
2. investigation of the economic effect and environmental impact of application of nitrogen containing fertilizers in mature coniferous and birch stands;
3. investigation of the economic effect and environmental impact of different dosages of nitrogen fertilizer in young and middle-aged coniferous and birch stands, considering repeated input of the fertilizers;
4. investigation of the economic effect and environmental impact of application of mixture of nitrogen and wood ash in drained middle-aged coniferous and birch stands;
5. evaluation of additional increment of fast-growing and introduced tree species due to application of nitrogen and wood ash containing fertilizers;
6. evaluation of impact of forest fertilization on water ecological quality;
7. dissemination of the research results and work with society.

The spreading of fertilizers in all experimental sites was finished in 2018 – in February wood ash spreading was completed in Āģe trial object. In trial objects vegetation describing, through-fall water and soil water monitoring, needle/leaves sample collection, leaf area index measurement, surface water and groundwater monitoring in Āģe and Rūsiņupīte trial objects were continued, as well as dispersion model of wood ash particles has been elaborated.

Research is being conducted by Latvian State Forest Research Institute “Silava” (LSFRI Silava) in a collaboration with agency “Forest research station”. Empirical data collection, analysis and preparation of the interim report were provided by LSFRI Silava employees I. Kārklīņa, M. Okmanis, G. Spalva, K. Polmanis, D. Lazdiņa, G. Petaja, A. Butlers, G. Saule, Z. A. Zvaigzne, A. Butlers, I. Skrandā, J. Stola, A. Lazdiņš.

Saturs

Kopsavilkums.....	2
Summary.....	3
Darba uzdevumu izpildes gaita līdz 2019. gadam.....	12
Koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanā tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi vērtējums.....	13
Veģetācijas raksturojums.....	14
301-231-12, Kp, E.....	14
301-209-13, Kp, E.....	17
301-221-17, Dm, E.....	20
301-228-5, Dm, E.....	23
Vainaga caurtes uguns monitorings.....	26
Augsnes uguns monitorings.....	30
Starposma rezultātu kopsavilkums.....	35
Slāpekļa ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza briestaudzēs.....	36
Veģetācijas raksturojums.....	37
11-106-8, Ln, P.....	37
11-125-5, Dm, B.....	39
11-174-6, Dm, E.....	41
12-208-16, Dm, E.....	42
21-10-1, Dm, P.....	44
21-4-25, Dm, P.....	46
21-60-7, Dm, B.....	49
Starposma rezultātu kopsavilkums.....	50
Dažādu slāpekļa devu ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanu.....	51
Veģetācijas raksturojums.....	51
11-127-10, Ln, P.....	51
11-210-5, Ln, P.....	53
12-196-7, Dm, E.....	55
12-209-10, Dm, E.....	57
21-10-4, Dm, P.....	59
21-49-14, Dms, B.....	61
Vainaga caurtes uguns monitorings.....	64
Augsnes uguns monitorings.....	68
Starposma rezultātu kopsavilkums.....	72
Slāpekļa un koksnes pelnu izmantošanas ietekmes uz vidi izpēte susinātajos meža tipos vidēja vecuma skujkoku un bērza audzēs.....	73
Veģetācijas raksturojums.....	73
31-165-20, Ks, B.....	73
608-19-21, Ks, P.....	75
609-18-1, Ks, E.....	77
609-29-33, As, E.....	79
609-34-24, As, B.....	82
Vainaga caurtes uguns monitorings.....	84
Augsnes uguns monitorings.....	87
Starposma rezultātu kopsavilkums.....	92
Slāpekļa un koksnes pelnu ietekmes uz vidi novērtējums ātraudzīgo un introducēto koku sugu plantācijā.....	93
Veģetācijas raksturojums.....	93
Keipene 18 PL.....	93
Keipene 20 PL.....	95
Keipene 8a, 12a PL.....	96
Jaunkalsnava, 11-125-10, Ks, E.....	98
Misas priedes, 604-281-19, Ln, P.....	101
Baldones priedes, 506-30-32, Mr, P.....	104
Starposma rezultātu kopsavilkums.....	106
Komplekss ietekmes uz ūdens ekoloģisko kvalitāti novērtējums.....	106
Veģetācijas raksturojums.....	107
Aģe, 405-421, Ks, P.....	107

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. gadam

Rūsinupīte, 508-230, Mr, P.....	108
Vainaga caurteces ūdens monitorings.....	110
Augsnes ūdens monitorings.....	113
Starpposma rezultātu kopsavilkums.....	117
Publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi.....	118
Īstermiņa zinātniskās misijas.....	118
Televīzijas sižeti.....	121
Radio raidījums.....	123
Populārzinātniskā publicitāte.....	124
Semināri.....	125
Papildus publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi.....	126
Dalība sanāsmēs, semināros, konferencēs Latvijā.....	126
Pētījumu tematikas un rezultātu popularizēšana ārzemēs.....	127
Atskaites periodā publicētie zinātniskie raksti.....	128
Dalība nozares sabiedriskajos pasākumos.....	128
TV un video sižeti citu papildinošu pētniecības projektu ietvaros.....	130
Studentu un skolēnu zinātniskie darbi.....	131
Plānotie darbi 2019. gadā.....	132
Slāpekļa saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza briestaudzēs.....	132
Koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanā tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi vērtējums.....	132
Dažādu slāpekļa devu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanu.....	133
Slāpekļa un koksnes pelnu izmantošanas saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte susinātajos meža tipos vidēja vecuma skujkoku un bērza audzēs.....	133
Komplekss ietekmes uz ūdeņu ekoloģisko kvalitāti novērtējums.....	133
Ātraudzīgo un perspektīvo introducēto koku sugu papildus krājas pieauguma novērtējums, veicot augsnes ielabošanu ar slāpekli un koksnes pelniem.....	134
Publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi.....	134
Literatūra.....	135
Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pasākumu ietekmes uz noteces ūdeņu un dziļo gruntsūdeņu ķīmiskajām un fizikālajām īpašībām novērtējums.....	150
Monitoringa rezultāti strautā, kas ieplūst Aģes upē.....	151
Monitoringa rezultāti Rūsinupītē.....	153
Pazemes ūdeņu monitoringa rezultāti Rūsinupītes demonstrējuma objektā ierīkotajos urbumos.....	154
Pelnu pārneses attāluma aprēķināšanas metodika.....	156
Teorētiskais pamatojums.....	156
Izgulsnēšanās.....	157
Pārneses attālums (aprēķinu daļa un aprēķina piemērs).....	157
Pelnu daļiņu izkliedes modelis.....	159
Makrofīti.....	162
Pētījumā izmantotā metodika.....	162
Makrofītu sugu sastāva, sastopamības, kopējā aizauguma un upju ekoloģiskās kvalitātes vērtējums 2018. gadā.....	162
Aģes piemērs.....	163
Rūsinupes piemērs.....	163
2017. un 2018. gada makrofītu datu salīdzinājums.....	164
Ūdens bezmugurkaulnieki.....	166
Metodes.....	166
Rezultāti.....	169
Ekoloģiskais stāvoklis pēc makrozoobentosa organismiem.....	170
Retās un aizsargājamās ūdens bezmugurkaulnieku sugas.....	171
Fitobentoss.....	171

Attēli

Att. 1: Sūnu sugu sastopamība kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-231-12..... 15

Att. 2: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-231-12.....	16
Att. 3: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-231-12.....	17
Att. 4: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-209-13.....	18
Att. 5: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-209-13.....	19
Att. 6: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-209-13.....	20
Att. 7: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-221-17.....	21
Att. 8: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-221-17.....	22
Att. 9: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-221-17.....	23
Att. 10: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 301-228-5.....	24
Att. 11: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 301-228-5.....	25
Att. 12: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 301-228-5.....	26
Att. 13: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	26
Att. 14: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.....	27
Att. 15: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	27
Att. 16: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.....	28
Att. 17: K (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	28
Att. 18: K (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.....	29
Att. 19: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	29
Att. 20: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.....	30
Att. 21: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.....	31
Att. 22: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.....	31
Att. 23: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.....	32
Att. 24: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.....	32
Att. 25: K (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.....	33
Att. 26: K (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.....	33
Att. 27: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.....	34
Att. 28: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.....	34
Att. 29: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-106-8.....	38
Att. 30: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-106-8.....	39
Att. 31: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-5.....	40
Att. 32: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-5.....	41
Att. 33: Sugu sastopamība sūnu un lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	

apakšparauglaukumos objektā 11-174-6.....	42
Att. 34: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 12-208-16.....	43
Att. 35: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 12-208-16.....	44
Att. 36: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-10-1.....	45
Att. 37: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-10-1.....	46
Att. 38: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-4-25.....	47
Att. 39: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-4-25.....	48
Att. 40: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-60-7.....	49
Att. 41: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-60-7.....	50
Att. 42: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 11-127-10.....	52
Att. 43: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 11-127-10.....	53
Att. 44: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 11-210-5.....	54
Att. 45: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 11-210-5.....	55
Att. 46: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 12-196-7.....	56
Att. 47: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 12-196-7.....	57
Att. 48: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 12-209-10.....	58
Att. 49: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 12-196-7.....	59
Att. 50: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-10-4.....	60
Att. 51: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-10-4.....	61
Att. 52: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-49-14.....	62
Att. 53: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-49-14.....	63
Att. 54: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N)	
apakšparauglaukumos objektā 21-49-14.....	64
Att. 55: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	64
Att. 56: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.....	65
Att. 57: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	65
Att. 58: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.....	66
Att. 59: K (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	66
Att. 60: K (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.....	67
Att. 61: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	67
Att. 62: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.....	68
Att. 63: pH līmenis augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.....	68
Att. 64: pH līmenis augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.....	69

Att. 65: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.....	69
Att. 66: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.....	70
Att. 67: K (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.....	70
Att. 68: K (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.....	71
Att. 69: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībā audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.....	71
Att. 70: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.....	71
Att. 71: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 31-165-20.....	74
Att. 72: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 31-165-20.....	75
Att. 73: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 608-19-21.....	76
Att. 74: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 608-19-21.....	77
Att. 75: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-18-1.....	78
Att. 76: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-18-1.....	79
Att. 77: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-29-33.....	80
Att. 78: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-29-33.....	81
Att. 79: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-34-24.....	82
Att. 80: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-34-24.....	83
Att. 81: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	84
Att. 82: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.....	84
Att. 83: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	85
Att. 84: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.....	85
Att. 85: K (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	86
Att. 86: K (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.....	86
Att. 87: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.....	87
Att. 88: PO_4^{3-} (mg L ⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.....	87
Att. 89: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.....	88
Att. 90: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.....	88
Att. 91: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.....	89
Att. 92: N_{kop} (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.....	89
Att. 93: K (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.....	90
Att. 94: K (mg L ⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.....	90

Att. 95: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.....	91
Att. 96: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.....	91
Att. 97: Sugu sastopamība kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā Ķeipene, 18 parcele (PL).....	95
Att. 98: Sugu sastopamība kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā Ķeipene, 20 parcele (PL).....	96
Att. 99: Sugu sastopamība kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā Ķeipene, 8a, 12a parces (PL).....	98
Att. 100: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K), ar koksnes pelniem (P) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-10.....	99
Att. 101: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K), ar koksnes pelniem (P) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-10.....	101
Att. 102: Sugu sastopamība sūnu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 604-281-19.....	102
Att. 103: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 604-281-19.....	103
Att. 104: Sugu sastopamība krūmu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 604-281-19.....	103
Att. 105: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 506-30-32.....	104
Att. 106: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 506-30-32.....	105
Att. 107: Sugu sastopamība krūmu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 506-30-32.....	105
Att. 108: Sugu sastopamība sūnu stāvā 405-421 objektā transektēs 1 (P1), 2 (P2) un 3 (P3).....	107
Att. 109: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā 405-421 objektā transektēs 1 (P1), 2 (P2) un 3 (P3).....	108
Att. 110: Sugu sastopamība sūnu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 508-230.....	109
Att. 111: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 508-230.....	110
Att. 112: pH koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.....	111
Att. 113: N_{kop} (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.....	111
Att. 114: K (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās..	112
Att. 115: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.....	112
Att. 116: pH līmenis augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.....	113
Att. 117: N_{kop} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.....	114
Att. 118: K (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.....	114
Att. 119: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.....	115
Att. 120: pH līmenis augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.....	116
Att. 121: N_{kop} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.....	116
Att. 122: K (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.....	116
Att. 123: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.....	117
Att. 124: Ekrānšāviņi no ReTV raidījuma 24/7 (2018.09.30).....	121
Att. 125: Ekrānšāviņi no LNT raidījuma "Attīstības kods" (2018.09.30).....	122
Att. 126: 2018. gada 25.novembrī LTV 7 kanālā radītā raidījuma „Nedēļas Apskats” ekrānšāviņi.....	122
Att. 127: LVMI Silava un LR1 interneta vietņu adreses, kur pieejams 2018. gada 6. novembra raidījuma "Kā labāk dzīvot" ieraksts.....	123
Att. 128: Atvērumi žurnālā "Ilustrētā zinātne".....	125
Att. 129: LLKC MKPC darbinieku par jaunākajām aktivitātēm informē Modris Okmanis un Raitis Meļņiks.....	126
Att. 130: AS "Latvijas valsts meži" Meža ekspedīcijas programmas dalībnieku darba burtnīcas atvērumi -	

“Iepazīstam meža zinātņi”	129
Att. 131: Koksnes pelnu īpašību un izmantošanas iespēju prezentēšana Tērvetē.....	130
Att. 132: Koksnes pelnu izmantošana izstrādātu kūdrāju rekultivācijā.....	130
Att. 133: Izstrādātu kūdrāju rekultivācijai velūts sižets (ekrānšāviņš no LTV arhīva).....	131
Att. 134: Nokrišņu ūdens savācēju un lizimetru izvietoējums parauglaukumā.....	142
Att. 135: Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietoējuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti slejās.....	144
Att. 136: Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietoējuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti kvadrātveida parauglaukumos.....	145
Att. 137: Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietoējuma shēma Viesītes objektos.....	145
Att. 138: Gaisa temperatūra kūdreņa strauta poligonā.....	151
Att. 139: Ūdens temperatūras izmaiņas kūdreņa strautā.....	151
Att. 140: Kālija jonu koncentrācijas izmaiņas kūdreņa strautā.....	152
Att. 141: Kopējā fosfora koncentrācijas izmaiņas kūdreņa strautā.....	152
Att. 142: Ūdens temperatūras izmaiņas Rūsiņupītē.....	153
Att. 143: Kopējā slāpekļa koncentrācijas izmaiņas Rūsiņupītē.....	154
Att. 144: Pelnu daļiņu izkliedes modeļa ievades parametri.....	159
Att. 145: Pelnu daļiņu izkliedes modeļa aprēķins I.....	159
Att. 146: PPelnu daļiņu izkliedes modeļa aprēķins II.....	160
Att. 147: Pelnu daļiņu izkliedes modeļa aprēķins III.....	160
Att. 148: Aģe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas (attēls pa kreisi) un lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas (attēls pa labi).....	163
Att. 149: Rūsiņupe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai (attēls pa kreisi) un lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai (attēls pa labi).....	164
Att. 150: Paraugu ievākšanas vietas Aģes upē.....	166
Att. 151: Paraugu ievākšanas vietas Rūsiņupītē.....	167
Att. 152: Bebru dambis Rūsiņupē 2018. gada 9. oktobrī augšpus mežaudzes, kurā veikti augsnes ielabošanas darbi.....	167
Att. 153: Paraugu ievākšanas vieta Aģes upē 2018. gada 9. oktobrī lejpus grāvja, kas atrodas pie mežaudzes, kurā veikti augsnes ielabošanas darbi.....	168
Att. 154: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Aģes upē 2017. un 2018. gadā augšpus grāvja, kas tek gar mežaudžu augsnes ielabošanas vietu.....	172
Att. 155: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Aģes upē 2017. un 2018. gadā lejpus grāvja, kas tek gar mežaudzes augsnes ielabošanas vietu.....	172
Att. 156: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Rūsiņupītē 2017. un 2018. gadā augšpus mežaudzes augsnes ielabošanas vietas.....	173
Att. 157: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Rūsiņupītē 2017. un 2018. gadā lejpus mežaudzes augsnes ielabošanas vietas.....	173

Tabulas

Tab. 1: 2018. gadā pētījumu programmas ietvaros veiktās darbības.....	12
Tab. 2: <i>Mann-Whitney</i> testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem novērojumu periodam 2017.-2018. gads.....	35
Tab. 3: <i>Mann-Whitney</i> testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem novērojumu periodam 2017.-2018. gads.....	72
Tab. 4: <i>Mann-Whitney</i> testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem novērojumu periodam 2017.-2018. gads.....	92
Tab. 5: Meteoroloģisko staciju “Skulte” un “Lielpeči” mēneša nokrišņu summas novērojumu periodam 2017.-2018. gads (Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, 2019).....	113
Tab. 6: <i>Mann-Whitney</i> testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem Rūsiņupītes izmēģinājuma platībām novērojumu periodam 2017.-2018. gads.....	115
Tab. 7: Koksnes pelnu ietekmes uz egles audžu vitalitāti pētījumam izvēlētās audzes.....	119
Tab. 8: Smago metālu koncentrācijas zemsedzes augos un ogās noteikšanai izvēlētās audzes.....	120
Tab. 9: KAAUP projekta audžu saraksts.....	138

Tab. 10: Augšnes ūdens un nokrišņu kvalitatīvo rādītāju monitorings.....	142
Tab. 11: Ellenberga indikatorvērtības galvenajiem vides faktoriem (Nuamah, 2017).....	147
Tab. 12: Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās vērtības kūdreņa strautā 2017. un 2018. gadā.....	152
Tab. 13: Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās vērtības Rūsiņupītē 2017. un 2018. gadā.....	154
Tab. 14: Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās vērtības amonija nitrāta izkliedes poligonā un kontroles ierīkotajos urbumos 2017. un 2018. gadā.....	154
Tab. 15: Kvalitātes klašu robežas MIR_LV indeksam izteiktas kā EQR.....	162
Tab. 16: Kvalitātes klašu robežas MIR_LV indeksam izteiktas kā EQR.....	164
Tab. 17: Nacionālās klašu robežas LMI indeksam.....	169
Tab. 18: Kvalitātes klašu robežas mazām (<100 km ²), potamālām upēm (pēc (Timm, H. & Vilbaste S., 2010))	169
Tab. 19: Aģes upes ekoloģiskās kvalitātes novērtējums 2017. un 2018. gadā augšpus un lejpus grāvja, kas tek gar Aģes upes demonstrējuma objektu.....	170
Tab. 20: Rūsiņupītes ekoloģiskās kvalitātes novērtējums 2017. un 2018. gadā augšpus un lejpus Rūsiņupītes demonstrējuma objekta.....	171

Pielikumi

1. Pielikums: KAAUP izmēģinājumu objektu saraksts
2. Pielikums: Augšnes ūdens un nokrišņu kvalitatīvo rādītāju monitorings
3. Pielikums: Veģetācijas uzskaites un datu analīze metodika 2018. gadā
4. Pielikums: Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra atskaite
5. Pielikums: Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta atskaite

DARBA UZDEVUMU IZPILDES GAITA LĪDZ 2019. GADAM

Pētījuma 1. un 2. posmā saskaņā ar pētījuma programmu ierīkoti demonstrējuma objekti (Tab. 1) un veikta koksnes pelnu izkliedēšana. Atbilstoši pētījuma programmas darba plānam 2018. gadam turpināts vides monitorings mežaudzēs, kur veikta koksnes pelnu izkliede, kā arī kontroles platībās. Vides monitoringā iekļautās aktivitātes apkopotas Tab. 1. Visās platībās, kurās 2016. un 2017. gadā veikta veģetācijas uzskaitē, kas raksturo stāvokli pirms augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedēšanas, veikta atkārtota veģetācijas uzskaitē, kā arī izstrādāta metodika veģetācijas datu analīzei. Papildus grūtības veģetācijas datu analīzē radīja ekstrēmi sausie laika apstākļi 2018. gada vasarā, kā rezultātā zemsedzes veģetācijas sastāvs vairumā gadījumu būtiski atšķīrās gan kontroles laukos, gan platībās, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Lai mazinātu laika apstākļu ietekmi, pētījumā primāri izmantots ar augsnes ielabošanas līdzekļiem apstrādāto un kontroles parauglaukumu zemsedzes veģetācijas raksturojuma salīdzinājums.

Tab. 1: 2018. gadā pētījumu programmas ietvaros veiktās darbības

Nr.	Darba uzdevuma grupa	Darbība	Rezultāts
1.	Koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanā tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi vērtējums	Augsnes ūdens monitorings	2018. gadā 2 reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC
		Vainaga caurteces ūdens (nokrišņu) monitorings	2018. gadā 2 reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Atkārtota veģetācijas uzskaitē	2018. gadā noteikts sugu projektīvais segums.
		Lapu/skuju paraugu monitorings	2018. gadā atkārtoti ievākti paraugi. Ķīmiskās analīzes tiks pabeigtas 2019. gadā un iekļautas pētījuma programmas 2019. gada ziņojumā.
		Lapu laukuma indeksa mērījumi	Darba uzdevuma grupas ietvaros LLI mērījumi veikti laika periodā 20.06.2018. - 12.10.2018.
		Vadlīnijas pelnu izmantošanas organizēšanai	Vadlīniju aktualizācija
2.	Slāpekļa saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza briestaudzēs	Atkārtota veģetācijas uzskaitē	2018. gadā noteikts sugu projektīvais segums.
		Lapu/skuju paraugu monitorings	2018. gadā atkārtoti ievākti paraugi. Ķīmiskās analīzes tiks pabeigtas 2019. gadā un iekļautas pētījuma programmas 2019. gada ziņojumā.
		Lapu laukuma indeksa mērījumi	Darba uzdevuma grupas ietvaros LLI mērījumi veikti laika periodā 21.08.2018-20.09.2018.
3.	Dažādu slāpekļa augsnes ielabošanas līdzekļu devu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanu	Augsnes ūdens monitorings	2018. gadā 2 reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Vainaga caurteces ūdens (nokrišņu) monitorings	2018. gadā 2 reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Atkārtota veģetācijas uzskaitē	2018. gadā noteikts sugu projektīvais segums.
		Lapu/skuju paraugu monitorings	2018. gadā atkārtoti ievākti paraugi. Ķīmiskās analīzes tiks pabeigtas 2019. gadā un iekļautas pētījuma programmas

Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. gadam

Nr.	Darba uzdevuma grupa	Darbība	Rezultāts
			2019. gada ziņojumā.
		Lapu laukuma indeksa mērījumi	Darba uzdevuma grupas ietvaros LLI mērījumi veikti laika periodā 22.08.2018-17.10.2018.
4.	Kombinētā slāpekļa un koksnes pelnu augsnes ielabošanas līdzekļu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte meliorētajos meža tipos vidēja vecuma skujkoku un bērza audzēs	Augsnes ūdens monitorings	2018. gadā 2 reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Vainaga caurteces ūdens (nokrišņu) monitorings	2018. gadā 2 reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Atkārtota veģetācijas uzskaitē	Noteikts sugu projektīvais segums.
		Lapu/skuju paraugu monitorings	Atkārtoti ievākti paraugi. Ķīmiskās analīzes tiks pabeigtas 2019. gadā un iekļautas pētījuma programmas 2019. gada ziņojumā.
		Lapu laukuma indeksa mērījumi	Darba uzdevuma grupas ietvaros LLI mērījumi veikti laika periodā 10.08.2018-23.08.2018.
5.	Ātraudzīgo un perspektīvo introducēto koku sugu papildus krājas pieauguma novērtējums, veicot augsnes ielabošanu ar slāpekli un koksnes pelniem	Veģetācijas uzskaitē	Ierīkoti parauglaukumi un noteikts sugu projektīvais segums.
6.	Komplekss ietekmes uz ūdeņu ekoloģisko kvalitāti novērtējums	Augsnes ūdens monitorings	Divas reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Vainaga caurteces ūdens (nokrišņu) monitorings	Divas reizes mēnesī ievākti paraugi, kam 1 reizi mēnesī laboratorijā noteikti šādi parametri: konduktivitāte, N_{kop} , PO_4^{3-} , K, Ca, Mg, pH un DOC.
		Atkārtota veģetācijas uzskaitē	Noteikts sugu projektīvais segums.
		Lapu/skuju paraugu monitorings	Atkārtoti ievākti paraugi. Ķīmiskās analīzes tiks pabeigtas 2019. gadā un iekļautas pētījuma programmas 2019. gada ziņojumā.
7.	Publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi	Zinātniskās misijas	Organizētas trīs zinātniskās misijas.
		Televīzijas sižeti	Nodrošināta projekta rezultātu prezentācija 3 televīzijas sižetos.
		Radio raidījums	Nodrošināta dalība vienā radio raidījumā.
		Populārzinātniskā publicitāte	Sagatavota informācija žurnālam "Ilustrētā zinātne".
		Semināri	Dalība informatīvos semināros un citu organizāciju īstenoto projektu semināros atbilstoši piedāvājumam.

Koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanā tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi vērtējums

2018. gadā šajā darba uzdevumu grupā turpināts augsnes ūdens monitorings, vainaga caurteces ūdens monitorings, veikta atkārtota veģetācijas uzskaitē, ievākti lapu un skuju paraugi, un ilglaicīgajos izmēģinājumu objektos veikti lapu laukuma indeksa mērījumi. Izmantojot iepriekšējos gados iegūtos datus, aktualizētas vadlīnijas pelnu izmantošanas organizēšanai valsts mežos.

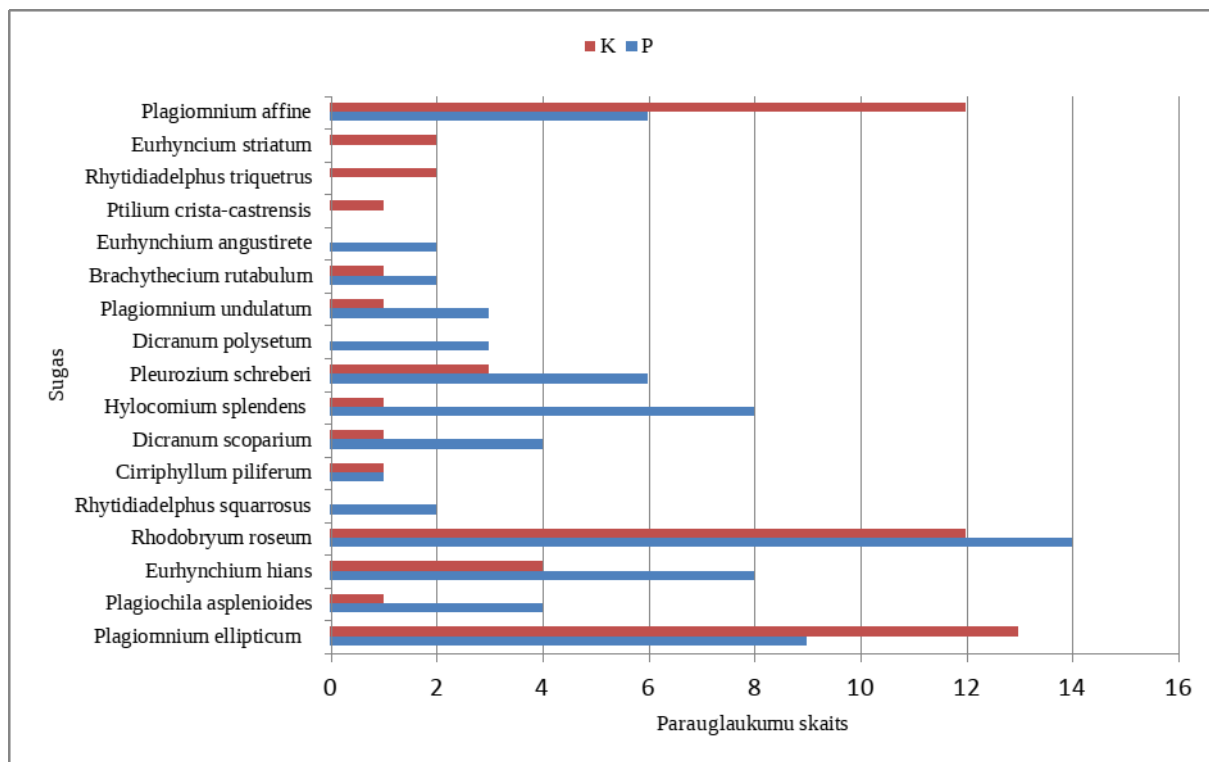
Veģetācijas raksturojums

2018. gadā veikta atkārtota veģetācijas analīze mežaudzēs, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti 2015.-2017. gadā, kā arī 4 mežaudzēs Viesītes apkārtnē, kur pelni izkliedēti 2013. gadā. Mežaudžu saraksts dots 1. pielikumā, Tab. 9. Veģetācijas uzskaites rezultāti turpmākajās nodaļās apkopoti izmēģinājumu objektu griezumā.

301-231-12, Kp, E¹

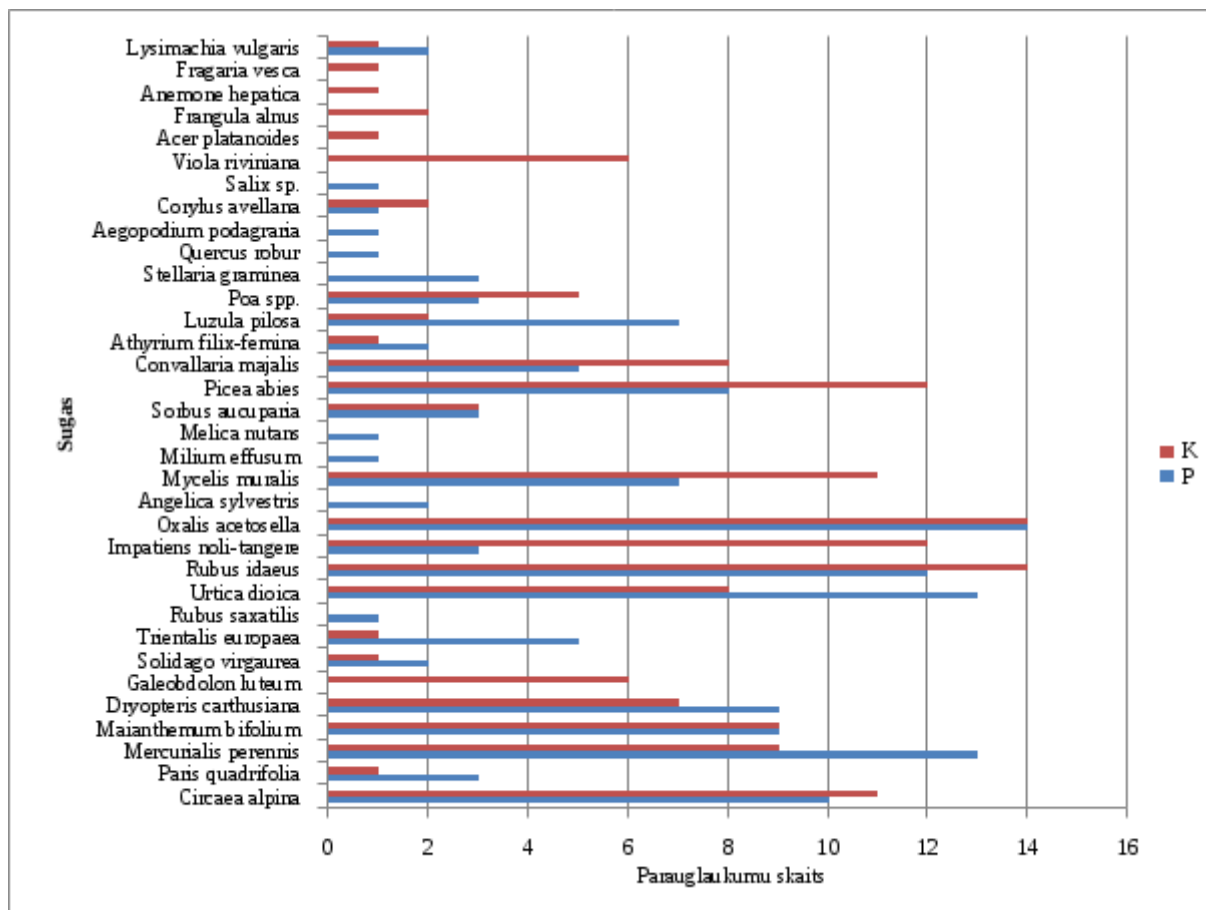
Gan kontroles, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sūnu stāvā visbiežāk novērotas mitriem augšanas apstākļiem raksturīgās tipiskās Kp sugas *Plagiomnium ellipticum* un *Rhodobryum roseum*, kas sastopama atsevišķos eksemplāros un neveido lielu projektīvo segumu. *Plagiomnium ellipticum* lielāku projektīvo segumu veido kontroles parauglaukumos, kas liecina par skābu augsni, savukārt auglīgākiem augšanas apstākļiem raksturīgā *Rhodobryum roseum*, kuras Ellenberga indikatorvērtība reakcijai ir 7, lielāku projektīvo segumu veido parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Gandrīz visos kontroles apakšparauglaukumos sastopama arī Kp raksturīgā sūna *Plagiomnium affine*, kuras izplatība un projektīvais segums ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir mazāks, savukārt ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, izplatītas sugas ir arī Kp un bāziskākām augsnēm raksturīgā *Eurhynchium hians* un dažādiem mežu tipiēm raksturīgā *Hylocomium splendens*, veidojot salīdzinoši lielu projektīvo segumu. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, biežāk novērojama Kp raksturīgā suga *Plagiochila asplenoides*. Tikai parauglaukumos, kas apstrādāti ar koksnes pelniem, var novērot dažādiem biotopiem, tajā skaita Kp raksturīgo *Rhytidiadelphus squarrosus*, oligomezotrofiem mežiem raksturīgo *Dicranum polysetum* un bāziskākām augsnēm raksturīgo *Eurhynchium angustirete*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot atsevišķus Kp raksturīgo sūnu *Ptilium crista-castrensis*, *Rhytidiadelphus triquetrus* un *Eurhynchium striatum* eksemplārus. Novērotas arī Kp netipiskas sugas – ar slāpekli bagātām augsnēm raksturīgā *Cirriphyllum piliferum* un Ks raksturīgā *Brachythecium rutabulum*. Gan kontroles parauglaukumos, gan ar pelniem apstrādātajos novērotas 14 sugas (vidēji 4 sugas kontroles apakšparauglaukumos un 5 sugas – ar koksnes pelniem apstrādātajos apakšparauglaukumos, (Att. 1). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,70, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,056. Atšķirības starp kontroles un ielabotajiem parauglaukumiem ir statistiski būtiskas ($p=0,023$). Sūnu stāvs neveido 100%, t.i. vietām atsegta zemsega vai augsnes virskārta.

¹ Šeit un turpmāk objekta nosaukumā norādīts kvartālu apgabals, kvartāls, nogabals, meža tips un valdošā suga.



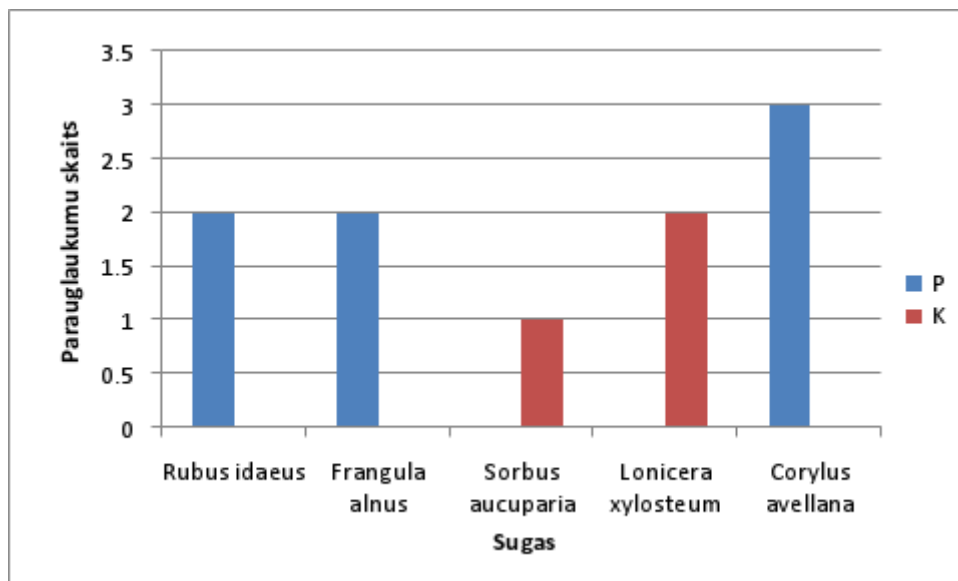
Att. 1: Sūnu sugu sastopamība kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-231-12.

Lakstaugu stāvā dominējošā suga ir Kp raksturīgā *Oxalis acetosella*. Bieži sastopamas un lielu projektīvo segumu veido arī Dm, Vr, Gr, Grs, Ap raksturīgā *Mercurialis perennis*, nitrofilās *Urtica dioica* un *Rubus idaeus*, Kp raksturīgā *Circaea alpina*, Ln un Dm raksturīgā *Maianthemum bifolium*. No nosauktajām visas izņemot *Rubus idaeus* un *Maianthemum bifolium* parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, veido lielāku projektīvo segumu. Tikai parauglaukumos, kas apstrādāti ar koksnes pelniem, novēroti atsevišķi Dm raksturīgās *Melica nutans*, kā arī Gr raksturīgo sugu *Milium effusum* un *Aegopidium podagraria* eksemplāri, vidēji auglīgiem mežiem raksturīgā *Rubus saxatilis*, mitrām vietām (Gr, Grs, Nd, Db, Ap) raksturīgā *Angelica sylvestris* un oligomezotrofajām augtenēm raksturīgā *Stellaria graminea*, Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Kp raksturīgo *Galeobdolon luteum*, Dm raksturīgo *Viola riviniana*, Dm un Gr raksturīgo *Hepatica nobilis*. Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 26 sugas (vidēji 11 sugas katrā apakšparauglaukumā), bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 28 sugas (vidēji 10 sugas katrā apakšparauglaukumā, Att. 2). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,63, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,68. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 2: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-231-12.

Pamežā aug *Rubus idaeus*, *Frangula alnus*, *Corylus avellana*, vietām pa atsevišķam *Sorbus aucuparia* un *Lonicera xylosteum* eksemplāram (Att. 3). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles apakšparauglaukumos ir 0, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,85. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

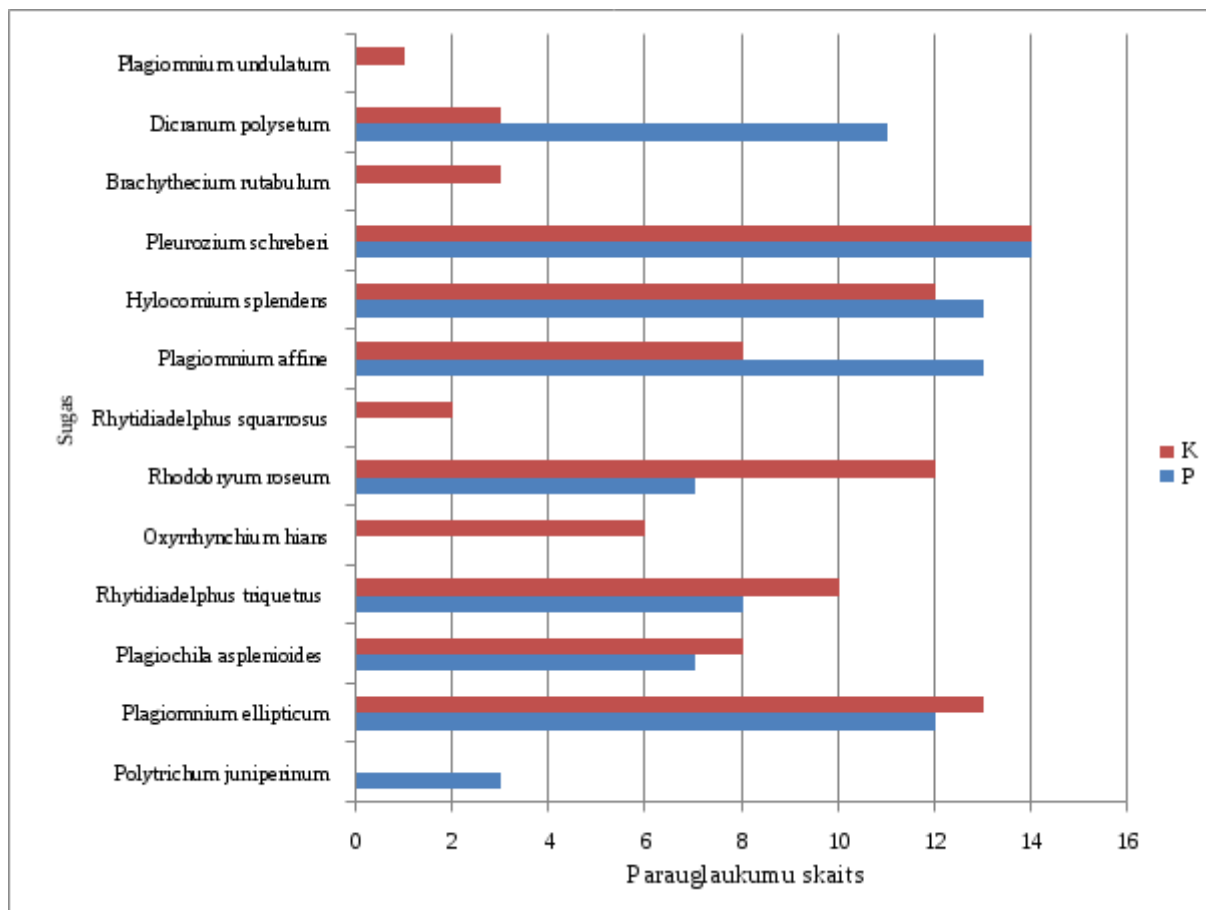


Att. 3: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglāukumos objektā 301-231-12.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglāukumos gaismai $L=3,79$, reakcijai $R=4,69$ un slāpeklim $N=5,80$, bet parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=4,07$, $R=5,19$ un $N=6,00$. Atšķirības R vērtībās ir statistiski būtiskas ($p=0,038$).

301-209-13, Kp, E

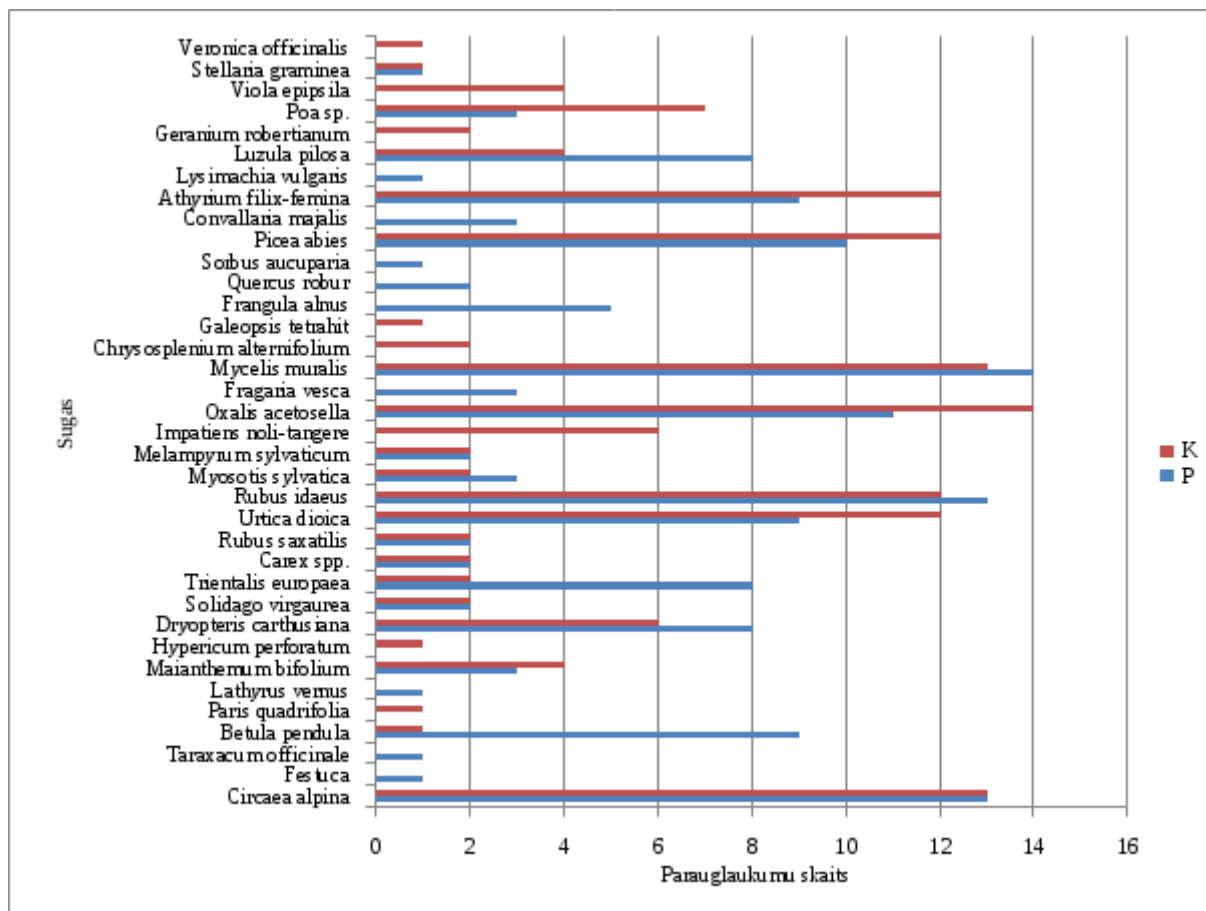
Gan kontroles, gan parauglāukumos, kas apstrādāti ar koksnes pelniem, sūnu stāvā visbiežāk novērotās sūnas ir mitriem augšanas apstākļiem raksturīgās tipiskās Kp sugas *Plagiomnium ellipticum*, *Plagiomnium affine*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, kā arī atsevišķi *Rhodobryum roseum* eksemplāri, kas neveido lielu projektīvo segumu. Parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, bieži sastopama arī oligomezotrofiem mežiem raksturīgā *Dicranum polysetum* un mezotrofā *Polytrichum juniperinum*. Kontroles parauglāukumos novērota Ks raksturīgā *Brachythecium rutabulum*. Parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sūnas veido lielāko projektīvo segumu nekā kontroles. Kopumā kontroles parauglāukumos novērotas 12 sugas (vidēji 7 sugas katrā apakšparauglāukumā), bet parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 9 sugas (vidēji 6 sugas katrā apakšparauglāukumā (Att. 4)). Vidējais Šenona daudzveidības indekss sūnu stāvā ar pelniem parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 1,17, bet kontroles – 1,25. Atšķirības nav statistiski būtiskas. Nevienā apakšparauglāukumā sūnas neveido 100%.



Att. 4: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-209-13.

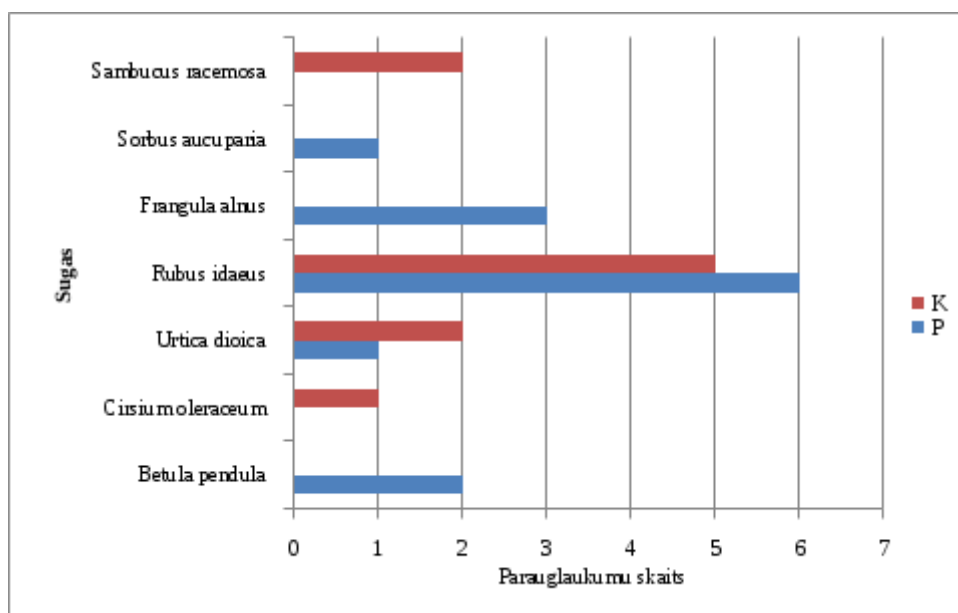
Lakstaugu stāvā biežāk sastopamās sugas ir Kp raksturīgās *Circaea alpina* (kontroles parauglaukumos veido būtiski lielāku projektīvo segumu), *Mycelis muralis* (lielāks projektīvais segums ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi), *Oxalis acetosella* un *Athyrium filix-femina*, kā arī nitrofilā *Rubus idaeus*. Ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, *Circaea alpina* un *Oxalis acetosella* veido būtiski mazāku procentuālo segumu, bet *Athyrium filix-femina* un Kp raksturīgā *Dryopteris carthusiana* – lielāku. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas graudzāli *Festuca sp.*, nitrofilo nezāli *Taraxacum officinale*, auglīgākiem augšanas apstākļiem un kaļķainai augsnei raksturīgo *Lathyrus vernus*, nitrofilo *Fragaria vesca*, Kp raksturīgās sugas *Frangula alnus*, *Sorbus aucuparia*, *Convallaria majalis*, slapjainu mežiem raksturīgo *Lysimachia vulgaris* un *Quercus robur* sējeņus. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Kp raksturīgās *Paris quadrifolia* un *Impatiens noli-tangere* gaismas prasīgo sugu *Hypericum perforatum*, dūksnainām, pārmitrām vietām raksturīgās *Chrysosplenium alternifolium* un *Viola epipsila*, auglīgām, mēreni mitrām vietām raksturīgo *Galeopsis tetrahit* un nitrofilo *Geranium robertianum*. Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 27 sugas, bet parauglaukumos, kuros izklidēti koksnes pelni, novērotas 29

sugas (Att. 5). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,57, bet apstrādātajos - 0,99. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 5: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-209-13.

Pamežā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, aug Kp raksturīgas sugas: *Betula pendula*, *Rubus idaeus*, *Frangula alnus* un *Sorbus aucuparia*, bet kontroles parauglaukumos – dažādos mežos sastopama, no stādījumiem savvaļā pārgājusi suga *Sambucus racemosa* (Att. 6). Krūmu stāva vietām sastopami arī Kp raksturīgo sugu *Urtica dioica* un *Cirsium oleraceum* eksemplāri. Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,14, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,17. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

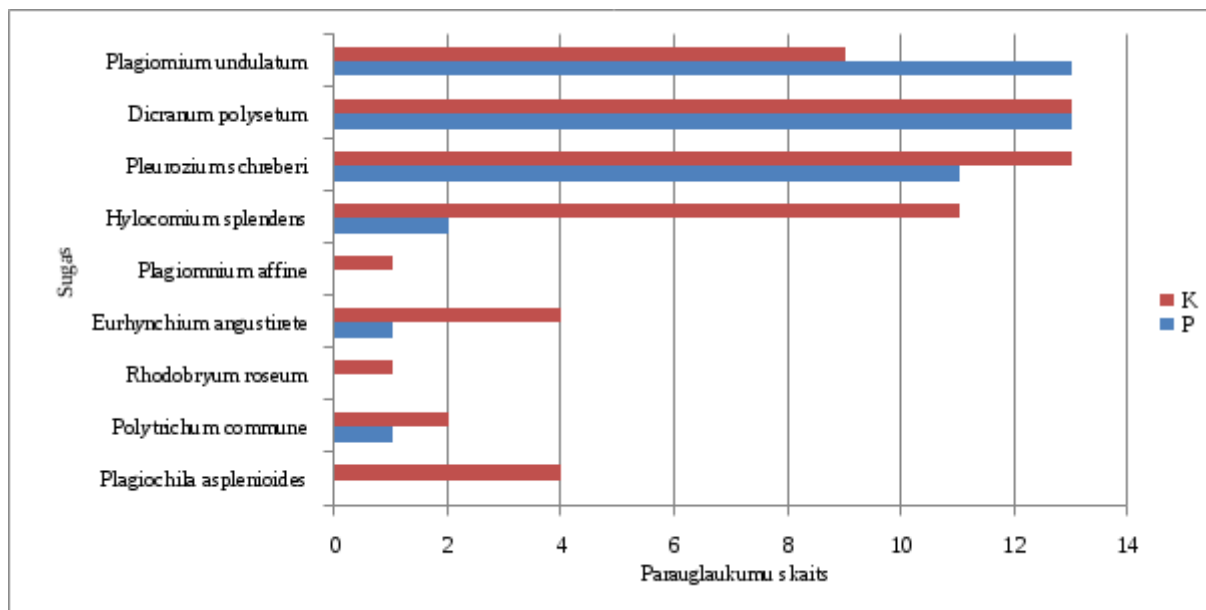


Att. 6: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-209-13.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=4,58$, reakcijai $R=4,60$ un slāpeklim $N=5,87$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,31$, $R=3,08$ un $N=3,09$. Atšķirības L vērtībās ir statistiski būtiskas ($p=0,00092$).

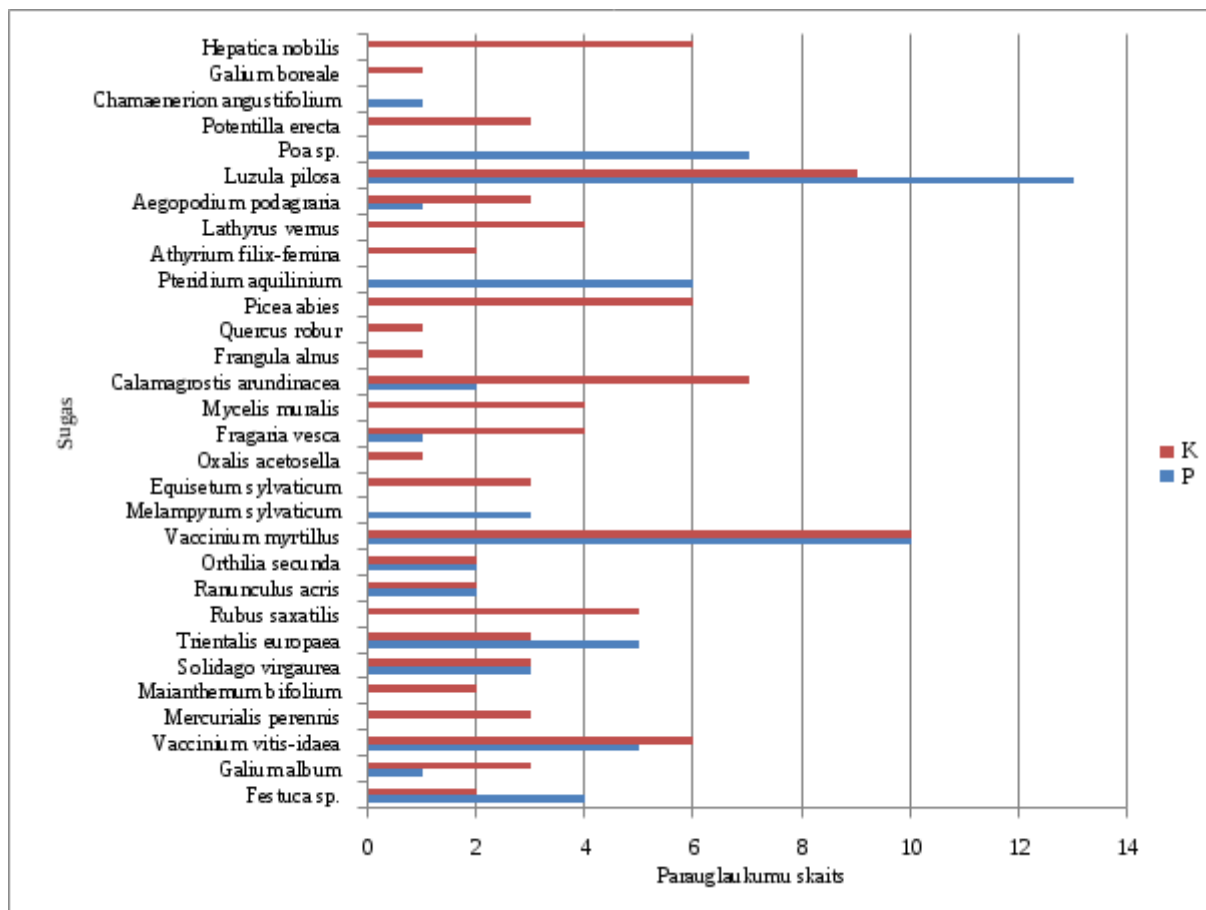
301-221-17, Dm, E

Sūnu stāvā dominē Dm raksturīgās sugas *Pleurozium schreberi*, *Dicranum polysetum* un *Plagiomnium undulatum*. Parauglaukumos, kur ienesti koksnes pelni, novērotas 6 sūnu sugas, bet kontroles parauglaukumos – 9 sūnu sugas (Att. 7). Parauglaukumos, kur izklaidēti koksnes pelni, būtiski mazāka sastopamība vērojama *Hylocomium splendens* un gāršai, platlapju kūdrenim raksturīgajai *Eurhyncium angustirete*. Sūnu projektīvais segums neveido 100%. Kopumā kontroles parauglaukumos novērotas 9 sūnu sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 6 sugas. Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,57, bet apstrādātajos 0,99. Atšķirības starp kontroles un ielabotajiem parauglaukumiem ir statistiski būtiskas ($p=0,018$).



Att. 7: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-221-17.

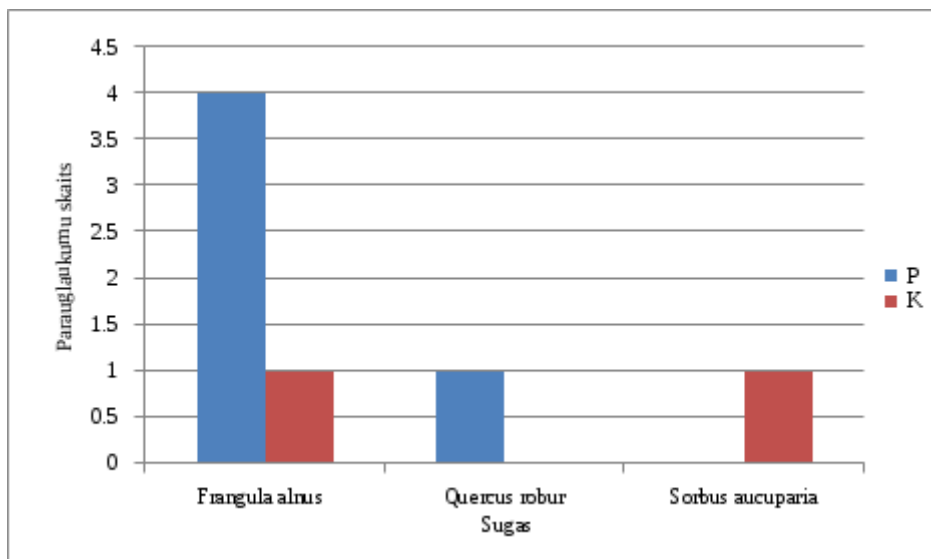
Lakstaugu stāvā dominē Dm raksturīgās sugas – sīkkrūms *Vaccinium myrtillus* un graudzāle *Luzula pilosa*. Tikai parauglaukumos, kuros izkliedēti koksnes pelni, sastopams skujkoku-platlapju un šaurlapju mežiem raksturīgais *Melampyrum sylvaticum*, Dm raksturīgā paparde *Pteridium aquilinum*, Poa ģints graudzāles un ruderālo, nitrofilo sugu *Chamaenerion angustifolium*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Dm raksturīgās *Mercurialis perennis*, *Maianthemum bifolium*, *Rubus saxatilis*, *Oxalis acetosella* un *Hepatica nobilis*, Dms raksturīgo *Potentilla erecta* un pārmitriem mežiem raksturīgo *Athyrium filix-femina*, kas varētu liecināt par lokāli mitru vietu, Vr un Vrs raksturīgo *Equisetum sylvaticum*, Gr, Vr, Ap raksturīgo *Lathyrus vernus* un atsevišķus *Frangula alnus*, *Quercus robur* un *Picea abies* sējeņus. Kontroles parauglaukumos novērotas 26 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 16 sugas (Att. 8). Šēnons daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,69, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,97. Atšķirības starp kontroles un apstrādātajiem parauglaukumiem nav statistiski būtiskas.



Att. 8: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-221-17.

Pamežā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, aug *Frangula alnus* un *Quercus robur*, bet kontroles – *Frangula alnus* un *Sorbus aucuparia*.

Vidējais Šenona daudzveidības indekss krūmu stāvam parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 0,044, bet kontroles parauglaukumos tas ir 0, jo katrā apakšparauglaukumā nav novērots vairāk par 1 sugu. Sugu sastopamība objektā attēlota Att. 9. Atšķirības starp kontroli un parauglaukumiem, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, nav statistiski būtiskas.

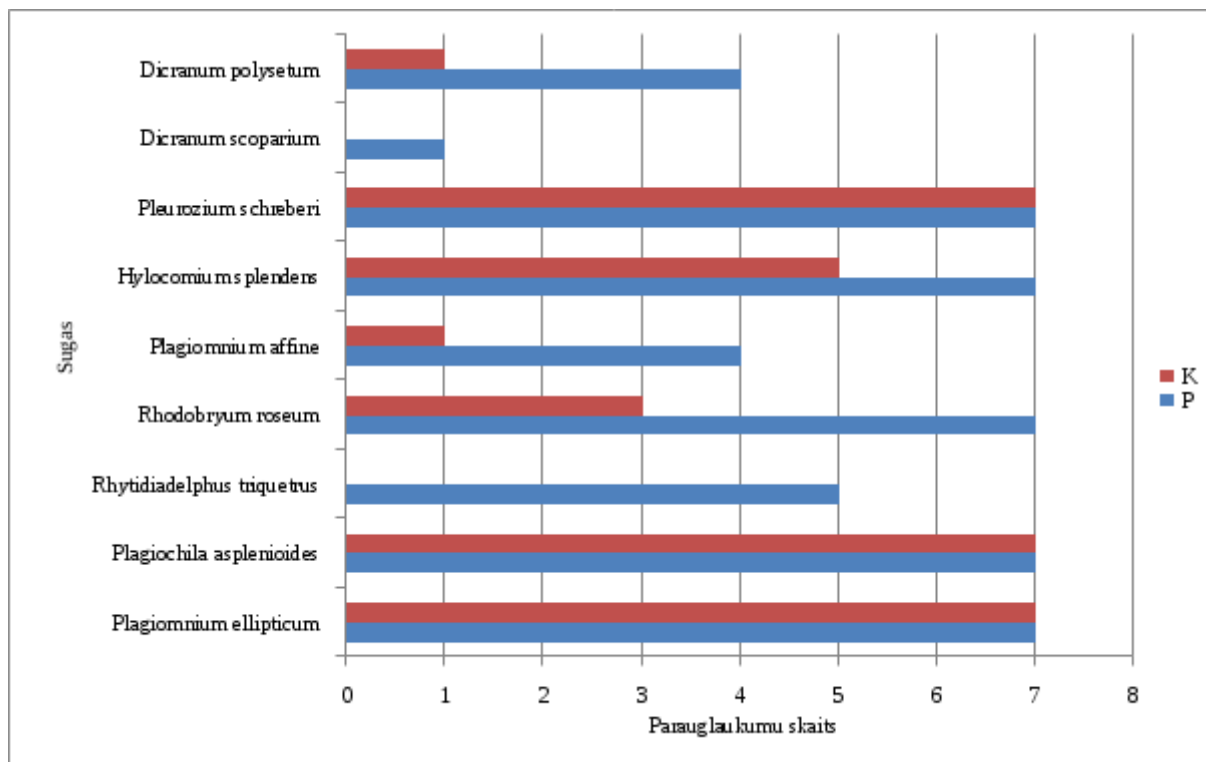


Att. 9: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar pelniem apstrādātajos (P) apakšparauglaukumos objektā 301-221-17.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,43$, reakcijai $R=4,09$ un slāpeklim $N=4,14$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,70$, $R=3,14$ un $N=3,08$. Atšķirības R un N vērtībās ir statistiski būtiskas (attiecīgi, $p=0,0058$ un $p=0,00044$).

301-228-5, Dm, E

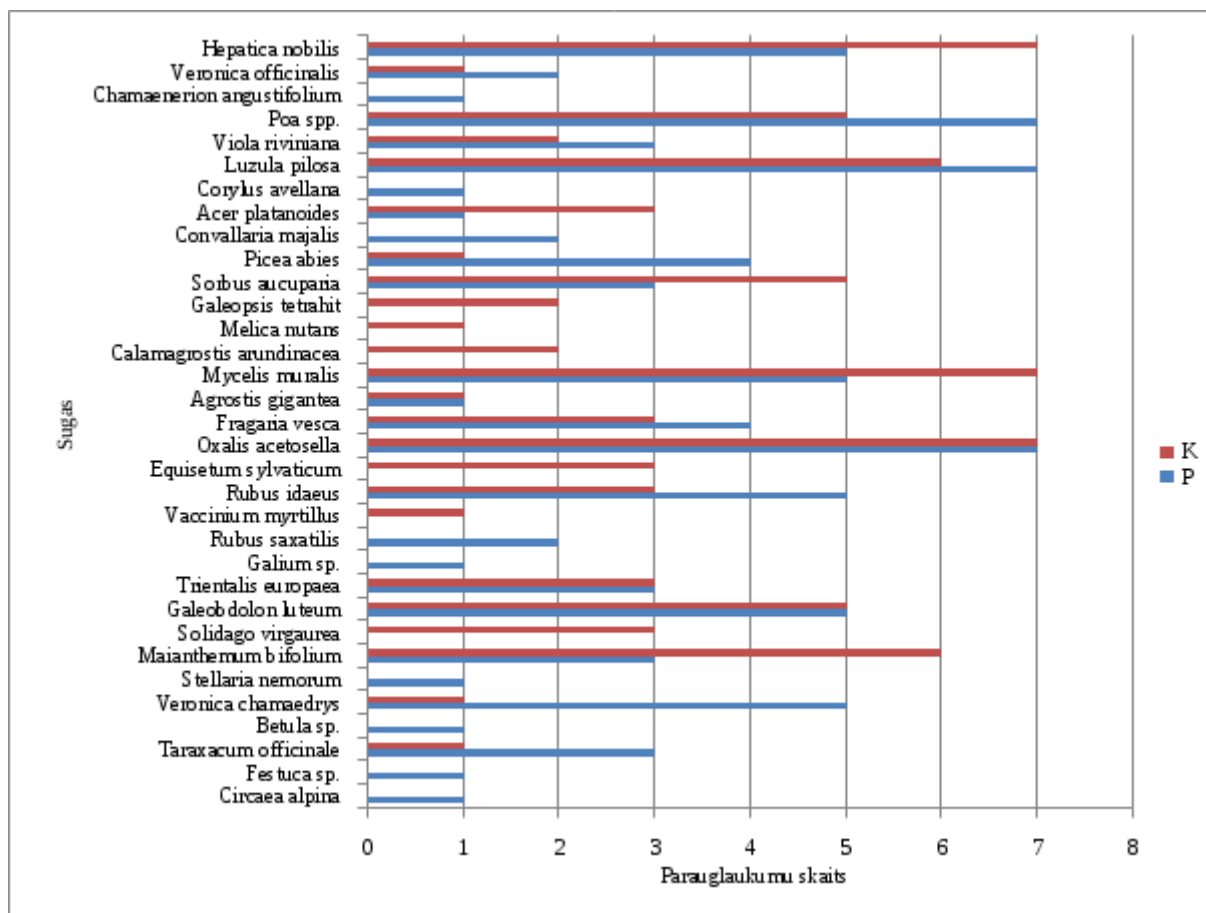
Sūnu stāvā biežāk sastopamās sugas ir Dm raksturīgās *Plagiomnium ellipticum*, *Plagiochila asplenoides* un *Pleurozium schreberi*. Parauglaukumos, kur izklidēti koksnes pelni, vislielāko vidējo projektīvi segumu veido *Hylocomium splendens*, bet kontroles parauglaukumos – *Plagiochila asplenoides*. Abas ir Dm raksturīgas sūnas. Tikai ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot kalcifilo *Rhytidiadelphus triquetrus* un Dm raksturīgo *Dicranum scoparium*. būtiski lielāka izplatība, bet ne projektīvais segums parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, vērojams Dm raksturīgajai *Dicranum polysetum*. Sūnas nevienā no apakšparauglaukumiem neveido 100% segumu. Ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, vidējais projektīvais segums ir lielāks nekā kontroles parauglaukumos (attiecīgi, 62% un 34%). Kopā kontroles parauglaukumos novērotas 7 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 9 sugas (Att. 10). Vidējais Šenona daudzveidības indekss parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 1,40, bet kontroles – 0,87. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,0041$).



Att. 10: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 301-228-5.

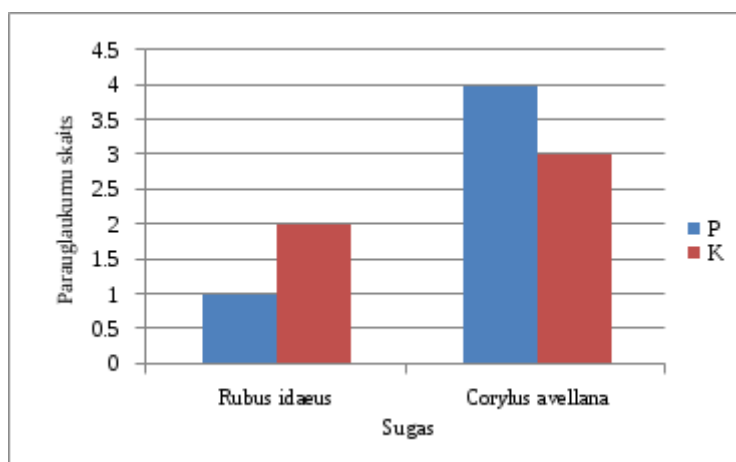
Lakstaugu stāvā biežāk sastopamās sugas ir Dm raksturīgās *Oxalis acetosella* (kontroles parauglaukumos veido būtiski lielu projektīvo segumu), *Luzula pilosa* (projektīvais segums neliels gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi), auglīgākiem augšanas apstākļiem (Gr, Kp) raksturīgais *Mycelis muralis* (lielāku projektīvo segumu veido parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi), graudzāle *Poa sp.* un Dm raksturīgā *Hepatica nobilis*. Parauglaukums, kur izklidēts amonija nitrāts, būtiski biežāk sastopama nitrofilā nezāle *Taraxacum officinale*, Dm raksturīgā *Veronica chamaedrys*, krūms *Rubus idaeus* un *Picea abies* sējeņi. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, pa vienam apakšparauglaukumam var novērot mitriem, auglīgiem mežiem raksturīgo *Circaea alpina*, graudzāli *Festuca sp.*, Dm raksturīgo *Stellaria nemorum*, *Galium sp.*, *Corylus avellana* sējeņus, kā arī ruderālo, nitrofilo *Chamaenerion angustifolium*, kas ieviešas pēc degumiem un izcirtumiem. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot arī Dm raksturīgās *Rubus saxatilis* un *Convallaria majalis*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Ln un Dm raksturīgās *Solidago virgaurea*, *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis arundinacea*, Dm raksturīgo *Melica nutans*, ēnainiem, mitriem mežiem (Vr, Vrs) raksturīgo *Equisetum sylvaticum*, un mitrām, auglīgām vietām, izmīdītiem mežiem raksturīgo *Galeopsis tetrahit*. Kopumā kontroles parauglaukumos novērotas 24, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 27 sugas (Att. 11).

Vidējais Šenona daudzveidības indekss lakstaugu stāvā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 1,83, bet kontroles parauglaukumos – 1,62. Atšķirības nav statistiski būtiskas ($p=0,25$).



Att. 11: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 301-228-5.

Pamežā aug *Rubus idaeus* un *Corylus avellana* (Att. 12). Šenona daudzveidības indekss parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 0,044, bet kontroles parauglaukumos - 0 jo katrā apakšparauglaukumā nav sastopama vairāk kā 1 suga.

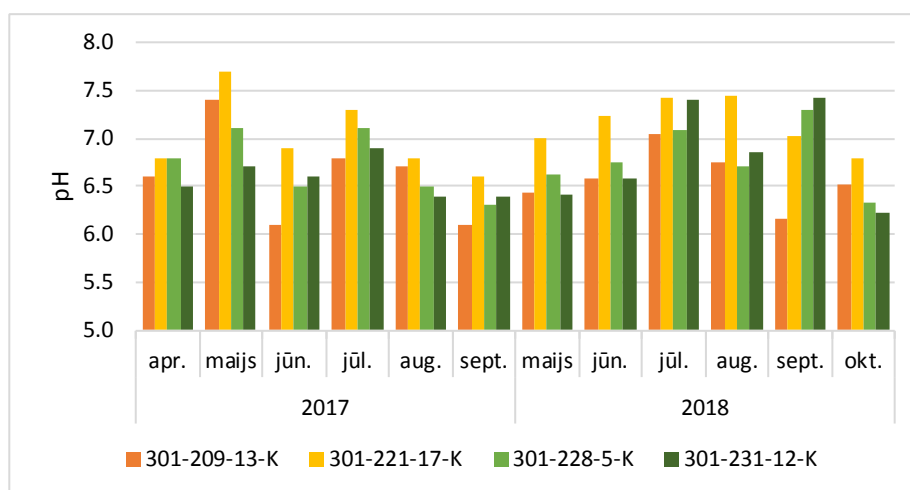


Att. 12: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglukumos objektā 301-228-5.

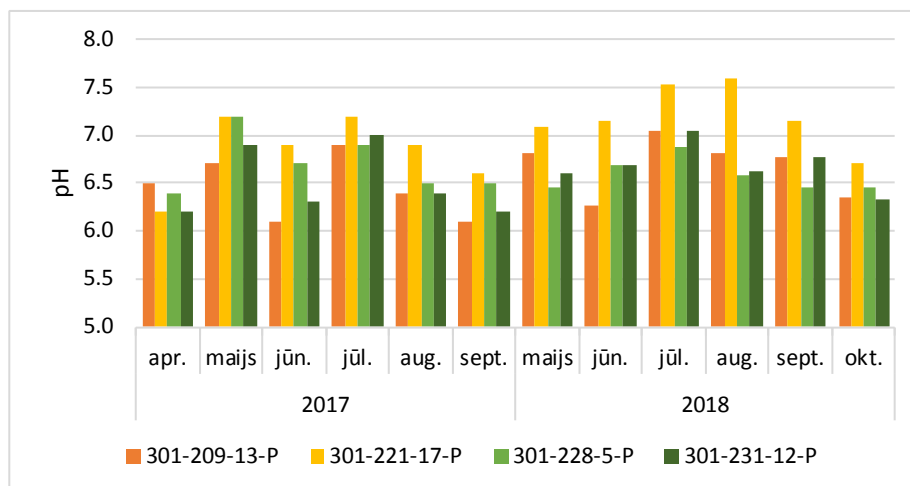
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglukumos gaismai $L=4,07$, reakcijai $R=5,07$ un slāpeklim $N=5,09$, bet parauglukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=4,98$, $R=4,92$ un $N=5,41$. Atšķirības L vērtībās ir statistiski būtiskas ($p=0,019$).

Vainaga caurteces ūdens monitorings

Vainaga caurteces ūdens monitorings veikts audzēs 301-209-13 (KpE48), 301-231-12 (KpE43), 301-228-5 (DmE48), 301-221-17 (DmE48), kur katrā izvietoti 2 monitoringa komplekti. Šajos demonstrējuma objektos augsnes ielabošana ar koksnes pelniem veikta 2014. gada novembrī. Ievākto nokrišņu paraugu analīžu rezultāti (pH , N_{kop} , $mg\ L^{-1}$, K , $mg\ L^{-1}$, PO_4^{3-} , $mg\ L^{-1}$) norādīti Att. 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 un 20.

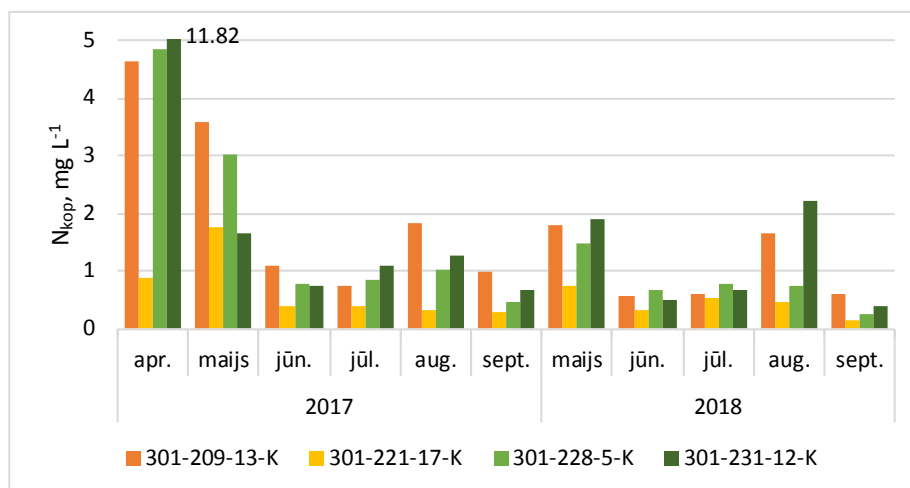


Att. 13: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

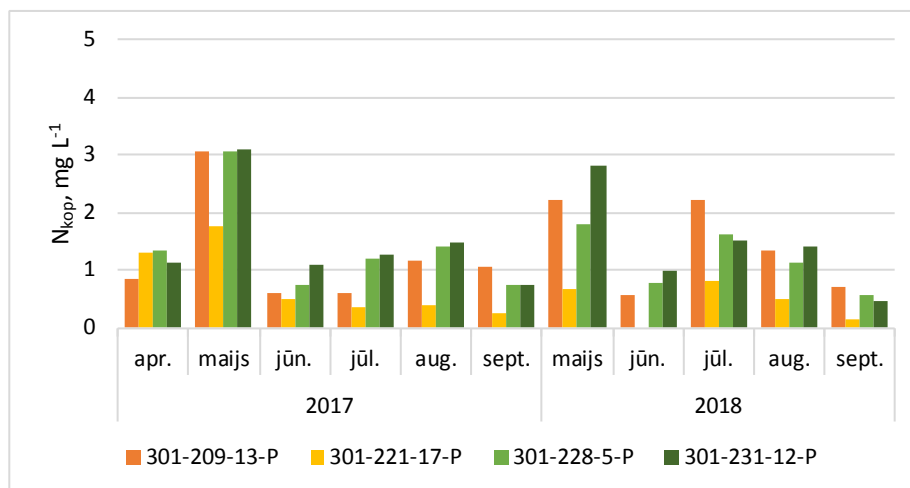


Att. 14: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu pH vērtības novērojumu periodā variē no 6,1 līdz 7,7 mg L^{-1} kontroles un no 6,1 līdz 7,6 mg L^{-1} – koksnes pelnu izkliedes platībās. Abos nokrišņu ūdens monitoringa gados raksturīgas salīdzinoši zemākas pH vērtības pavasara un rudens periodā un augstākas – vasaras periodā.

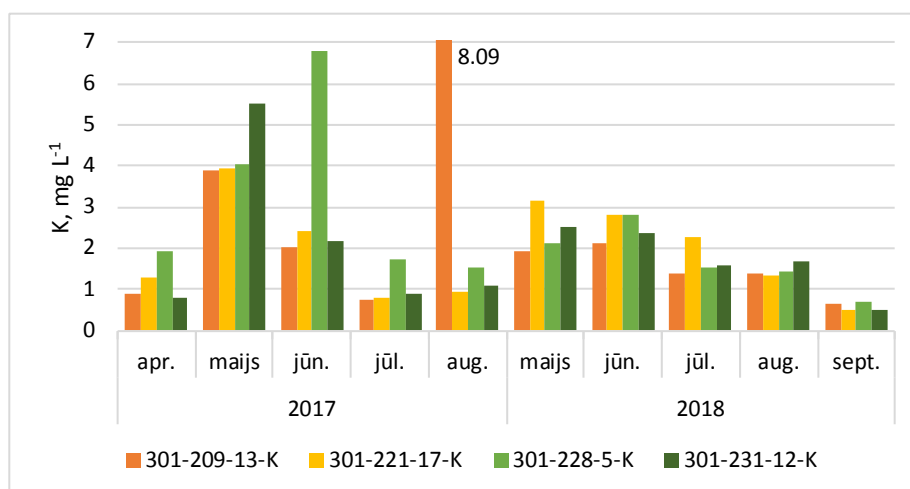


Att. 15: N_{kop} (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

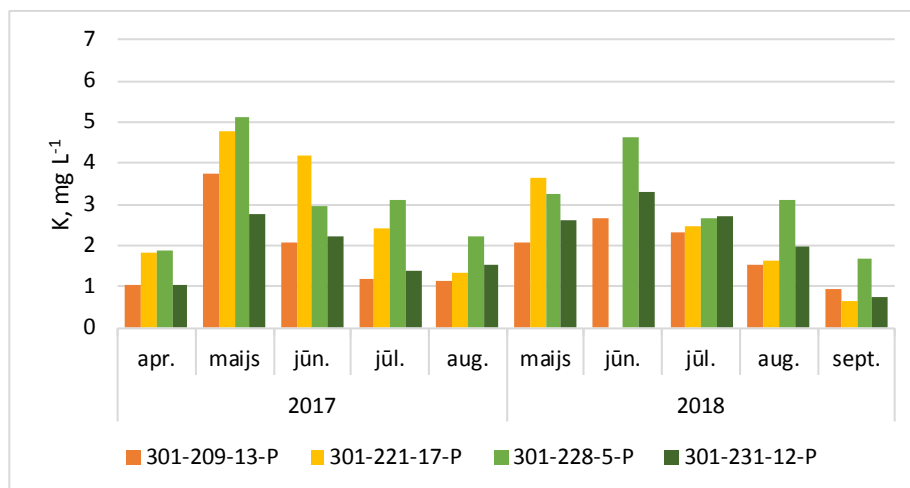


Att. 16: N_{kop} ($mg L^{-1}$) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu kopējā slāpekļa koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,14 līdz 11,82 $mg L^{-1}$ kontroles un no 0,15 līdz 3,08 $mg L^{-1}$ pelnu izkliedes platībās. Pētījuma programmas ziņojumā par 2017. gadu (Lazdiņš, A., 2018) norādīts, ka vainaga caurteces ūdens paraugos 2017. gada pavasarī konstatēts piesārņojums ar ziedputekšņiem un, attiecīgi, lielāka arī biogēno elementu koncentrācija. Līdzīgi arī 2018. gada novērota salīdzinoši augstāka kopējā slāpekļa koncentrācija maijā ievāktajos paraugos.

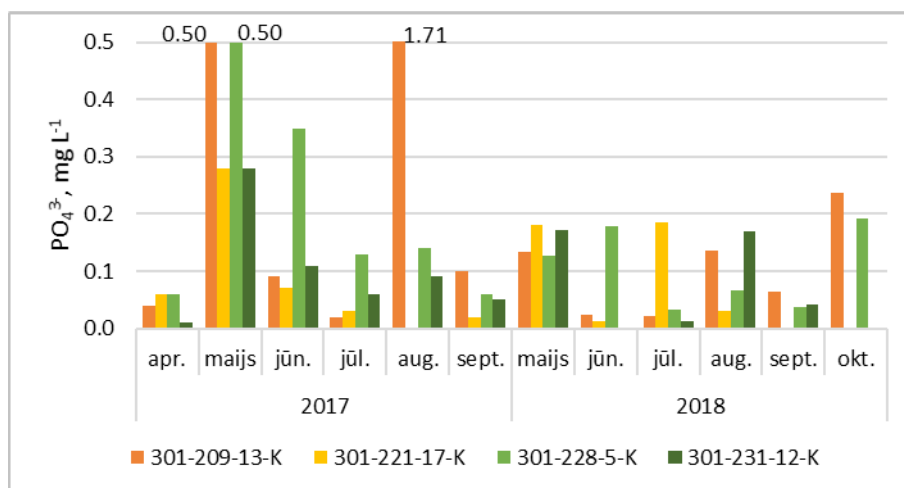


Att. 17: K ($mg L^{-1}$) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

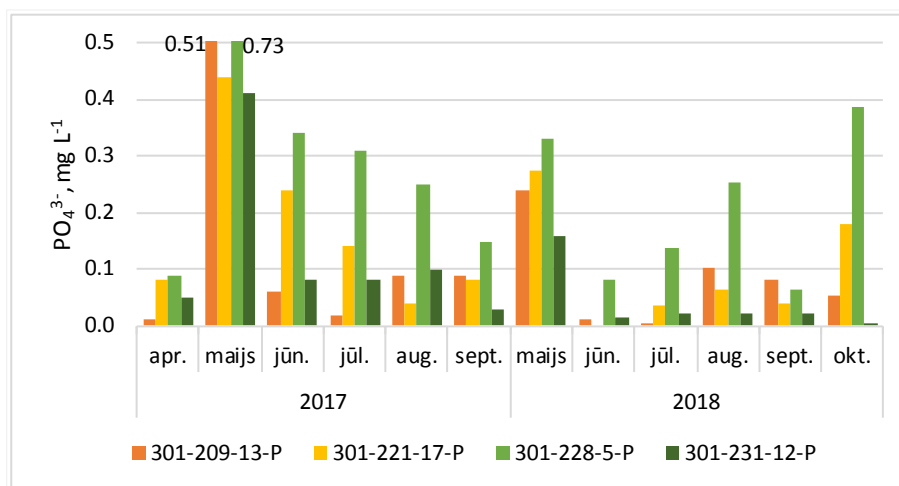


Att. 18: K (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu kālija koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,50 līdz 8,09 mg L⁻¹ kontroles un no 0,63 līdz 5,11 mg L⁻¹ koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši 1,70 un 2,24 mg L⁻¹. Abos nokrišņu ūdens monitoringa gados raksturīgas salīdzinoši zemākas kālija koncentrācijas pavasara un rudens periodā un augstākas – vasaras periodā. Dotajos izmēģinājuma objektos vidēji uz ha ienestas 16,2 tonnas kālija tīrvielas (Okmanis, M., Lazdiņa, D., Makvskis, K., & Lazdiņš, A., 2017). Augstāka mediānas vērtība, kas atbilst pelnu izkliedes platībām, norāda uz pozitīvu koksnes pelnu izkliedes ietekmi uz mežaudzi susinātās kūdras augsnēs, mazinot kālija deficītu. Atsevišķās augstās vērtības kontroles platībās var norādīt uz iespējamu nobiru nokļūšanu nokrišņu savācējos, kā arī uz skuju ķīmiskā sastāva ietekmi uz cauri koka vainagam plūstošajiem nokrišņiem. Ir pierādīts, ka vainaga caurteces ūdenī ir lielāka K⁺ koncentrācija nekā atklāta lauka nokrišņos (Tērauda, 2008).



Att. 19: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

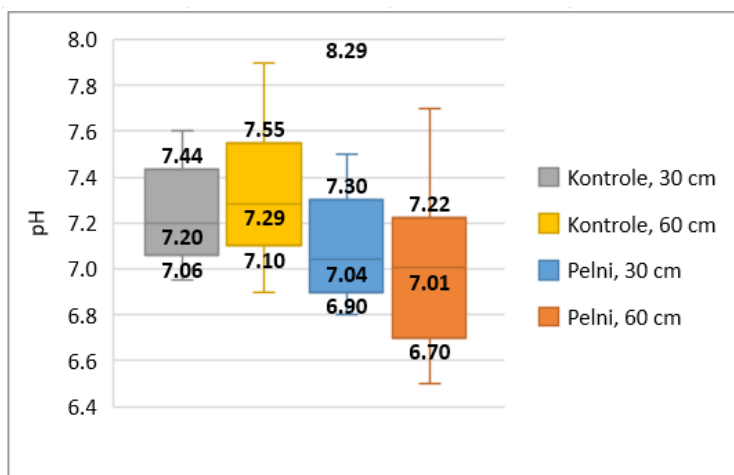


Att. 20: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes platībās.

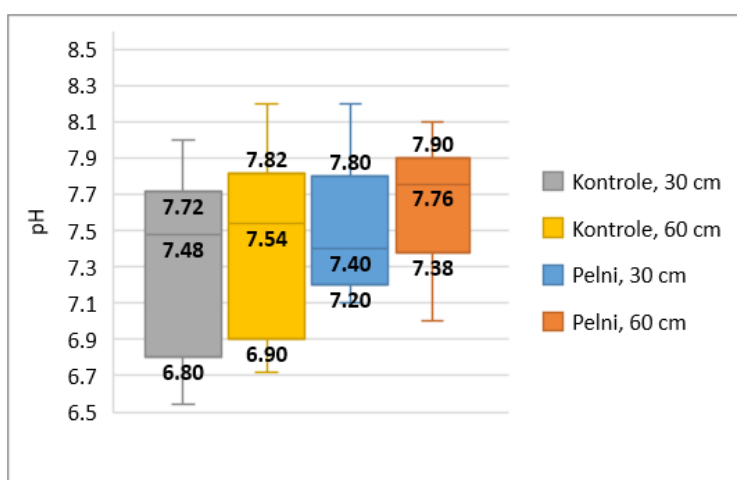
Vainaga caurteces ūdens paraugu fosfātu koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,001 līdz 1,710 mg L⁻¹ kontroles un no 0,002 līdz 0,730 mg L⁻¹ koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši 0,068 un 0,082 mg L⁻¹. Dotajos izmēģinājuma objektos vidēji uz ha ienestas 10,2 tonnas fosfora tīrvielas (Okmanis, M. u.c., 2017). Līdzīgi kā kopējais slāpeklis (Att. 15 un Att. 16), pavasarī ievāktajos paraugos ir salīdzinoši augstāka fosfātu koncentrācija, kas norāda uz iespējamu ziedputekšņu ietekmi.

Augsnes ūdens monitorings

Augsnes ūdens monitorings veikts audzēs 301-209-13 (KpE48), 301-231-12 (KpE43), 301-228-5 (DmE48), 301-221-17 (DmE48), kur katrā izvietoti divi monitoringa komplekti. Augsnes ielabošana ar koksnes pelniem veikta 2014. gada novembrī. Lai novērtētu pelnu saglabāšanos augsnē, būtiski ir salīdzināt kālija un fosfātu saturu augsnes ūdens paraugos. Ņemot vērā, ka barības vielu saturs augsnē variē atkarībā no meža augšanas apstākļu tipa, rezultāti (pH, N_{kop}, mg L⁻¹, K, mg L⁻¹, PO₄³⁻, mg L⁻¹) apvienoti divās grupās – platlapju kūdrenis (Att. 21, 23, 25 un 27) un damaksnis (Att. 22, 24, 26 un 28).

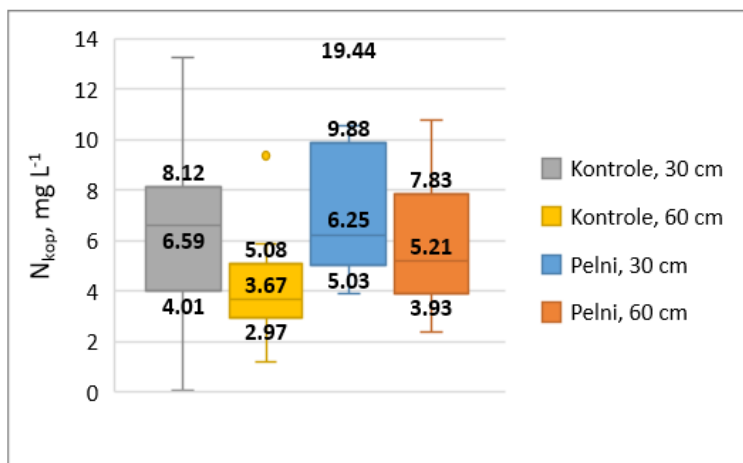


Att. 21: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.

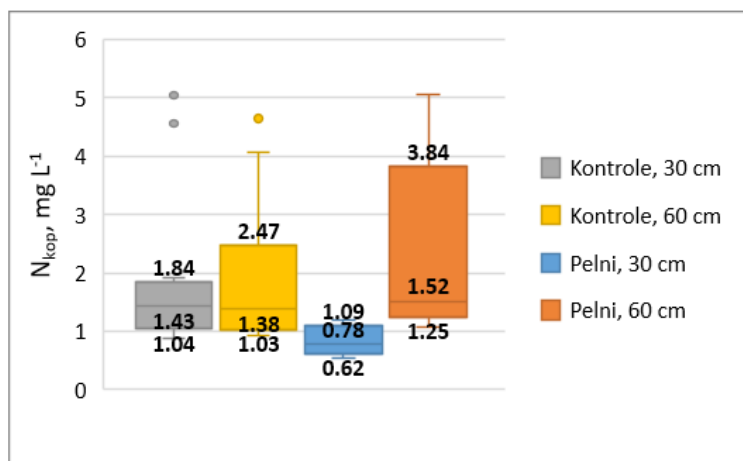


Att. 22: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.

Pelnu izkliedes platībās kūdreņu audzēs, salīdzinot ar kontroles platībām, novērota būtiska pH līmeņa samazināšanās augsnes šķīdumā pelnu izkliedes platībās.

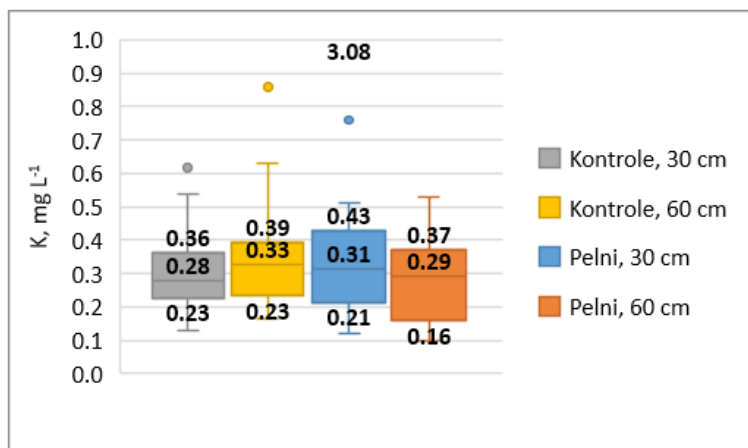


Att. 23: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.

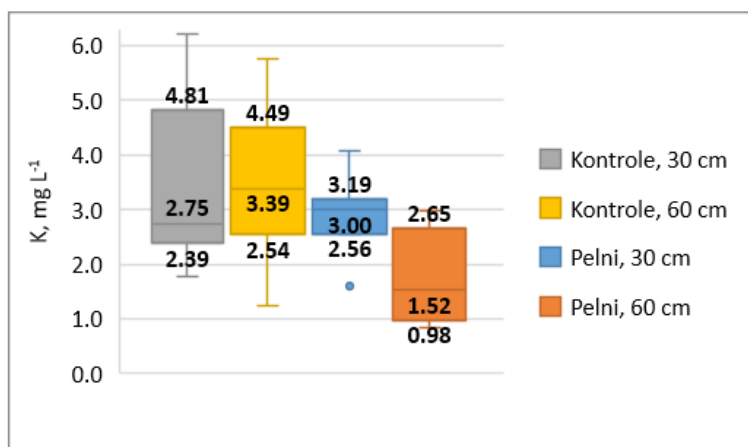


Att. 24: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.

Kūdreņu audžu augsnes ūdens paraugos noteiktas salīdzinoši augstākas kopējā slāpekļa koncentrācijas nekā damakšņa audžu augsnes ūdens paraugos. Arī augšņu analīžu rezultāti uzrāda augstākas slāpekļa vērtības kūdras audzēs, salīdzinot ar sausieņu audzēm (Lazdiņš, A., 2018). Pelnu izkliedes platībās damakšņa audzēs, salīdzinot ar kontroles platībām, novērota būtiska kopējā slāpekļa koncentrācijas samazināšanās augsnes šķīdumā līdz 30 cm.

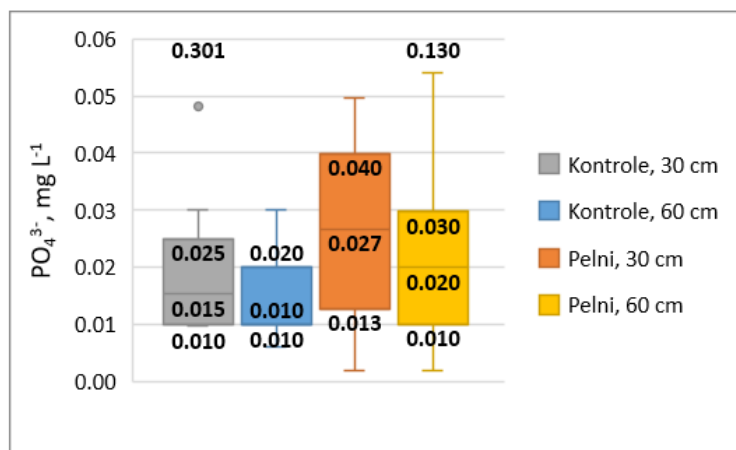


Att. 25: K (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.

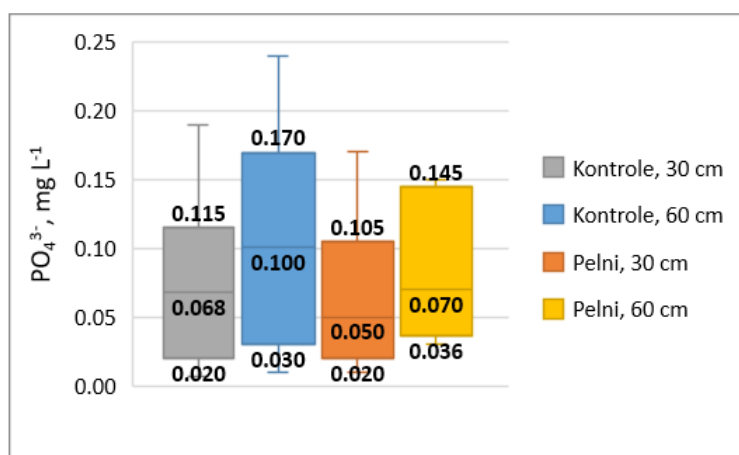


Att. 26: K (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.

Līdzīgi kā tika norādīts pētījuma programmas pārskatā par 2017. gadu, apvienojot divu gadu novērojumu datus, kūdreņu augsnes ūdens paraugos tika konstatētas salīdzinoši zemākas kālija koncentrācijas nekā sausieņu ūdens paraugos (Lazdiņš, A., 2018). Sausieņu augsnes ūdens paraugos līdz 60 cm koksnes pelnu izkliedes platībās novērotas zemākas kālija koncentrācijas pelnu izkliedes nekā kontroles platībās.



Att. 27: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-209-13 un 301-231-12.



Att. 28: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu izkliedes un kontroles platībās audzēs 301-228-5 un 301-221-17.

Pētījuma programmas atskaitē par 2017. gadu tika norādīts, ka lielākas kopējā fosfora koncentrācijas konstatētas augsnes paraugos audzēs uz kūdras augsnēm, savukārt lielākas fosfora koncentrācijas augiem pieejamā formā noteiktas sausieņu augsnes paraugos (Lazdiņš, A., 2018). Attiecīgi, lielākas fosfātu vidējās vērtības noteiktas augsnes ūdens paraugos no audzēm 301-228-5 (DmE48) un 301-221-17 (DmE48), bet zemākas - augsnes ūdens paraugos no audzēm 301-209-13 (KpE48) un 301-231-12 (KpE43). Kūdreņu audzēs salīdzinoši lielāka fosfātu koncentrācija ir koksnes pelnu izkliedes platībās, konkrētāk, līdz 30 cm. Damakšņa parauglaukumos pelnu izkliedes platībās ir zemākas fosfātu koncentrācijas nekā kontroles parauglaukumos. Tā kā šajās audzēs pirms pelnu izkliedes bija pietiekams fosfātu daudzums, turpmāk augsnes ūdens rezultāti jāinterpretē kopā ar augšņu un skuju analīžu rezultātiem, kas iegūti pēc koksnes pelnu izkliedes.

Lai novērtētu augsnes ūdens ķīmisko parametru atšķirību būtiskumu starp kontroles un izkliedes platībām, salīdzinātas ūdens paraugos noteiktie pH līmeņi un elementu koncentrācijas konkrēta meža augšanas apstākļu tipa ietvaros (Tab. 2).

Tab. 2: Mann-Whitney testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem novērojumu periodam 2017.-2018. gads

Parametrs	Kp 301-209-13 un Kp 301-231-12		Dm 301-228-5 un Dm 301-221-17	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
pH	0,061	0,000 ²	0,568	0,232
K, mg L ⁻¹	0,577	0,169	0,169	0,026 ²
N _{kop} , mg L ⁻¹	0,543	0,008 ²	0,002 ²	0,407
PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	0,312	0,127	0,950	0,737

Platlapju kūdreņa meža tipa parauglaukumos atšķiras noteiktie augsnes ūdens paraugu pH līmeņi starp kontroles un koksnes pelnu izkliedes platībām, tomēr būtiskas atšķirības starp izkliedes un kontroles platībām konstatētas augsnes ūdenī līdz 60 cm dziļumam. Līdzīgi dziļākos slāņos noteiktas būtiskas atšķirības kopējā slāpekļa koncentrācijās. Tomēr konstatēts, ka, izkliedējot koksnes pelnus priežu audzē uz susinātām kūdras augsnēm, netiek novērotas būtiskas kopējā slāpekļa atšķirības augsnes ūdenī, lai gan pēc pelnu izkliedes novērotas būtiskas pH līmeņa izmaiņas (Ring, Brömssen, Losjö, & Sikström, 2011). Savukārt damakšņa meža tipa parauglaukumos noteiktas būtiski zemākas kālija koncentrācijas izmēģinājuma platībās līdz 60 cm dziļumam (Att. 26) un būtiski zemākas kopējā slāpekļa koncentrācijas līdz 30 cm (Att. 24). Līdzīgi novērots, ka izkliedējot koksnes pelnus uz smilšainām un labi drenētām meža augsnēm, notiek slāpekļa izskalošanās nitrātu formā, kā arī pieaug pH līmenis un kālija koncentrācija (Kahl, J.S., Fernandez, I.J., Rustad, L.E., & Peckenham, J., 1996). Pētījuma programmas atskaitē par 2017. gadu tika norādīts, ka koksnes pelnu izkliede uzrāda pozitīvu ietekmi uz egļu radiālo pieaugumu platlapju kūdreņa audzēs. Savukārt audzēs damakšņa meža tipos dotā izmēģinājuma ietvaros konstatēts negatīvs efekts uz koku radiālo pieaugumu (Lazdiņš, A., 2018). Lai arī augsnēm sausieņu meža tipos nav raksturīgs kālija deficīts, koksnes pelnu izkliedes platībā novērotas būtiski zemākas kālija koncentrācijas ūdens paraugos. Tādēļ iegūtie rezultāti jāvērtē kopā ar augšņu un skuju ķīmiskā sastāva analīžu rezultātiem.

Starpposma rezultātu kopsavilkums

Atkārtotā veģetācijas raksturojumā konstatēts, ka sugu sastāvs gan kontroles, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir raksturīgs attiecīgajiem meža tiptiem – Kp un Dm. Kp audžu gadījumā samazinās sūnu bioloģiskā daudzveidība (gan sugu skaita, gan Šenona daudzveidības indeksa ziņā), taču statistiski būtiskas atšķirības Šenona daudzveidības indeksam konstatētas tikai 1 audzē. Savukārt lakstaugu stāvā novērota neliela daudzveidības palielināšanās, kas nav statistiski būtiska. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot dažu bagātīgākiem augšanas apstākļiem raksturīgo sugu projektīvā seguma palielinājumu. Arī liela daļa lakstaugu parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, veido lielāku projektīvo segumu. Dm audzēs novērota

² statistiski būtiskas atšķirības.

daudzveidības palielināšanās sūnu stāvā un statistiski būtiskas atšķirības Šenona daudzveidības indeksā. Vienā Kp audzē ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, konstatēta statistiski būtiski lielā Ellenberga skalas indikatorvērtība reakcijai (R), ko var skaidrot ar augsnes ielabošanas ietekmi. Savukārt vienā Dm audzē parauglaukumos, kur izkliedēti koksnes pelni, konstatēta būtiski mazāka R vērtība. Otrā Kp audzē būtiski palielinājusies L vērtība, kas neatbilst sagaidāmajam (augsnas ielabošanas līdzekļu ieneses rezultātā kuplāku koku vainagu palielināšanās gaismas prasīgu augu skaits jāsamazinās, bet jāpieaug ēnmiņu skaitam).

Koksnes pelnu ienese var būt par iemeslu lielākai sūnu daudzveidībai Kp audzē, taču 2. audzē tajā pašā meža tipā izmaiņas nav novērotas. Sūnu daudzveidība ielabotajos parauglaukumos Dm audzēs, iespējams, ir mazāka, jo atsevišķas sugas izkonkurējuši lakstaugi. Kopumā var pieņemt, ka ietekme uz veģetāciju ir neliela un vairumā gadījumu nav statistiski būtiska. Būtiski lielāka Ellenberga indikatorvērtība vienā no ielabotajiem parauglaukumiem Kp audzē var norādīt uz to, ka augsnes reakcija pēc pelnu ieneses kļuvusi bāziskāka. Precīzāku ietekmes raksturojumu dos nākošās veģetācijas uzskaites rezultāti, ko papildinās atkārtoti augsnes analīžu rezultāti. Jāņem vērā, ka Ellenberga indikatorvērtības aprēķinātas no konkrētajos parauglaukumos esošās veģetācijas rādītājiem un var nebūt absolūti reprezentatīvas vides apstākļiem.

Augsnes ūdens paraugos konstatētas palielināta slāpekļa koncentrācija un pH līmeņa izmaiņas (kūdreņos), bet nav novērots būtisks kālija vai fosfātu koncentrācijas pieaugums, ko varētu veicināt koksnes pelnu ienese. Balstoties uz 2 gadu monitoringa rezultātiem, var pieņemt, ka 3-4 gadus pēc izklīdes koksnes pelni būtiski neietekmē kālija un fosfātu koncentrācijas augsnes ūdenī, attiecīgi, nav pamata pieņemt, ka pēc pelnu izklīdēšanas notikusi kālija un fosfora savienojumu ieskalosšanās augsnē. Precīzāku priekšstatu par kālija un fosfora savienojumu apriti dos skuju ķīmisko analīžu rezultāti, kas būs pieejami 2019. gadā.

Ņemot vērā iepriekšējo gadu koksnes pelnu ietekmes novērtējumu uz koku radiālo pieaugumu damakšņa audzēs, kā arī novērotās kopējā slāpekļa koncentrācijas izmaiņas augsnes ūdens paraugos, turpmāk rūpīgi jāizvērtē koksnes pelnu izklīdes ietekme damakšņa audzēm.

Lai precīzāk novērtētu izklīdēto koksnes pelnu apriti meža ekosistēmā, tai skaitā arī ietekmi uz vidi, 2019. gadā jāveic vainaga caurteces ūdens un skuju ķīmisko analīžu datu korelācijas analīze, kas sniegs precīzāku informāciju par vielu apriti (biogēno elementu akumulēšanos augu biomasā).

Slāpekļa ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza briestaudzēs

Šajā izpēte programmas darbībā 2018. gadā veikts augsnes ielabošanas līdzekļu ietekmes zemsedzes veģetāciju novērtējums, atkārtoti veicot zemsedzes veģetācijas

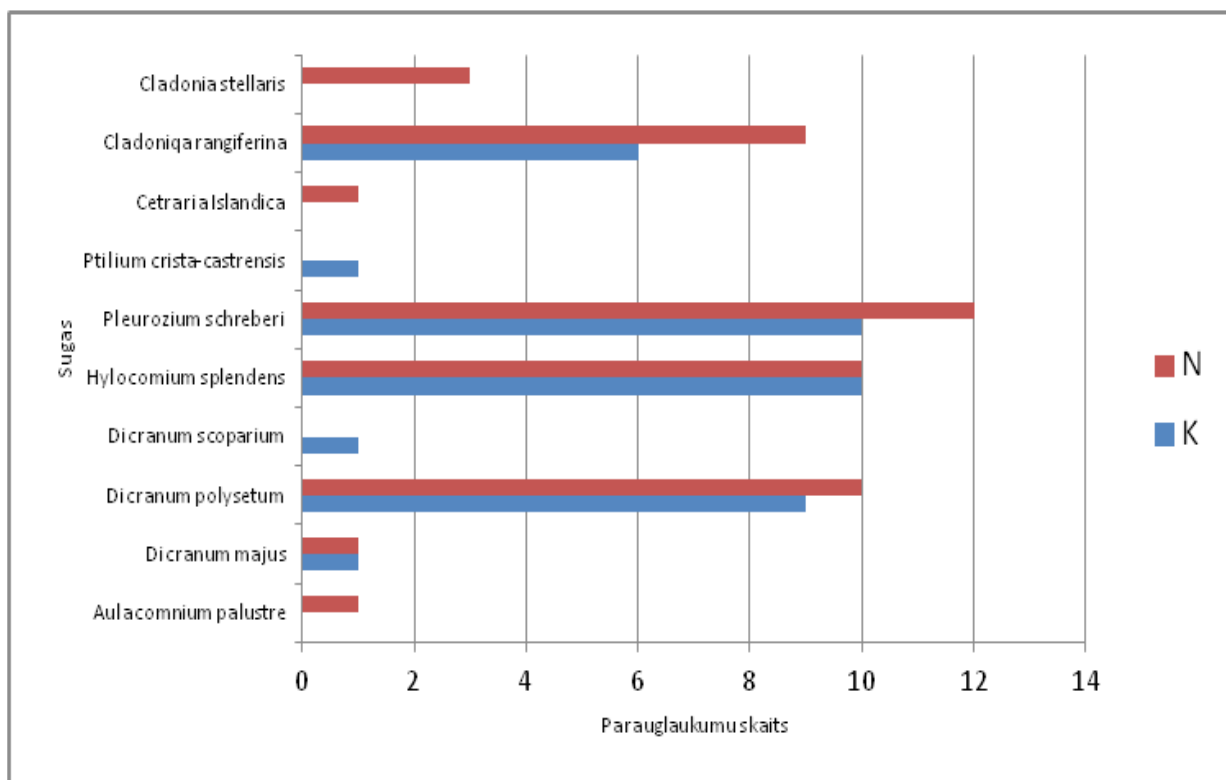
raksturojumu izpētes objektos, kur tas 1.reizi veikts 2016.gadā pirms augsnes ielabošanas līdzekļu izkliešanas. Mežaudžu saraksts dots 1.pielikumā Tab. 9. Veģetācijas uzskaites rezultāti turpmākajās nodaļās apkopoti izmēģinājumu objektu griezumā.

Veģetācijas raksturojums

2018.gadā veikta atkārtota veģetācijas analīze mežaudzēs, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izklieš 2016.-2017.gados. Mežaudžu saraksts dots 1.pielikumā Tab. 9. Veģetācijas uzskaites rezultāti turpmākajās nodaļās apkopoti izmēģinājumu objektu griezumā.

11-106-8, Ln, P

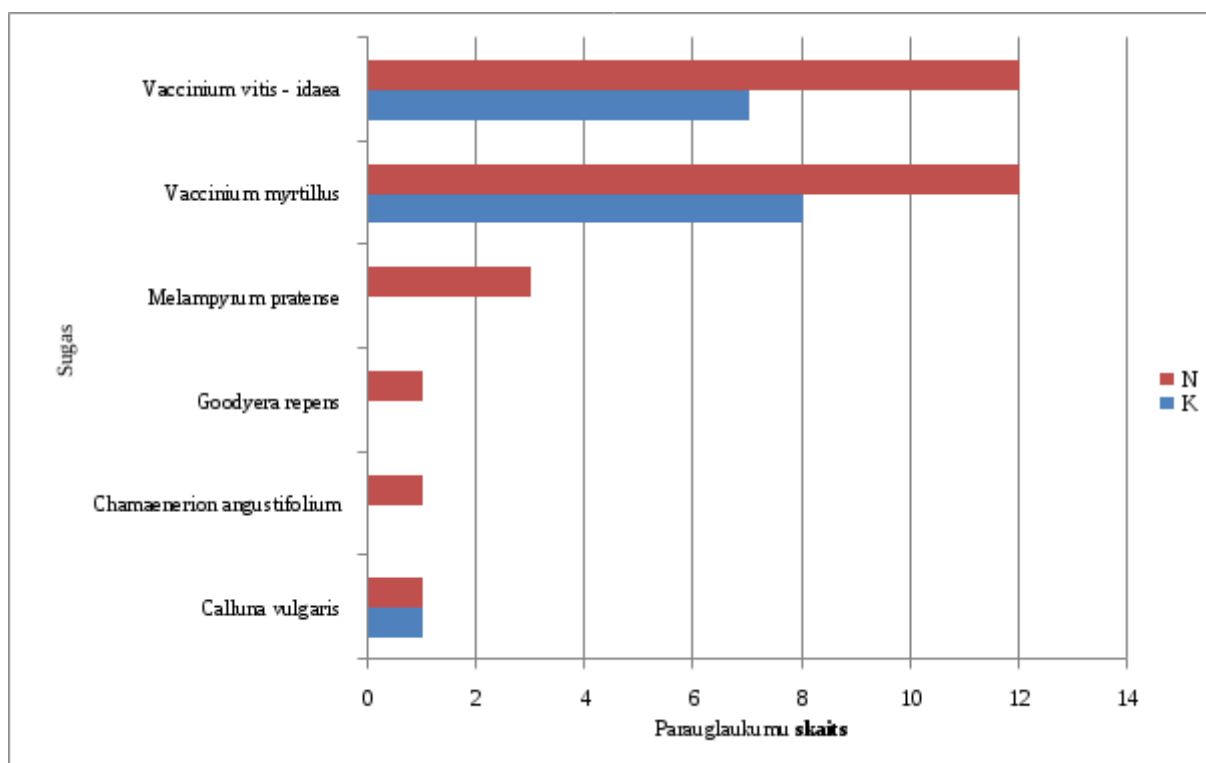
Sūnu stāvā dominē Ln raksturīgās *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*. Bieži novērots arī ķērpis *Cladonia rangiferina*, kas liecina par sausu vietu. Lielāka ķērpja izplatība novērota parauglaukumos, kur izklieš augsnes ielabošanas līdzekļi. Tikai parauglaukumos, kur izklieš augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Aulacomnium palustre*, kas liecina par lokāli mitru vietu. Parauglaukumos, kur izklieš augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot arī ķērpjus *Cladonia stellaris* un *Cetraria islandica*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot sūnas *Dicranum scoparium* un Ln neraksturīgo *Ptilium crista-castrensis*, kas visbiežāk sastopama Mrs, Dms un varētu liecināt par mitru vietu. Kopumā sūnu izplatība ir līdzīga gan kontroles parauglaukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Parauglaukumos, kur izklieš augsnes ielabošanas līdzekļi, *Dicranum polysetum*, *Pleurozium schreberi*, kā arī *Cladonia rangiferina* ir sastopams biežāk nekā kontroles parauglaukumos. Kopumā sūnu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 7 sugas (Att. 29). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,63, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,95. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,0057$).



Att. 29: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-106-8.

Lakstaugu stāvā dominē Ln raksturīgie sīkrūmi *Vaccinium myrtillus* un *Vaccinium vitis-idaea*, kuru izplatība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir lielāka. Tikai parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Chamaenerion angustifolium*, *Goodyera repens* un *Melampyrum pratense*. *Chamaenerion angustifolium* ir ruderāla, nitrofila suga, kas savairojas pēc degumiem un izcirtumiem. *Goodyera repens* liecina par sausu, ēnainu vietu. Lakstaugu stāvā aug arī *Picea abies* sējeņi. Pamežā aug *Picea abies*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 3 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 6 sugas (Att. 30). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,39, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,66. Atšķirības nav statistiski būtiskas ($p=0,11$).



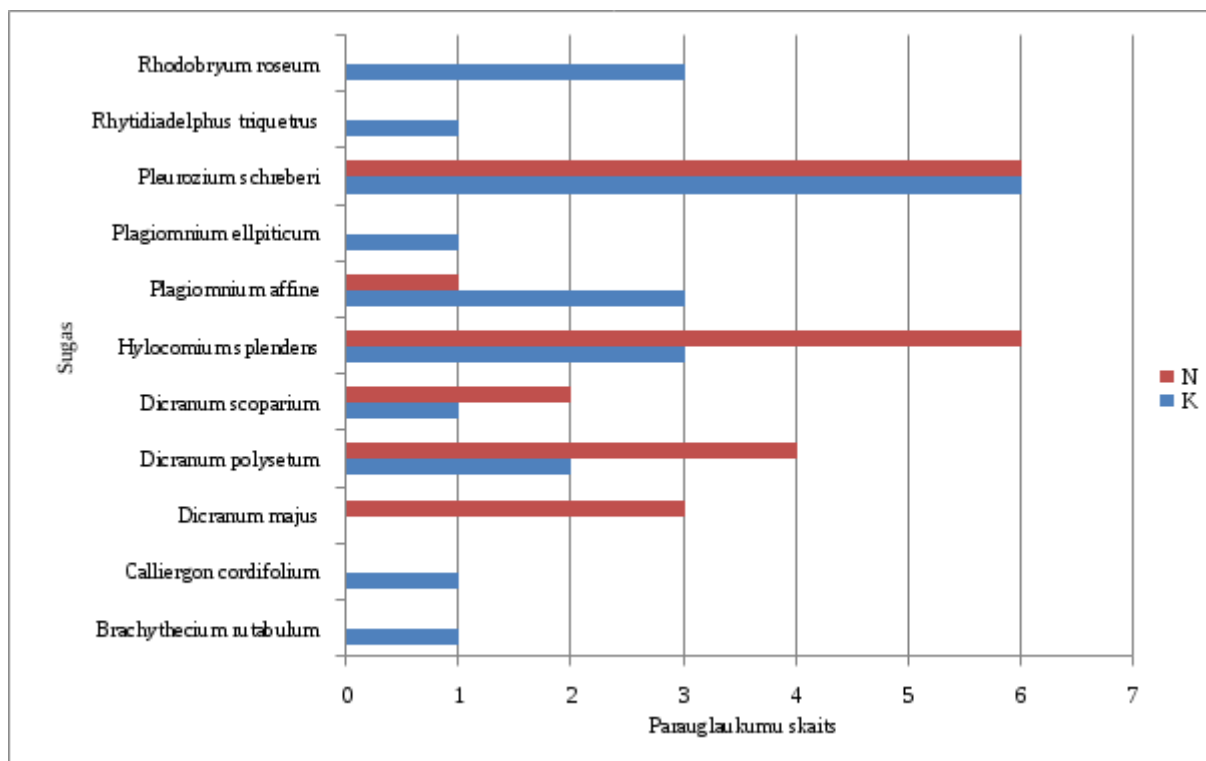
Att. 30: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglukumos objektā 11-106-8.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglukumos gaismai $L=5,90$, reakcijai $R=4,04$ un slāpeklim $N=2,44$, bet parauglukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,83$, $R=3,023$ un $N=1,65$. Atšķirības R un N vērtībās ir statistiski būtiskas (attiecīgi, $p=0,000020$ un $p=0,0047$).

11-125-5, Dm, B

Sūnu stāvā parauglukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, lielāka sastopamība novērojama *Dicranum polysetum*, *Dicranum scoparium*, *Hylocomium splendens*, bet mazāka sastopamība novērojama *Plagiomnium affine* un *Plagiomnium cuspidatum*. Tikai parauglukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota *Dicranum majus*. Tikai kontroles parauglukumos novērotas *Brachythecium rutabulum*, *Calliergon cordifolium*, *Plagiomnium ellipticum*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Rhodobryum roseum*. Gan kontroles laukumos, gan parauglukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, dominē *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*, kas ir damaksnim raksturīgas sugas. Savukārt *Brachythecium Rutabulum*, *Calliergon cordifolium* un *Rhodobryum roseum* nav damaksnim tipiskas sugas. *Calliergon cordifolium* ir sastopama pārpurvotos mežos. *Rhodobryum roseum* arī ir mitru un vidēji mitru vietu suga. Par lokāli mitru vietu liecina arī *Plagiomnium ellipticum*. *Brachythecium rutabulum* parasti sastopama nitrofilu augu sabiedrībās, uz bagātas minerālaugsnes un kūdras, kā arī aizņem lielas platības izcirtumos. Šīs sugas klātbūtni nevar saistīt ar augsnes ielabošanas līdzekļu ienesi, jo tā sastopama tikai kontroles parauglukumos. Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglukumos novērotas 10 sugas, bet

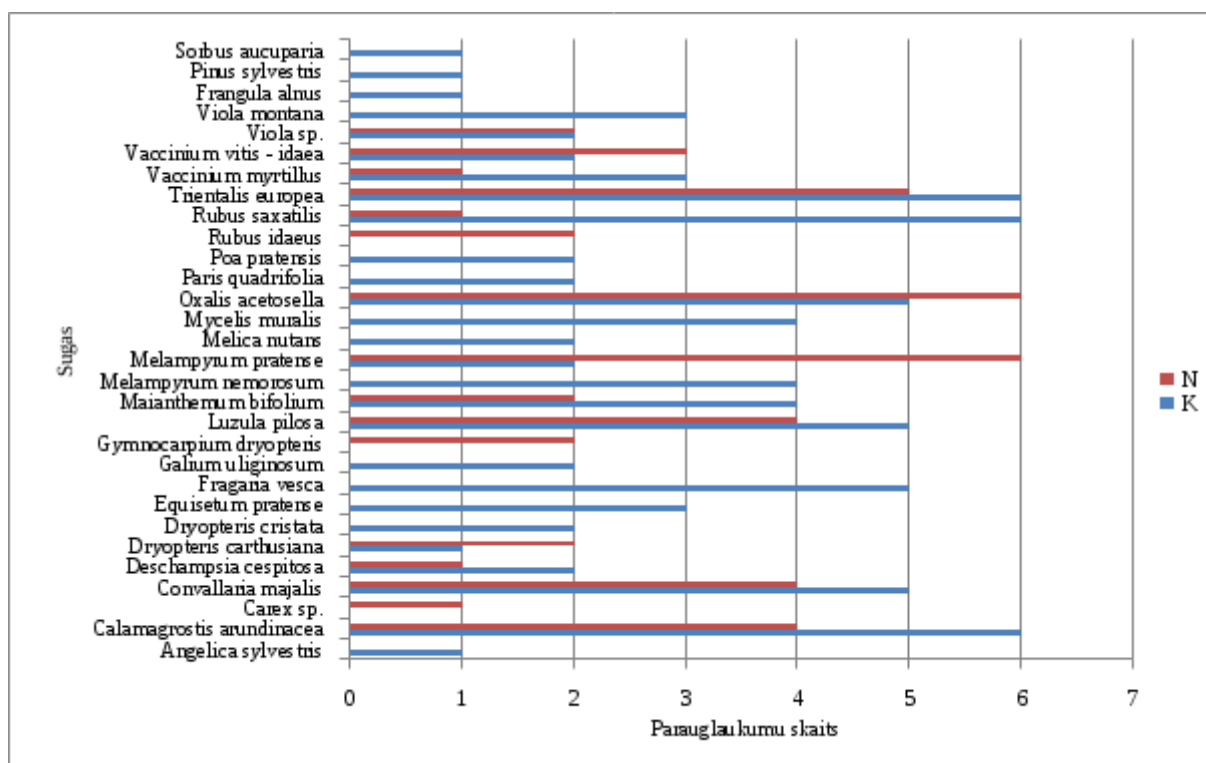
parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 6 sugas (Att. 31). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,93, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,81. Atšķirības nav statistiski būtiskas ($p = 0,54$).



Att. 31: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-5.

Lakstaugu stāvā tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopami grīšļi, *Gymnocarpium dryopteris*, *Oxalis acetosella*, *Rubus idaeus*. Lielāka izplatība novērota *Dryopteris carthusiana*, *Melampyrum pratense*, *Vaccinium vitis – idaea*. Mazāka izplatība novērota *Calamagrostis arundinacea*, *Convallaria majalis*, *Deschampsia cespitosa*, *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Rubus saxatilis*, *Trientalis europaea*. Tikai kontroles parauglaukumos sastopami *Dryopteris cristata*, *Equisetum pratense*, *Fragaria vesca*, *Galium uliginosum*, *Melampyrum nemorosum*, *Melica nutans*, *Mycelis muralis*, *Paris quadrifolia*, *Poa pratensis*, *Vaccinium myrtillus*, *Viola montana*, *Sorbus aucuparia* un *Frangula alnus* sējeņi. Pamežā kontroles parauglaukumos aug *Picea abies*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 27 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 16 sugas (Att. 32). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 2,16, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,45. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,0032$).



Att. 32: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-5.

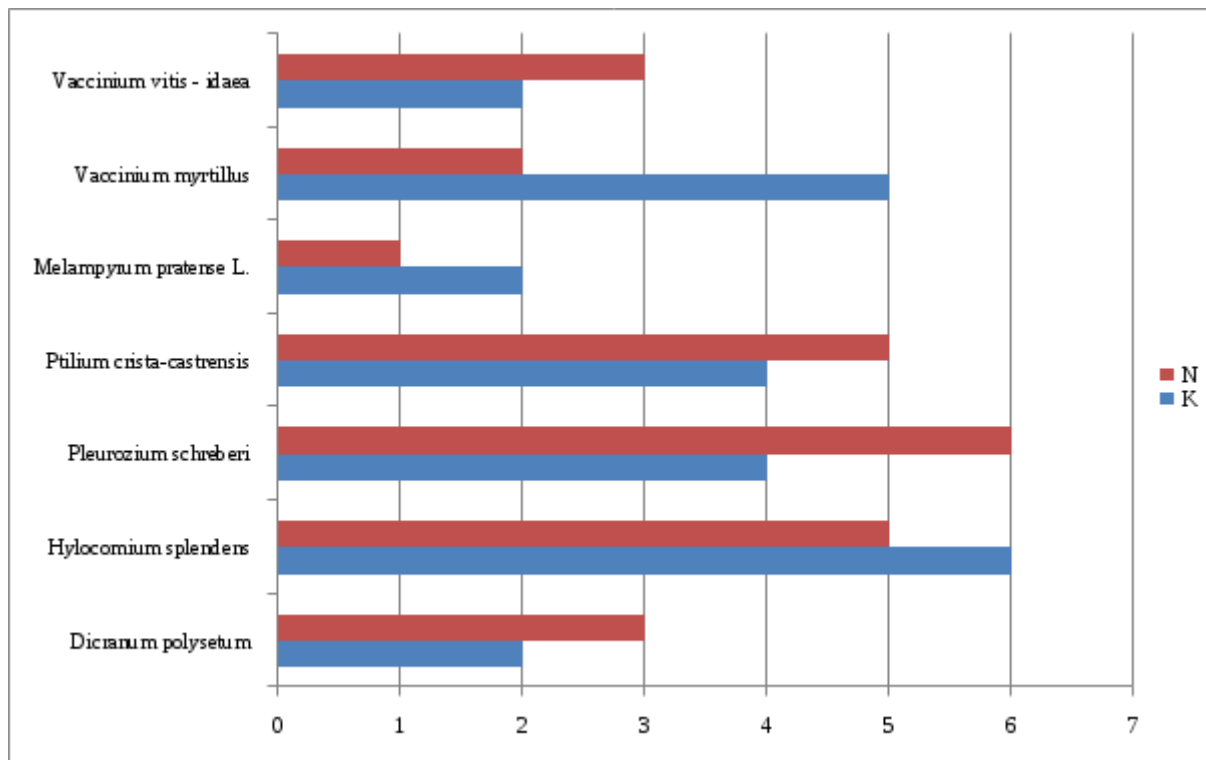
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,48$, reakcijai $R=4,49$ un slāpeklim $N=4,17$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,71$, $R=3,31$ un $N=3,68$. Atšķirības R ir statistiski būtiskas ($p=0,0004$).

11-174-6, Dm, E

Sūnu stāvā dominē *Hylocomium splendens*. Bieži sastopamas arī *Pleurozium schreberi* un *Ptilium crista-castrensis*. Visas sastopamās sūnas, izņemot parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novēroto *Aulacomnium palustre*, kas liecina par mikroieplaku un lokāli mitru vietu, ir raksturīgas Dm. Lakstaugu stāvā dominē Dm raksturīgais sīkrūms *Vaccinium myrtillus* (kontroles parauglaukumos biežāka sastopamība), kā arī Mr, Ln, Gs, Mrs, Dms, Pv raksturīgais sīkrūms *Vaccinium vitis-idaea* (biežāk novērots parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi). Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Dm raksturīgo graudzāli *Calamagrostis arundinacea*.

Kopumā sūnu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 4 sugas (Att. 33). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,23, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,53. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,0034$). Lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 3 sugas (Att. 33). Vidējais Šenona

daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,22, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,26. Atšķirības nav statistiski būtiskas ($p=0,86$).



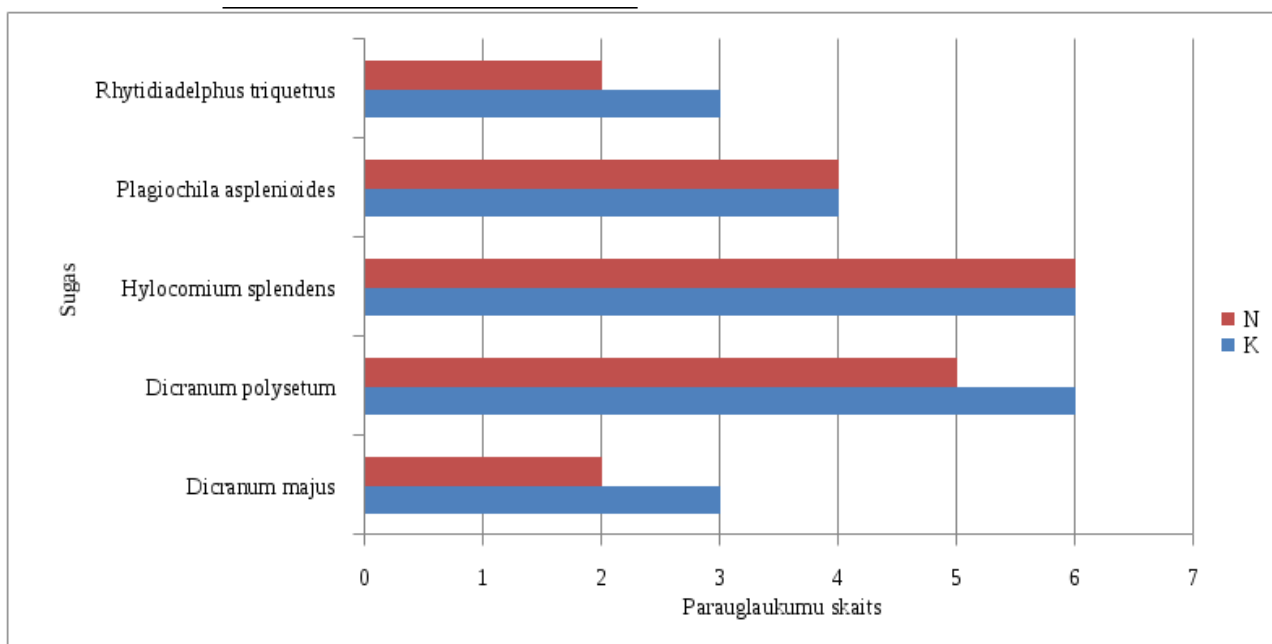
Att. 33: Sugu sastopamība sūnu un lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-174-6.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,85$, reakcijai $R=4,60$ un slāpeklim $N=2,81$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,78$, $R=4,02$ un $N=1,88$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

12-208-16, Dm, E

Sūnu stāvā dominē Dm raksturīgās *Dicranum polysetum* un *Hylocomium splendens*. Bieži sastopama arī *Plagiochila asplenoides*. Arī pārējās sugas sūnu stāvā ir tipiskas Dm. Sūnu izplatība pārsvarā ir lielāka kontroles parauglaukumos. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Pleurozium schreberi*.

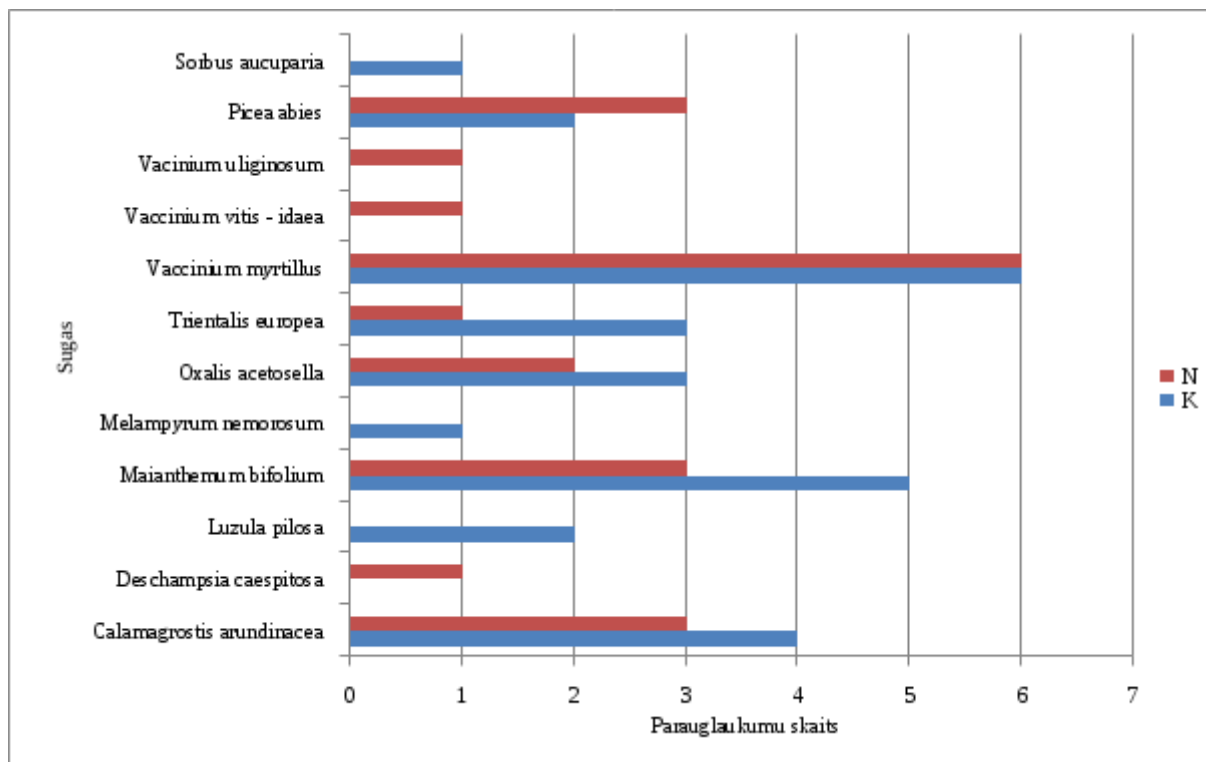
Kopumā sūnu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 5 sugas (Att. 34). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,24, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,45. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 34: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 12-208-16.

Lakstaugu stāvā dominē augšanas apstākļiem raksturīgais sīkrūms *Vaccinium myrtillus*. Bieži var novērot arī *Maianthemum bifolium*. Lielāka lakstaugu sugu izplatība, izņemot egļu sējeņus, novērota kontroles parauglaukumos. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Luzula pilosa*. Tikai parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot dažādos biotopos sastopamo *Deschampsia caespitosa*, kā arī Dm neraksturīgos sīkrūmus *Vaccinium vitis – idaea* un *Vaccinium uliginosum*. Pamežā aug *Sorbus aucuparia*.

Kopumā lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 9 sugas (Att. 35). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,88, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,71. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



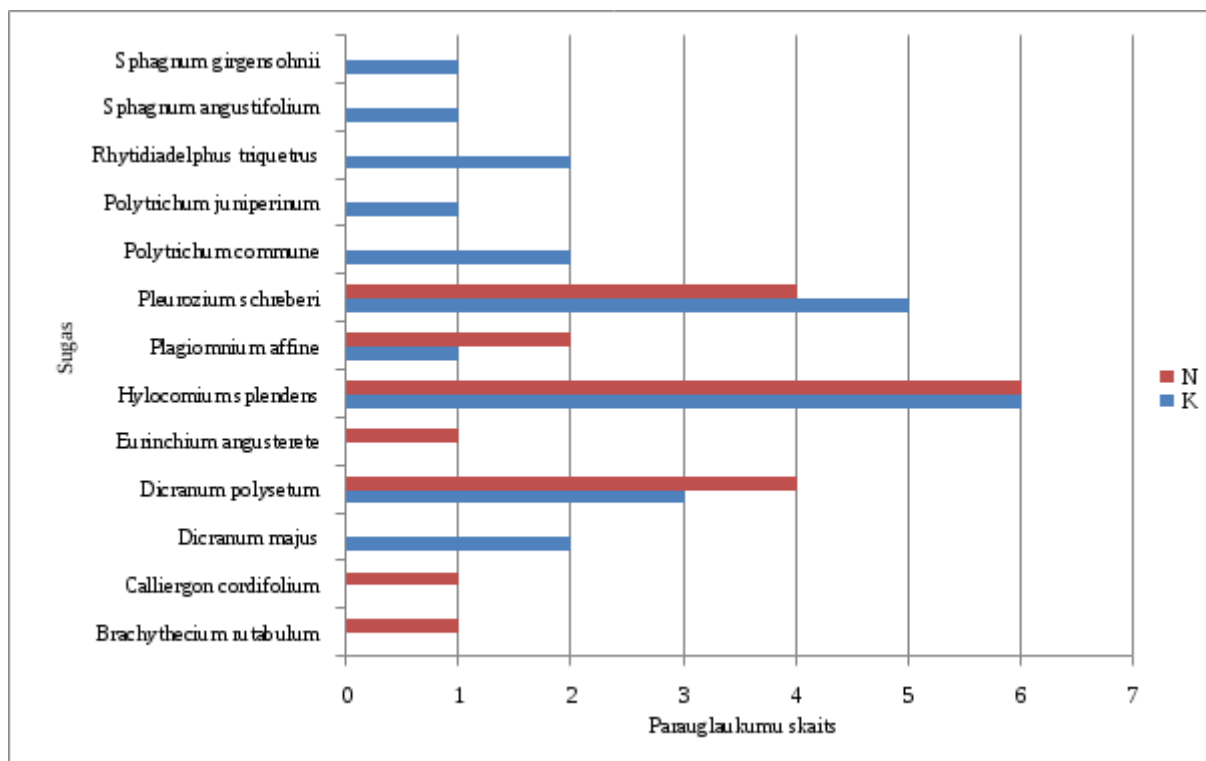
Att. 35: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 12-208-16.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,53$, reakcijai $R=4,18$ un slāpeklim $N=3,43$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,50$, $R=3,92$ un $N=3,42$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

21-10-1, Dm, P

Sūnu stāvā dominē *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* un *Dicranum polysetum*, kas ir mezotrofas, damaksnim raksturīgas sūnas. Pparauglaukumos, kur izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, parādījušās jaunas sūnu sugas – *Brachythecium rutabulum*, *Calliergon cordifolium* un *Eurhynchium angustirete*. *Calliergon cordifolium* raksturīga eitrofām, mitrām augtenēm. Arī *Brachythecium rutabulum* liecina par palielinātu barības vielu pieejamību. Parauglaukumos, kur izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, lielāka sastopamība novērota *Dicranum scoparium* un *Plagiomnium affine*, bet mazāka – *Pleurozium schreberi*. Parauglaukumos, kur izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, nav sastopamas tādas sūnas kā lielā *Dicranum majus*, *Polytrichum commune* (oligomezotrofa sūna), *Polytrichum juniperinum* (mezotrofa sūna), *Rhytidiadelphus triquetrus*, kā arī kūdras augsnēm raksturīgie *Sphagnum angustifolium* un *Sphagnum girgensohnii*, kas liecina par lokāli mitru vietu kontroles parauglaukumos. *Hylocomium splendens*, parauglaukumos, kur izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērots mazāks, bet *Pleurozium schreberi* – lielāks projektīvais segums.

Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 10 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 7 sugas (Att. 36). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukums ir 0,72, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,53. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

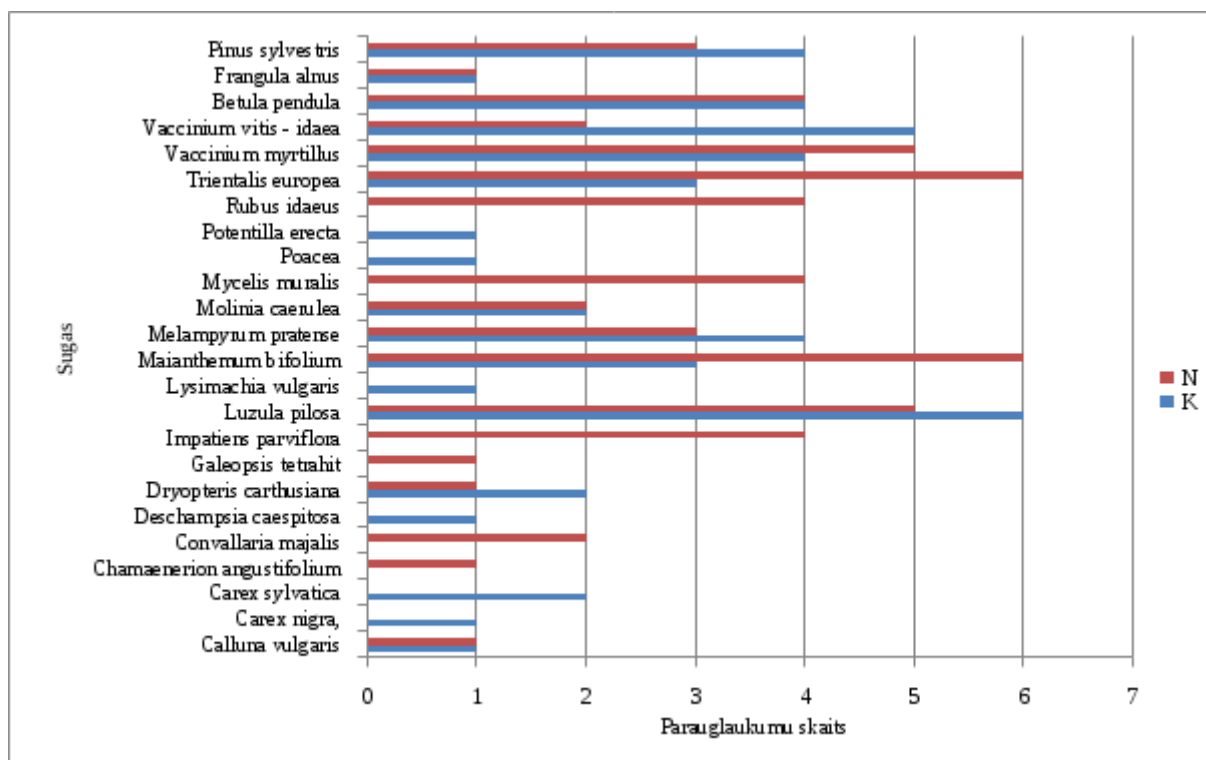


Att. 36: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-10-1.

Lakstaugu stāvā dominē damaksnim raksturīgās sugas: *Luzula pilosa*, *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Melampyrum pratense*, mellenes. Bieži sastopama arī brūklene, kas raksturīga Mr, Ln, Gs, Mrs, Dms, Pv, kā arī āreņiem un kūdreņiem. *Molinia caerulea* un *Mycelis muralis* klātbūtne varētu liecināt par pastiprinātu mitrumu un kaļķainumu atsevišķos apakšparauglaukumos. *Mycelis muralis* ir eitrofa suga, tādēļ tā novērota parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi. Graudzāles parauglaukumos sastopamas reti. Vietām sastopami *Betula pendula* un *Pinus sylvestris* sējeņi. Pamežā aug *Betula pendula*, retāk *Sorbus aucuparia*. Lakstaugu stāvā tikai parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotās sugas: *Convallaria majalis*, *Galeopsis tetrahit*, *Impatiens parviflora*, *Mycelis muralis*, *Fragaria vesca*. Tikai kontroles parauglaukumos novērota *Carex nigra*, *Carex sylvatica*, *Deschampsia caespitosa*, *Lysimachia vulgaris*, nenoteikta graudzāle, *Potentilla erecta*. Parauglaukumos, kur izkliedēts amonija nitrāts, *Maianthemum bifolium*, *Trientalis europaea*, *Vaccinium myrtillus* izplatība ir lielāka nekā kontroles parauglaukumos, bet *Dryopteris carthusiana*, *Luzula pilosa*, *Melampyrum pratense*, *Vaccinium vitis-idaea* – mazāka. *Impatiens parviflora* ir adventīvs (ievazāts) augs, kura izplatība Latvijā arvien palielinās. Lietuvā tā iekļauta invazīvo sugu sarakstā (Dabravolskaitē 2012). Parasti tā aug mitrās un vidēji mitrās vietās. Parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas

līdzekļi, sastopama *Chamaenerion angustifolium* - nitrofila, ruderāla suga, kas ieviešas pēc izcirtumiem. *Calluna vulgaris*, *Melampyrum pratense*, *Molinia caerulea*, *Betula pendula* sēņiem parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērots mazāks projektīvais segums, savukārt *Trientalis europaea* – lielāks projektīvais segums, nekā kontroles parauglaukumos.

Kopumā lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 18 sugas (Att. 37). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,55, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,89. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,011$). Pamežā aug *Betula pendula* un *Sorbus aucuparia*.



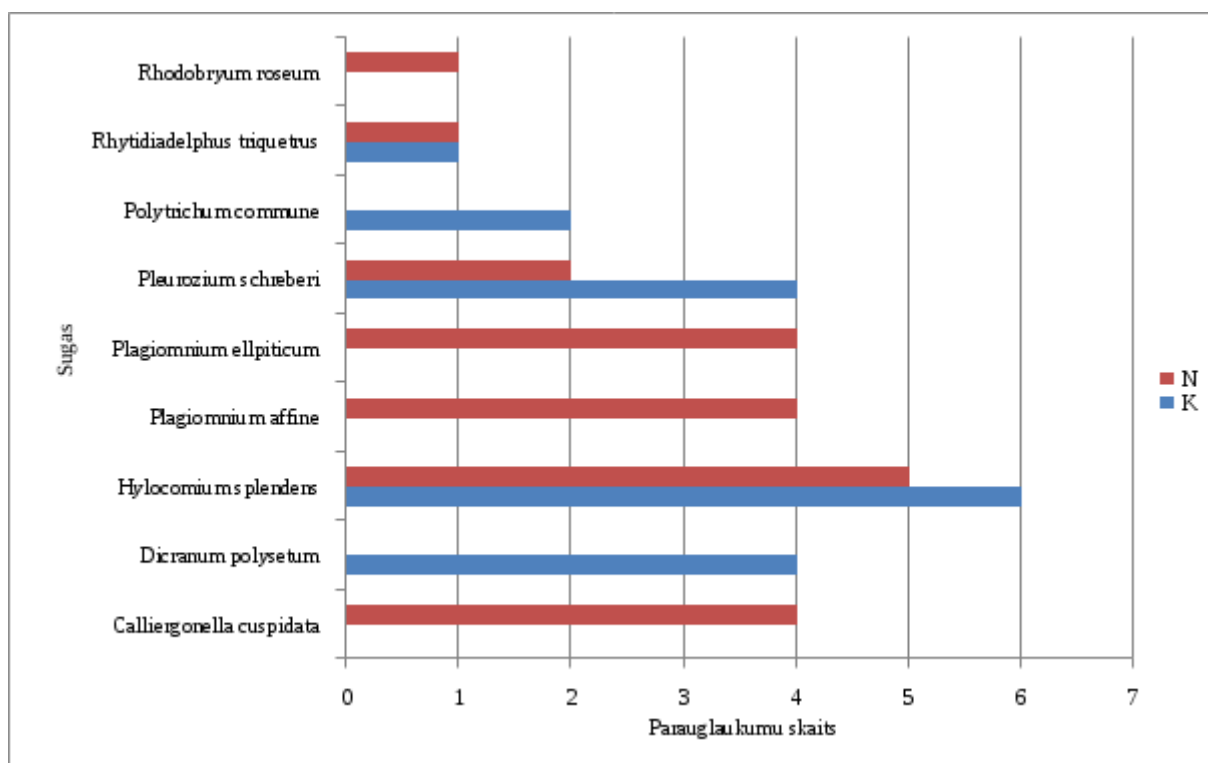
Att. 37: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-10-1.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,96$, reakcijai $R=4,00$ un slāpeklim $N=2,62$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,60$, $R=3,55$ un $N=3,91$. Atšķirības L un N ir statistiski būtiskas (attiecīgi, $p=0,0023$ un $p=0,007$).

21-4-25, Dm, P

Sūnu stāvā dominē *Hylocomium splendens*. Bieži sastopamas arī citas damaksnim raksturīgās mezotrofās sūnu sugas: *Pleurozium schreberi*, *Plagiomnium affine*, *Plagiomnium ellipticum*, *Dicranum polysetum*, *Calliergonella cuspidata*. Tikai parauglaukumos, kur ienesti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Calliergonella cuspidata*, *Plagiomnium affine*, *Plagiomnium ellipticum* un *Rhodobryum*

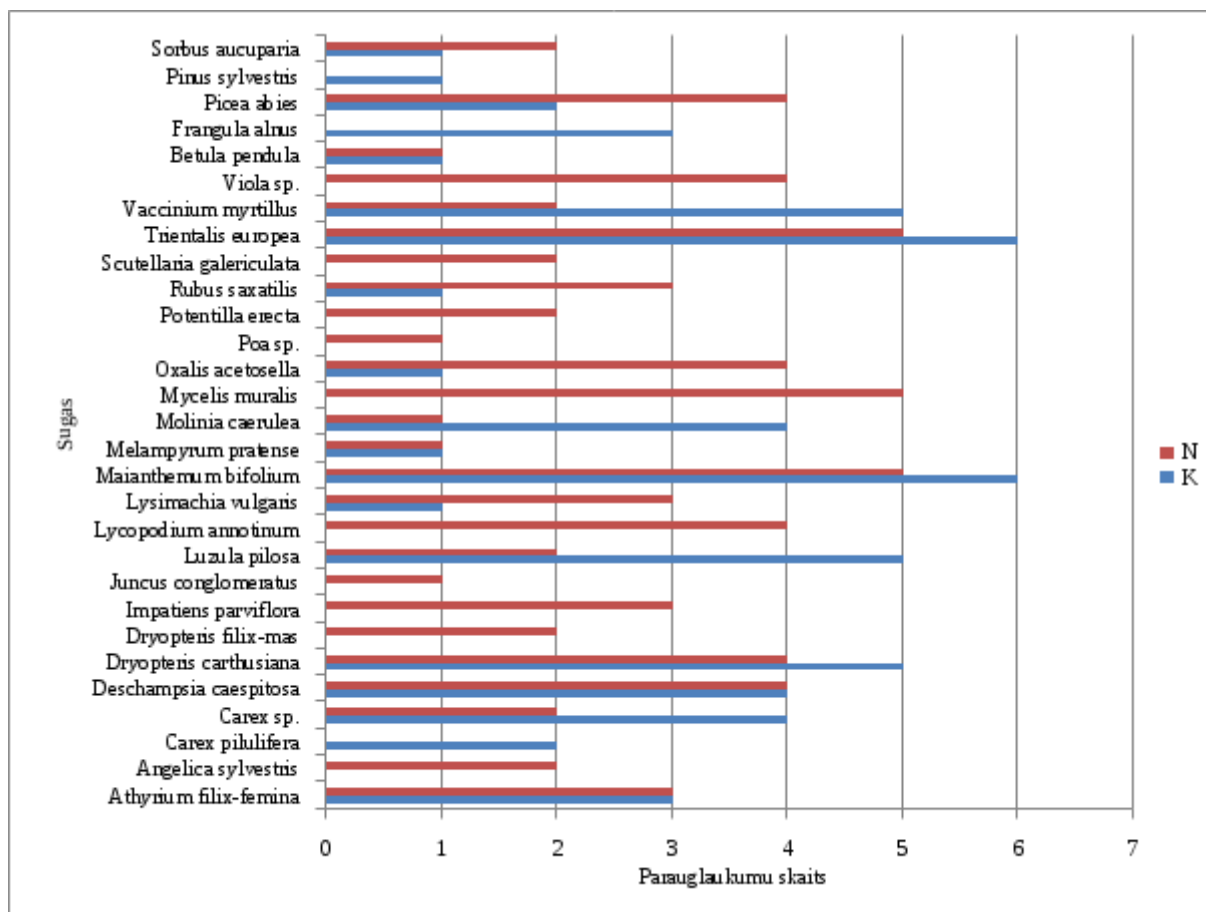
roseum. Šīs sūnas raksturīgas mitriem augšanas apstākļiem un norāda uz mikroieplakām konkrētajos apakšparauglaukumos. *Rhodobryum roseum* ir raksturīga auglīgākiem augšanas apstākļiem. *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi* sastopamība parauglaukumos, kur ienesti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir mazāka nekā kontroles, kā arī projektīvais segums ir mazāks. Parauglaukumos, kur ienesti augsnes ielabošanas līdzekļi, nav sastopama *Dicranum scoparium* un *Polytrichum commune*. Parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopamas 7 sugas, bet kontroles parauglaukumos – 8 (Att. 38). Vidējais Šenona daudzveidības indekss sūnu stāvā kontroles parauglaukumos ir 0,64, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,78. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības ($p=0,60$).



Att. 38: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-4-25.

Lakstaugu stāvā dominē divlapu žagatiņa, Eiropas septiņstarīte (mezotrofa suga, sastopama dažādos meža tipos, bet visraksturīgākā vērim), sekstainā (mezotrofa) un dzeloņainā ozolpārde (mezoeitrofa suga). Bieži sastopama arī pūkainā zemzālīte, mellene, sievpārde. Ārstniecības pienene nav raksturīga damaksnim; tā ir nezāle un eitrofu augteņu suga. Dumbra skrajlape un grīšļi liecina par mitriem apstākļiem konkrētajos apakšparauglaukumos. Vietām sastopami egļu, krūkļu un pīlādžu sējeņi, kas īsāki par 0,5 m. Nav sastopamas damaksnim raksturīgās sugas – zilā vizbulīte, baltais vizbulis, ērgļpārdes, zeltgalvīte, meža zemene un parastā kreimene. Lakstaugu stāvā parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, visbiežāk sastopamās sugas ir Eiropas septiņstarīte, divlapu žagatiņa, mūru mežsalāts, bet kontroles parauglaukumos – divlapu žagatiņa, Eiropas septiņstarīte, mellene, pūkainā zemzālīte, dzeloņainā ozolpārde. Parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi,

salīdzinot ar kontroli, lielāka sastopamība parastajai zeltenei, klinšu kaulenei, kā arī egļu un pīlādžu sējeņiem. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas vairākas sugas, kas nav konstatētas kontroles parauglaukumos: meža zirdzene, melnā ozolpaparde, sīkziedu sprigane, kamolu donis, gada staipeknis, mūra mežsalāts, stāvais retējs, bruņu ķiverene, vijolīte. Savukārt, mazāka sastopamība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir: grīšļiem, dzeloņainajai ozolpapardei, pūkainajai zemzālītei, divlapu žagatiņai, zilganajai molīnijai, Eiropas septiņstarītei, mellenei, krūklīm. Nav sastopams lodvārpu grīslis. Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 19 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 26 sugas (Att. 39). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,83, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,94. Atšķirības nav statistiski būtiskas ($p=0,48$). Pamežā vietām aug krūklis.



Att. 39: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-4-25.

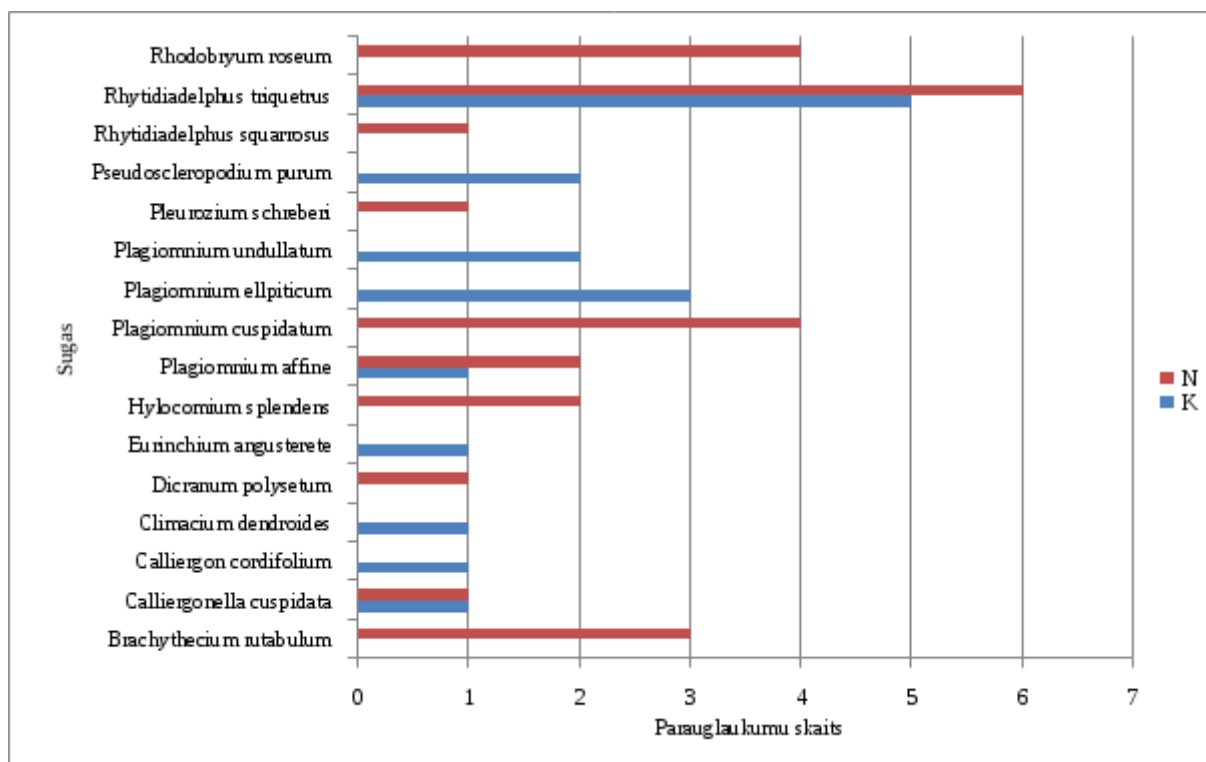
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,50$, reakcijai $R=3,69$ un slāpeklim $N=2,94$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi, $L=4,65$, $R=4,21$, $N=4,46$. Statistiski būtiskas atšķirības novērotas vērtībām L ($p=0,017$) un N ($p=0,00031$).

21-60-7, Dm, B

Gan kontroles, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, dominē *Rhytidiadelphus triquetrus*, kas bieži sastopama dažādos meža tipos, tajā skatā Dm. Arī pārējās sūnas raksturīgas Dm. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Brachythecium rutabulum*, *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Plagiomnium cuspidatum*, *Pleurozium schreberi* un *Rhytidiadelphus squarrosus*. *Brachythecium rutabulum* un *Plagiomnium cuspidatum* ir eitrofas sūnas

Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Calliergon cordifolium*, *Climacium dendroides*, *Plagiomnium ellipticum* un *Plagiomnium undulatum*, kas liecina par pārlieku augsnes mitrumu, kā arī trūdvielām bagātai augsnei raksturīgo *Eurinchium angustere* un *Pseudoscleropodium purum*, kas pārsvarā aug atklātās vietās.

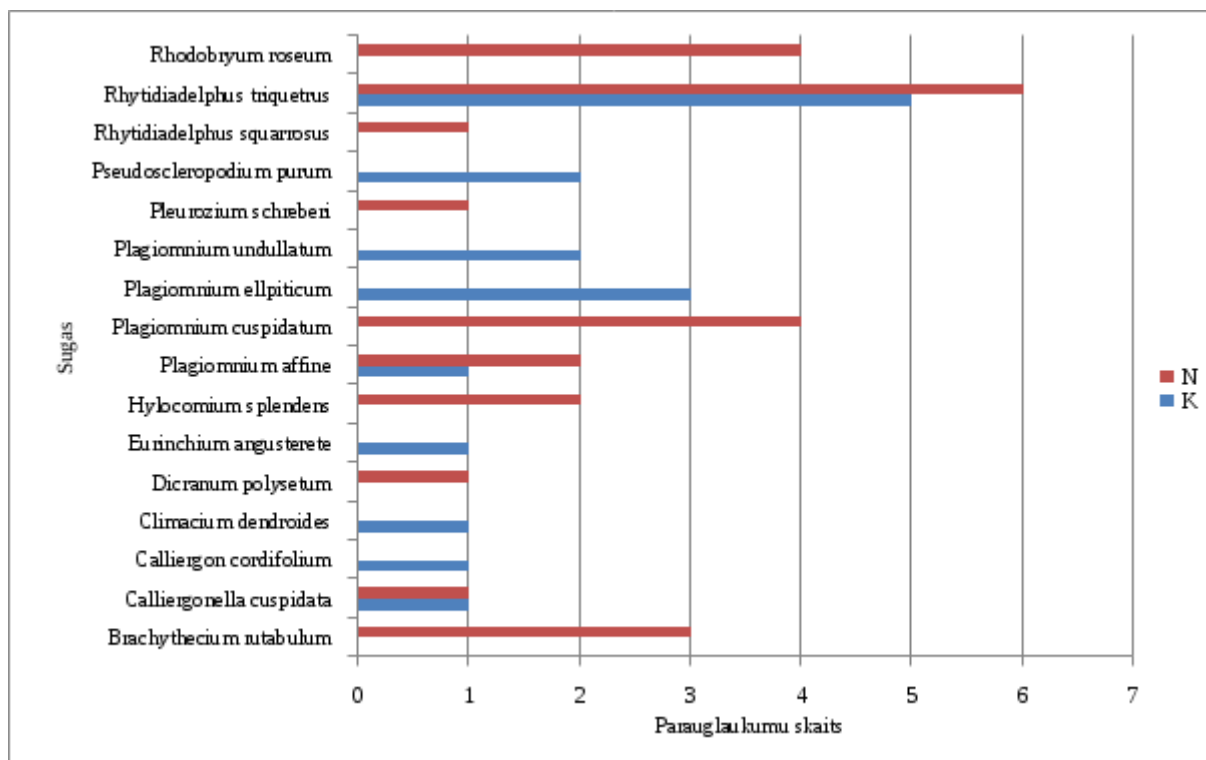
Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 9 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 10 sugas (Att. 40). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,54, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,90. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 40: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-60-7.

Lakstaugu stāvā dominē *Oxalis acetosella*, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, arī *Maianthemum bifolium*. Parauglaukumos, kur izmantots amonija nitrāts, bieži sastopama *Rubus caesius*, kā arī auglīgākiem apstākļiem raksturīgās sugas *Trientalis europaea* (Raksturīga Vr) un *Lysimachia vulgaris* (raksturīga Dms, Vrs, Db, Lk). Kontroles parauglaukumos biežāk sastopama Dm

raksturīgā *Rubus saxatilis*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot ruderālās sugas *Epilobium montanum* un *Taraxacum officinale*, kā arī *Filipendula ulmaria* (raksturīga Db, Lk), *Geum rivale* (raksturīga Grs, Lk), *Mycelis muralis* (raksturīgs Gr, Kp, uz kaļķainas augsnes) un *Juncus sp.* (liecina par pārmitriem augšanas apstākļiem). Lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 22 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 20 sugas (Att. 41). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,66, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,52. Atšķirības nav statistiski būtiskas. Pamežā aug *Corylus avellana*.



Att. 41: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-60-7.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,59$, reakcijai $R=5,04$ un slāpeklim $N=4,77$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,60$, $R=4,12$ un $N=3,40$. Atšķirības R un N ir statistiski būtiskas (attiecīgi, $p=0,0025$ un $p=0,00018$).

Starpposma rezultātu kopsavilkums

Ln un Dm audzēs gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, pārsvarā novērotas meža tipam raksturīgās sūnas. Novērotas arī atsevišķas par lokāli mitriem apstākļiem liecinošas sugas. Ln audzē parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota būtiski mazāka Šenona daudzveidības indeksa vērtība lakstaugiem, bet lielāka daudzveidība sūnu stāvā, salīdzinot ar kontroli. Savukārt vienā Dm audzē parauglaukumos, kur

izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, konstatēta būtiski mazāka Šenona daudzveidības indeksa vērtība sūnu stāvam, bet citā Dm audzē Šenona daudzveidības indekss lakstaugu stāvā ir būtiski lielāks. Šajā gadījumā var secināt, ka veģetācija ir uzņēmusi augsnes ielabošanas rezultātā ienesto slāpekli, kā rezultātā izplatījušies nitrofilie lakstaugi, savukārt tas varētu būt iemesls sūnu daudzveidības samazinājumam konkurences rezultātā. Atkārtota veģetācijas uzskaitē parādīs, vai šī ietekme ir ilglaicīga. Ln audzes gadījumā augsnes ielabošanas rezultātā slāpekļa ienese, iespējams, radījusi labākus apstākļus sūnu daudzveidības pieaugumam, jo nitrofilo lakstaugu populācija bija pārāk maz, lai strauji palielinātu projektīvo segumu. Ellenberga skalas indikatorvērtība reakcijai (R) ir būtiski mazāka parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Trīs Dm audzēs Ellenberga skalas indikatorvērtība slāpeklim (N) parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir būtiski lielāka, kas var liecināt par palielinātu slāpekļa saturu augsnē augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses rezultātā. Koksnes pelnu ienese ietekmējusi gan sūnu, gan lakstaugu stāvu, taču kopumā tā ir neliela, nav novērota visās audzēs, un sugu sastāvs joprojām raksturīgs attiecīgajiem meža tipi.

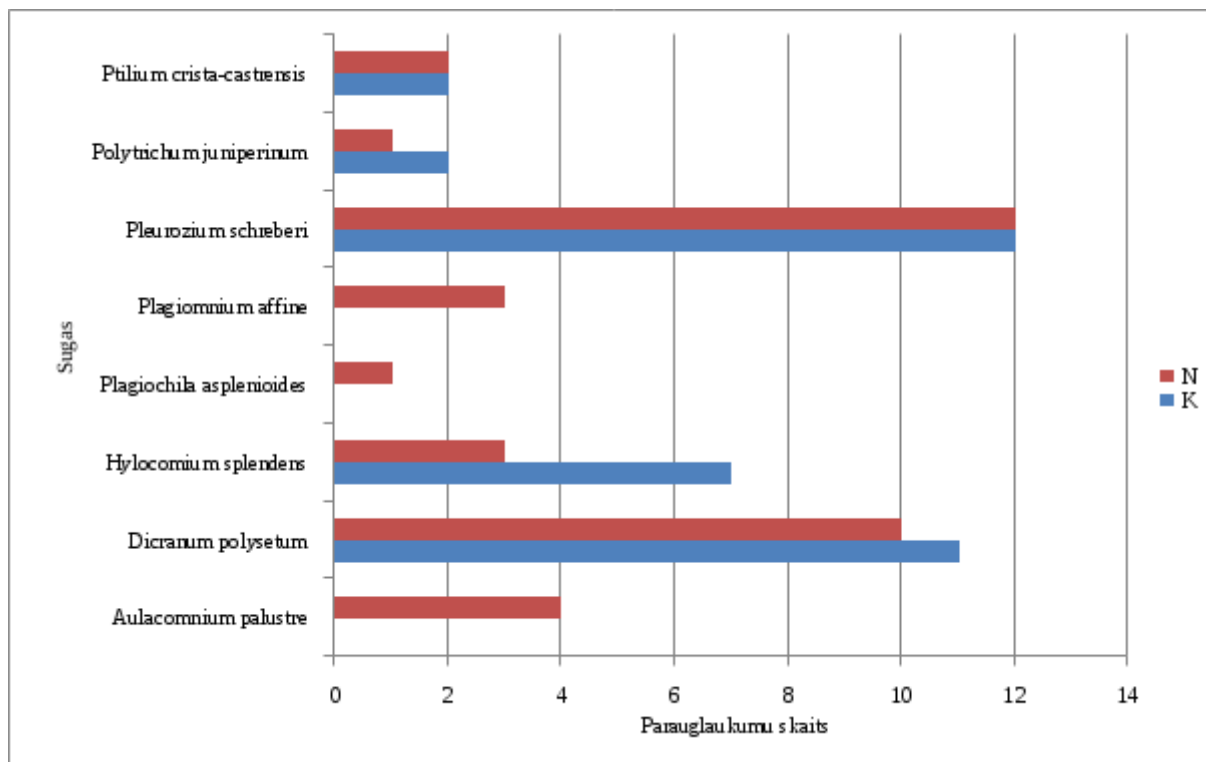
Dažādu slāpekļa devu ietekmes uz vidi izpēte skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanu

Veģetācijas raksturojums

2018. gadā veikta atkārtota veģetācijas analīze mežaudzēs, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izklaidēti 2016. gadā. Mežaudžu saraksts dots 1. pielikumā Tab. 9. Veģetācijas uzskaites rezultāti turpmākajās nodaļās apkopoti izmēģinājumu objektu griezumā.

11-127-10, Ln, P

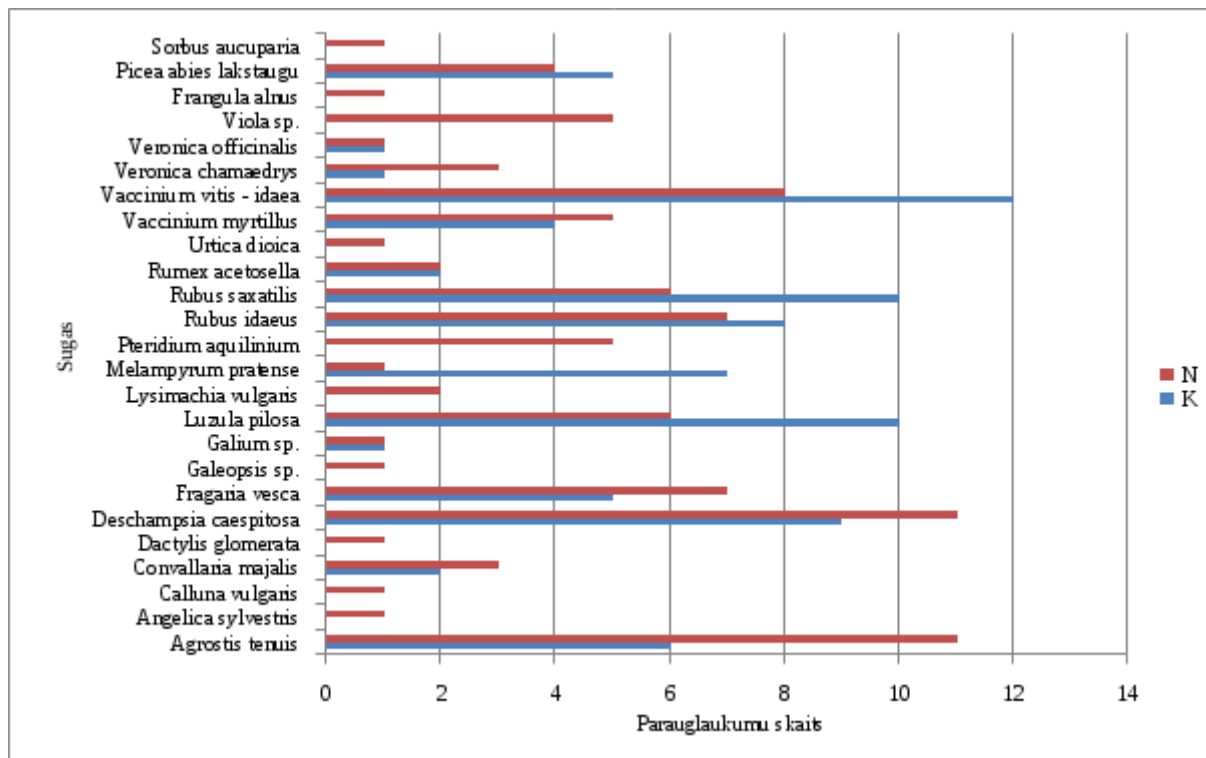
Dominējošās sūnu sugas ir tipiskas lānam. Gan kontroles, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sūnu stāvā dominē *Dicranum polysetum* un *Pleurozium schreberi*. Kontroles parauglaukumos bieži sastopama arī *Hylocomium splendens*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērojamas sūnu sugas *Aulacomnium palustre*, *Plagiochila asplenioides*, *Plagiomnium affine*. Salīdzinot ar kontroli, mazāka izplatība novērota *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens*, *Polytrichum juniperinum*. *Plagiochila asplenioides* un *Plagiomnium affine* nav lānam tipiskas sugas. Tās ir mezoeitrofas sūnas, kas liecina par auglīgākiem augšanas apstākļiem. *Aulacomnium palustre* un liecina par lokāli mitru vietu. Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 5 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 8 sugas (Att. 42). Vidējais Šenona daudzveidības indekss gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 0,57.



Att. 42: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-127-10.

Lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, dominē *Deschampsia caespitosa*, *Vaccinium vitis – idaea* un *Rubus idaeus*. *Deschampsia caespitosa* raksturīga auglīgākiem augšanas apstākļiem, taču sastopama gandrīz visos biotopos. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, viena no izplatītākajām sugām ir graudzāle *Agrostis tenuis*, kas raksturīga sausiem un mēreni sausiem, atklātiem un pusatklātiem biotopiem, bet kontroles parauglaukumos – lānam tipiskā *Luzula pilosa* un *Rubus saxatilis*. Parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, lielāka izplatība novērota *Agrostis tenuis*, *Deschampsia caespitosa*, *Convallaria majalis*, *Vaccinium myrtillus*, kā arī mezoeitrofās sugas *Fragaria vesca*, *Galeopsis sp.*, un eitrofā suga *Veronica chamaedrys*. Kontroles parauglaukumos lielāka izplatība vērojama *Melampyrum pratense*, *Rubus saxatilis*, *Vaccinium vitis – idaea*, kas ir tipiskas lāna sugas. Tikai parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, varēja novērot *Calluna vulgaris* (sastopams degumos, izcirtumos, ļoti sausās un ļoti mitrās augsnēs), lānam tipisko *Pteridium aquilinum*, eitrofo sugu *Dactylis glomerata*, nitrofilo *Urtica dioica*, kas veido blīvas audzes auglīgās vietās krūkļa sējeņus, kā arī pīlādži lakstaugu un krūmu stāvā. Tikai kontroles parauglaukumos sastopamās sugas ir: lānam tipiskā *Calamagrostis epigeios*, *Achillea millefolium*, ruderālā suga *Chamaenerion angustifolium*, kas ieviešas pēc degumiem un izcirtumiem, mitrām vietām raksturīgie grāši *Carex hirta* un *Carex leporina*, *Festuca sp.*, sausiem priežu mežiem raksturīgā *Hieracium praealtum*, *Mycelis muralis*, eitrofā nezāle *Taraxacum officinale*, kā arī āra bērza, ozola un lazdas sējeņi. Pamežā aug *Picea abies*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 15 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 25 sugas (Att. 43). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,78, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,67. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 43: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-127-10.

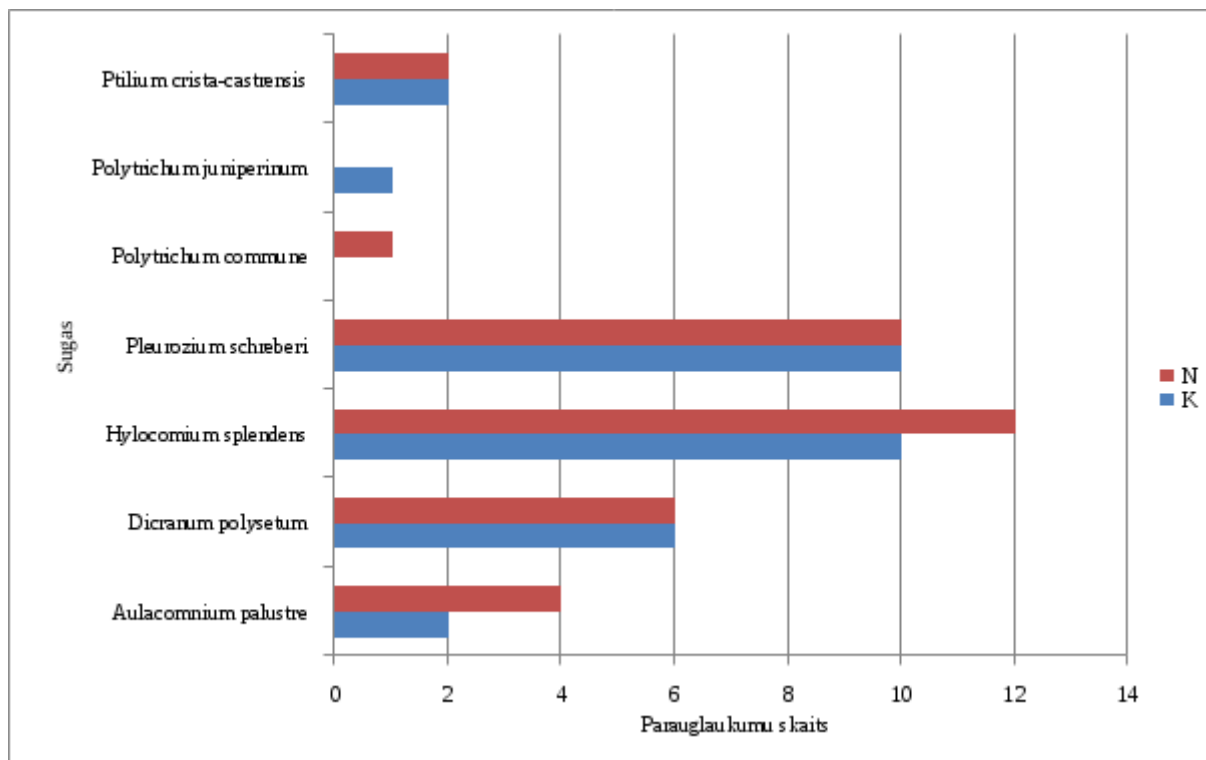
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai L=6,15, reakcijai R=3,32 un slāpeklim N=3,26, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – L=6,11, R=3,23 un N=3,73. Nav konstatētās statistiski būtiskas atšķirības.

11-210-5, Ln, P

Sūnu stāvā dominē Ln raksturīgās *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*. Sūnu izplatība apstrādātajos un kontroles parauglaukumos ir vai nu nemainīga (*Dicranum polystyum*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*), vai arī lielāka (*Aulacomnium palustre*, *Hylocomium splendens*). Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Polytrichum commune*, bet tikai kontroles parauglaukumos – *Polytrichum juniperum*. *Ptilium crista-castrensis* un *Aulacomnium palustre* liecina par lokāli mitru vietu un parasti nav raksturīgas Ln. *Polytrichum juniperum* arī nav Ln raksturīga suga. To parasti var novērot Sl, Mr, Km un Ks.

Kopumā sūnu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 6 sugas (Att. 44). Vidējais Šenona

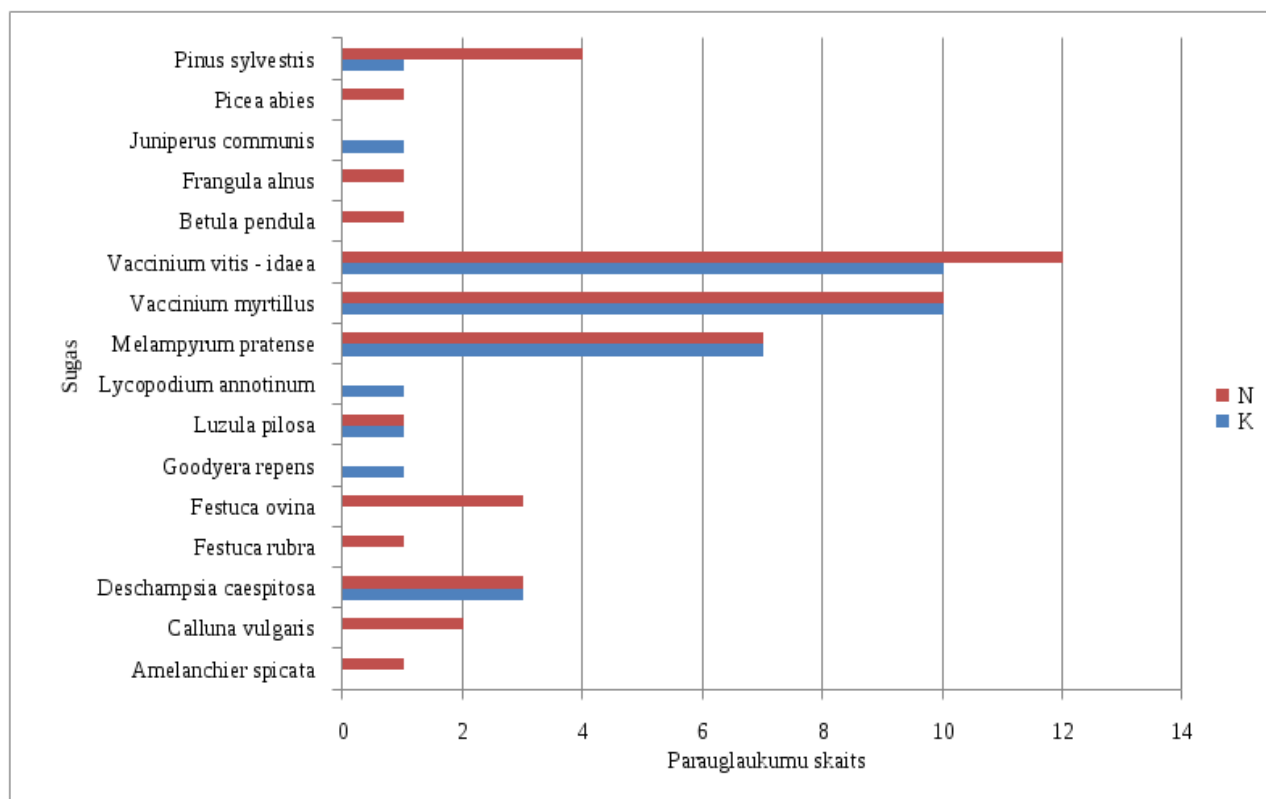
daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,62, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,64. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 44: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-210-5.

Lakstaugu stāvā dominē Ln raksturīgie sīkkrūmi *Vaccinium vitis-idaea* un *Vaccinium myrtillus*. Bieži novērots arī Ln raksturīgais *Melampyrum pratense*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot aizsargājamo sugu *Lycopodium annotinum*, kas aug ēnainās vietās uz skābas augsnes un raksturīga meža tipiem Vrs, As, Km, Ks, kā arī *Goodyera repens* (raksturīga sausām, ēnainām vietām). Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot Ln raksturīgo *Amelanchier spicata*, kā arī neraksturīgās sugas *Calluna vulgaris*, kas parasti sastopams Sl, Mr, Gs, Mrs, Pv, Av, Am, Kv un *Festuca rubra*, kas vairāk izplatīta sekundāros lapu koku mežos. Nav novērotas Ln tipiskās *Lysimachia sp.*, *Pteridium aquilinum*, *Maianthemum sp.* un *Calamagrostis arundinacea*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 9 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 12 sugas (Att. 45). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,91, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,17. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,032$). Pamežā vietām aug *Frangula alnus* un *Salix caprea*.

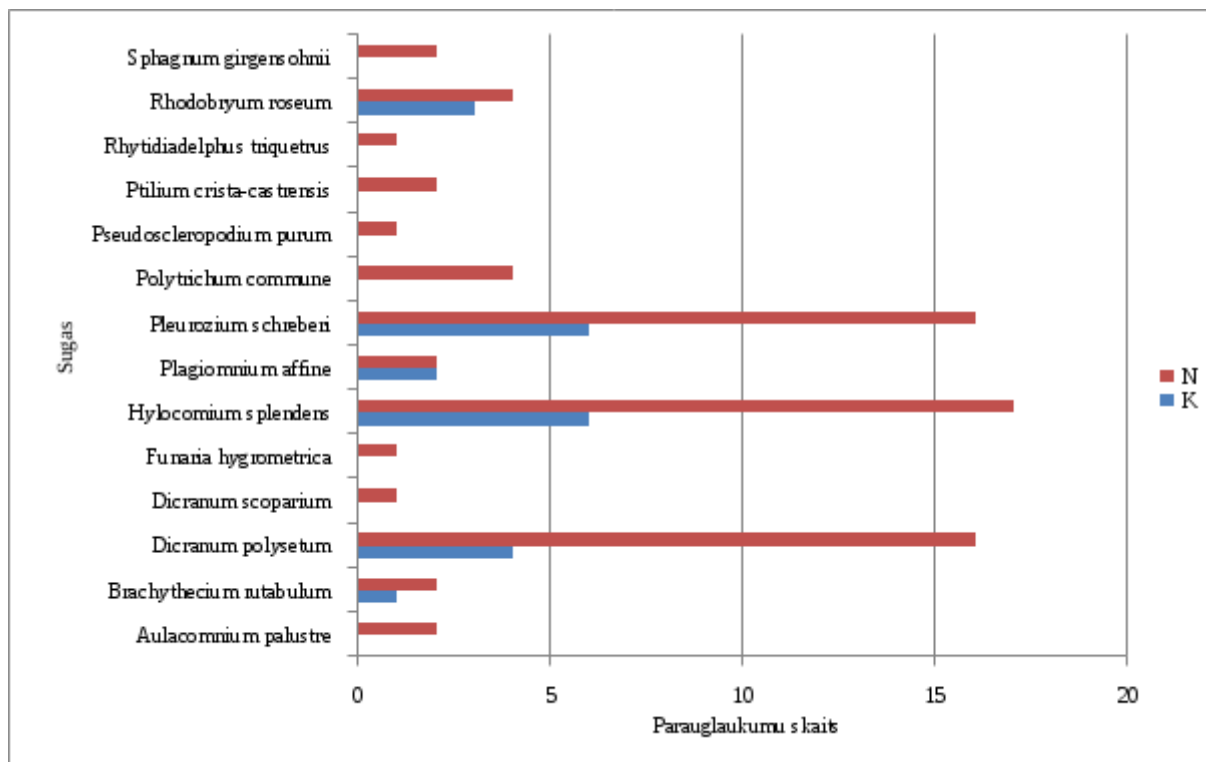


Att. 45: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-210-5.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,98$, reakcijai $R=3,12$ un slāpeklim $N=2,38$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,18$, $R=3,50$ un $N=2,21$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

12-196-7, Dm, E

Sūnu stāvā dominē *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, kas ir damaksnim raksturīgas sūnas. Bieži sastopama arī Dm raksturīgā un *Dicranum polysetum*. Sastopamas arī Dm raksturīgās sugas *Brachythecium rutabulum*, *Plagiomnium affine*, kā arī Dm netipiskā, mitrām vietām raksturīgā *Rhodobryum roseum*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot damaksnim raksturīgo *Rhytidiadelphus triquetrus*, kā arī neraksturīgas sugas: *Aulacomnium palustre* (liecina par mikroieplaku, lokāli mitru vietu), *Funaria hygrometrica* (runderāla sūna, aug meža izdegumos), *Pseudoscleropodium purum* (dažādos biotopos sastopama sūna, nepatīk ēna), *Sphagnum girgensohnii* (raksturīgs Vrs, Dms, liecina par mitru vietu). Sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 6 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 14 sugas (Att. 46). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,83, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,78. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

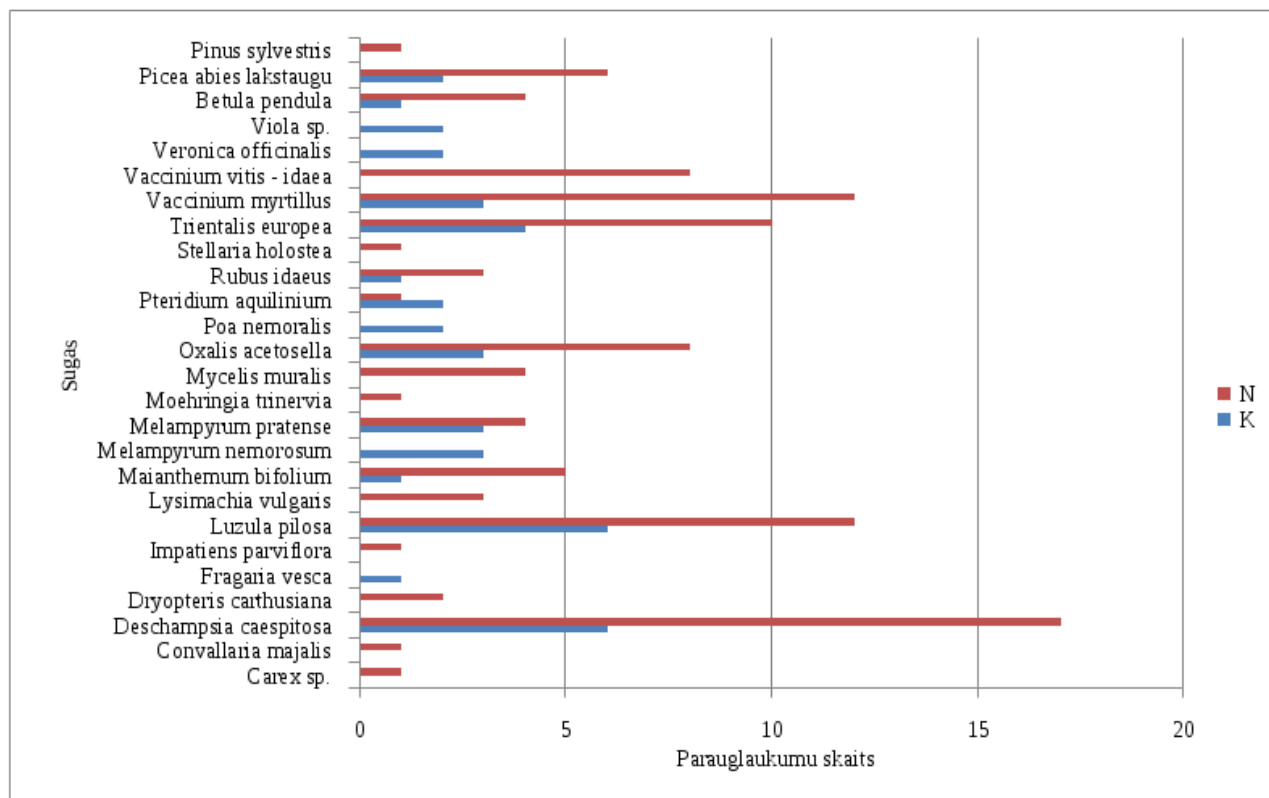


Att. 46: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 12-196-7.

Lakstaugu stāvā dominē damaksnim raksturīgās sugas *Deschampsia cespitosa*, *Luzula pilosa*, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, arī damaksnim raksturīgais sīkrūms *Vaccinium myrtillus*. Sastopamas arī citas Dm raksturīgās sugas – *Maianthemum bifolium*, *Melampyrum pratense*, *Oxalis acetosella*, *Pteridium aquilinum*, *Rubus idaeus* raksturo ar slāpekli bagātas augsnes, tās izplatība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir lielāka. Sastopamas arī Dm neraksturīga suga *Trientalis europaea*, kas tipiska Vr. Tika parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Carex sp.*, *Vaccinium vitis-idaea* (raksturīgs Mr, Ln, Gs, Mrs, Dms, Pv, āreņiem un kūdreņiem), *Convallaria majalis*, *Impatiens parviflora* (adventīvs augs, Latvijā arvien palielina izplatību), *Lysimachia vulgaris* (raksturīga Dms, Vrs, Db, Lk, liecina par mitru vietu), *Moehringia trinervia* (sastopama dažādos mežos), *Stellaria holostea*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Melampyrum nemorosum* (bieži sastopams skujkoku-platlapju mežos), *Poa nemoralis*, *Veronica officinalis* (Dm), *Viola sp.*. Parauglaukumos sastopami arī bērza, egles un priedes sējeņi, kas īsāki par 0,5 m.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 16 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota 21 suga (Att. 47). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,60, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,55. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

Pamežā aug āra bērzs. Kopumā visu sugu sastopamība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir lielāka.

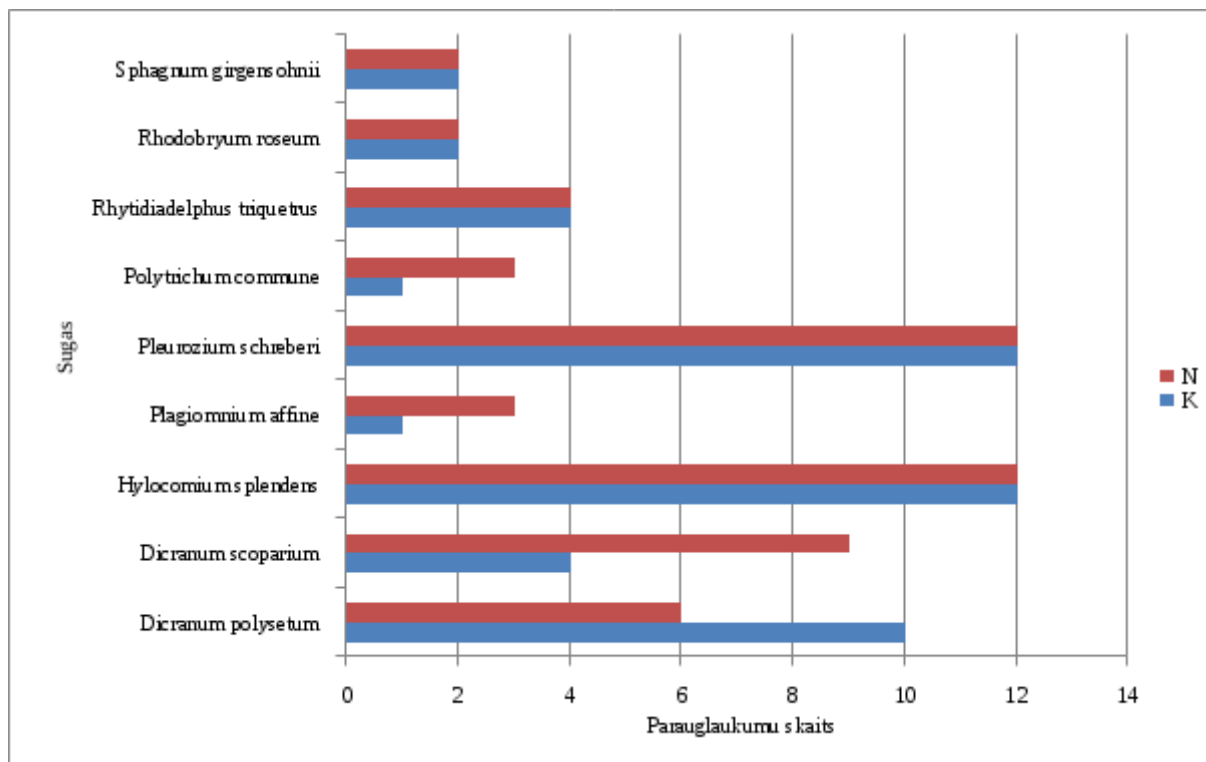


Att. 47: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 12-196-7.

12-209-10, Dm, E

Sūnu stāvā dominē Dm raksturīgās sugas *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*. Bieži sastopamas arī *Dicranum polysetum* un *Dicranum scoparium*. Kopumā sūnu sastāvs ir raksturīgs Dm, izņemot mitrām vietām raksturīgās *Rhodobryum roseum* un *Sphagnum girgensohnii*. *Dicranum polysetum* izplatība kontroles parauglaukumos ir lielāka, nekā ar laukumos, kur izmantoti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi.

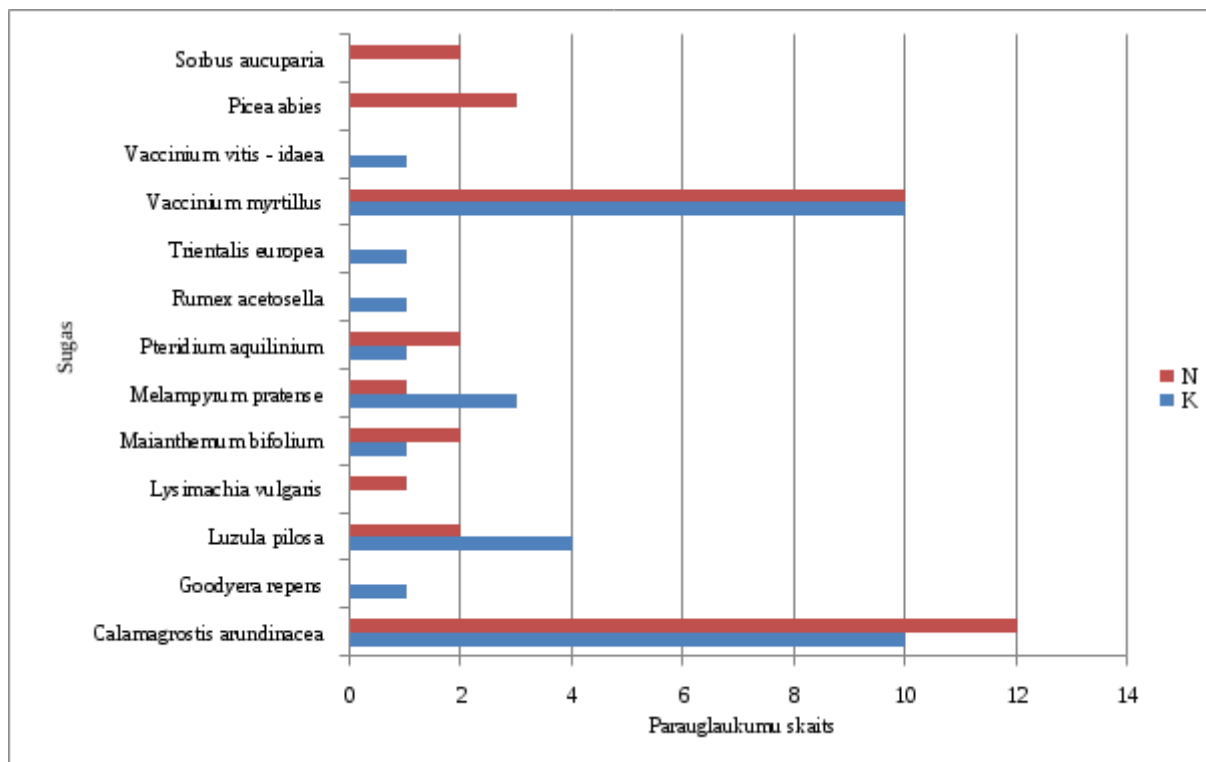
Kopumā sūnu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 9 sugas (Att. 48). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,88, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,89. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 48: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 12-209-10.

Lakstaugu stāvā dominē Dm tipiskā graudzāle *Calamagrostis arundinacea* un sīkrūms *Vaccinium myrtillus*. Bez tipiskajām sugām lakstaugu stāvā parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot arī mitriem mežiem raksturīgo *Lysimachia vulgaris*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Rumex acetosella* (izteikti kalcifobs augs) un *Trientalis europaea* (Vr raksturīga suga).

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 10, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 9 sugas (Att. 49). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,71, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,68. Atšķirības nav statistiski būtiskas. Pamežā vienā ielabotajā apakšparauglaukumā aug *Sorbus aucuparia*.



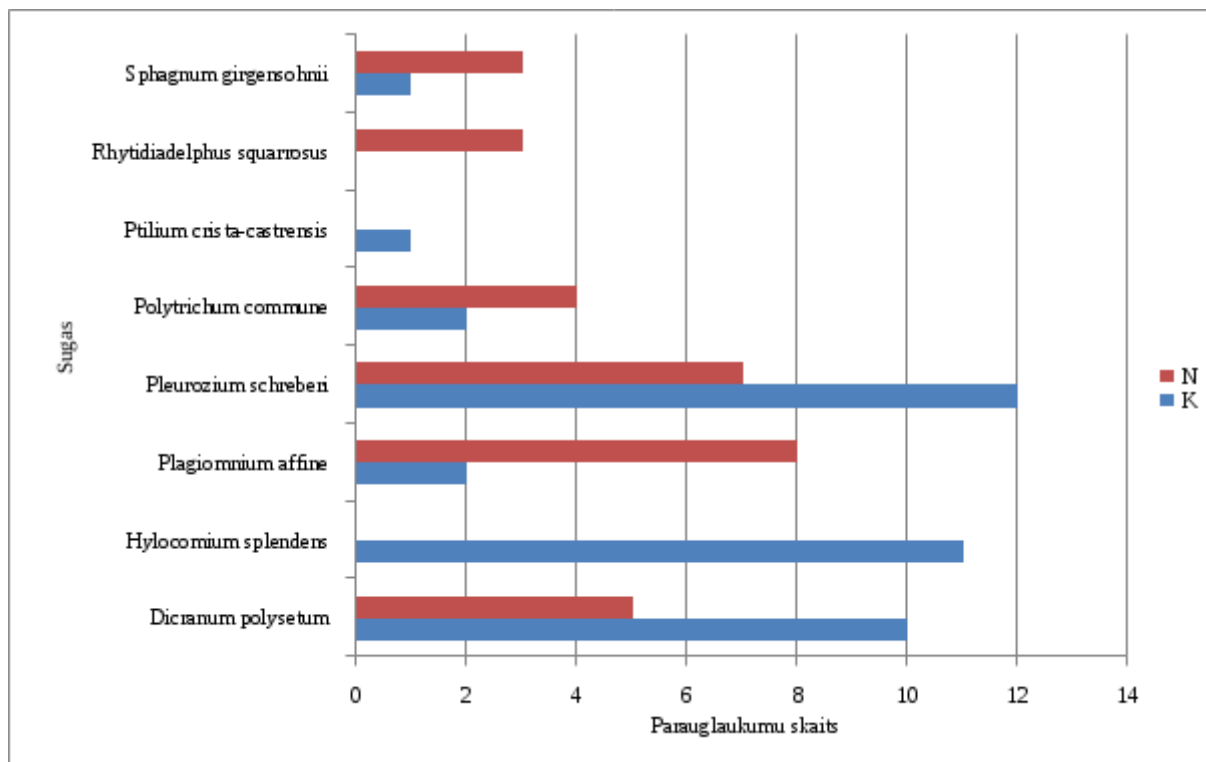
Att. 49: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 12-196-7.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,69$, reakcijai $R=3,87$ un slāpeklim $N=3,69$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,68$, $R=3,88$ un $N=4,36$. Atšķirības N ir statistiski būtiskas ($p=0,0067$).

21-10-4, Dm, P

Sūnu stāvā dominē Dm raksturīgā *Pleurozium schreberi*, kontroles parauglaukumos arī Dm raksturīgā *Hylocomium splendens*. Ar minerāmēsliem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopama arī Dm raksturīgā *Plagiomnium affine*. Par mitriem apstākļiem liecinošais *Sphagnum girgensohnii* biežāk sastopams parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Tikai parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot Dm raksturīgo *Rhytidiadelphus squarrosus*, kas varētu arī liecināt par mitru vietu. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Hylocomium splendens* un atsevišķu Dm raksturīgās *Ptilium crista-castrensis* eksemplāru. Sastopamas arī Dm raksturīgās *Polytrichum commune* (izplatība lielāka parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi) un *Dicranum polysetum* (izplatība būtiski lielāka kontroles parauglaukumos).

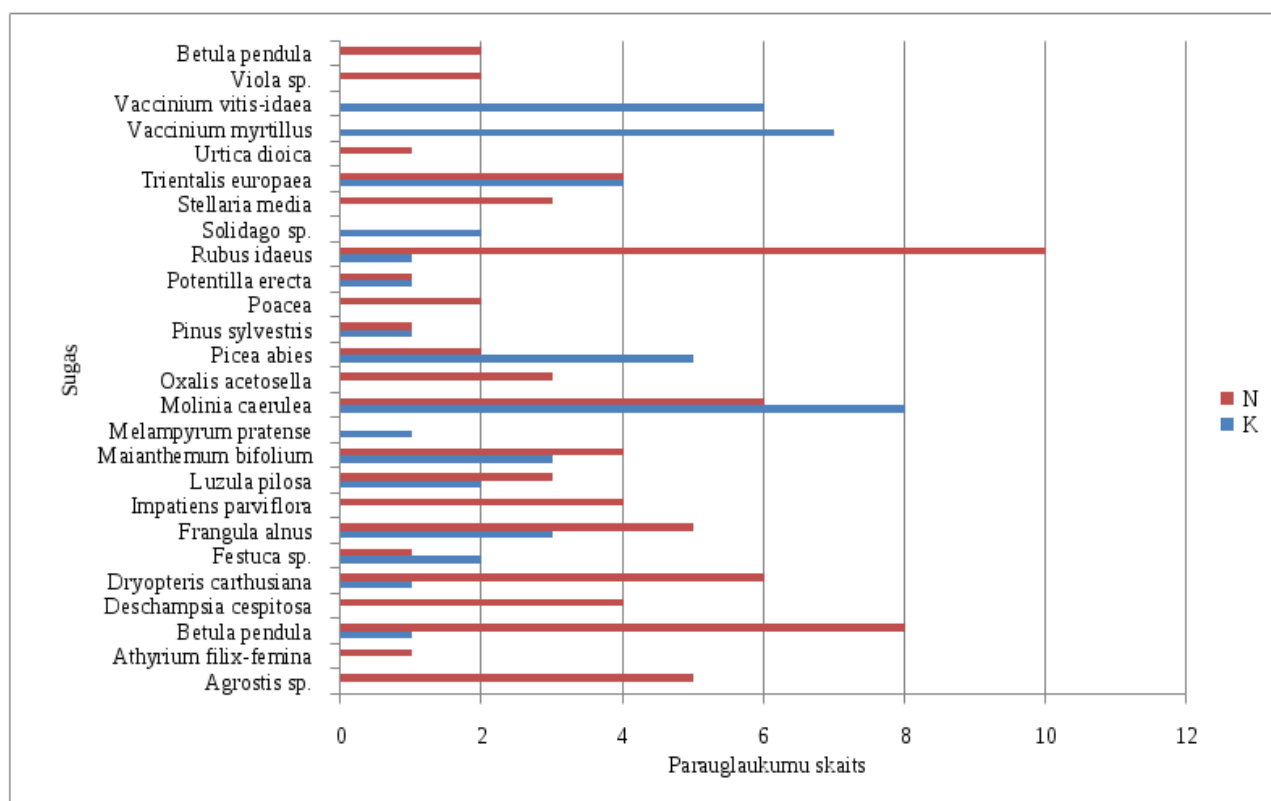
Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 7 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 6 sugas (Att. 50). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,62, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,49. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 50: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-10-4.

Lakstaugu stāvā dominē Dm raksturīgā *Molinia caerulea*, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, arī nitrofilā suga *Rubus idaeus*. Parauglaukumos, kur izmantoti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi, bieži sastopamas arī Dm raksturīgā *Dryopteris carthusiana*, *Betula pendula* un *Frangula alnus* sējeņi. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Agrostis sp.*, *Viola sp.*, *Deschampsia caespitosa*, kā arī nitrofilās sugas *Athyrium filix-femina* (raksturīga mitriem augšanas apstākļiem Vr, Gr, Grs, Db, Lk, Ap, Kp), *Stellaria media*, *Urtica dioica*, *Impatiens parviflora*, *Oxalis acetosella*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Dm raksturīgās sugas *Melampyrum pratense*, *Solidago sp.*, kā arī sīkkrūmus *Vaccinium myrtillus* un *Vaccinium vitis-idaea*. Pamežā aug *Frangula alnus*, vietām arī *Betula pendula* un *Picea abies*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 16 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 22 sugas (Att. 51). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,83, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,25. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



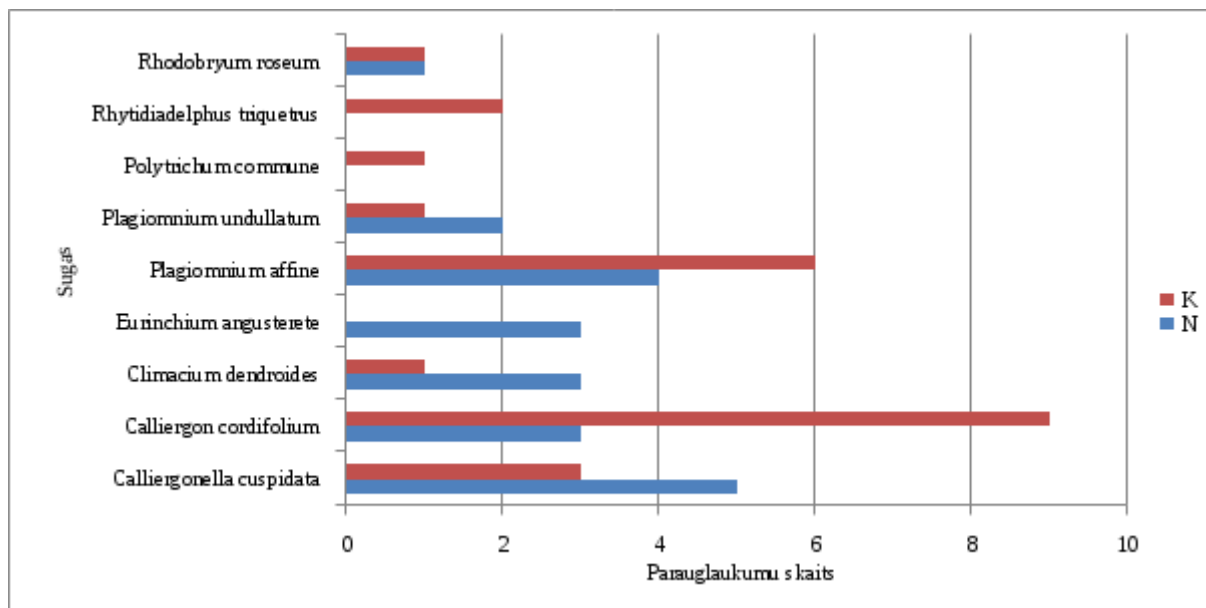
Att. 51: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-10-4.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,06$, reakcijai $R=3,46$ un slāpeklim $N=2,32$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,27$, $R=3,66$ un $N=4,53$. Atšķirības N ir statistiski būtiskas ($p=0,0004$).

21-49-14, Dms, B

Kontroles parauglaukumos sūnu stāvā dominē mitriem mežiem raksturīgā *Calliergon cordifolium*, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – mitrām vietām un bāziskām augsnēm raksturīgā *Calliergonella cuspidata*. Sūnu segums ir salīdzinoši neliels un nevienā parauglaukumā neveido 100%. Zemsegā ir daudz trūdvielu, un vietām var novērot atsegtu augsni. Par mitriem apstākļiem liecina Dms raksturīgā *Climacium dendroides* un Vr, Gr, Vrs, Grs, Db, Lk, As, Ap, Ks, Kp raksturīgās *Plagiomnium undulatum* un *Rhodobryum roseum*, kuru izplatība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir lielāka. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Eurhynchium angustirete*, kas bieži sastopama uz trūdvielām bagātas augsnes. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Dms raksturīgās *Polytrichum commune* un *Rhytidiadelphus triquetrus*. Sūnu stāvs neveido 100%, jo zemsegā daudz trūdvielu. Kontroles parauglaukumos novērotas 8 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 7 sugas (Att. 52). Vidējais Šenona daudzveidības indekss

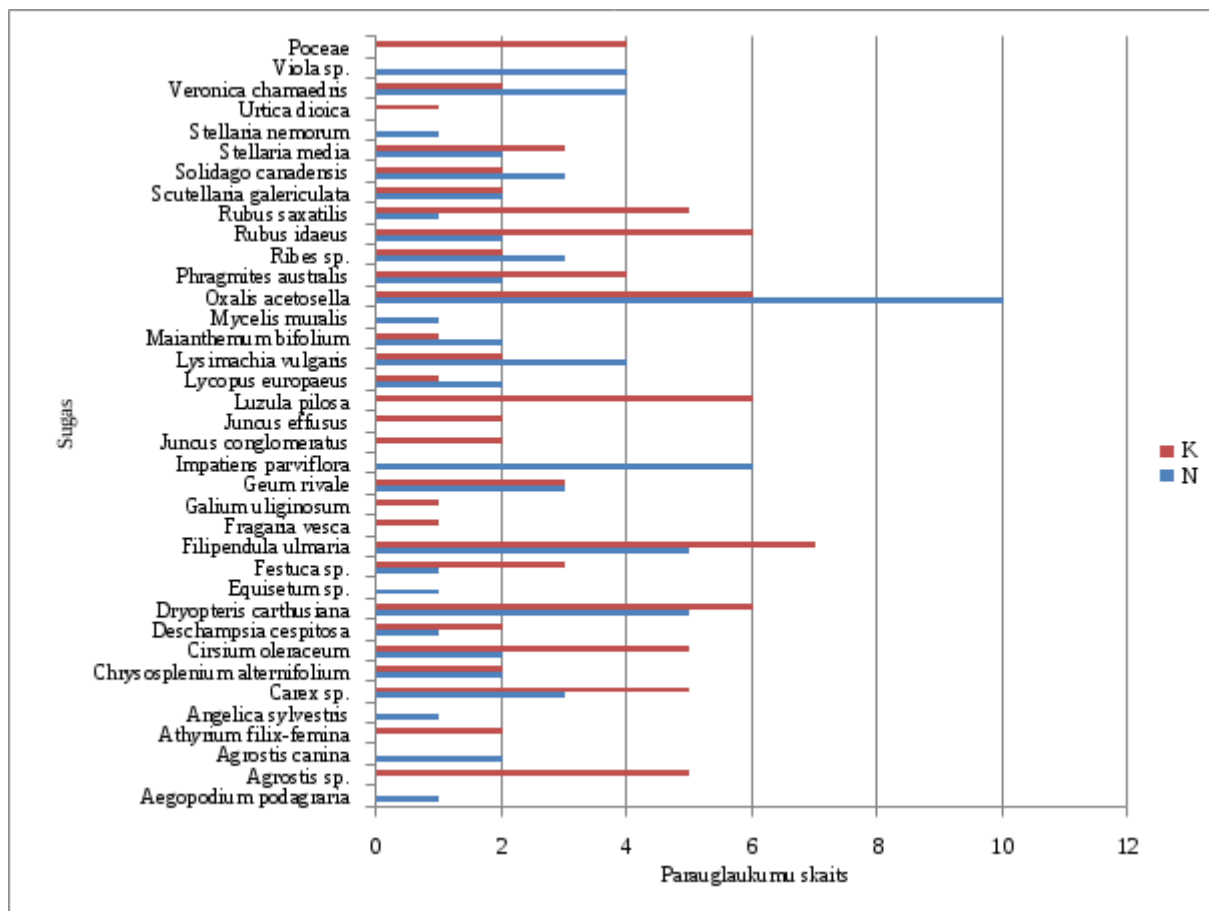
kontroles parauglaukumos ir 0,49, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,30. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības ($p=0,24$).



Att. 52: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-49-14.

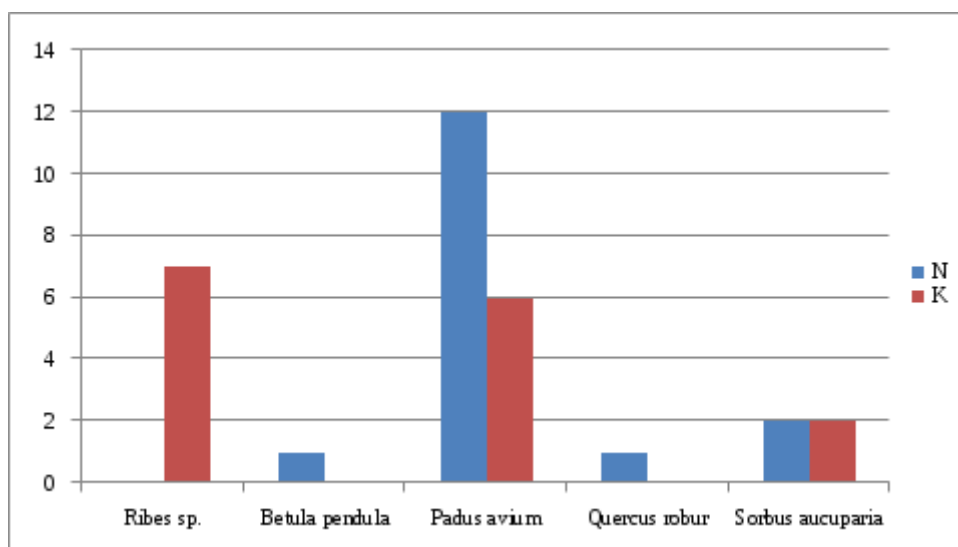
Lakstaugu stāvā dominējošā suga ir *Oxalis acetosella*, kas raksturīga ļoti ēnainām vietām skābā minerālaugsnē ar labi sadalījušos trūda slāni. Bieži sastopamas arī *Filipendula ulmaria* (raksturīga Db, Lk), Dm raksturīgā *Dryopteris carthusiana*, kontroles parauglaukumos arī *Carex sp.*, pārmitriem biotopiem raksturīgā *Cirsium oleraceum*, ar slāpekli bagātām augsnēm raksturīgā *Rubus idaeus*. Parauglaukumos, kur izmantoti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi, lielāka izplatība novērojama nitrofilajai, pārmitriem biotopiem raksturīgajai nitrofilajai *Lycopus europaeus*, mitriem biotopiem raksturīgajai *Lysimachia vulgaris*, Dm raksturīgajām sugām *Oxalis acetosella* un *Veronica chamaedrys*, kā arī Latvijā bieži izplatītajam dārzeņbēglim *Solidago canadensis*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot nitrofilās sugas *Aegopidium podagraria*, *Stellaria nemorum*, *Mycelis muralis*, pārmitriem biotopiem raksturīgo *Agrostis canina*, *Equisetum sp.*, *Viola sp.* Tikai kontroles parauglaukumos var novērot auglīgiem, mitriem mežiem (Vr, Gr, Grs, Db, Lk, Ap, Kp) raksturīgo *Athyrium filix-femina*, mitrām vietām un salīdzinoši zēmam slāpekļa saturam raksturīgos *Juncus conglomeratus* un *Juncus effusus*, Ln, Dm, Km raksturīgo *Luzula pilosa*, *Ribes sp.*, kā arī atsevišķus Dm raksturīgās *Fragaria vesca*, nitrofilās *Urtica dioica* un mitrām vietām raksturīgās *Galium uliginosum* eksemplārus. Parauglaukumos var novērot mitriem un pārmitriem biotopiem raksturīgās sugas *Phragmites australis* (kontroles apakšparauglaukumos segums mēdz veidot pat 40%), *Chrysosplenium alternifolium*, *Geum rivale*, *Scutellaria galericulata*. Kopumā kontroles parauglaukumos novērotas 29, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 28 sugas (Att. 53). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles

parauglaukumos ir 1,73, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,26. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,0077$).



Att. 53: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-49-14.

Pamežā tikai kontroles parauglaukumos aug *Ribes sp.*, tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – *Betula pendula* un *Quercus robur*, gan kontroles, gan apstrādātajos – *Padus avium* un *Sorbus aucuparia* (Att. 54). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,038, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,16. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības ($p=0,20$).

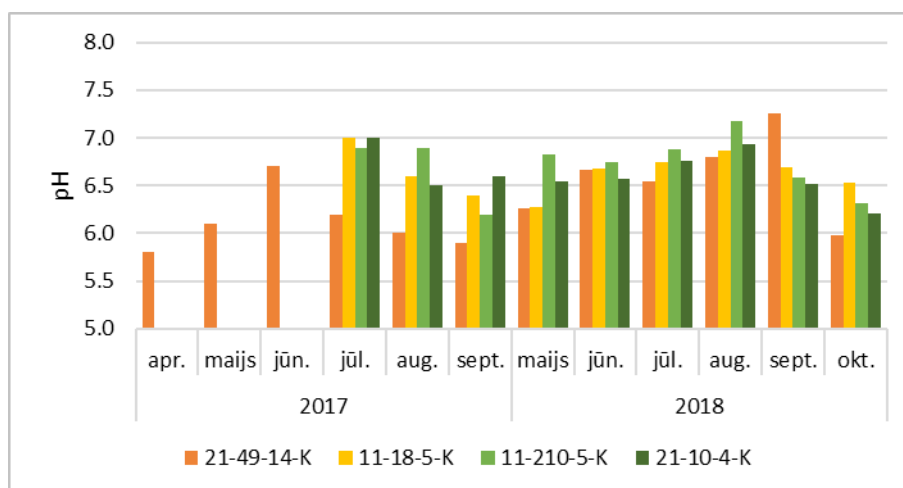


Att. 54: Sugu sastopamība krūmu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 21-49-14.

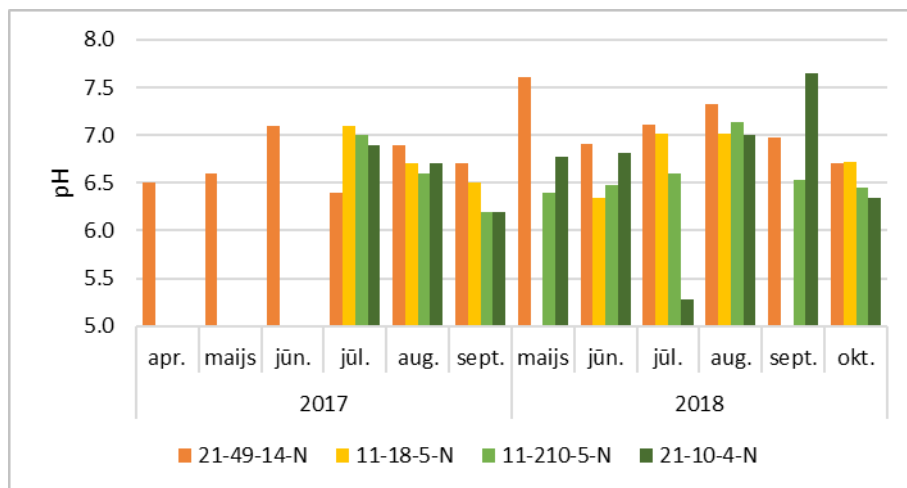
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,04$, reakcijai $R=5,61$ un slāpeklim $N=5,31$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,88$, $R=6,04$ un $N=5,67$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

Vainaga caurteces ūdens monitorings

Vainaga caurteces ūdens monitorings veikts audzēs 21-49-14 (DmsB15), 11-18-5 (DmE36), 11-210-5 (LnP67), 21-10-4 (DmP22), kur katrā izvietoti divi monitoringa komplekti. Šajos demonstrējuma objektos augsnes ielabošana ar amonija nitrātu veikta 2017. gada maijā - jūlijā. Ievāktu nokrišņu paraugu analīžu rezultāti (pH , N_{kop} , mg L^{-1} , K , mg L^{-1} , PO_4^{3-} , mg L^{-1}) norādīti attēlos Att. 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61 un 62.

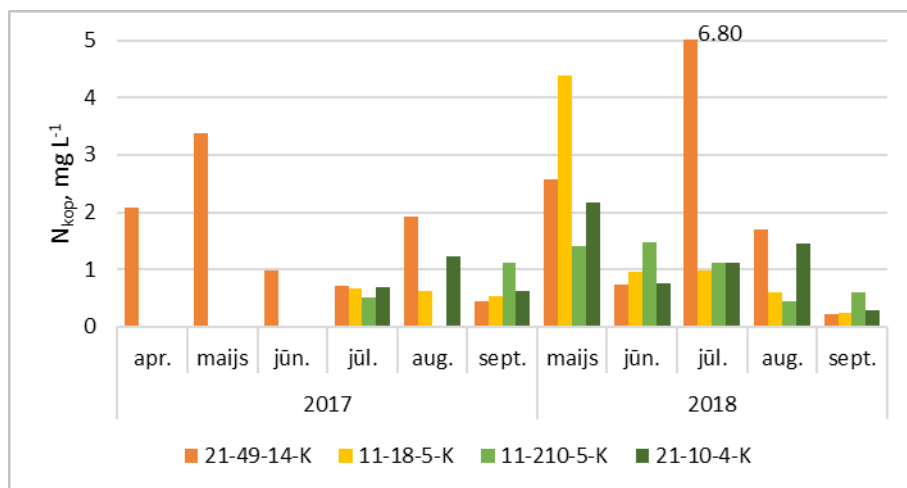


Att. 55: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

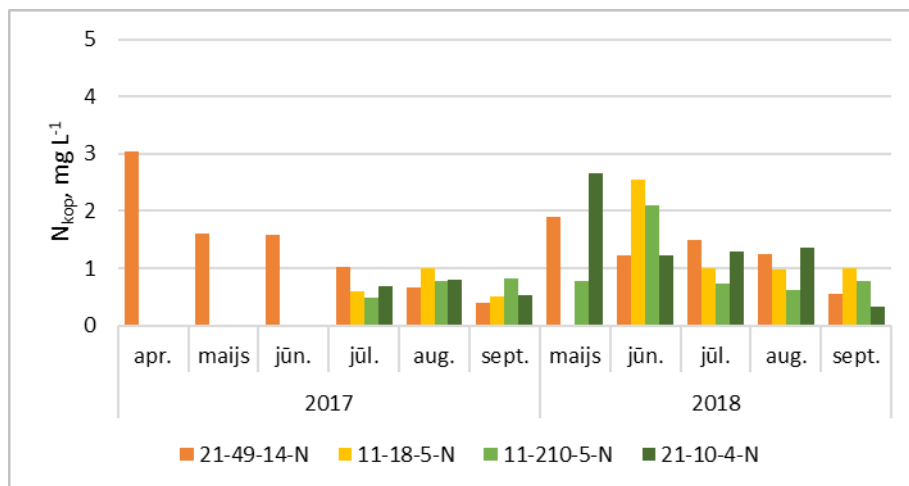


Att. 56: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkļedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu pH vērtības novērojumu periodā variē no 5,8 līdz 7,3 mg L^{-1} kontroles un no 5,3 līdz 7,6 mg L^{-1} amonija nitrāta izkļedes platībās. Abos nokrišņu ūdens monitoringa gados raksturīgas salīdzinoši augstākas pH vērtības vasaras periodā.

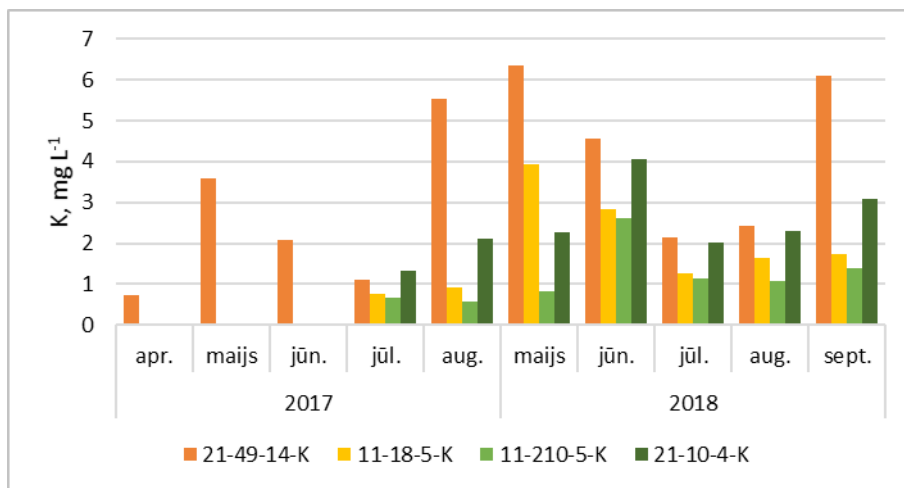


Att. 57: N_{kop} (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

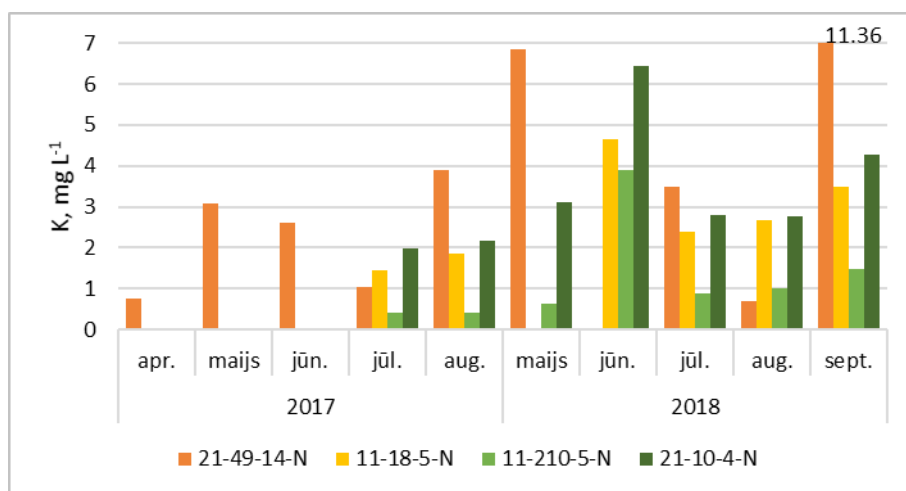


Att. 58: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu kopējā slāpekļa koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,21 līdz 6,8 mg L⁻¹ kontroles un no 0,33 līdz 3,04 mg L⁻¹ pelnu izkliedes platībās. Pēc meža augsnes ielabošanas ar amonija nitrātu izkliedes platībās neparādās būtisks kopējā slāpekļa koncentrācijas pieaugums. Pētījuma programmas ziņojumā par 2017. gadu norādīts, ka vainaga caurteces ūdens paraugos 2017. gada pavasarī konstatēts piesārņojums ar ziedputekšņiem un, attiecīgi, arī lielākas biogēno elementu koncentrācijas (Lazdiņš, A., 2018). Arī 2018. gadā novērota salīdzinoši lielāka kopējā slāpekļa koncentrācija maijā ievāktajos paraugos.

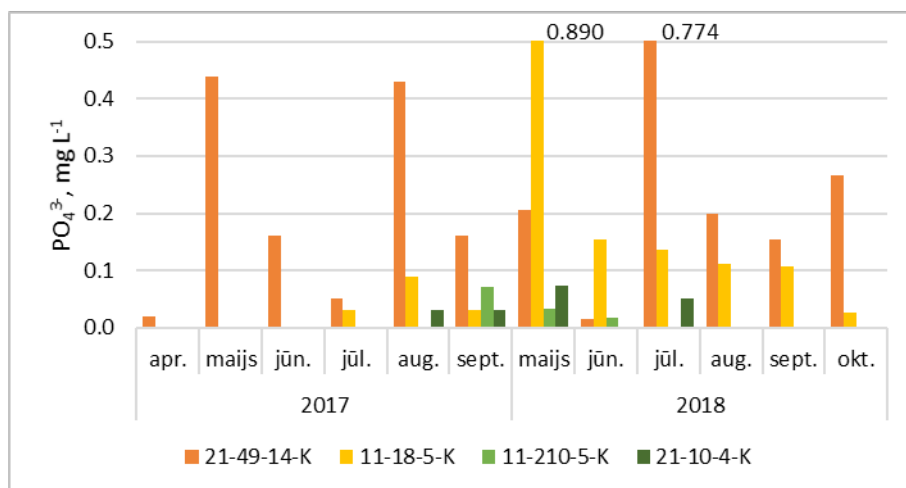


Att. 59: K (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

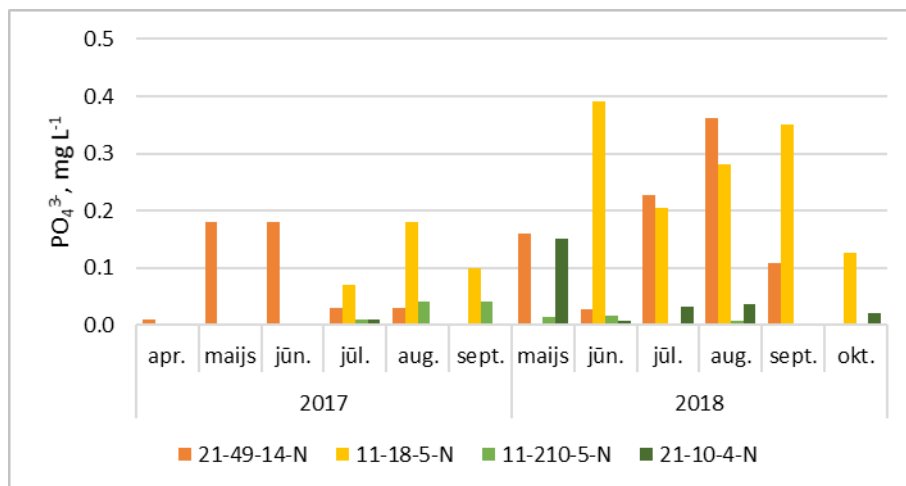


Att. 60: K (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu kālija koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,59 līdz 6,35 mg L⁻¹ kontroles un no 0,40 līdz 11,36 mg L⁻¹ koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši 2,08 un 2,60 mg L⁻¹. Atsevišķās augstās vērtības var norādīt uz iespējamu nobiru nokļūšanu nokrišņu savācējos. Vainaga caurteces ūdenī ir lielāka K⁺ koncentrācija nekā atklāta lauka nokrišņos, kā arī lapu koku nobiras satur vairāk bāzisko elementu nekā skujkoku nobiras (Tērauda, 2008). Audzes 21-49-14 valdošā suga ir bērzs. Tas pamato, kādēļ vidējās kālija vērtības šajā darba uzdevumu grupā ir salīdzinoši augstākas nekā pirmajā darba uzdevumu grupā (Att. 17, Att. 18).



Att. 61: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

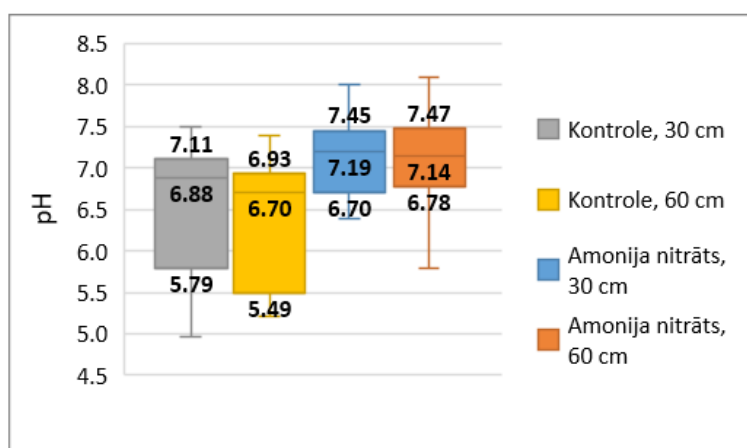


Att. 62: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes platībās.

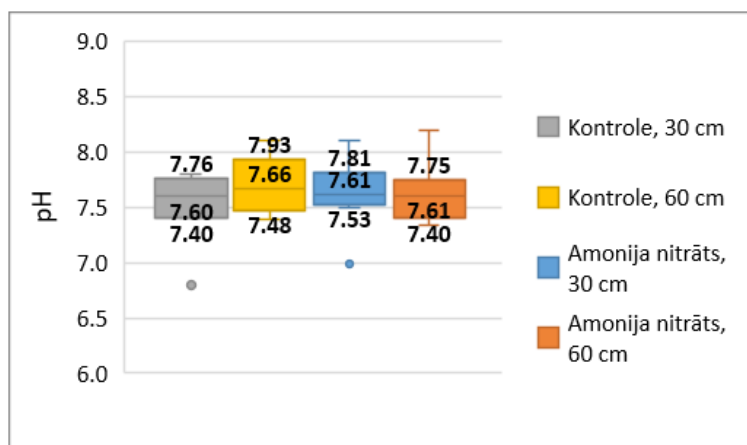
Vainaga caurteces ūdens paraugos PO₄³⁻, mg L⁻¹ koncentrācija novērojumu periodā variē no 0,001 līdz 0,890 mg L⁻¹ kontroles un no 0,006 līdz 0,390 mg L⁻¹ – koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši, 0,081 un 0,055 mg L⁻¹.

Augsnes ūdens monitorings

Augsnes ūdens monitorings veikts audzēs 21-49-14 (DmsB15), 11-18-5 (DmE36), 11-210-5 (LnP67), 21-10-4 (DmP22), kur katrā izvietoti 2 monitoringa komplekti. Šajos demonstrējuma objektos augsnes ielabošana ar amonija nitrātu veikta 2017. gada maijā – jūlijā. Ņemot vērā, ka slapjajā damaksnī ir atšķirīgs augsnes mitruma režīms, ievāktu augsnes ūdens paraugu analīžu rezultāti (pH, N_{kop}, mg L⁻¹, K, mg L⁻¹, PO₄³⁻, mg L⁻¹) apvienoti 2 grupās – audzes sausieņu mežos (Att. 63, 65, 67 un 69) un audze 21-49-14 (DmsB15, Att. 64, 66, 68 un 70). Lai novērtētu amonija nitrāta saglabāšanos augsnē, būtiski ir kopējā slāpekļa saturu augsnes ūdens paraugos.

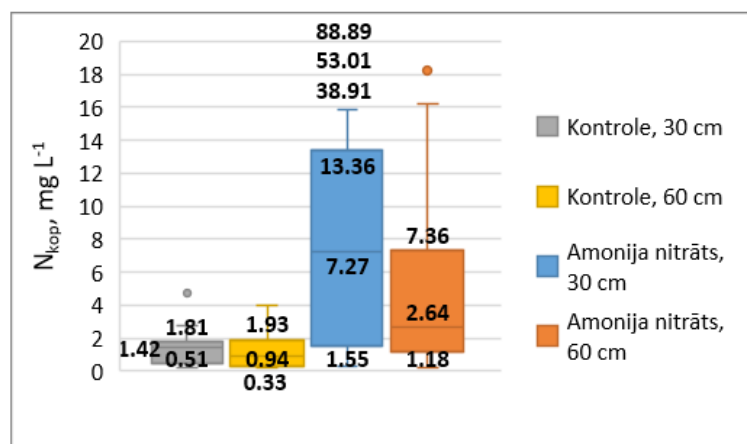


Att. 63: pH līmenis augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.

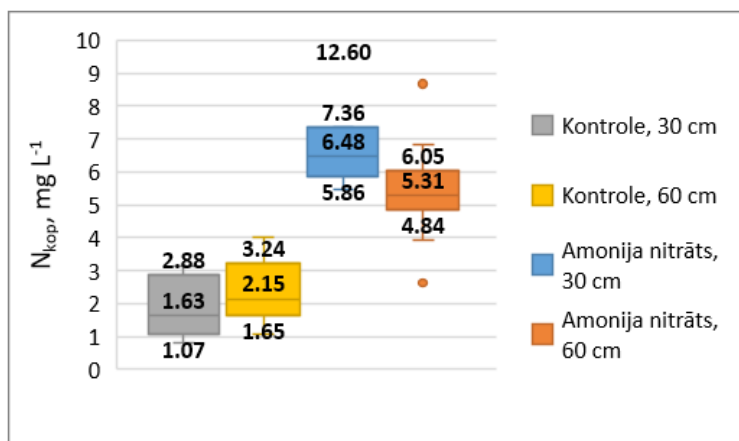


Att. 64: pH līmenis augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.

Augsnes ielabošanas ar slāpekli saturošiem augsnes ielabošanas līdzekļiem ietekmē uz kādu laiku var kļūt bāziskāks augsnes pH līmenis (Aber, J.D., Nadelhoffer, K.J., Steudler, P., & Melillo J.M., 1989). Sausieņu mežos, kur veikta amonija nitrāta izkliede, novērota būtiski bāziskāks pH augsnes ūdens paraugos no izkliedes platībām.

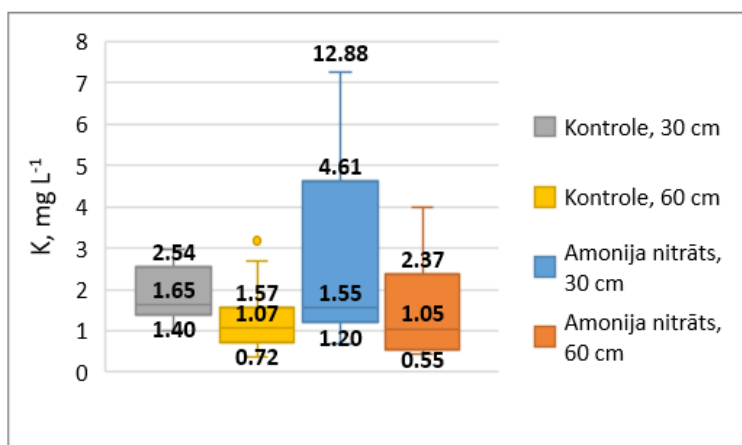


Att. 65: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.

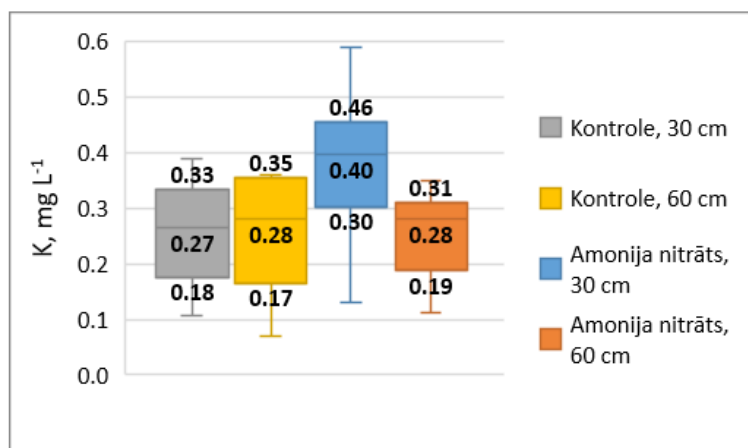


Att. 66: N_{kop} ($mg L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.

Audzē 21-10-4, kur mašinizēti veikta amonija nitrāta izkliede, drīz pēc augsnes ielabošanas darbiem augsnes ūdenī kopējā slāpekļa koncentrācijas sasniedz $88,9 mg L^{-1}$, pēc mēneša novērota kopējā slāpekļa koncentrācijas samazināšanās par 45%. Jānorāda, ka audzē 21-49-14, kur amonija nitrāta izkliede veikta manuāli un maija mēnesī līdz ar aktīvu veģetācijas barošanu un augšanu, uzreiz pēc izkliedes augsnes ūdens paraugos līdz 30 cm kopējā slāpekļa koncentrācija pieaug līdz $12,60 mg L^{-1}$, bet nākamajā mēnesī samazinās par 50 %. Gan sausieņu, gan slapjā damakšņa izmēģinājuma platībās augsnes ūdens paraugos līdz 60 cm novērota kopējā slāpekļa koncentrāciju palielināšanās, kas norāda uz izkliedētā amonija nitrāta ieskalošanos dziļākajos augsnes slāņos.

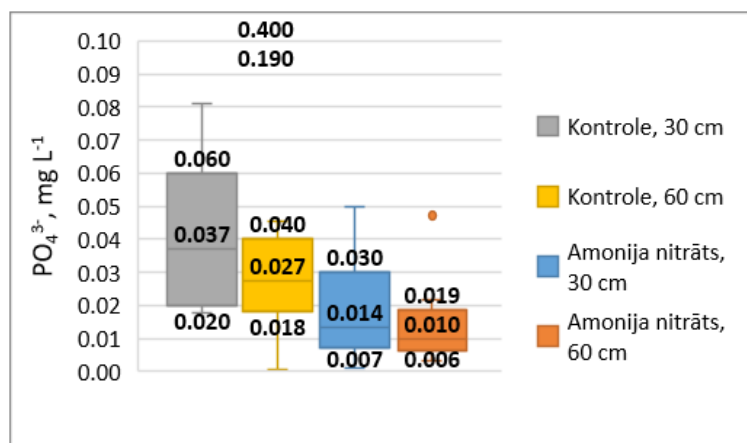


Att. 67: K ($mg L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.

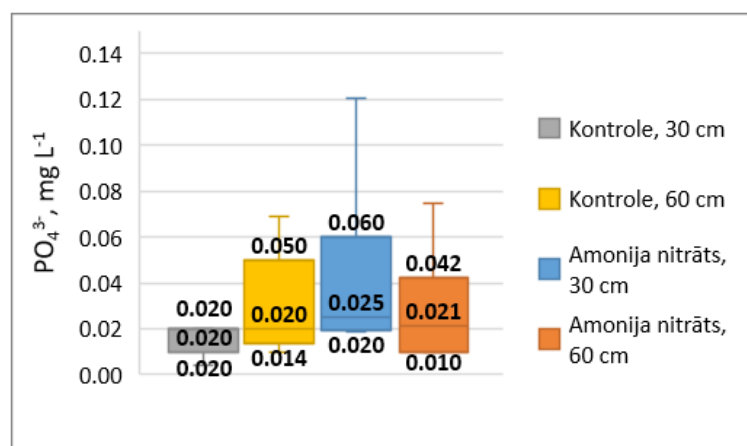


Att. 68: K (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.

Audzēs, kur veikta amonija nitrāta izkliede, novērota kālija koncentrācijas palielināšanās augsnes ūdens paraugos no izkliedes platībām.



Att. 69: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībā audzēs 11-18-5, 11-210-5 un 21-10-4.



Att. 70: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzē 21-49-14.

Pretēji kālija koncentrācijas izmaiņām augsnes ūdens paraugos (Att. 67, Att. 68), amonija nitrāta izkliedes platībās sausieņu mežaudzēs novērota fosfātu koncentrācijas samazināšanās.

Tab. 3: Mann-Whitney testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem novērojumu periodam 2017.-2018. gads

Parametrs	Dm 11-18-5, Dm 21-10-4, Ln 11-210-5		Dms 21-49-14	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
pH	0,017 ³	0,006 ³	0,682	0,503
K, mg L ⁻¹	0,951	0,771	0,003 ³	0,736
N _{kop} , mg L ⁻¹	0,004 ³	0,023 ³	0,002 ³	0,001 ³
PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	0,004 ³	0,003 ³	0,206	0,860

Salīdzinot ar rezultātiem no koksnes pelnu izkliedes platībām (Tab. 2), dotā izmēģinājuma ietvaros konstatētas lielākas atšķirības starp kontroles un amonija nitrāta izkliedes platībām. Būtiskas kopējā slāpekļa koncentrācijas atšķirības starp kontroles un izkliedes platībām novērotas visos parauglaukumos. Tomēr kopējā slāpekļa koncentrācijas augsnes ūdenī samazinās 2 mēnešu laikā pēc izkliedes.

Starpposma rezultātu kopsavilkums

Veicot atkārtotu veģetācijas uzskaiti, konstatēts, ka Ln audzēs parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, vērojama lielāka graudzāļu un auglīgākiem augšanas apstākļiem raksturīgo sugu sastopamība. Vienā no audzēm novērota lakstaugu sugu daudzveidības palielināšanās. Dm un Dms audzēs dominējošās sugas ir attiecīgajam meža tipam raksturīgās. Dms audzē parauglaukumos, kur izkliedēti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi, konstatēts lielāks nitrofilo sugu īpatsvars. Divās Dm audzēs parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, konstatēta statistiski būtiski lielāka Ellenberga skalas slāpekļa indikatorvērtība. Dms audzē konstatēta būtiski mazāka lakstaugu sugu daudzveidība, salīdzinot ar kontroli, bet šajā gadījumā galvenais iemesls var būt atšķirīgi mitruma apstākļi 2018. gada vasarā, jo vairākas kontroles parauglaukumos sastopamās sugas, kas nav novērotas parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, raksturīgas pushidromorfām augsnēm. Būtiski lielāka Ellenberga skalas indikatorvērtība slāpeklim parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, Dms audzē liecina par slāpekļa satura augsnē būtisku pieaugumu, kas, savukārt, norāda uz iespējamu slāpekļa deficītu pirms audzē pirms izmēģinājumu veikšanas. Kopumā var secināt, ka slāpekļa ienese radījusi labvēlīgākus apstākļus graudzālēm un nitrofilajām sugām. Atkārtota veģetācijas uzskaitē parādīs, vai šo tendenci var uzskatīt par ilglaicīgu.

Sausieņu mežaudzēs slāpekļis parasti ir koku augšanu limitējošais elements, un slāpekļa ienese pozitīvi ietekmē koku radiālo pieaugumu. Tomēr uzreiz pēc amonija nitrāta izkliedes augsnes ūdenī novērota strauja kopējā slāpekļa koncentrācijas

³ statistiski būtiskas atšķirības.

palielināšanās, kas 2 mēnešu laikā pēc izkriedes atkal samazinājās, kaut arī saglabājās lielāka nekā kontroles platībās. Atbilstoši sākotnējiem augsnes ūdens monitoringa rezultātiem var secināt, ka slāpekļa ienese izmēģinājumu platībās ietekmē augsnes ūdens kvalitāti īslaicīgi.

Slāpekļa izskalošanos var samazināt, ja amonija nitrāta izkriedi veic veģetācijas sezonas sākumā, kad augiem ir raksturīga aktīvāka barošanās, tāpēc pētījumā novērotā slāpekļa izskalošanās palielināšanās var būt saistīta ar nepieciešamību pakārtoties tehnikas pieejamībai, nevis optimālajam augsnes ielabošanas līdzekļu izkriedēšanas laikam.

Slāpekļa un koksnes pelnu izmantošanas ietekmes uz vidi izpēte susinātajos meža tipos vidēja vecuma skujkoku un bērza audzēs

Šajā darba uzdevumu grupā 2018. gadā veikts augsnes ūdens un vainaga caurteces ūdens monitorings, atkārtota veģetācijas uzskaitē, atkārtota lapu un skuju paraugu ievākšana un lapu laukuma indeksa mērījumi ilglaicīgo novērojumu parauglaukumos.

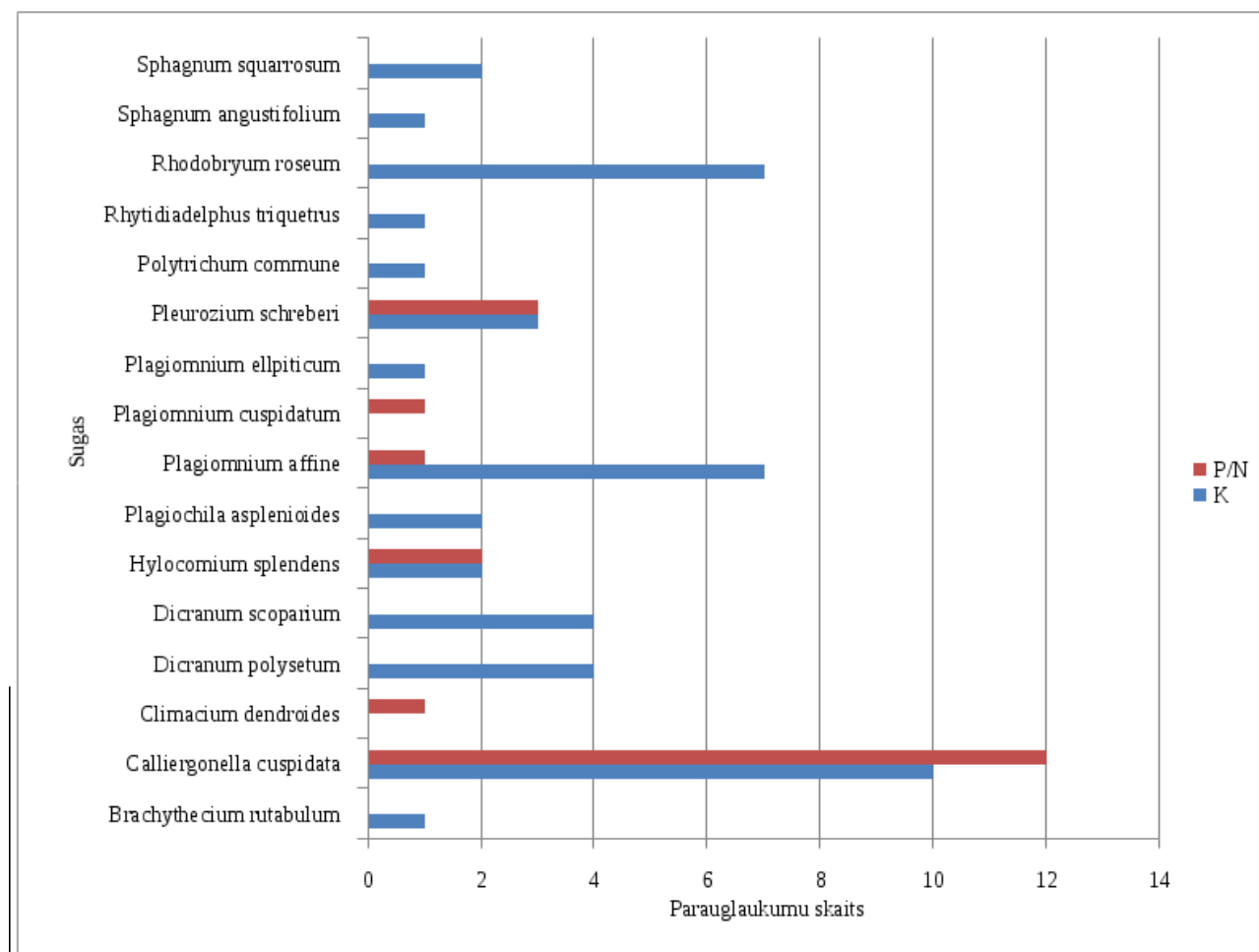
Veģetācijas raksturojums

2018. gadā veikta atkārtota veģetācijas analīze mežaudzēs, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkriedēti 2016.-2017. gados. Mežaudžu saraksts dots 1. pielikumā Tab. 9. Veģetācijas uzskaites rezultāti turpmākajās nodaļās apkopoti izmēģinājumu objektu griezumā.

31-165-20, Ks, B

Sūnu stāvā dominē *Calliergonella cuspidata*, kas raksturīga vidēji auglīgiem slapjajiem un liecina par mitriem apstākļiem. Gan kontroles, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota arī Ks raksturīgā *Hylocomium splendens*. Kontroles parauglaukumos bieži sastopamas arī Ks raksturīgās *Dicranum polysetum* un *Dicranum scoparium*, ko nevar novērot parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Tikai kontroles parauglaukumos novērota arī Ks raksturīgā *Brachythecium rutabulum*.

Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 14 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 6 sugas (Att. 71). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,82, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,22. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,000052$).

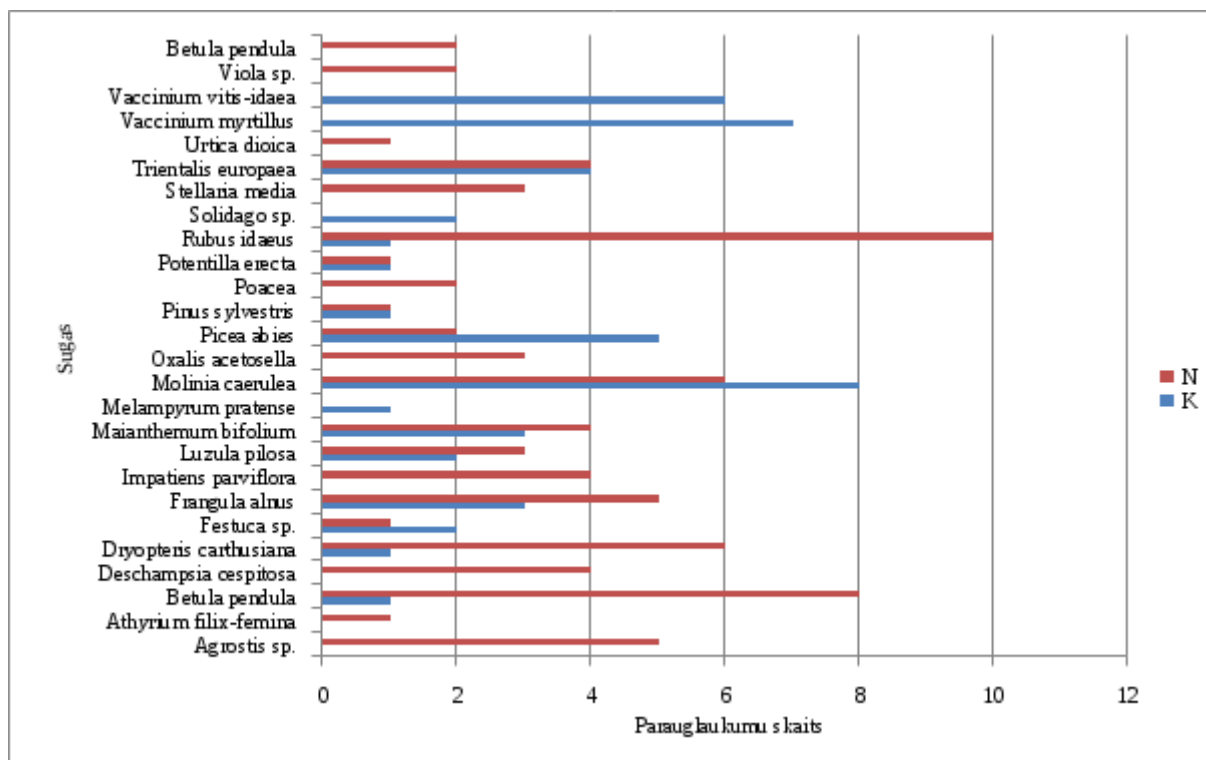


Att. 71: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglāukumos objektā 31-165-20.

Gan kontroles, gan parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, lakstaugu stāvā dominē *Agrostis canina*, kontroles parauglāukumos arī grīšļi, bet parauglāukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi – auzenes. Bieži sastopamas arī Ks raksturīgās sugas *Dryopteris carthusiana* un ēnmīlis *Oxalis acetosella*, kā arī *Paris quadrifolia* (raksturīga vidēji mitriem un pārmitriem mežiem Gr, Lk, Ap, Kp), *Lysimachia vulgaris* (Dms, Vrs, Db, Lk), *Luzula pilosa* (Ln, Dm, Km), kuru izplatība kontroles parauglāukumos ir lielāka, nekā parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Par mitriem apstākļiem liecina *Athyrium filix-femina* (Vr, Gr, Grs, Db, Lk, Ap, Kp.), grīšļi *Cirsium oleraceum*, *Galium palustre*, *Cirsium heterophyllum*, *Lysimachia vulgaris*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*. Savukārt, parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, lielāka izplatība novērota *Galium palustre* (raksturīga pārmitriem biotopiem), *Trientalis europaea* (raksturīga Vr), kā arī nitrofilajai *Urtica dioica*. Tikai parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopamas nitrofilās sugas *Stellaria media*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*, *Ranunculus repens*. Pamežā aug *Frangula alnus* un *Picea abies*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglāukumos novērotas 16 sugas, bet parauglāukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota 21 suga (Att. 72).

Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,68, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,12. Atšķirība ir statistiski būtiska ($p=0,0061$).



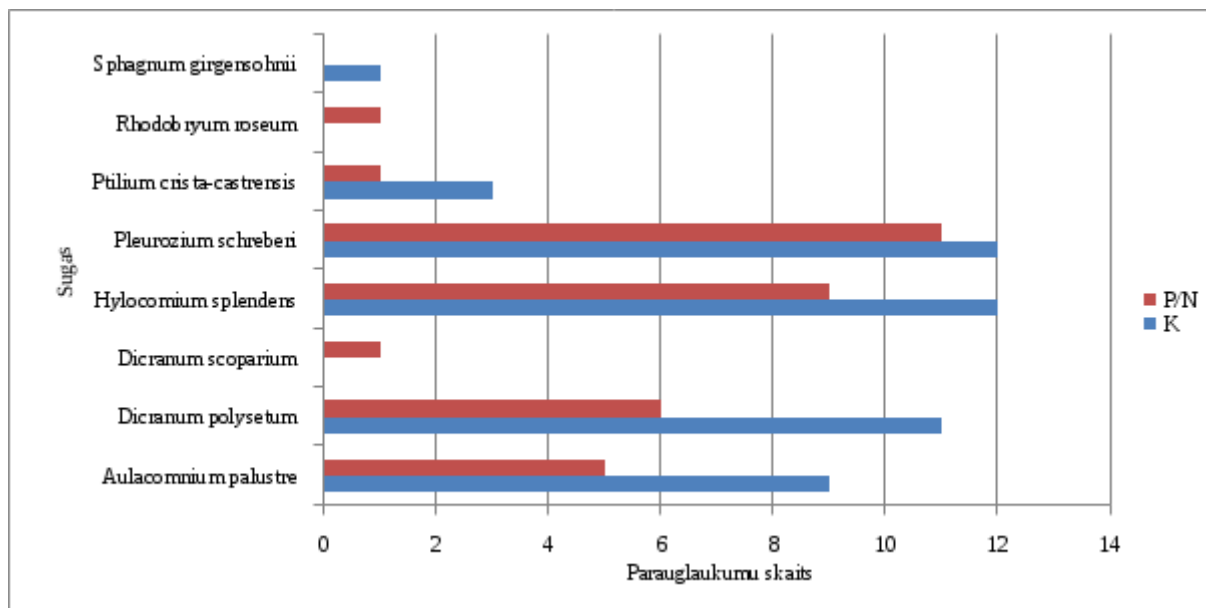
Att. 72: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 31-165-20.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,77$; reakcijai $R=4,37$ un slāpeklim $N=4,19$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,29$, $R=4,46$ un $N=5,37$. Atšķirība N ir statistiski būtiska ($p=0,00034$).

608-19-21, Ks, P

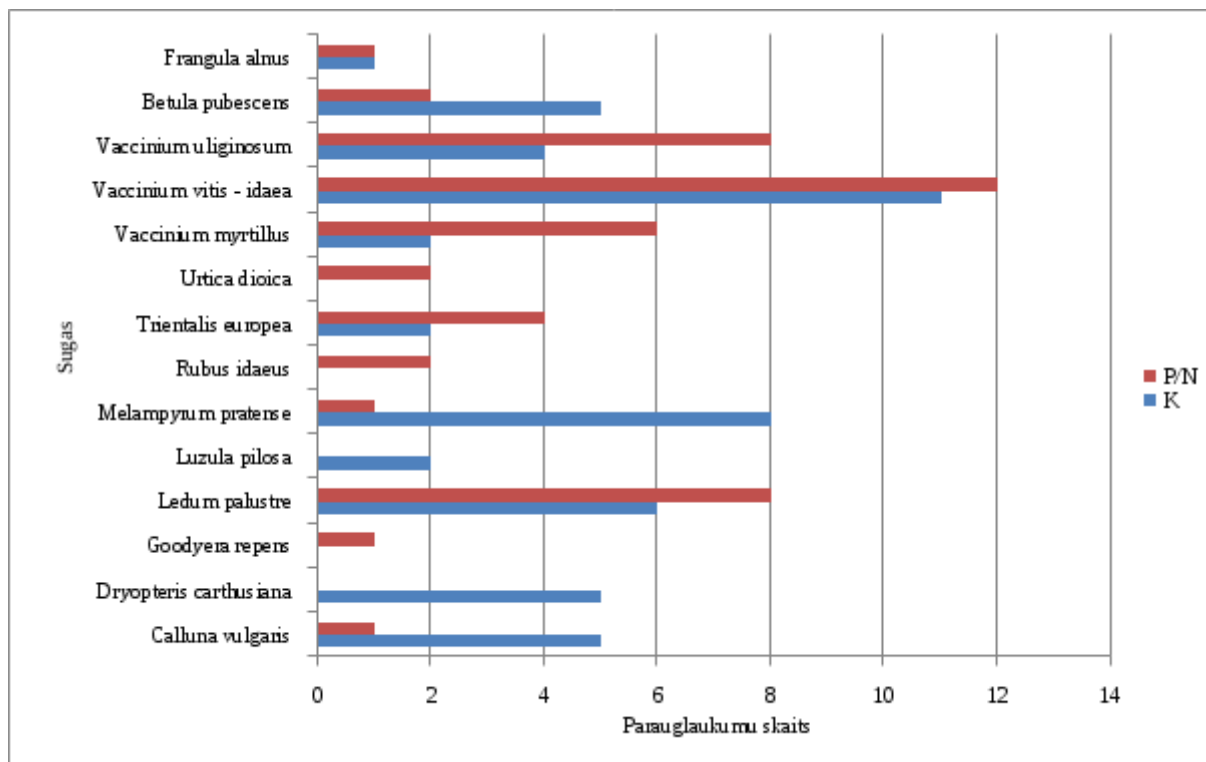
Sūnu stāvā dominē Ks raksturīgās *Pleurozium schreberi* un *Hylocomium splendens*. Bieži novērotas arī sūnas *Aulocomnium palustre* un *Dicranum polysetum*. *Aulocomnium palustre* nav raksturīga Ks. Šī suga norāda par mikroieplakām un lokāli mitru vietu. Novērota arī Latvijā mazizplatītā *Ptilium crista-castrensis*, kas arī sastopama mitrās un vidēji mitrās vietās. Visu minēto sūnu izplatība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir mazāka, nekā kontroles laukumos. Tikai kontroles parauglaukumos sastopamas Ks neraksturīgais sfagns *Sphagnum girgensohnii*, kas parasti sastopams slapjajā damaksnī un slapjajā vērī. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota *Dicranum scoparium*. Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 6, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 7 sugas (Att. 73). Vidējais Šenona daudzveidības indekss

kontroles parauglaukumos ir 1,032, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,52. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,00056$).



Att. 73: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 608-19-21.

Lakstaugu stāvā dominē Ks raksturīgais sīkkrūms *Vaccinium vitis-idaea*, kura izplatība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir lielāka. Gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, gan kontroles parauglaukumos bieži sastopams *Ledum palustre*, kontroles parauglaukumos – *Melampyrum pratense* (raksturīgs Mr, Ln, Dm) un parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – *Vaccinium uliginosum* (raksturīgs saulainām, slapjām vietām – augstajiem purviem un mitriem mežiem) un *Vaccinium myrtillus*. Bez jau nosauktajām sugām parauglaukumos, kur izklaidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, mazāka izplatība novērota *Calluna vulgaris* un *Betula pubescens* sējeņiem, bet lielāka – *Ledum palustre* un *Trientalis europaea*. *Ledum palustre* nav Ks raksturīga suga. Tā bieži sastopama purvainos mežos un pārejas purvos uz skābas augsnes, tādēļ liecina par mitru vietu. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Dryopteris carthusiana* un Ks neraksturīgo *Luzula Pilosa* (aug ēnainās vietās uz mālaines augsnes). Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Goodyera repens* (raksturīga sausām, ēnainām vietām), kā arī ar slāpekli bagātām augsnēm raksturīgās sugas *Rubus idaeus* un *Urtica dioica*. Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 11 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 12 sugas (Att. 74). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,38, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,11. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,029$). Pamežā aug *Betula pubescens* un *Frangula alnus*.

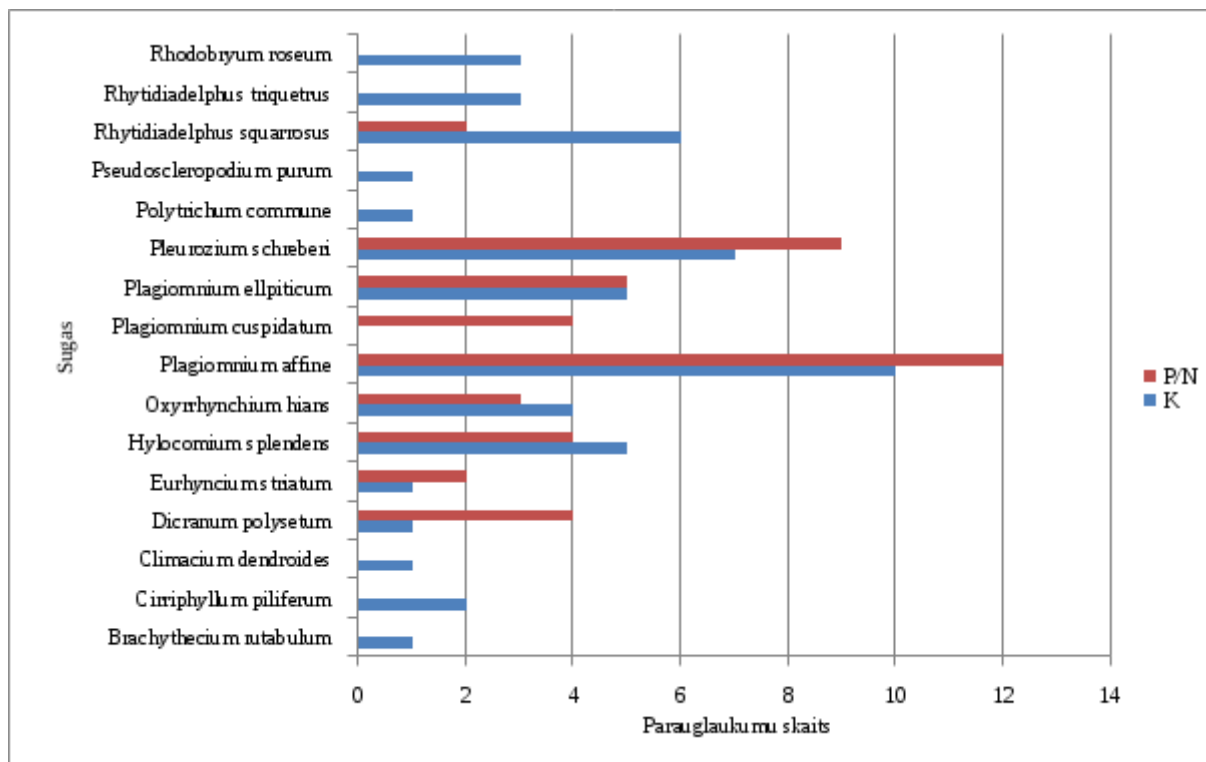


Att. 74: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 608-19-21.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,14$, reakcijai $R=3,024$ un slāpeklim $N=1,84$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,13$, $R=2,40$ un $N=2,29$. Atšķirības R ir statistiski būtiskas ($p=0,00056$).

609-18-1, Ks, E

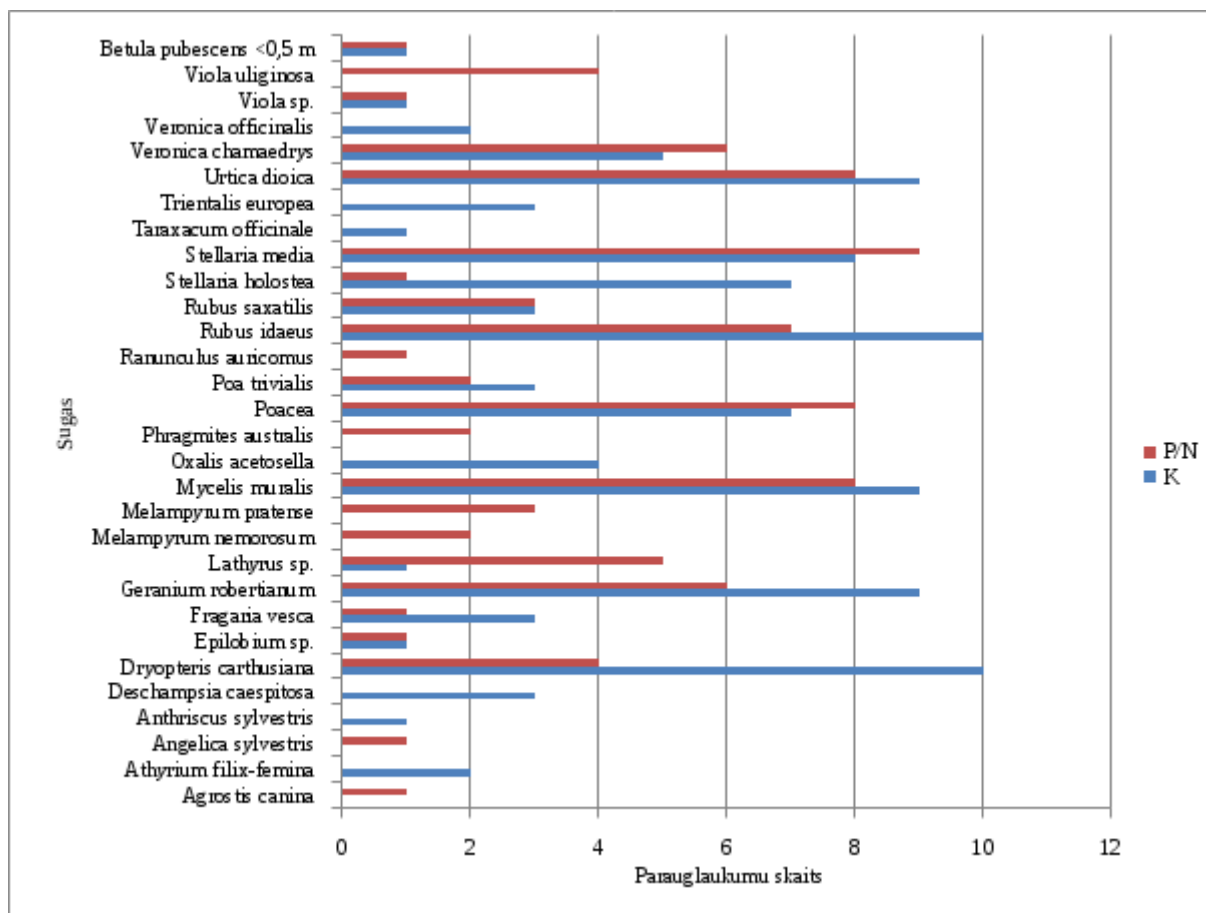
Sūnu stāvā dominē šaurlapju kūdrenim raksturīgās sugas *Plagiomnium affine*, *Plagiomnium ellipticum* un *Pleurozium schreberi*. Bieži sastopamas arī *Hylocomium splendens*, *Rhytidiadelphus squarrosus* un *Eurhynchium hians*. *Eurhynchium hians* ir eitrofiem augšanas apstākļiem raksturīga sūna, nav tipiska šaurlapu kūdrenim, taču tās izplatība ir nedaudz lielāka kontroles parauglaukumos. Parauglaukumos, kur ienests slāpekļis un koksnes pelni, mazāka izplatība novērota *Hylocomium splendens*, *Eurhynchium striatum* un *Rhytidiadelphus squarrosus*. Lielāka izplatība novērota *Dicranum polysetum*, *Eurhynchium striatum*, *Plagiomnium affine* un *Pleurozium schreberi*. Nav novērotas sūnu sugas *Brachythecium rutabulum*, *Cirriphyllum piliferum* un *Climacium dendroides*, *Polytrichum commune*, *Pseudoscleropodium purum*, *Rhytidiadelphus triquetrus* un *Rhodobryum roseum*. Savukārt kontroles parauglaukumos nav novērota sūna *Plagiomnium cuspidatum*. Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 15 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 9 sugas (Att. 75). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,25, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,19. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 75: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-18-1.

Lakstaugu stāva dominē Ks raksturīgās sugas *Dryopteris carthusiana*, *Geranium robertianum*, *Mycelis muralis*, *Fragaria vesca*, *Stellaria media* un *Urtica dioica*. *Geranium robertianum* nav tipiska šaurlapju kūdreņa suga. Latvijā tā sastopama ne pārāk bieži, mitrās un ēnainās vietās. Arī *Mycelis muralis* ir šaurlapju kūdrenim netipiska suga. Tas parasti aug grīnī un platlapju kūdrenī, ar barības vielām bagātā, kaļķainā augsnē. Parauglaukumos bieži sastopamas virzas, kas nav raksturīgas Ks augšanas apstākļiem. *Stellaria media* aug ar slāpekli bagātā augsnē. Cietā virza raksturīga Dm, Vr, Gr meža tipiem. Arī *Urtica dioica* ir eitrofa suga, kas pozitīvi reaģē uz palielinātu slāpekļa saturu augsnē. Bieži sastopamas arī graudzāles. Dīvos parauglaukumos sastopamas *Epilobium* sp., kas parasti sastopamas izcirtumos mitrās, pārpurvotās vietās. Novērota arī *Lathyrus* sp., kurai raksturīgie augšanas apstākļi ir skraji meži un izcirtumi, kā arī kaļķaina augsne. *Melampyrum nemorosum* ir raksturīga suga platlapju mežiem, savukārt *Melampyrum pratense* parasti sastopams sausos skujkoku mežos (Mr, Ln, Dm). Par lokāli mitrām vietām divos apakšparauglaukumos liecina *Phragmites australis* sastopamība. *Viola uliginosa*, kuras dažus eksemplārus var novērot parauglaukumos, Latvijā sastopama izklaidus un samērā reti, parasti mitrās, purvainās vietās. Savukārt *Veronica officinalis* ir sausieņu mežu suga, kas arī sastopama izcirtumos. Vietām sastopami *Betula pubescens*, *Picea abies*, *Frangula alnus*, *Quercus robur* sējeņi. Lakstaugu stāvā kopumā identificētas 32 sugas. Nav sastopamas šaurlapju kūdrenim raksturīgās sugas *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Calamagrostis* sp., *Molinia* sp., *Maianthemum* sp. un *Lycopodium annotinum*. Kopumā lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas

līdzekļi, novērotas 23 sugas (Att. 76). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,75, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,80. Atšķirības nav statistiski būtiskas. Pamežā vietām aug *Betula pubescens*.



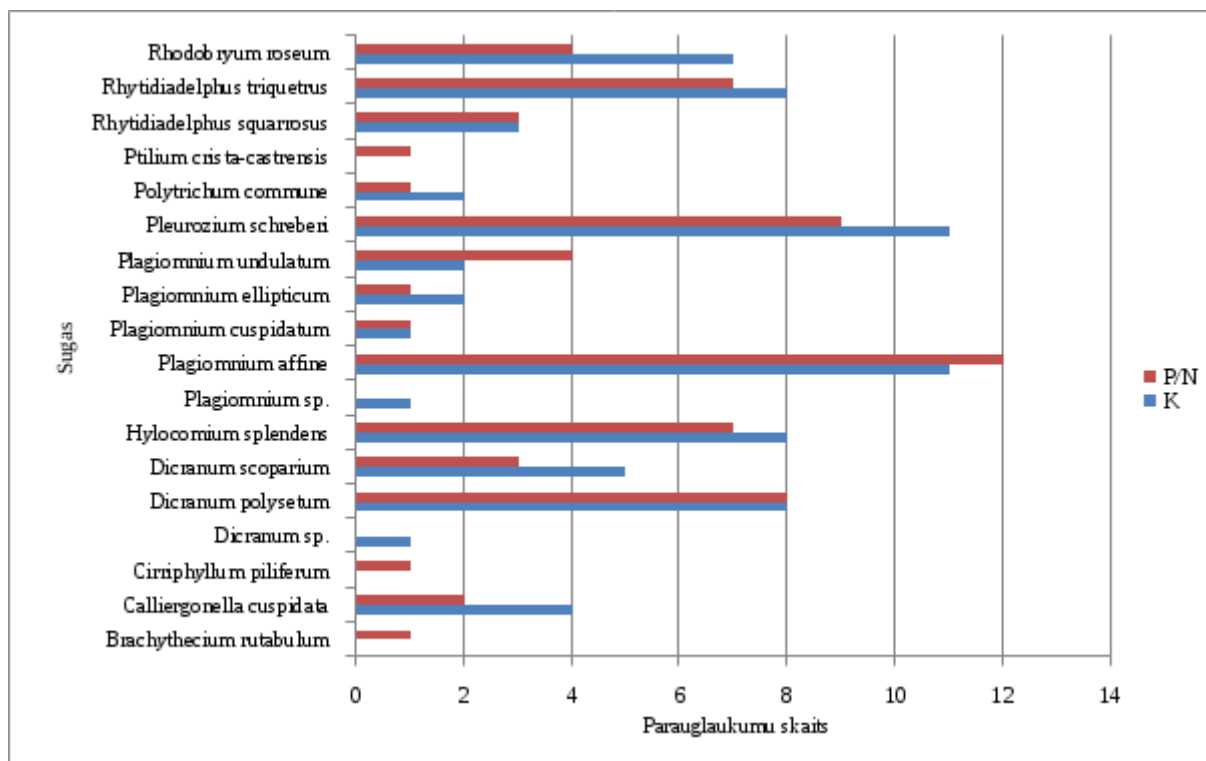
Att. 76: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-18-1.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai L=5,93, reakcijai R=3,01 un slāpeklim N=2,60, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – L=5,60, R=3,55 un N=3,81. Atšķirības N ir statistiski būtiskas ($p=0,007$).

609-29-33, As, E

Sūnu stāvā dominē *Plagiomnium affine* un *Pleurozium schreberi*. Bieži sastopamas arī *Dicranum polysetum*, *Hylocomium splendens* un *Rhytidiadelphus triquetrus*. Novērotas arī *Calliergonella cuspidata* un *Rhodobryum roseum*, kas raksturīgas vidēji auglīgiem slapjajiem. Bieži novērota arī *Plagiomnium ellipticum*, kas parasti sastopama mitrās vietās trūdvielām un minerālvielām bagātā augsnē. Sūnu izplatība kontroles parauglaukumos, izņemot *Plagiomnium affine* un *Plagiomnium undulatum* ir lielāka, nekā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Tikai parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Cirriphyllum piliferum* un *Ptilium crista-castrensis* (raksturīga suga Mrs un Dms). Kopumā sūnu stāvā

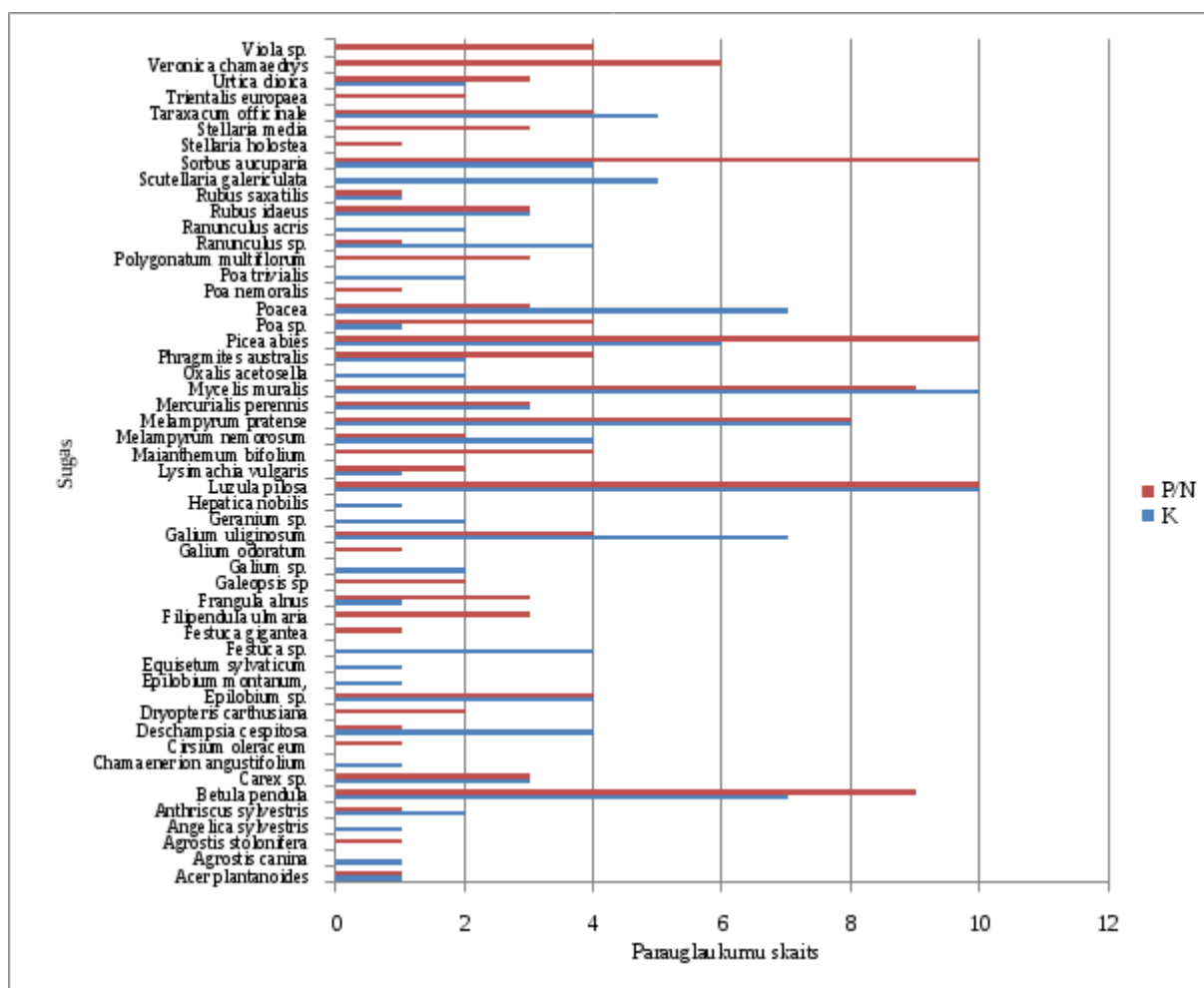
kontroles parauglaukumos novērotas 15, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 16 sugas (Att. 77). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,28, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,0054. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 77: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-29-33.

Lakstaugu stāvā dominē *Luzula pilosa* (raksturīga Ln, Dm un Km) un *Mycelis muralis* (raksturīgs Gr un Kp, liecina par mitru vietu, barības vielām bagātu un kaļķainu augsni), kura izplatība kontroles parauglaukumos ir nedaudz lielāka. Bieži sastopams arī *Melampyrum pratense* (raksturīgs Mr un Ln, Dm). Kontroles parauglaukumos izteikti biežāk kā ielabotajā var novērot arī *Galium uliginosum*, kas liecina par mitru vietu. Parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, lielāka izplatība novērota *Lysimachia vulgaris* (raksturīga Dms, Vrs, Db, Lk), *Urtica dioica* (nitrofila suga), *Phragmites australis* (liecina par pārmitru vietu), bet mazāka – *Anthriscus sylvestris*, *Deschampsia caespitosa*, *Melampyrum nemorosum*, *Mycelis muralis*, *Poacea*, *Ranunculus sp*, *Taraxacum officinale*, *Veronica chamaedris*, *Viola sp*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot tādas sugas kā *Agrostis stolonifera*, *Cirsium oleraceum* (sastopama izcirtumos, slapjās vietās), *Festuca gigantea*, *Filipendula ulmaria* (raksturīga suga purvainiem Db, Lk), *Galeopsis sp*. (runderālas sugas, sastopamas izcirtumos), *Galium odoratum* (raksturīga Gr), *Maianthemum bifolium* (sastopama dažādos meža tipos, tajā skaitā As, aug ēnainās vietās), *Poa nemoralis* (raksturīga Vr, Gr, bet sastopama dažādos mežos), *Stellaria holostea*, *Stellaria media* (aug ar slāpekli bagātās augsnēs), *Tilia cordata* sējeņus. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot *Chamaenerion angustifolium*, *Epilobium*

montanum (runderālas sugas, ieviešas izcirtumos), *Equisetum sylvaticum* (raksturīga ēnainiem, mitriem skujkoku mežiem, galvenokārt, Vr un Vrs), *Festuca sp.*, *Galium sp.*, *Geranium sp.*, *Hepatica nobilis* (Dm, Gr), *Oxalis acetosella*, *Poa trivialis* (skrajās mežos), *Ranunculus acris* (izplatīta dažādos mežos visā Latvijā), *Scutellaria galericulata* (raksturīga pārmitriem mežiem, galvenokārt Grs, Db), *Veronica officinalis* (raksturīga Ln, Dm). Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 37 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 39 sugas (Att. 78). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 2,051, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 2,026. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

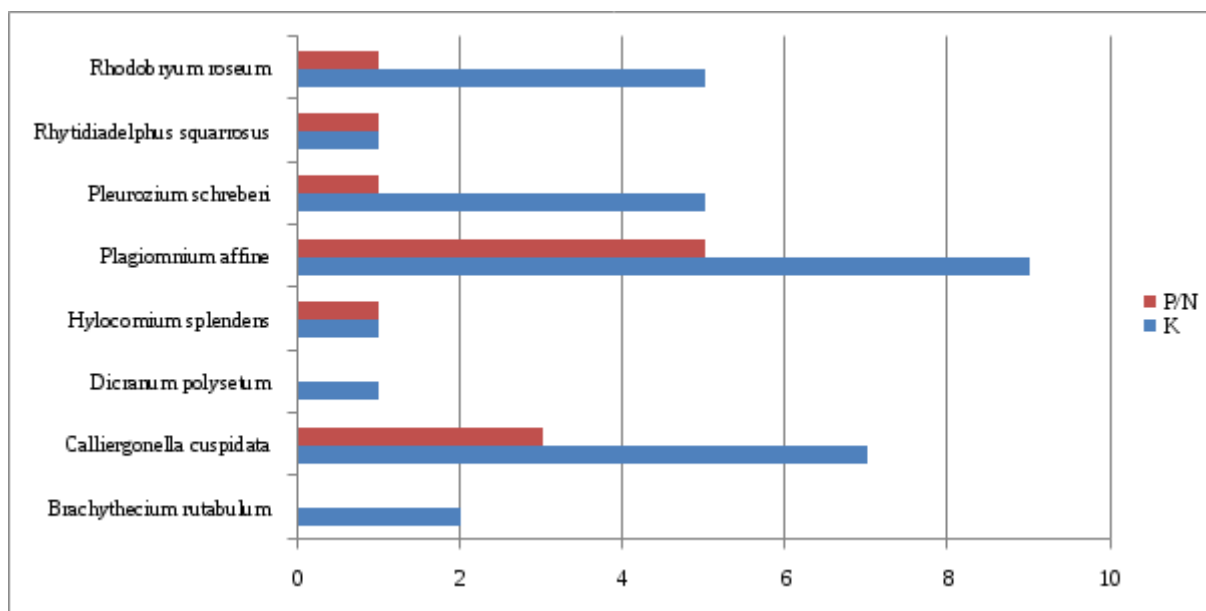


Att. 78: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-29-33.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,52$, reakcijai $R=4,19$ un slāpeklim $N=4,42$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=5,30$; $R=4,59$ un $N=4,79$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

609-34-24, As, B

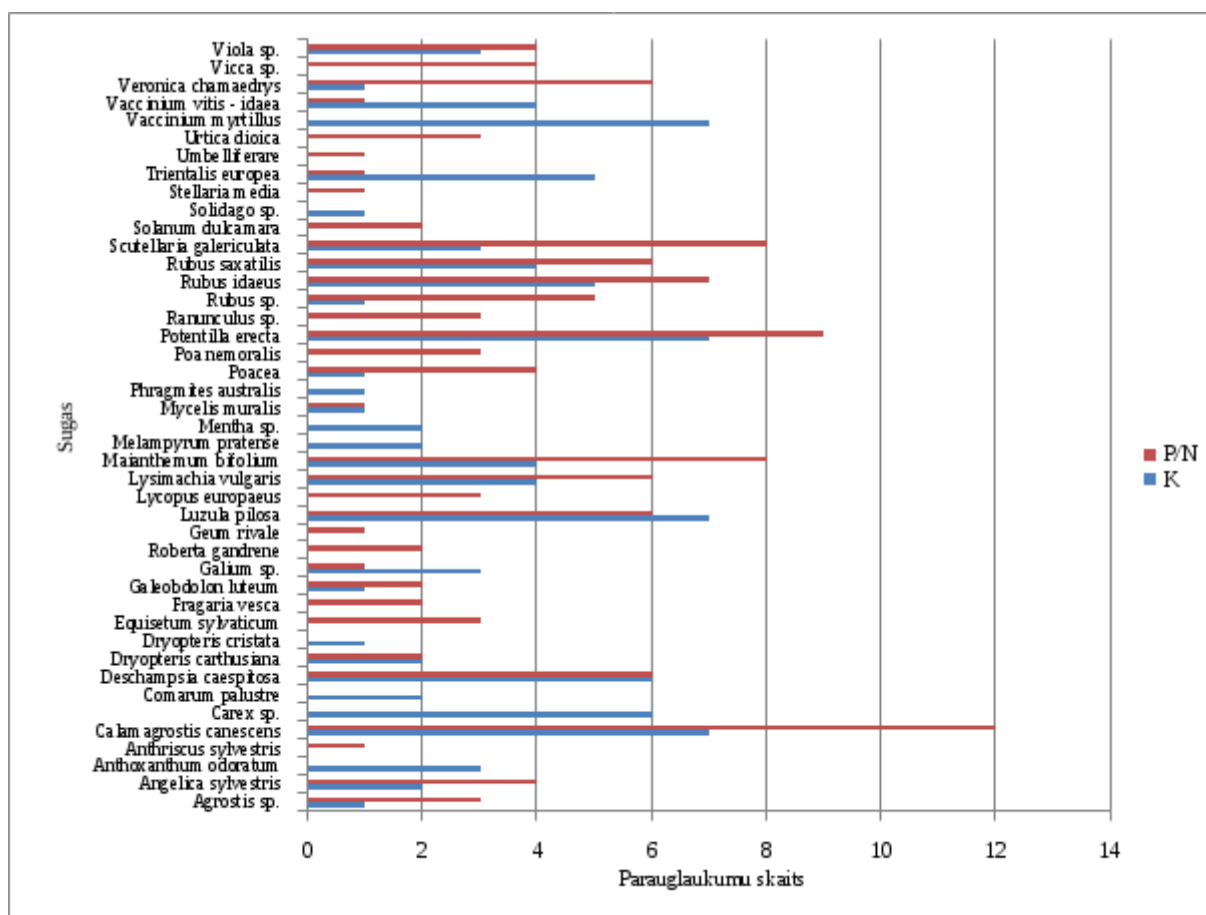
Sūnu stāvā dominē As tipiskā *Plagiomnium affine*. Kontroles parauglaukumos bieži sastopamas arī *Calliergonella cuspidata* (raksturīga vidēji auglīgiem slapjajiem, norāda par mitrumu) un *Pleurozium schreberi* (raksturīga visiem mežu tipi), taču parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, šo sūnu sastopamība ir ievērojami mazāka. Sastopamas arī As neraksturīgas sugas *Rhytidiadelphus squarrosus* (Mr, Dm, Mrs, Dms). Tikai kontroles parauglaukumos var novērot eitrofo sūnu *Brachythecium rutabulum*. Kopumā kontroles parauglaukumos sūnu izplatība ir lielāka nekā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 8 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 6 sugas (Att. 79). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,73, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,24. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,0077$).



Att. 79: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-34-24.

Lakstaugu stāvā dominē As tipiskā *Calamagrostis canescens*, kas liecina par pārmitriem apstākļiem. Gan kontroles gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, bieži sastopama arī dažādiem biotopiem raksturīgā *Deschampsia cespitosa* (pārsvarā augšanas apstākļu tipi Dm, Dms, Vrs, Nd), kas vietām veido pat 90% segumu un *Luzula pilosa* (raksturīga Ln, Dm, Km). Bieži sastopamas arī *Potentilla erecta* (Dms, liecina par mitrumu, skraju vietu), As raksturīgais ēnmīlis *Maianthemum bifolium*, ar slāpekli bagātām augsnēm raksturīgā *Rubus idaeus*, As raksturīgā *Rubus saxatilis*. Parauglaukumos, kur izklaidēts slāpeklis un koksnes pelni, biežāk novērota pārmitriem mežiem raksturīgā *Scutellaria galericulata*, kā arī dažādos biotopos sastopamā *Veronica chamaedrys* un auglīgiem mežiem raksturīgā *Galeobdolon luteum* (raksturīga Dm, Gr,

Ap, Kp), Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot ēnainām, mitrām vietām raksturīgās *Equisetum sylvaticum*, *Geranium robertianum*, *Geum rivale*, mitrām vietām raksturīgās nitrofilās suga *Lycopus europaeus* un *Solanum dulcamara*, nitrofilās *Stellaria media* un *Urtica dioica*, Ln un Dm raksturīgo *Fragaria vesca*, Vr un Gr raksturīgo *Poa nemoralis*, trūdvielām bagātām augsnēm raksturīgo *Vicia sp.*. Kopumā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota lielāka lakstaugu izplatība nekā kontroles parauglaukumos. Izņēmums ir kalcifobā *Trientalis europaea*, kā arī acidofilais, zema slāpekļa saturam pielāgojušais sīkkrums *Vaccinium vitis-idaea* un *Luzula pilosa*. Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 30, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 34 sugas (Att. 80). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,67, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 2. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($p=0,027$). Pamežā aug *Corylus avellana*, *Frangula alnus*.

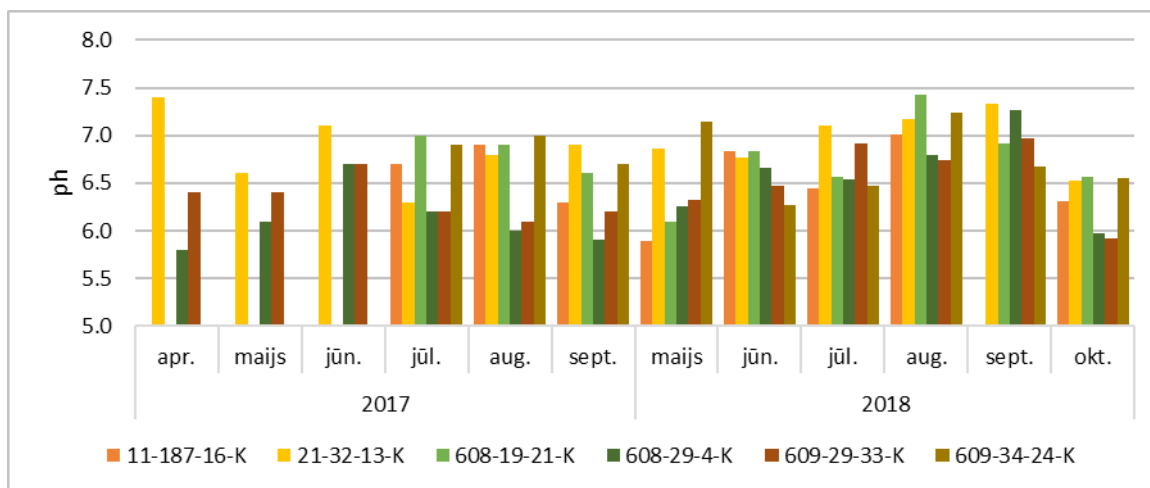


Att. 80: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu un koksnes pelniem apstrādātajos (P/N) apakšparauglaukumos objektā 609-34-24.

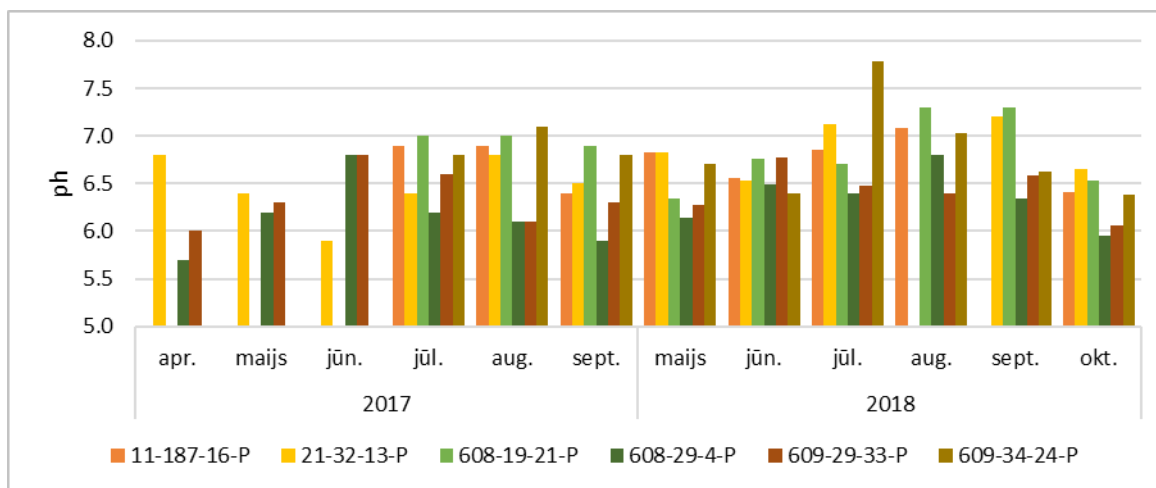
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,15$, reakcijai $R=4,63$ un slāpeklim $N=3,74$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,21$, $R=5,69$ un $N=4,89$. Atšķirības R un N ir statistiski būtiskas (attiecīgi, $p=0,00042$ un $p=0,00036$).

Vainaga caurteces ūdens monitorings

Vainaga caurteces ūdens monitorings veikts audzēs 011-187-16 (KpE46), 021-32-13 (AsB29), 608-19-21 (KmP51), 608-29-4 (AmP57), 609-29-33 (AsE30), 609-34-24 (AsB29, kur katrā izvietoti 2 monitoringa komplekti. Šajos demonstrējuma objektos augsnes ielabošana ar koksnes pelniem veikta 2016. gada oktobrī (KpE46 un AsB29) un 2017. gada februārī (KmP51, AmP57, AsE30, AsB29), un ar amonija nitrātu – 2017. gada jūnijā/jūlijā. Ievākto nokrišņu paraugu analīžu rezultāti (pH, N_{kop} , $mg\ L^{-1}$, K, $mg\ L^{-1}$, PO_4^{3-} , $mg\ L^{-1}$) norādīti attēlos Att. 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87 un 88.



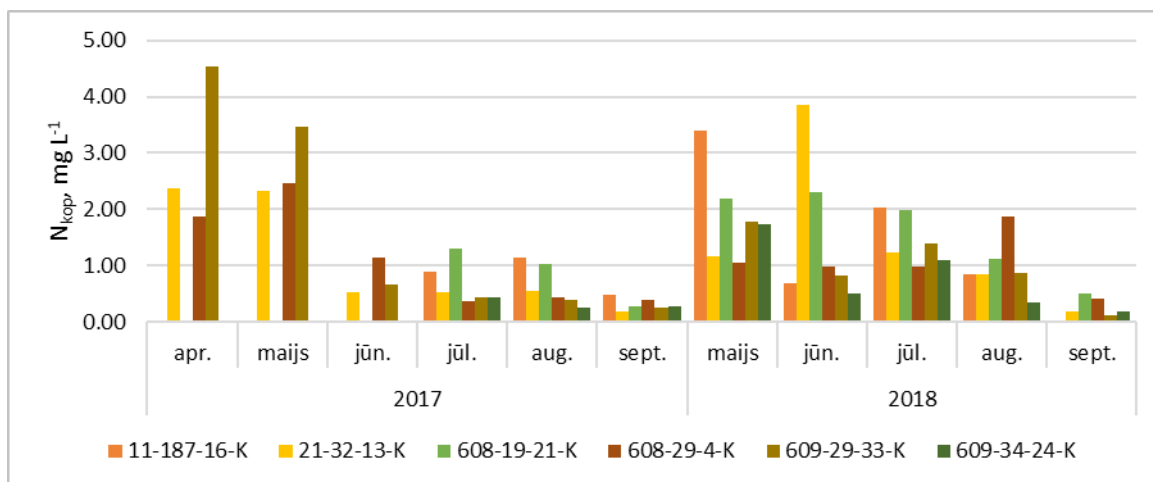
Att. 81: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.



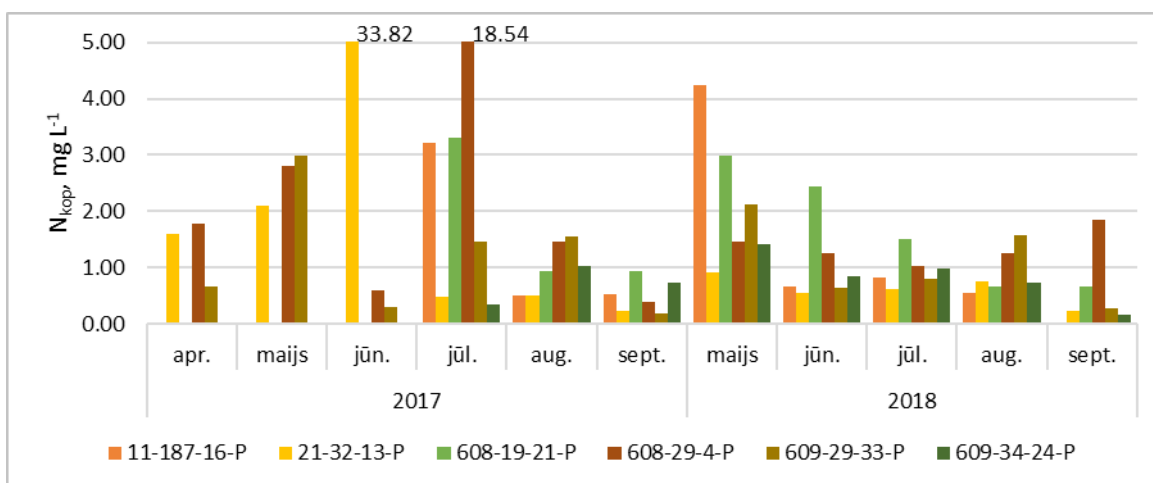
Att. 82: pH līmenis nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu pH vērtības novērojumu periodā variē no 5,8 līdz 7,4 $mg\ L^{-1}$ kontroles un no 5,7 līdz 7,8 $mg\ L^{-1}$ augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes platībās. Audzēs 021-32-13 un 609-34-24 abās monitoringa platībās noteiktas salīdzinoši augstāks pH līmenis ūdens paraugos. Šajās audzēs valdošā suga ir bērzs. Vainaga caurtece izmaina nokrišņu ūdens īpašības, kā arī platlapju koku lapas atbrīvo

vairāk bāzisko katjonu nekā skujkoki (Tērauda, 2008), attiecīgi, tas pamato augstāku pH līmeni audžu 021-32-13 un 609-34-24 vainaga caurteses ūdens paraugos.

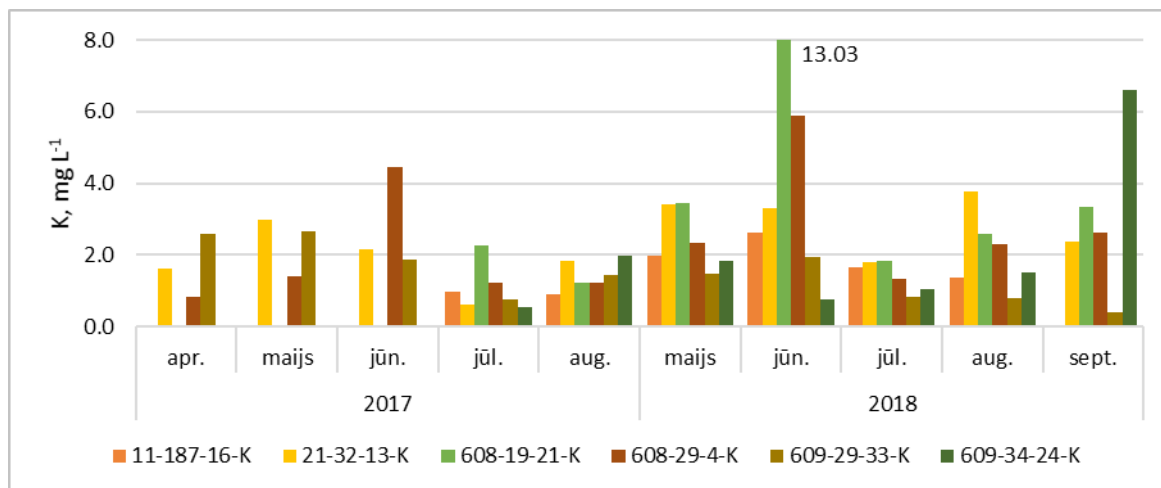


Att. 83: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

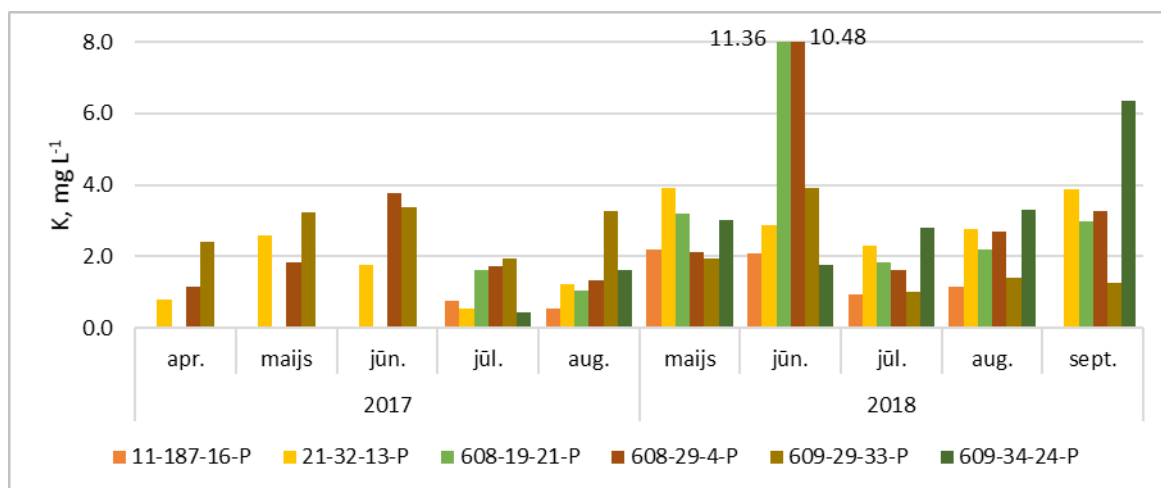


Att. 84: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.

Vainaga caurteses ūdens paraugu kopējā slāpekļa koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,12 līdz 4,53 mg L⁻¹ kontroles un no 0,15 līdz 33,82 mg L⁻¹ pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši 0,88 un 0,92 mg L⁻¹. Vainaga caurteses ūdens paraugos no audžu 609-29-33 un 609-34-24 izkliedes platībām neparādās būtisks kopējā slāpekļa koncentrācijas pieaugums pēc meža augsnes ielabošanas ar amonija nitrātu. Savukārt ūdens paraugos no izkliedes platībām audzēs 11-187-16, 21-32-13, 608-19-21, 608-24-4 parādās kopējā slāpekļa koncentrācijas pieaugums. 2018. gada maijā ievāktajos vainaga caurteses ūdens paraugos salīdzinoši lielāka kopējā slāpekļa koncentrācija norāda uz iespējamu paraugu piesārņojumu ar ziedputekšņiem.

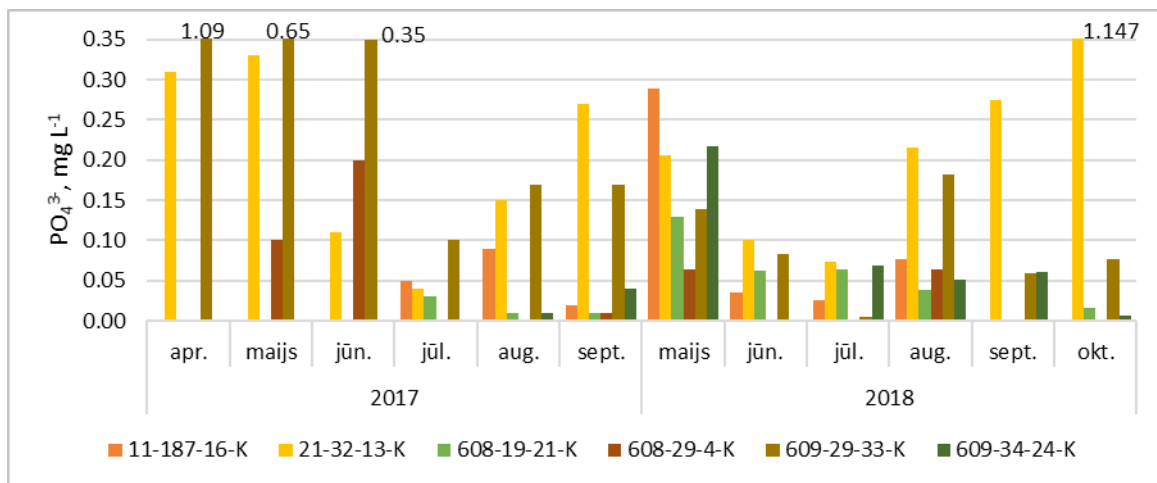


Att. 85: K (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.

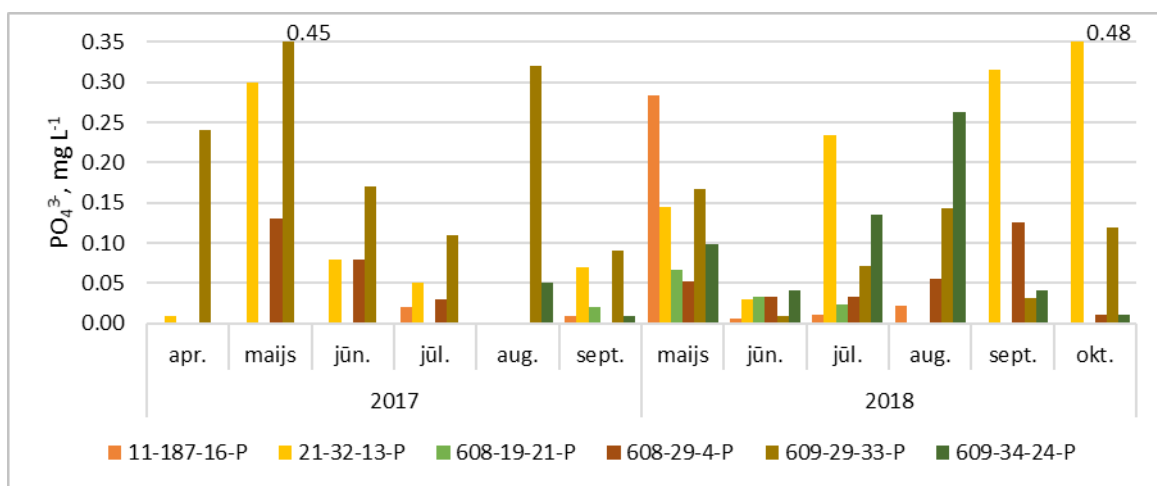


Att. 86: K (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.

Vainaga caurteses ūdens paraugu kālija koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,40 līdz 13,03 mg L⁻¹ kontroles un no 0,43 līdz 11,36 mg L⁻¹ koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši 1,83 un 2,10 mg L⁻¹. Atsevišķās augstās vērtības var norādīt uz iespējamu nobiru nokļūšanu nokrišņu savācējos. Lielāka mediāna, kas attiecināma uz izkliedes platībām (līdzīgi kā pirmajā darba uzdevumu grupā, Att. 17, Att. 18), var norādīt, ka koki ir uzņēmuši audzē izkliedētos pelnus, kas, attiecīgi, ietekmē vainaga caurteses ūdens ķīmiskos parametrus (K, mg L⁻¹ un PO₄³⁻ koncentrācijas). Secināts, ka priežu mežu ekosistēmās vainaga caurteses ūdenī ir lielāka K⁺ koncentrācija nekā atklāta lauka nokrišņos (Tērauda, 2008). Proti, koku vainaga (skuju un lapu) ķīmiskais sastāvs ietekmē cauri plūstošu nokrišņu ūdens ķīmisko sastāvu.



Att. 87: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos kontroles platībās.



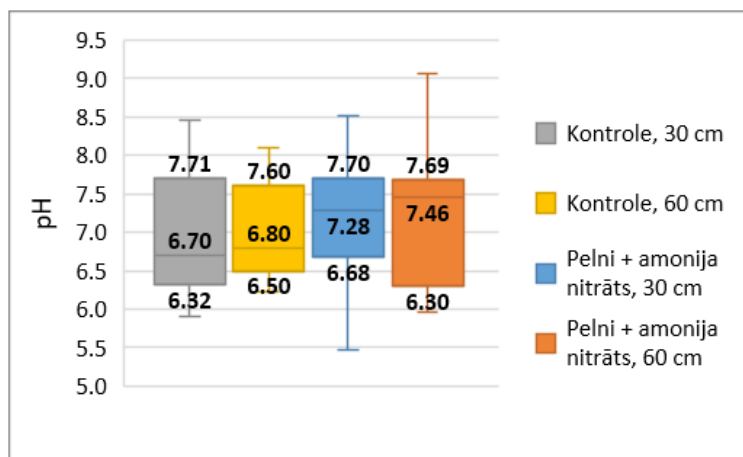
Att. 88: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās.

Vainaga caurteces ūdens paraugu fosfātu koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,001 līdz 1,147 mg L^{-1} kontroles un no 0,001 līdz 0,477 mg L^{-1} koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna – atbilstoši, 0,074 un 0,061 mg L^{-1} . Kontroles un izkliedes platību vidējās vērtības neparāda koksnes pelnu izkliedes ietekmi vainaga caurteces ūdens ķīmisko sastāvu, tomēr rezultāti būtu jāinterpretē, izvērtējot arī skuju ķīmiskā sastāva parametrus. Atsevišķas augstās fosfātu vērtības norāda uz iespējamu ziedputekšņu ietekmi pavasara periodā ievāktos paraugos vai arī uz parauga piesārņojumu ar nobīrām.

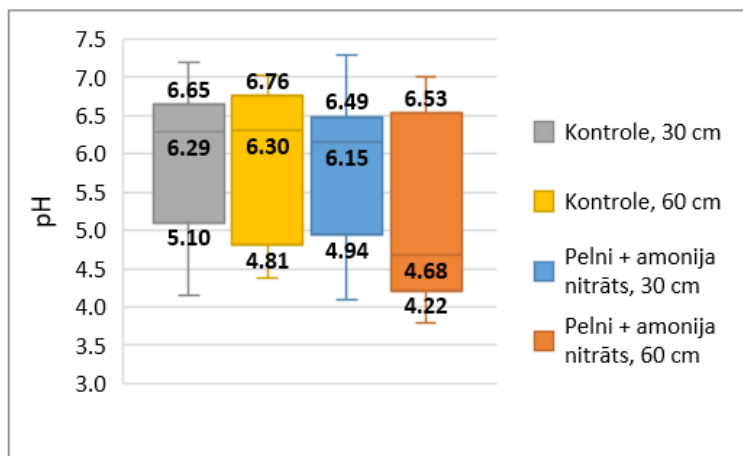
Augsnes ūdens monitorings

Augsnes ūdens monitorings veikts audzēs 011-187-16 (KpE46), 021-32-13 (AsB29), 608-19-21 (Kmp51), 608-29-4 (AmP57), 609-29-33 (AsE30), 609-34-24 (AsB29), kur katrā izvietoti 2 monitoringa komplekti. Demonstrējuma objektos augsnes ielabošana ar koksnes pelniem veikta 2016. gada oktobrī (011-187-16 un 021-32-13) un 2017. gada februārī (608-19-21, 608-29-4, 609-29-33, 609-34-24), un ar amonija nitrātu –

2017. gada jūnijā/jūlijā. Ievāktā augsnes ūdens paraugu analīžu rezultāti (pH, N_{kop} , mg L^{-1} , K, mg L^{-1} , PO_4^{3-} , mg L^{-1}) norādīti attēlos Att. 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95 un 96.

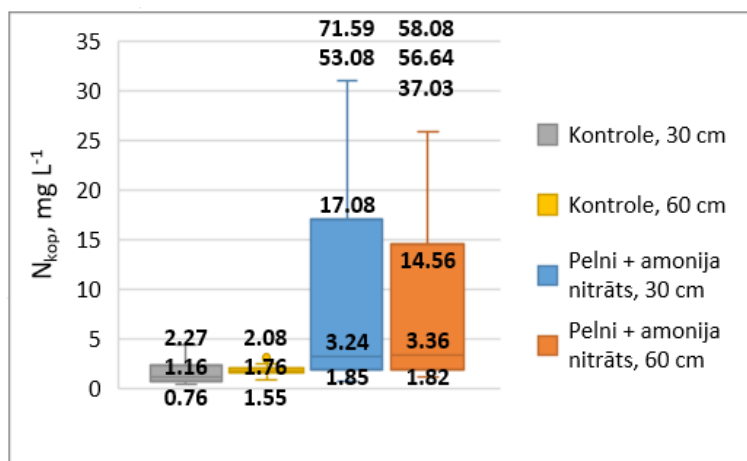


Att. 89: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.

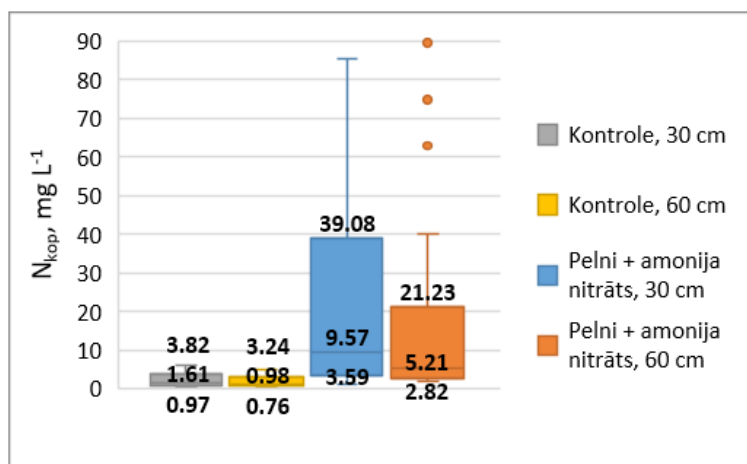


Att. 90: pH līmenis augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.

Koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās novērotas lielākas pH līmeņa svārstības nekā kontroles platībās. Salīdzinot ar kontroles platībām, būtiska pH līmeņa pazemināšanās novērota tikai audzēs 608-29-4 un 608-19-21.

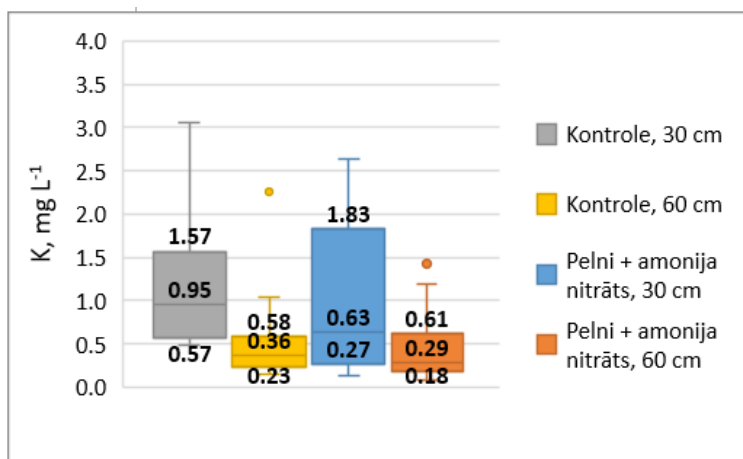


Att. 91: N_{kop} ($mg L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.

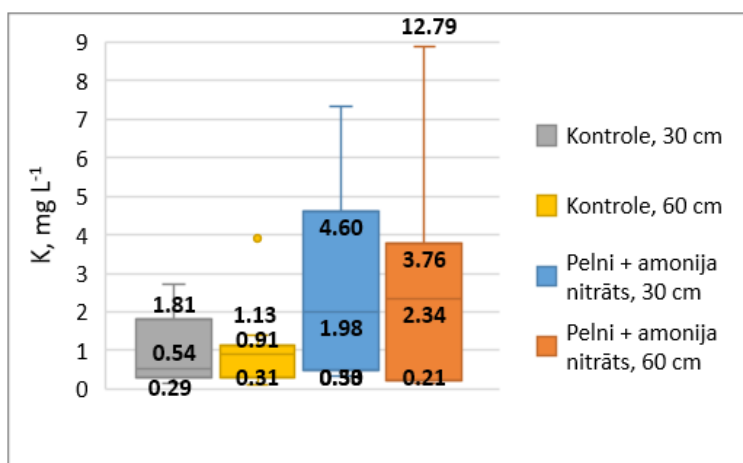


Att. 92: N_{kop} ($mg L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.

Lielākajā daļā no izkliedes platībām konstatēta izkliedētā amonija nitrāta ieskalošanos dziļākajos augsnes slāņos. Atkarībā no audzes būtiska kopējā slāpekļa koncentrācijas samazināšanās novērota jau nākamajā mēnesī. Atsevišķās novērojumu platībās (608-29-4 un 608-19-21) slāpekļa koncentrācija būtiski samazinās 3 mēnešu laikā.

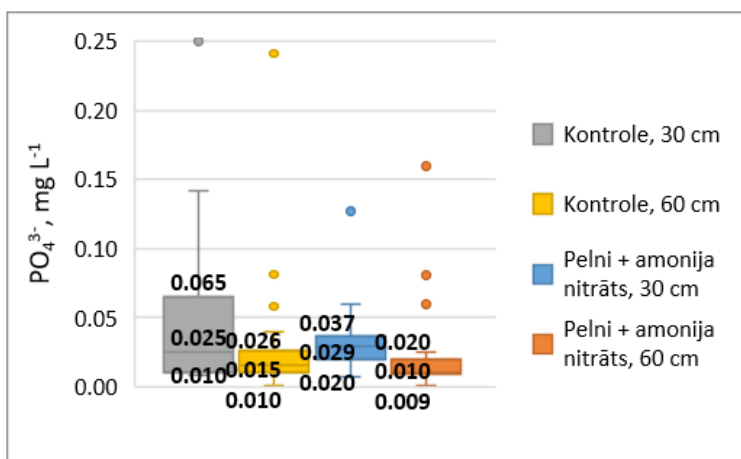


Att. 93: K (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.

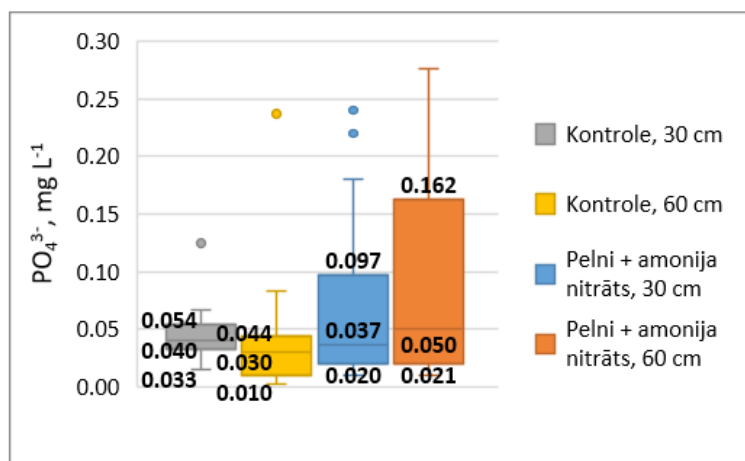


Att. 94: K (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.

Koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes platībās novērotas lielākas kālija koncentrācijas svārstības, nekā kontroles platībās. Salīdzinot ar kontroles platībām, būtisks kālija koncentrācijas pieaugums novērots tikai audzē 608-29-4. Jāpiemin, ka datu par kāliju augsnes ūdenī līdz 30 cm audzei 608-29-4 bieži iztrūkst, jo lizimetri neuzkrāja pietiekamu ūdens daudzumu, kas nepieciešams visu darba uzdevumos noteikto parametru noteikšanai. Attiecīgi, kālija koncentrācijas pieaugumu varēja novērot tikai dziļākos augsnes ūdens slāņos.



Att. 95: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 021-32-13, 609-29-33 un 609-34-24.



Att. 96: PO_4^{3-} (mg L^{-1}) koncentrācija augsnes ūdens paraugos koksnes pelnu un amonija nitrāta izkliedes un kontroles platībās audzēs 011-187-16, 608-29-4 un 608-19-21.

Lai arī atsevišķās audzēs ir konstatētas fosfāta koncentrāciju izmaiņas augsnes ūdens šķīdumā izkliedes platībās, tomēr pieaugums nav būtisks. Koksnes pelni ir fosfora avots, tomēr tā pieejamību var ierobežot dzelzs saturs, kas ir raksturīgs susinātām kūdras augsnēm. Dzelzs saturs kūdras augsnē var mainīties atkarībā no meža tipa (Westman, C.J. & Laiho, R., 2003).

Barības vielu saturs augsnē var atšķirties dažādos meža augšanas apstākļu tipos, tādēļ, veicot datu statistisko analīzi, augsnes ūdens paraugu analīžu rezultāti apvienoti 4 grupās (Tab. 4).

Tab. 4: Mann-Whitney testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem novērojumu periodam 2017.-2018. gads

Parametrs	As 21-32-13, As 609-29-33, As 609-34-24		Kp 011-187-16		Am 608-29-4		Km 608-19-21	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
pH	0,342	0,995	0,083	0,929	0,041 ⁴	0,008 ⁴	0,167	0,028 ⁴
K, mg L ⁻¹	0,308	0,789	0,123	0,317	0,083	0,001 ⁴	0,157	0,699
N _{kop} , mg L ⁻¹	0,002 ⁴	0,000 ⁴	0,005 ⁴	0,059 ⁴	0,025 ⁴	0,003 ⁴	0,011 ⁴	0,020 ⁴
PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	0,722	0,132	0,962	0,199	0,724	0,119	0,240	0,088

Līdzīgi kā trešās darba grupas testa rezultātos (Tab. 3) augsnes ūdens paraugos starp kontroles un izmēģinājuma platībām konstatētas būtiskas atšķirības kopējā slāpekļa koncentrācijā. Būtiskas atšķirības nosaka augsnes ūdens monitoringā konstatētas paaugstinātas slāpekļa koncentrācijas pēc amonija nitrāta izkliedes, kā arī salīdzinoši īss novērojumu periods. Izmēģinājuma platībās konstatēta salīdzinoši augstāka kālija koncentrācija izkliedes platībās, tomēr būtiski augstāka kālija koncentrācija novērota augsnes ūdenī līdz 60 cm audzē 608-29-4. Līdzīgi rezultāti novēroti arī pirmās darba uzdevumu grupas testa rezultātos (Tab. 2) damakšņa audzēs. Arī pirmās darba uzdevumu grupas testa rezultātos (Tab. 2), augsnes ūdens paraugos starp kontroles un izmēģinājuma platībām netika konstatētas būtiskas atšķirības fosfātu koncentrācijā. Kā norādīts pētījuma programmas pārskatā par 2017. gadu fosfora pieejamību var ierobežot paaugstināts dzelzs saturs kūdras augsnēs, tādēļ augsnes paraugos ieteicams novērtēt dzelzs saturu (Lazdiņš, A., 2018).

Starpposma rezultātu kopsavilkums

Atkārtotā zemsedzes uzskaitē konstatēts, ka Ks audzēs pēc slāpekļa ieneses novērota nitrofilo sugu izplatības un sastopamības palielināšanās lakstaugu stāvā. Divās audzēs novērots statistiski būtisks sūnu sugu daudzveidības samazinājums, savukārt lakstaugu stāvā nav novērota viennozīmīga tendence. Sūnu un lakstaugu stāvā novērotas gan sausieņu meža tipam raksturīgās, gan purvainiem un slapjajiem raksturīgas sugas. Arī As audzēs novērota līdzīga tendence. Sūnu sastopamība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir mazāka nekā kontroles parauglaukumos. Var novērot izteikti daudz mitru vietu sugu. Arī vienā no As audzēm parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērts statistiski būtiski mazāks vidējais Šenona daudzveidības indekss sūnu stāvā, savukārt lakstaugu stāvā konstatēta lielāka sugu daudzveidība, salīdzinot ar kontroli. Trīs Ks un un 1 As audzē ar amonija nitrātu un koksnes pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, vidējā Ellenberga indikatorvērtība slāpeklim (N) ir statistiski būtiski lielāka, kas var liecināt par slāpekļa satura pieaugumu augsnē ielabošanas līdzekļu ieneses rezultātā. Sākotnējo datu analīze norāda uz to, ka slāpekli saturošu augsnes ielabošanas līdzekļu ienese ietekmējusi veģetācijas

⁴ statistiski būtiskas atšķirības.

attīstību – lakstaugu stāvā, salīdzinot ar kontroli, ir lielāka sugu daudzveidība un nitrofilo sugu izplatība. Iespējams, ka sugu daudzveidība palielinājusies, jo pirms augsnes ielabošanas bija maz tādu sugu, kas izteikti reaģētu uz augsnes ielabošanas līdzekļiem un izkonkurētu pārējās sugas. Savukārt sūnu sugu daudzveidība varēja samazināties, jo liela daļa sūnu jutīgi reaģē uz palielinātu sāļu koncentrāciju augsnes virskārtā un zemsegas slānī. Iespējams, ka nitrofilie lakstaugi, kuru izplatība palielinājusies, izkonkurējuši atsevišķas sūnu sugas. Atkārtota veģetācijas uzskaitē parādīs, vai šī ietekme ir ar ilglaicīgu tendenci vai sugu projektīvais segums ar laiku atjaunojas sākotnējā stāvoklī.

Uzreiz pēc amonija nitrāta izkliedēšanas novērotas būtiskas augsnes ūdens ķīmiskā sastāva izmaiņas. Tomēr audzē, kur amonija nitrāts izkliedēts manuāli, jau mēnesi pēc izklīdes augsnes ūdens paraugos konstatētas salīdzinoši mazas slāpekļa koncentrācijas. Citās audzēs slāpekļa koncentrācija būtiski samazinās 2-3 mēnešu laikā pēc augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedēšanas. Iegūto rezultātu var izskaidrot ar nevienmērīgu amonija nitrāta izkliedēšanu, vai arī konkrētajā audzē veģetācija ir spējusi uzņemt lielāko daļu izkliedētā slāpekļa. Lai novērtētu, vai koki ir uzņēmuši ar koksnes pelnu izkliedi ienesto fosforu vai arī tas ir saistīts augsnē, 2019. gadā salīdzināsim skuju un augsnes analīžu rezultātus pirms un pēc augsnes ielabošanas līdzekļa izkliedēšanas.

Lai pamatotu atšķirības vainaga caurteces ūdens paraugos starp kontroles un izmēģinājuma platībām (K un PO_4^{3-} , mg L^{-1}), ir jāturpina ūdens kvalitātes monitorings un iegūtie rezultāti jāsalīdzina ar 2018. gadā ievāktu skuju ķīmiskā sastāva analīzēm. Līdzīgi arī amonija nitrāta izklīdes ietekmes uz vainaga caurteces ūdens ķīmisko sastāvu raksturošanai nepieciešams salīdzināt iegūtos ūdens un skuju ķīmiskā sastāva analīžu rezultātus.

Slāpekļa un koksnes pelnu ietekmes uz vidi novērtējums ātraudzīgo un introducēto koku sugu plantācijā

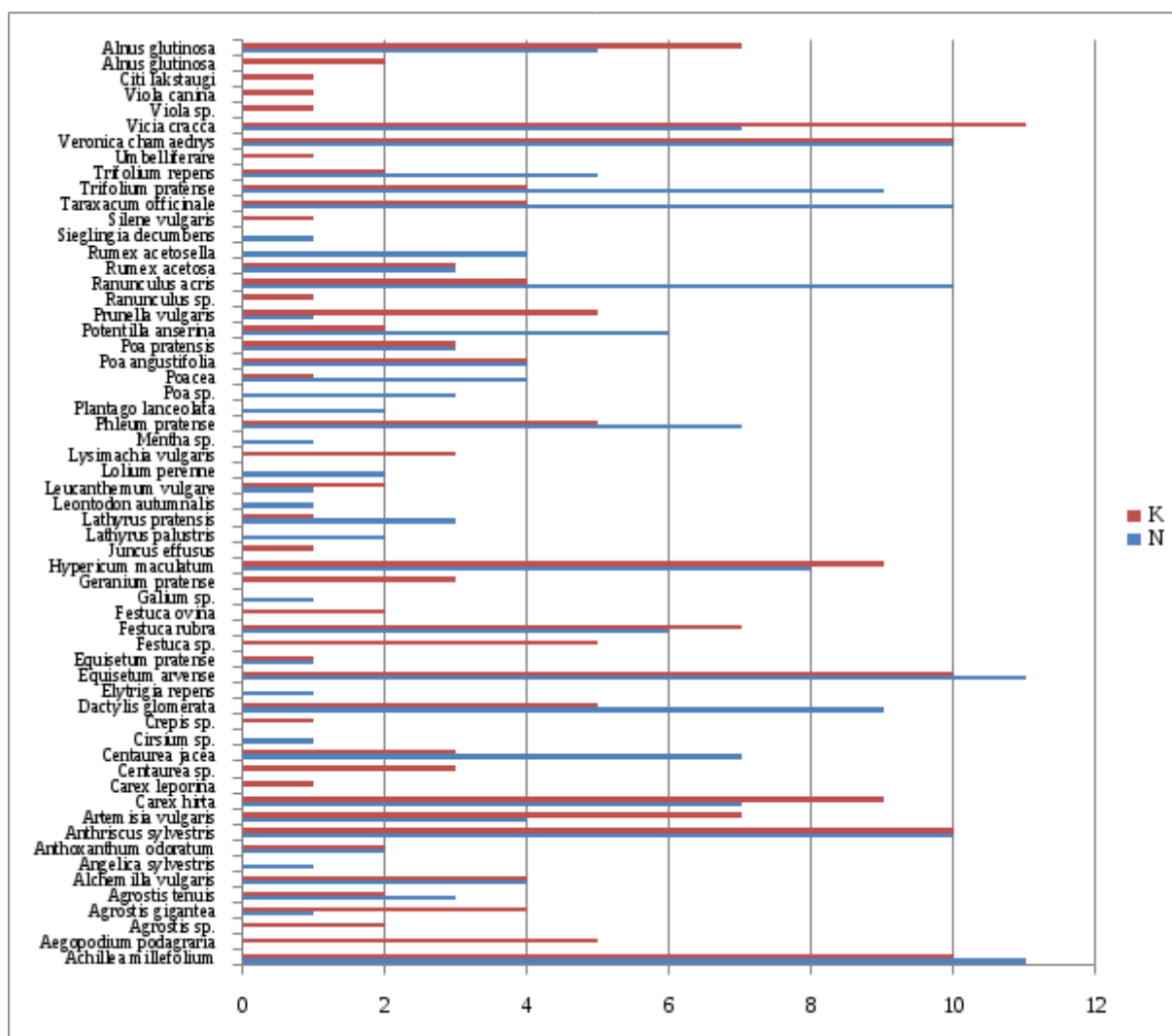
Veģetācijas raksturojums

2018. gadā veikta atkārtota veģetācijas analīze mežaudzēs un apmežojumos, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti 2016. gadā. Mežaudžu saraksts dots 1. pielikumā Tab. 9. Veģetācijas uzskaites rezultāti turpmākajās nodaļās apkopoti izmēģinājumu objektu griezumā.

Ķeipene 18 PL

Nav sūnu stāva, visu segumu veido lakstaugi. Sugu sastāvs liecina par atšķirīgiem mitruma apstākļiem parauglaukumos. Biežāk sastopamās sugas gan kontroles, gan parauglaukumos, kuros izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir sausām pļavām un mežiem raksturīgās sugas *Equisetum arvense*, *Carex hirta* un *Festuca rubra*; mitriem, ar

slāpekli bagātiem biotopiem raksturīgais *Anthriscus sylvestris*, kas parauglaukumos, kur izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, veido lielāku projektīvo segumu; mēreni mitrām un sausām vietām raksturīgais *Achillea millefolium*; mēreni mitrām, auglīgām vietām raksturīgā *Veronica chamaedrys*, kā arī mitriem biotopiem raksturīgā *Hypericum maculatum*. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, būtiski lielāka sastopamība novērojama *Centaurea jacea*, *Trifolium pratense*, kā arī nitrofilajām sugām *Dactylis glomerata*, *Lathyrus pratensis*, *Phleum pratense*, *Potentilla anserina*, *Taraxacum officinale*, *Trifolium repens*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot slapjām vietām raksturīgās *Angelica sylvestris*, *Lathyrus palustris*, nitrofilās *Elytrigia repens* un *Lolium perenne*, dažādos biotopos sastopamo *Plantago lanceolata*, kā arī skrajām un atklātām vietām raksturīgās sugas *Leontodon autumnalis*, *Rumex acetosella*, *Siegingia decumbens*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot mitrām vietām raksturīgās sugas *Aegopodium podagraria*, *Carex leporina*, *Juncus effusus*, *Lysimachia vulgaris*, atklātām, mēreni mitrām vietām raksturīgo *Geranium pratense*, sausām, atklātām vietām raksturīgās *Silene vulgaris* un *Viola canina*. Kopumā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, graudzāļu sastopamība ir nedaudz mazāka, salīdzinot ar kontroli. Lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 45, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 42 sugas (Att. 97). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 2,16, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 2,24. Atšķirības nav statistiski būtiskas. Krūmu stāvā un koku stāvā aug *Alnus glutinosa*.



Att. 97: Sugu sastopamība kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā Ķeipene, 18 parcele (PL).

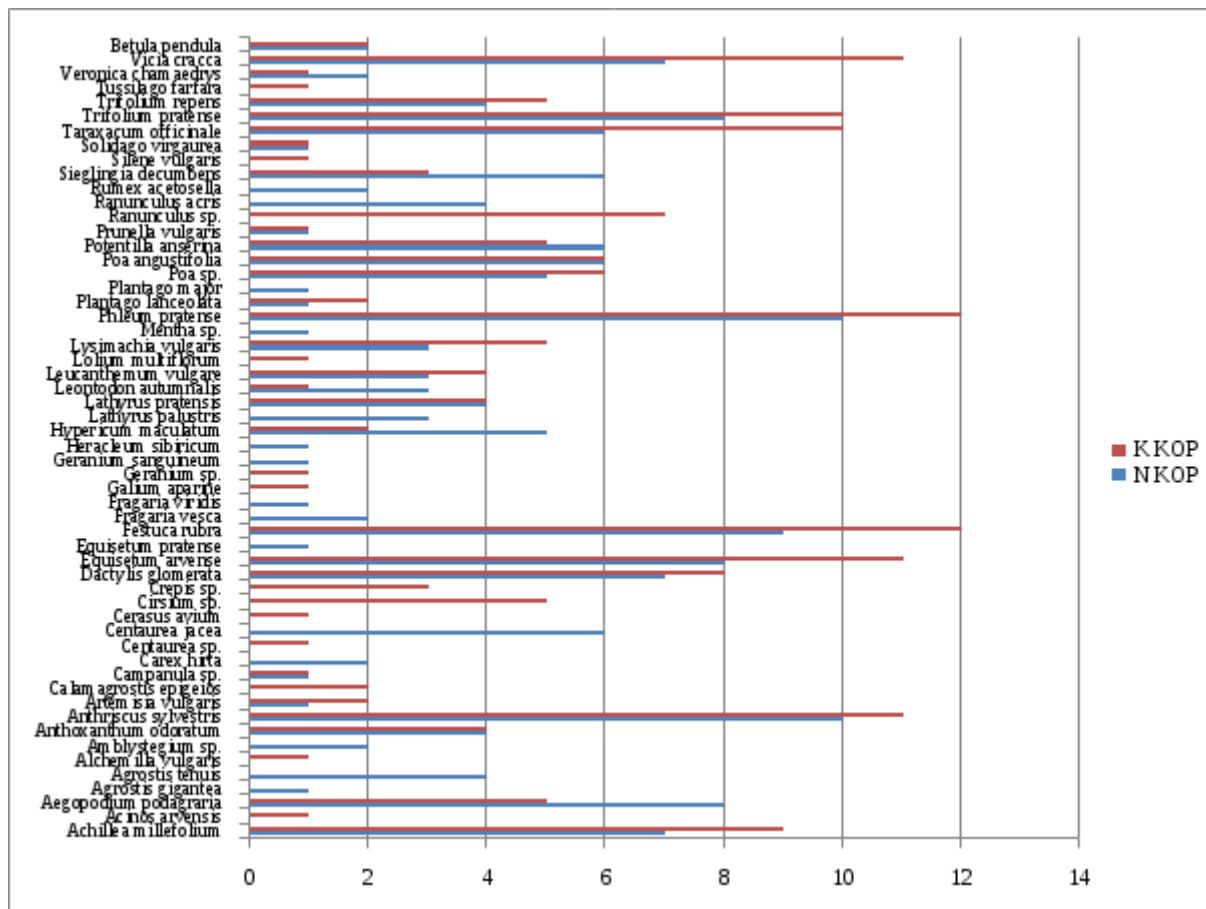
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,35$, reakcijai $R=5,84$ un slāpeklim $N=5,62$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,52$, $R=5,39$ un $N=5,19$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

Ķeipene 20 PL

Sūnu stāvā ar N parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, varēja novērot atsevišķu *Pleurozium schreberi* eksemplāru.

Biežāk sastopamās sugas gan apstrādātajos, gan kontroles parauglaukumos ir mitriem, ar slāpekli bagātiem biotopiem raksturīgais *Anthriscus sylvestris*, *Achillea millefolium*, *Dactylis glomerata*, *Festuca rubra*, *Fragaria vesca*, *Phleum pratense*, *Solidago virgaurea*, *Trifolium pratense* un *Vicia cracca*. Visu minēto sugu sastopamība bija lielāka kontroles parauglaukumos. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, salīdzinot ar kontroli, biežāk sastopama nitrofilā, mitrām vietām raksturīgās *Aegopodium podagraria* (arī nitrofila), *Hypericum maculatum*, atklātām vietām

raksturīgā *Sieglingia decumbens*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, varēja novērot *Agrostis tenuis*, *Centaurea jacea*, *Equisetum pratense*, *Fragaria vesca*, *Fragaria viridis*, *Lathyrus palustris*, *Ranunculus acris* un *Rumex acetosella*. Tikai kontroles parauglaukumos varēja novērot *Acinos arvensis*, *Alchemilla vulgaris*, *Galium aparine*, slapjš *Tussilago farfara*. Kopumā kontroles parauglaukumos novērota 41 suga, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 43 sugas (Att. 98). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 2,30, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 2,19. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 98: Sugu sastopamība kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā Ķeipene, 20 parcele (PL).

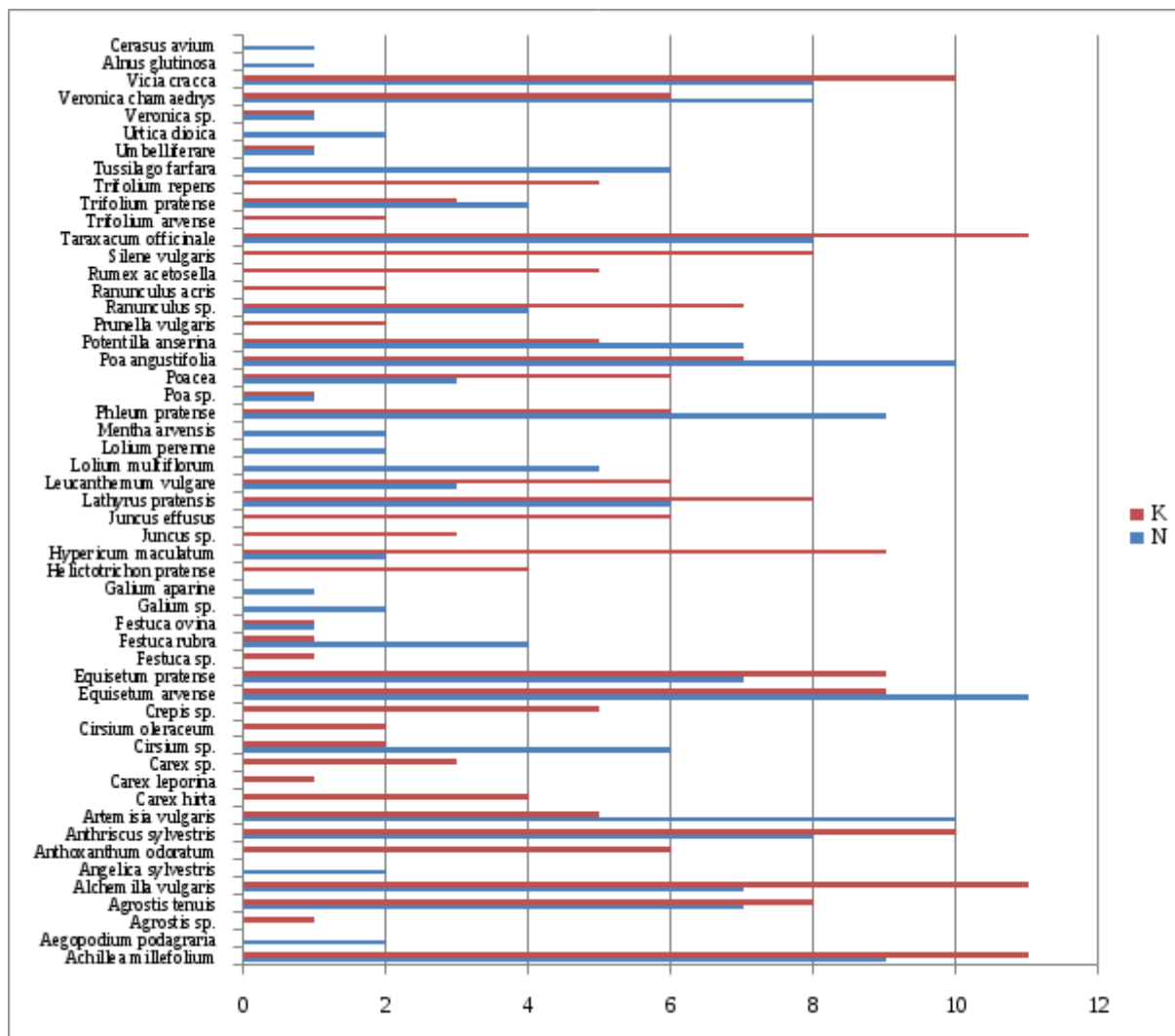
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,53$, reakcijai $R=6,22$ un slāpeklim $N=5,96$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,60$, $R=6,16$ un $N=6,20$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

Ķeipene 8a, 12a PL

Parauglaukumos nav sūnu stāva. Lakstaugu stāvu pārsvarā veido sausām un mēreni mitrām vietām raksturīgas pļavu un nezālieņu sugas. Lakstaugu stāvā biežāk sastopamās sugas ir dažādiem sausiem un mēreni mitriem biotopiem raksturīgā *Achillea millefolium*, sausām vietām raksturīgā graudzāle *Agrostis tenuis*, sausiem mežiem un

krūmājiem raksturīgais *Alchemilla vulgaris*, sausiem, atklātiem biotopiem raksturīgā *Equisetum arvense*, mitriem, ar slāpekli bagātiem biotopiem raksturīgais *Anthriscus sylvestris*, dažādiem mežiem un pļavām raksturīgā *Equisetum pratense*, dažādos biotopos sastopamos *Lathyrus pratensis*, pļavām, ganībām kultivētiem zālājiem raksturīgā graudzāle *Phleum pratense*, *Poa angustifolia*, nitrofilā nezāle *Taraxacum officinale*, nezālienēm, pļavām, mežiem (Dm) raksturīgā *Veronica chamaedrys* un pļavu krūmāju nezālieņu suga *Vicia cracca*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot nitrofilo *Aegopodium podagraria*, mitrām vietām raksturīgo *Angelica sylvestris*, *Galium* sp., dārziem, tīrumiem un nezālienēm raksturīgo nitrofilā *Galium aparine*, kultivētiem zālājiem, nezālienēm raksturīgā *Lolium multiflorum*, nezālienēm, ceļmalām, mēreni mitrām pļavām raksturīgā *Mentha arvensis*, dažādās pļavās, ceļmalās, tīrumos *Tussilago farfara* un nitrofilo nezāli *Urtica dioica*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot graudzāles *Agrostis* sp., *Carex hirta*, *Carex leporina*, *Carex* sp., *Festuca* sp., *Helictotrichon pratense*, *Juncus* sp., *Juncus effusus*, *Crepis* sp., pļavām, skrajiem mežiem raksturīgo *Prunella vulgaris*, vidēji mitrām vietām raksturīgo *Ranunculus acris*, pļavām nezālienēm raksturīgā *Rumex acetosella*, pļavām, krūmājiem, mežmalām raksturīgā *Silene vulgaris*, sausām atklātām vietām – pļavām, ceļmalām, nezālienēm raksturīgais *Trifolium arvense*, *Trifolium repens*. Izteikti lielāka sastopamība un lielāks projektīvais segums parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, vērojams nitrofilajai dārza, tīrumu, nezālieņu sugai *Cirsium arvense*, nitrofilajai pļavu un nezālieņu sugai *Artemisia vulgaris* un sausām, smilšainā, augsnēm raksturīgajai graudzālei *Festuca rubra*, bet kontroles parauglaukumos – mitru pļavu sugai *Hypericum maculatum* un mēreni mitru pļavu sugai *Leucanthemum vulgare*. Kopumā kontroles parauglaukumos novērotas 43 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 36 sugas (Att. 99). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 2,64, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 2,26. Atšķirības ir statistiski būtiskas ($= -0,00071$).

Krūmu stāvā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, aug *Alnus glutinosa* un *Cerasus avium*.



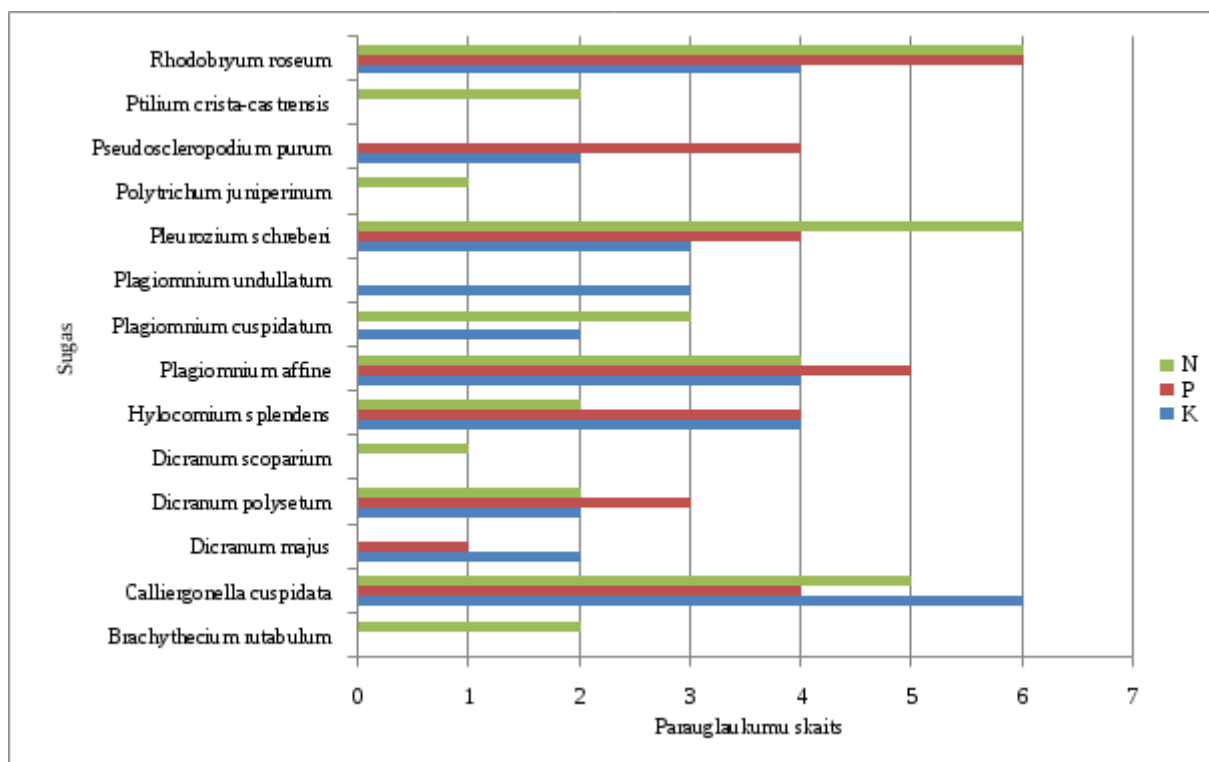
Att. 99: Sugu sastopamība kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā Ķeipene, 8a, 12a parces (PL).

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,88$, reakcijai $R=5,27$ un slāpeklim $N=4,61$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,78$, $R=6,33$ un $N=5,75$. Atšķirības R un N ir statistiski būtiskas (attiecīgi, $p=0,0049$ un $p=0,00058$).

Jaunkalsnava, 11-125-10, Ks, E

Kontrolē un parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sūnu stāvā dominē mitrām vietām un bāziskām augsnēm raksturīgā *Calliergonella cuspidata*, kurai vislielākā sastopamība novērota ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, taču parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, tā mēdz veidot projektīvo pat 75% seguma. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, visbiežāk izplatītā suga ir dažādos meža augšanas apstākļos sastopamā *Pleurozium schreberi*. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, biežāk sastopamā suga ir mitrām vietām, auglīgiem augšanas apstākļiem un Ks raksturīgā *Rhodobryum roseum*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes

ielabošanas līdzekļi, var novērot Ks raksturīgās sugas *Brachythecium rutabulum*, *Dicranum scoparium* un *Ptilium crista-castrensis*. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, nevar novērot *Dicranum majus* un *Plagiomnium undulatum*. Bieži sastopamas arī Ks raksturīgās sūnas *Hylocomium splendens* un *Plagiomnium affine*. Ar koksnes pelniem un slāpekli parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot Ks raksturīgo sūnu *Polytrichum juniperinum*. Kontroles parauglaukumos un, lielākā mērā, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot dažādos biotopos sastopamo, ēnu nemīlošo sugu *Pseudoscleropodium purum*. Sūnu segums neveido 100%, zemsedzē daudz skuju, vietām arī atsegta augsne un zemsega. Kopumā vislielākā sūnu izplatība novērota parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 10 sugas, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 11 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 11 sugas (Att. 100). Vidējais Šenona daudzveidības indekss parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 1,17, parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,17, bet kontroles parauglaukumos – 1,22.



Att. 100: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K), ar koksnes pelniem (P) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-10.

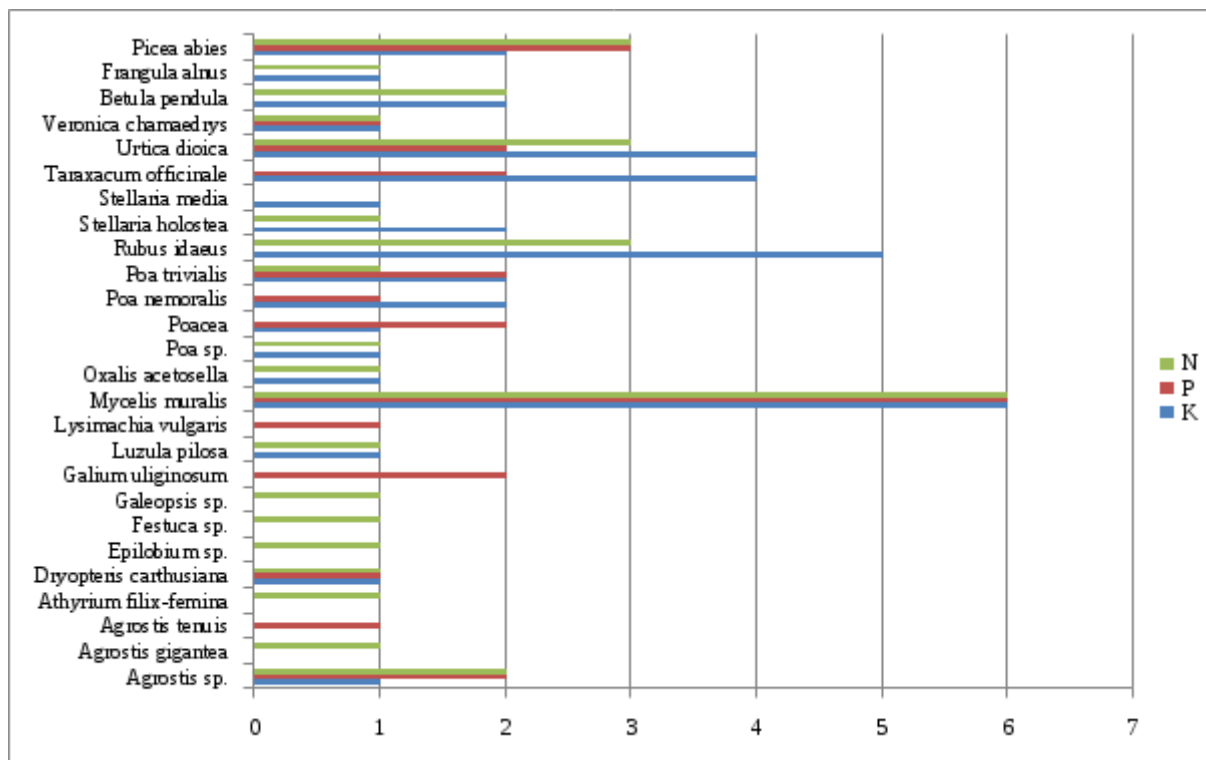
Lakstaugu stāvā izplatītākā suga ir *Mycelis muralis*, kas raksturīga mitriem mežiem ar barības vielām bagātu un kaļķainu augsni (Gr, Kp). Vislielākā tā izplatība novērota parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Tikai ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, varēja novērot Ln, Dm raksturīgo *Fragaria vesca*, Gr raksturīgo *Galium odoratum*, slapjām vietām raksturīgās *Galium uliginosum*, *Ranunculus repens* un *Lysimachia vulgaris* (Dms, Vrs, Db, Lk), Ks

raksturīgo *Rubus saxatilis*, *Viola sp.* Ar augsnes ielabošanas līdzekļiem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot arī ruderālo *Epilobium sp.*

Ar N parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, nevar novērot ruderālo, nitrofilo *Taraxacum officinale*. Vairumam sugu novērota lielāka izplatība tieši parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Visu režīmu parauglaukumos novērotas *Agrostis sp.*, Ks raksturīgās *Dryopteris carthusiana*, Ln, Dm, Km raksturīgā *Luzula pilosa*, nitrofilā, mitriem apstākļiem raksturīgā *Poa trivialis*, kā arī nitrofilās *Rubus idaeus*, *Urtica dioica* un *Veronica chamaedrys*. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, nevarēja novērot Vr, Gr raksturīgo *Poa nemoralis*.

Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Agrostis gigantea*, *Athyrium filix-femina*, *Festuca sp.*, *Galeopsis sp.*. Ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, salīdzinot ar pārējiem režīmiem, nevar novērot acidofilo *Oxalis acetosella* un Dm, Vr, Gr raksturīgo *Stellaria holostea*.

Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 18 sugas, ar koksnes pleniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 13 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 19 sugas (Att. 101). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 1,46; parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,13, bet parauglaukumos, kur izkliedēti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,26.

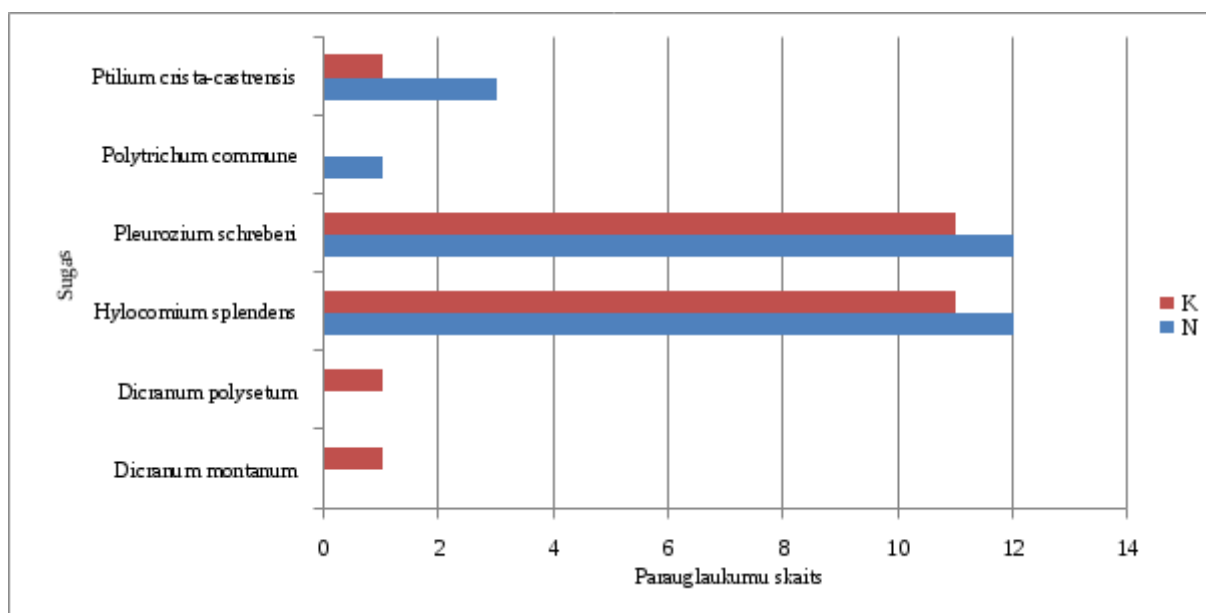


Att. 101: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K), ar koksnes pelniem (P) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 11-125-10.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, gaismai L=5,69, reakcijai R=5,72 un slāpeklim N=6,37, ar koksnes pelniem apstrādātajos, attiecīgi – L=5,62, R=5,10 un N=5,88, savukārt kontroles parauglaukumos – L=5,43, R=5,49 un N=6,19. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības.

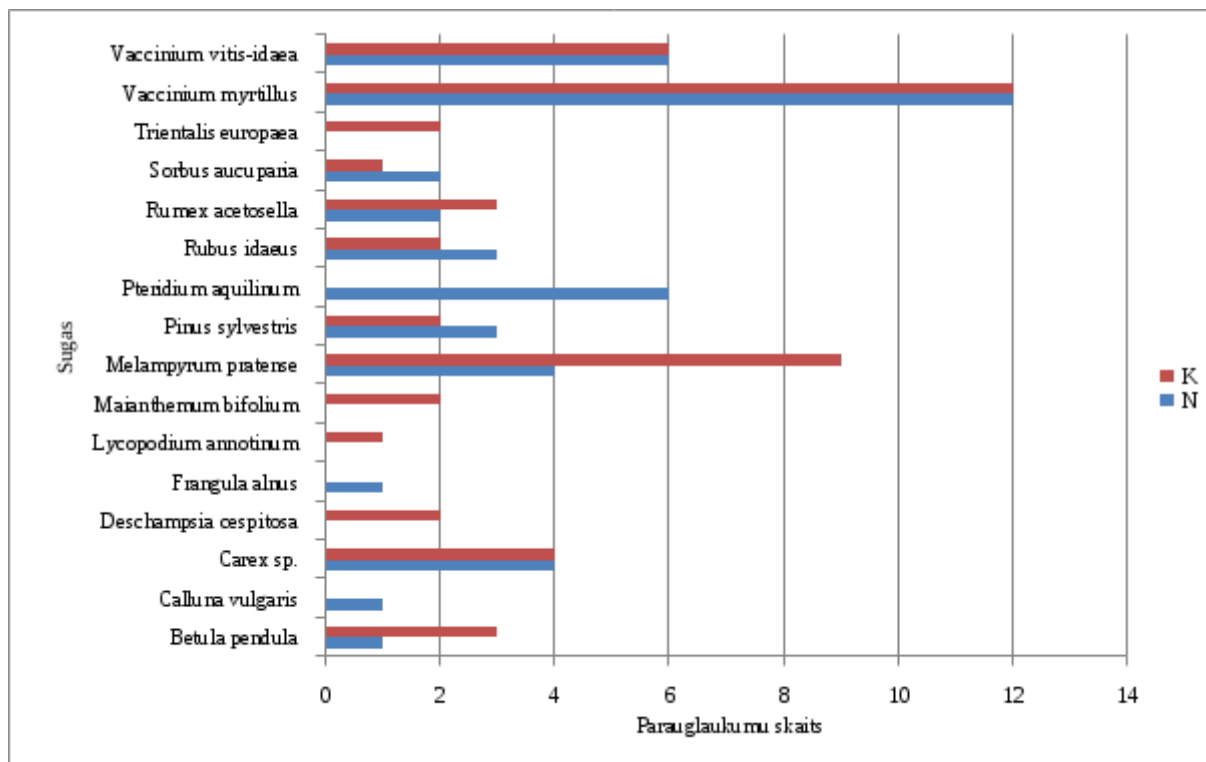
Misas priedes, 604-281-19, Ln, P

Sūnu stāvā dominē dažādos biotopos, tajā skaitā Ln sastopamās *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopama *Polytrichum commune*, ko arī mēdz novērot dažādos meža tipos. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Ln raksturīgās *Dicranum montanum* un *Dicranum polysetum*. Parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērota lielāka mitrām vietām raksturīgās *Ptilium crista-castrensis* izplatība. Parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopamas 4 sūnu sugas, bet kontroles – 5 sugas (Att. 102). Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,24, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,44. Atšķirības starp kontroli un ar slāpekli ielabotajiem parauglaukumiem ir statistiski būtiskas ($p=0,0077$).

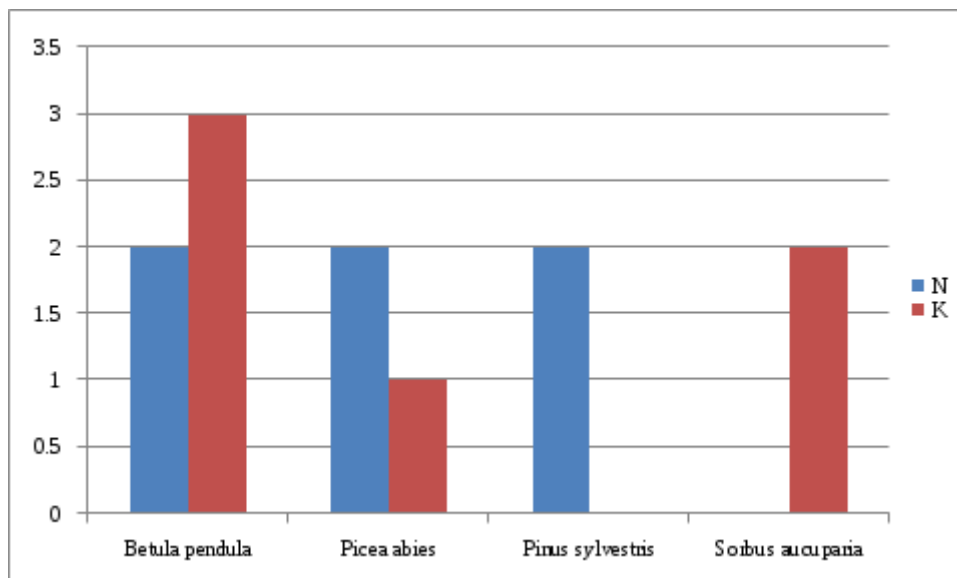


Att. 102: Sugu sastopamība sūnu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 604-281-19.

Lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, dominē sīkkrūms *Vaccinium myrtillus*. Bieži sastopami arī atsevišķi *Vaccinium vitis-idaea* un kontroles parauglaukumos – Ln raksturīgā *Melampyrum pratense* eksemplāri. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot nabadzīgākiem augšanas apstākļiem raksturīgo *Calluna vulgaris*, kā arī Ln raksturīgās sugas *Frangula alnus*, *Pteridium aquilinum*. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot dažādiem biotopiem raksturīgo *Deschampsia cespitosa*, aizsargājamo ēnainiem egļu mežiem un platlapju-skujkoku mežiem uz trūdvielām bagātām augsnēm, kā arī nosusinātajiem mežiem raksturīgo *Lycopodium annotinum*, ēnainiem mežiem un krūmājiem raksturīgo *Maianthemum bifolium* un Vr raksturīgo *Trientalis europaea*. Kopumā kontroles parauglaukumos novērotas 13 sugas, bet apstrādātajos - novērotas 12 sugas (Att. 103). Vidējais Šenona daudzveidības indekss gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir 1,036. Pamežā kontroles un parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, aug *Betula pendula* un *Picea abies*.



Att. 103: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 604-281-19.

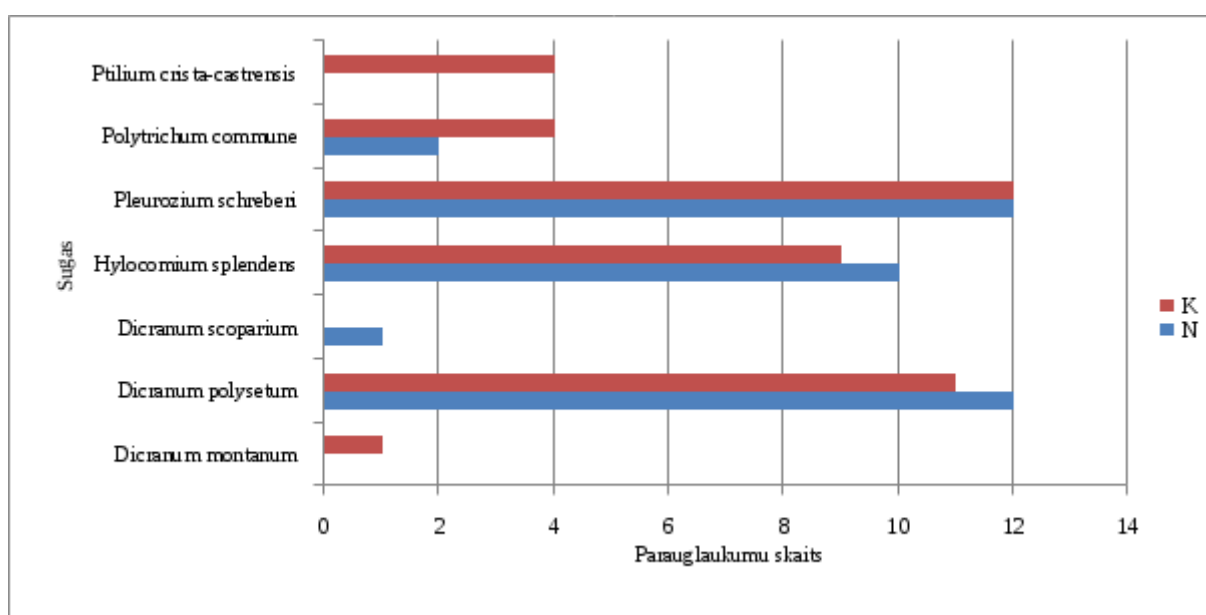


Att. 104: Sugu sastopamība krūmu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 604-281-19.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=5,69$, reakcijai $R=3,33$ un slāpeklim $N=2,83$, bet ar amonija nitrātu apstrādātajos, attiecīgi – $L=5,60$, $R=3,01$ un $N=2,98$. Konstatētas statistiski būtiskas atšķirības slāpekļa vērtībā ($p=0,013$).

Baldones priedes, 506-30-32, Mr, P

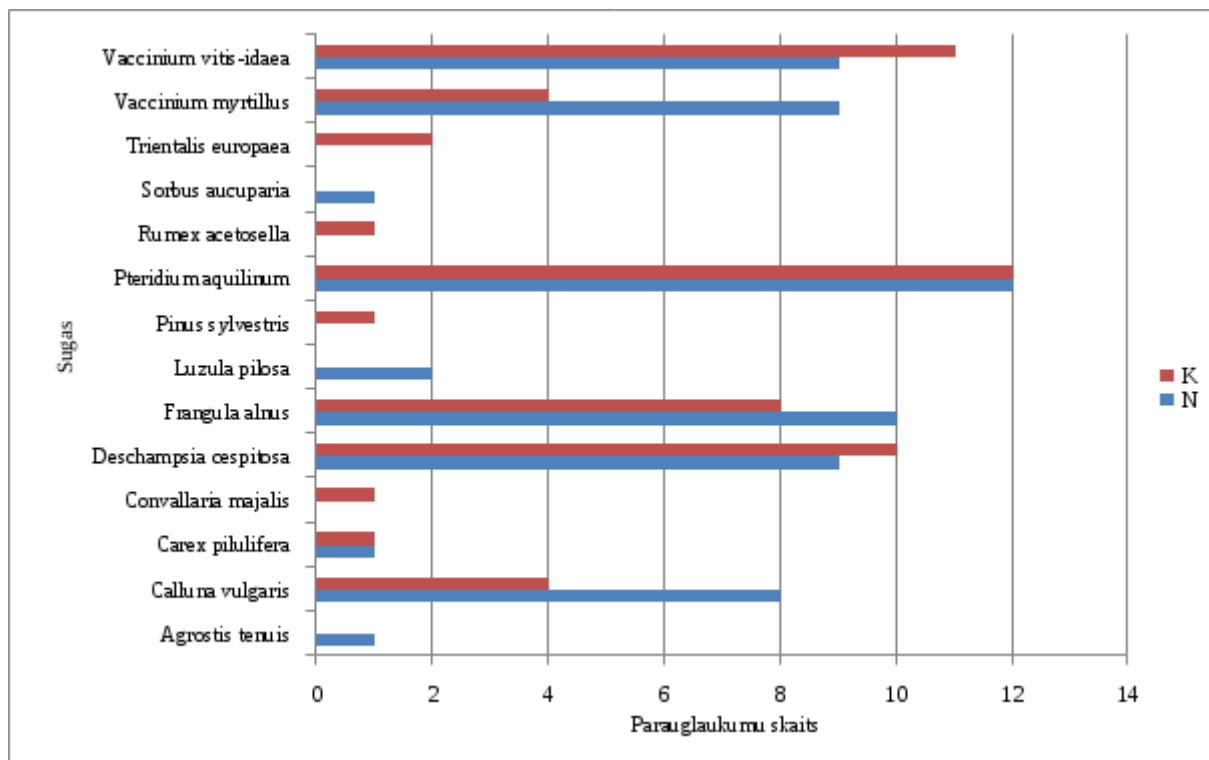
Sūnu stāvā dominē Mr raksturīgās *Pleurozium schreberi* un *Hylocomium splendens*, kas veido arī salīdzinoši lielu procentuālo segumu. Bieži sastopama arī Mr raksturīgā *Dicranum polysetum*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot Mr raksturīgo *Dicranum polysetum*, bet tikai kontroles – Mr raksturīgo *Dicranum montanum* un mitrām vietām raksturīgo *Ptilium crista-castrensis*. Sūnu stāvs neveido 100%. Vietām ir salīdzinoši daudz ciršanas atlieku. Kontroles parauglaukumos novērotas 6 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 5 sugas (Att. 105). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,77, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,66. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības.



Att. 105: Sugu sastopamība sūnu stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 506-30-32.

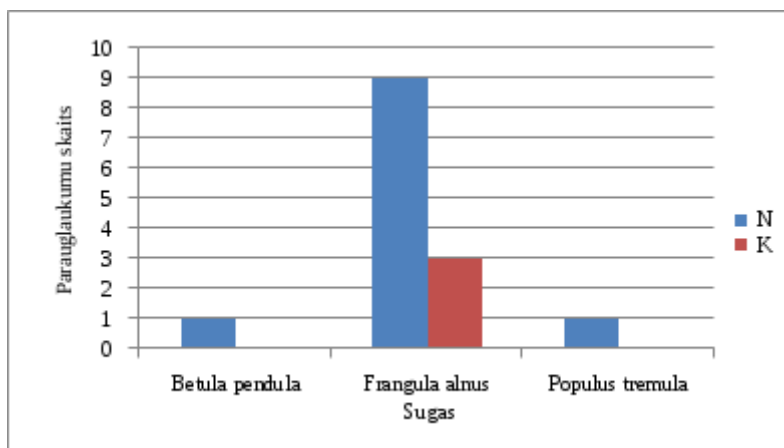
Lakstaugu stāvā dominē Ln un Dm raksturīgā *Pteridium aquilinum* un dažādos biotopos sastopamā *Deschampsia cespitosa*. Bieži sastopama arī sausiem priežu mežiem raksturīgā *Vaccinium vitis-idaea*, kas neveido lielu procentuālo segumu. Parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, būtiski biežāk sastopama Mr raksturīgā *Vaccinium myrtillus*, kas veido salīdzinoši lielu procentuālo segumu, un Mr raksturīgā *Calluna vulgaris*. Tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, var novērot *Agrostis tenuis*, *Luzula pilosa* un *Sorbus aucuparia* sēņus. Tikai kontroles parauglaukumos var novērot Dm, Vr, Gr, Ap, Kp raksturīgo *Convallaria majalis*, sausiem priežu mežiem, nabadzīgai augsnei raksturīgo *Rumex acetosella* un Vr raksturīgā *Trientalis europaea*. Kopumā kontroles parauglaukumos novērotas 11 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 10 sugas (Att. 106). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos

ir 1,036, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 1,091. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības.



Att. 106: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 506-30-32.

Pamežā parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, aug *Betula pendula*, *Frangula alnus* un *Populus tremula*, kontroles – tikai *Frangula alnus*. Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,081. Atšķirības nav statistiski būtiskas ($p=0,33$).



Att. 107: Sugu sastopamība krūmu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 506-30-32.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,12$, reakcijai $R=3,26$ un slāpeklim $N=2,66$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,10$, $R=3,11$ un $N=2,70$. Nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības Ellenberga indikatorvērtībām gaismai, reakcijai un slāpeklim.

Starpposma rezultātu kopsavilkums

Ķeipenes plantācijā dominē pļavām un nezālienēm raksturīgās sugas. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, konstatēta lielāka nitrofilo sugu izplatība, kas ir tipiska projektīvā seguma reakcija uz slāpekļa ienesi augsnē slāpekļa deficīta apstākļos. Ks audzē dominē mitrām vietām raksturīgas sūnas, kas atbilst sagaidāmajam veģētācijas sastāvam. Ar slāpekli un koksnes pelniem apstrādātajos parauglaukumos, salīdzinot ar kontroli, novērota lielāka auglīgākiem augšanas apstākļiem raksturīgo sugu izplatība un lielāks to projektīvais segums. Ln audzē sūnu un lakstaugu stāvā gan kontroles laukumos, gan parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, pārsvarā novērojamas attiecīgajam meža tipam raksturīgās sugas. Parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, konstatēta lielāka sūnu sugu daudzveidība, salīdzinot ar kontroli. Vidējā Ellenberga indikatorvērtība parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, ir statistiski būtiski lielāka, salīdzinot ar kontroli. Arī Mr audzē pārsvarā sastopamas attiecīgajam meža tipam raksturīgās sugas. Augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses rezultātā nevar novērot būtiskas atšķirības sugu daudzveidībā un sastāvā. Sākotnējie rezultāti liecina, ka Ķeipenes plantācijā, kā arī Ks un Ln meža tipus pārstāvošās audzēs zemsedzes veģētācija vismaz daļēji uzņēmusi ienesto slāpekli. Augsnes ielabošanas pasākumi ir viens no galvenajiem iemesliem lielākai nitrofilo sugu izplatībai un lielākai sugu daudzveidībai, taču būtisku ietekmi varēja radīt arī netipisko meteoroloģiskie apstākļi 2017. gada rudenī un 2018. gada vasarā. Jāņem vērā arī starpsugu konkurence, dažādām sugām atšķirīgi reaģējot uz augsnes ielabošanas līdzekļu ienesi. Augšanas apstākļi Mr meža tipā ir visnabadzīgākie no pētījumā ietvertajām audzēm, tāpēc, iespējams, ka nitrofilo lakstaugu sugu populācija šajā meža tipā bija pārāk maza, lai strauji palielinātu projektīvo segumu, tāpēc lielāko daļu ienestā slāpekļa izmantojuši kokaugi un sūnu stāva augi, kas spēj efektīvāk saistīt biogēnos elementus no augsnes. Atkārtota veģētācijas uzskaitē parādīs to, vai nitrofilo augu sugu ienākšana Mr notiek lēnāk, nekā citos meža tipos vai arī pielietotā slāpekļa deva bijusi par mazu, lai radītu barības vielu atlikumu augsnē, un veģētācijas sastāva izmaiņas nenotiek arī ilgākā laikā.

Komplekss ietekmes uz ūdens ekoloģisko kvalitāti novērtējums

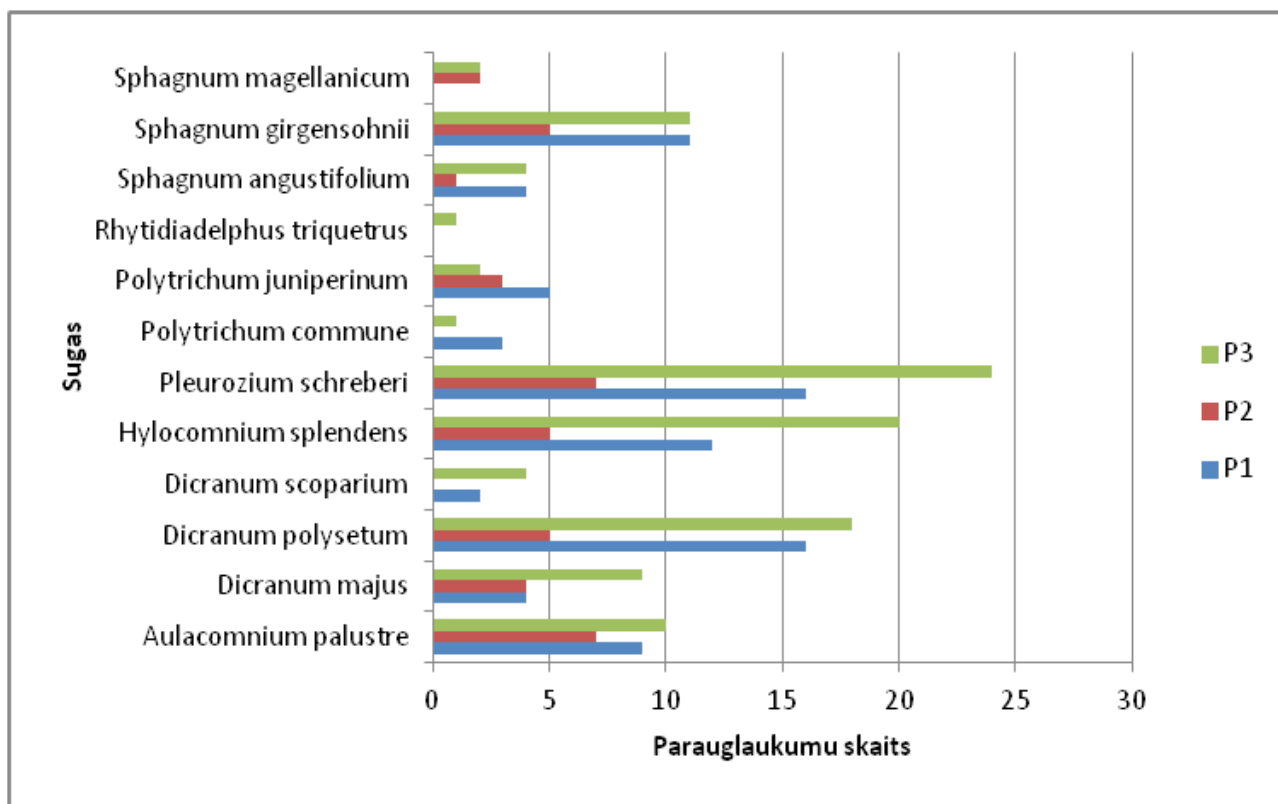
Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra un Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta atskaite par 2018. gadā padarīto darbu pievienota, attiecīgi, 4. un 5. pielikumā.

Veģetācijas raksturojums

Veģetācijas raksturojums veikts Aģes upes un Rūsiņupītes pētījumu objektos. Pelnu izkliedēšana Aģes upes objektā notika 2017. gada vasarā, bet amonija nitrāts Rūsiņupītes objektā izkliedēts tā paša gada pavasarī.

Aģe, 405-421, Ks , P

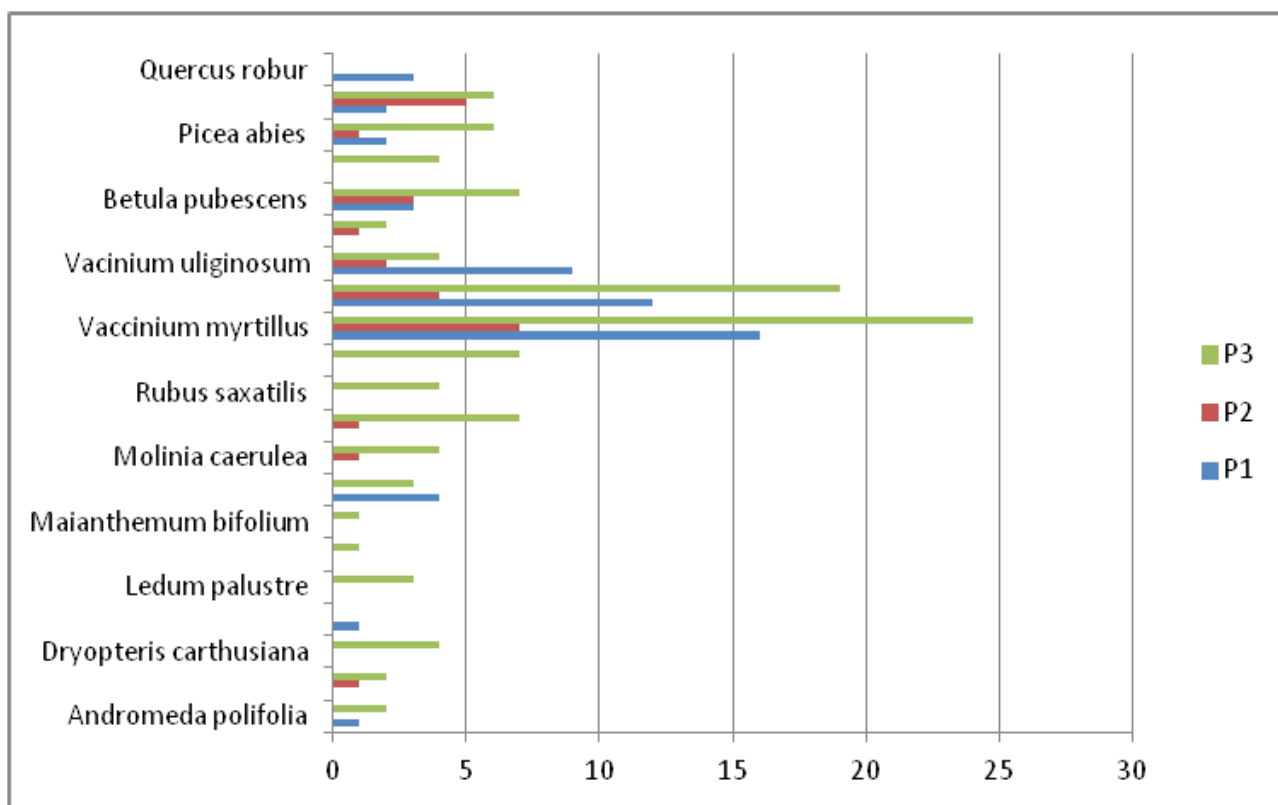
Sūnu stāvā dominē *Pleurozium schreberi*, *Hylocomium splendens* un *Dicranum polysetum*. Sastopamas arī mitrām raksturīgās sūnas: *Sphagnum girgensohnii* un *Sphagnum angustifolium*, *Dicranum majus*, *Polytrichum juniperinum*. Sūnas neveido 100% segumu, jo zemsedzē ir daudz skuju un trūdvielu. Novērota arī Gs, Mrs, Dms, Pv, Nd, Kv raksturīgā sūna *Aulacomnium palustre*, kas liecina par mikroieplakām. Tikai 1. un 3. transektā novērota Km raksturīgā *Dicranum scoparium* un *Polytrichum commune*. Transektā 2 un 3 novērota Km raksturīgā *Sphagnum magellanicum* (Att. 108). Kopumā transektā 1 un 2 novērotas 9 sugas, bet transektā 3 – 10 sugas. Vidējais Šenona daudzveidības indekss transektā 1 ir 1,14, transektā 2 – 1,16, bet transektā 3 – 0,89.



Att. 108: Sugu sastopamība sūnu stāvā 405-421 objektā transektēs 1 (P1), 2 (P2) un 3 (P3).

Lakstaugu stāvā dominē Ks raksturīgie sīkrūmi *Vaccinium myrtillus* un *Vaccinium vitis-idaea*. Bieži sastopams arī Gs, Mrs, Pv, Kv raksturīgais sīkrūms *Vaccinium uliginosum*. Dažos parauglaukumos sastopami atsevišķi purvainiem mežiem raksturīgās *Andromeda polifolia* eksemplāri. Sastopama arī Dm, Vr, Gr, Ap, Kp raksturīgā *Convallaria majalis*, Ks raksturīgā *Dryopteris carthusiana*, nabadzīgām augsnēm (Sl,

Mrs, Pv) raksturīgais sīkrūms *Empetrum nigrum*, purvainiem mežiem (Gs, Mrs, Pv, Av, Kv.) raksturīgais *Ledum palustre*, Vr raksturīgā *Trientalis europaea*, Dm, Vr, Vrs, As, Ap, Ks raksturīgā *Rubus saxatilis*, ar slāpekli bagātām augsnēm raksturīgā *Rubus idaeus*, Sl, Mr, Gs, Mrs, Pv, Av, Am, Kv raksturīgais sīkrūms *Calluna vulgaris*. Lakstaugu stāvā aug arī *Betula pubescens*, *Frangula alnus*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris* un *Quercus robur* sējeņi. Citas Ks raksturīgās sugas: *Maianthemum bifolium*, *Molinia caerulea*. Pamežā aug *Betula pubescens*, *Frangula alnus*, *Picea abies*. Transektē 2 novērota būtiski mazāka sugu daudzveidība. Kopumā lakstaugu stāvā transektā 1 novērotas 9 sugas, transektā 2 novērotas 7 sugas, bet transektā 3 – 17 sugas. Vidējais Šenona daudzveidības indekss transektā 1 ir 0,70, transektā 2 – 0,96, bet transektā 3 – 0,95.



Att. 109: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā 405-421 objektā transektēs 1 (P1), 2 (P2) un 3 (P3).

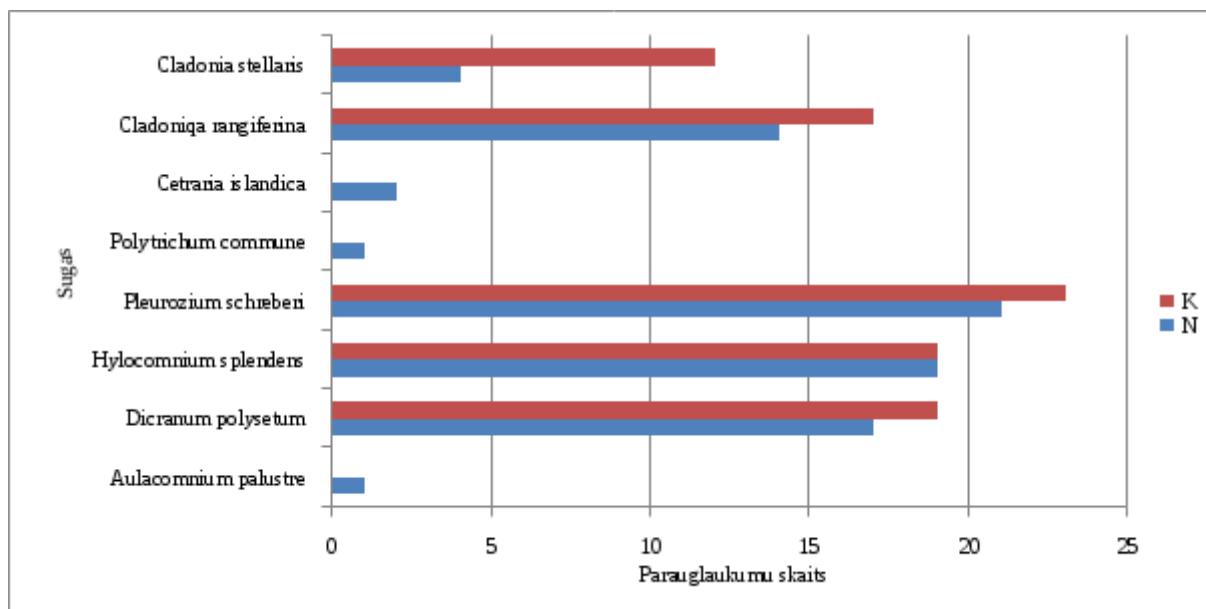
Vidējā Ellenberga indikatorvērtība transektā 1 gaismai L=5,73, reakcijai R=2,90 un slāpeklim N=2,53, transektā 2, attiecīgi – L=5,90, R=3,00 un N=2,82, bet transektā 3, attiecīgi – L=4,50, R=2,76 un N=2,68.

Rūšiņupīte, 508-230, Mr, P

Sūnu daudzveidība kopumā ir neliela - parauglaukumos sastopamas tikai 5 sugas. Dominējošās sūnu sugas ir *Pleurozium schreberi*, spīdīgā stāvaine *Hylocomium splendens* un *Dicranum polysetum*. Parauglaukumos, kur izklīdēti augsnes ielabošanas līdzekļi, sastopama arī Mr neraksturīgā sūna *Aulacomnium palustre*, kas liecina par lokāli mitru vietu. Zemsedzē sastopamas arī trīs ķērpju sugas: *Cladonia rangiferina*,

Cladonia stellaris un *Cetraria islandica*, kas ir tipiskas mētrāja. *Cetraria islandica* sastopams tikai parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Nav sastopama mētrājam raksturīgā *Cladonia arbuscula*. Ķērpju klātesamība liecina par sausu, smilšainu augsni un nabadzīgiem augšanas apstākļiem. Sūnu segums pārsvarā neveido 100%, un novērojama atsegta augsne. Vienā no ielabotajiem parauglaukumiem ir kritala, var novērot maz sūnu un aizzēlumu ar graudzālēm.

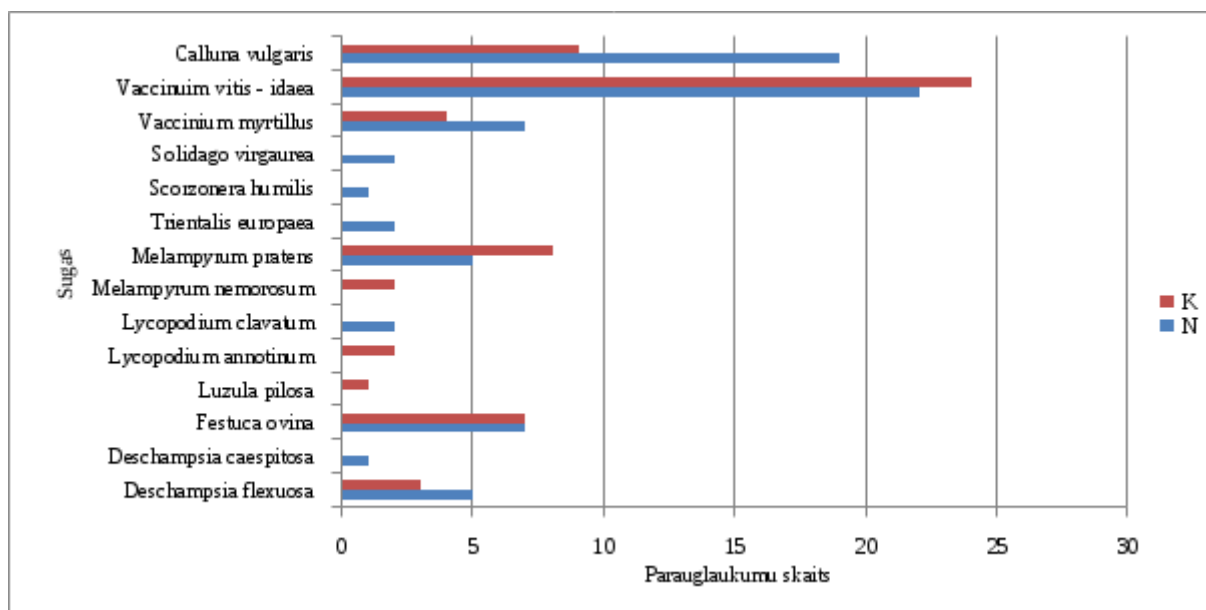
Kopumā sūnu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 5, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 8 sugas (Att. 110). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles parauglaukumos ir 0,79, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,64. Atšķirības nav statistiski būtiskas. Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai L=6,16, reakcijai R=3,23 un slāpeklim N=1,26, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – L=6,25, R=2,30 un N=1,51. Atšķirības nav statistiski būtiskas.



Att. 110: Sugu sastopamība sūnu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 508-230.

Pamežā vietām sastopams *Betula pendula*, *Picea abies* un *Frangula alnus*. Lakstaugu un sūnu stāvs ir tipisks mētrājam. Lakstaugu stāvā kopumā var novērot 15 sugas, no kurām dominē *Vaccinium vitis-idaea* un *Calluna vulgaris*. Bieži sastopams arī *Melampyrum pratense*, *Festuca ovina*, *Vaccinium myrtillus* un *Pinus sylvestris* sējeņi. Parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi, atrasts 1 bagātīgākiem augšanas apstākļiem raksturīgās sugas *Deschampsia caespitosa* eksemplārs. Kontroles parauglaukumos konstatēts gada staipekns *Lycopodium annotinum* (raksturīgs Vrs, As, Km, Ks), bet parauglaukumos, kur izklidēti augsnes ielabošanas līdzekļi – *Lycopodium clavatum* (Mr raksturīga suga). Kopumā lakstaugu stāvā kontroles parauglaukumos novērotas 9 sugas, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotas 11 sugas (Att. 111). Vidējais Šenona daudzveidības indekss kontroles

parauglaukumos ir 0,78, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – 0,87. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

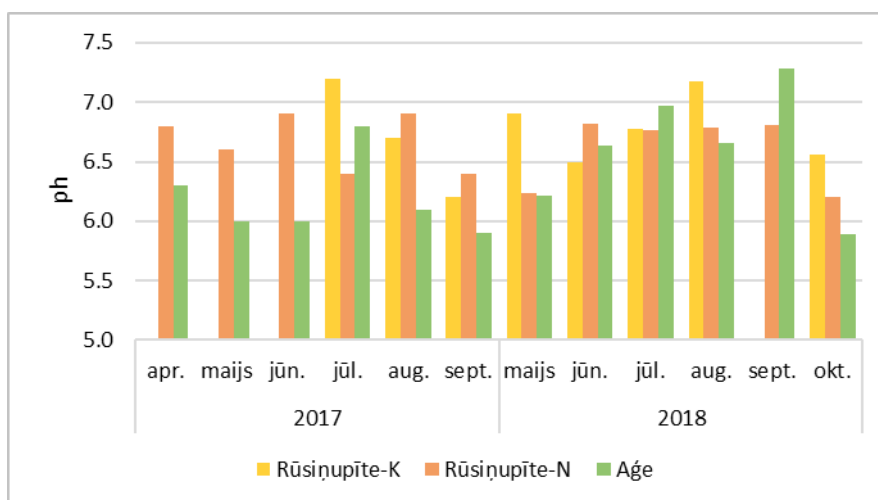


Att. 111: Sugu sastopamība lakstaugu stāvā stāvā kontroles (K) un ar amonija nitrātu apstrādātajos (N) apakšparauglaukumos objektā 508-230.

Vidējā Ellenberga indikatorvērtība kontroles parauglaukumos gaismai $L=6,16$, reakcijai $R=3,23$ un slāpeklim $N=1,62$, bet parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, attiecīgi – $L=6,25$, $R=3,00$ un $N=1,51$. Atšķirības nav statistiski būtiskas.

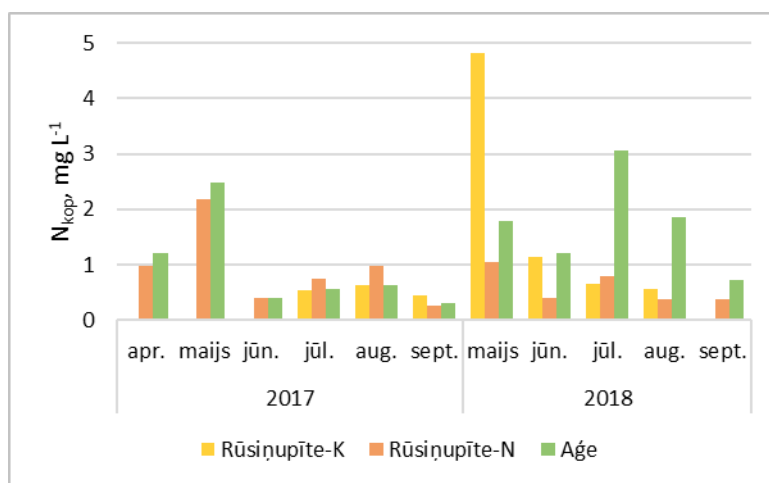
Vainaga caurteces ūdens monitorings

Vainaga caurteces ūdens monitorings veikts demonstrējuma objektā sausieņu mežā Rūsiņupītes krastā 580-320;231 (MrP50) un demonstrējumu objektā kūdreņu mežos Aģes upes krastā 405-421-3 (KsP86), kur pirmajā izvietoti 2 un otrajā – 1 monitoringa komplekts. Rūsiņupītes demonstrējuma objektā augsnes ielabošana ar amonija nitrātu veikta 2017. gada jūlijā, bet Aģes upes demonstrējuma objektā – 2018. gada februārī. Ievāktu nokrišņu paraugu analīžu rezultāti (pH , N_{kop} , mg L^{-1} , K , mg L^{-1} , PO_4^{3-} , mg L^{-1}) norādīti Att. 112, 113, 114 un 115.



Att. 112: pH koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.

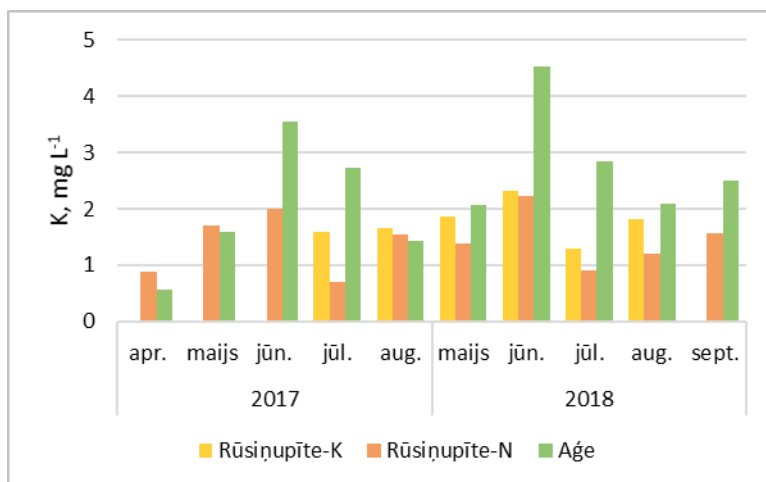
Vainaga caurteces ūdens paraugu pH vērtības novērojumu periodā variē no 6,2 līdz 7,2 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta kontroles platībās, no 6,2 līdz 6,9 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta amonija nitrāta izkliedes platībās un no 5,9 līdz 7,3 mg L⁻¹ Aģes objekta koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna, attiecīgi – 6,7, 6,8 un 6,3 mg L⁻¹. Līdzīgi citu darba uzdevumu grupu rezultātos (Att. 13, Att. 14, Att. 55, Att. 56) augstāks pH līmenis vainaga caurteces ūdens paraugos novērojams vasaras sezonā.



Att. 113: N_{kop} (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.

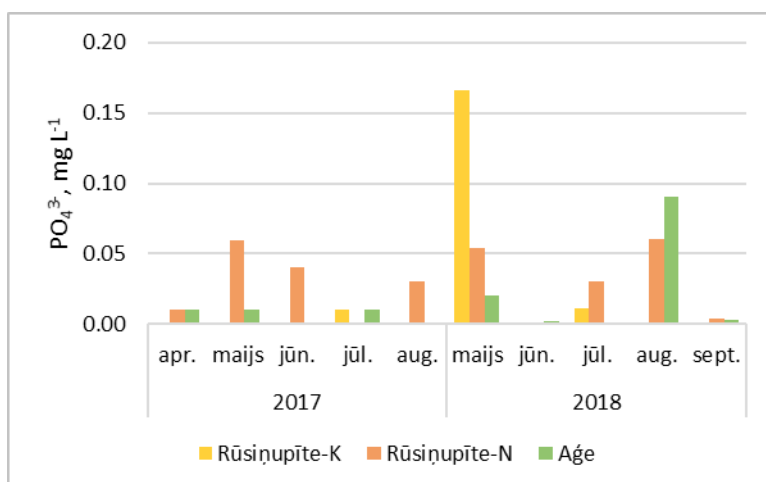
Vainaga caurteces ūdens paraugu kopējā slāpekļa koncentrācijas novērojumu periodā variē no 0,45 līdz 4,81 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta kontroles platībās, no 0,26 līdz 2,19 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta amonija nitrāta izkliedes platībās un no 0,30 līdz 3,06 mg L⁻¹ Aģes objekta koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna, attiecīgi, 0,62, 0,75 un 1,20 mg L⁻¹. Kopējā slāpekļa koncentrācijas vainaga caurteces ūdens paraugos nenorāda uz augsnes ielabošanas līdzekļa izkliedes ietekmi. Pētījuma programmas atskaitē par 2017. gadu tika norādīts, ka kūdreņos ir būtiski lielāks slāpekļa saturs augsnē (Lazdiņš, A., 2018). Tas izskaidro augstākas kopējā slāpekļa koncentrācijas vērtības Aģes objekta

vainaga caurteces ūdens paraugos, pieņemot, ka caur koku lapotni iztekošajiem nokrišņiem mainās elementu, tai skaitā arī slāpekļa koncentrācija (Tērauda, 2008).



Att. 114: K (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.

Kālija koncentrācijas vainaga caurteces ūdens paraugos novērojumu periodā variē no 1,29 līdz 2,31 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta kontroles platībās, no 0,70 līdz 2,23 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta amonija nitrāta izkliedes platībās un no 0,56 līdz 4,54 mg L⁻¹ Aģes objekta koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna, attiecīgi, 1,74, 1,47 un 2,29 mg L⁻¹. Kālija koncentrācijas vainaga caurteces ūdens paraugos nenorāda uz augsnes ielabošanas līdzekļa izkliedes ietekmi. Pētījuma programmas atskaitē par 2017. gadu norādīts, ka sausieņos ir lielāks kālija saturs augsnē nekā kūdreņos (Lazdiņš, A., 2018). Tomēr salīdzinot ar sausieņu demonstrējuma objekta datiem, Aģes objekta vainaga caurteces ūdens paraugos konstatētas salīdzinoši augstas kālija koncentrācijas vēl pirms koksnes pelnu izkliedes. Lai novērtētu koksnes pelnu izkliedes ietekmi Aģes objektā, nepieciešams salīdzināt vainaga caurteces ūdens parametrus ar skuju ķīmiskā sastāva analīžu rezultātiem.



Att. 115: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija nokrišņu ūdens paraugos Rūsiņupītes un Aģes izmēģinājuma platībās.

Fosfātu koncentrācijas vainaga caurteces ūdens paraugos novērojumu periodā variē no 0,010 līdz 0,166 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta kontroles platībās, no 0,004 līdz 0,061 mg L⁻¹ Rūsiņupītes objekta amonija nitrāta izkliedes platībās un no 0,002 līdz 0,090 mg L⁻¹ Aģes objekta koksnes pelnu izkliedes platībās, mediāna, attiecīgi, 0,011, 0,035 un 0,010 mg L⁻¹. Fosfātu koncentrācijas vainaga caurteces ūdens paraugos nenorāda uz augsnes ielabošanas līdzekļa izkliedes ietekmi kūdreņa demonstrējuma objektā.

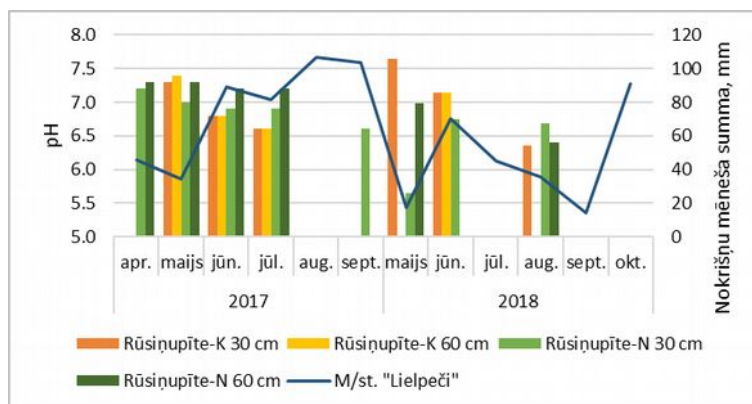
Augsnes ūdens monitorings

Augsnes ūdens monitorings veikts audzēs 580-230-39 (MrP50) un 508-231-25 (MrP50) – Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās un audzē 405-421-3 (KsP86) – Aģes upes izmēģinājuma platībās. Katrā no audzēm izvietots 1 monitoringa komplekts, attiecīgi, Rūsiņupītes audzēs pa vienam komplektam kontroles un amonija nitrāta izkliedes platībās, bet Aģes audzē – viens komplekts pelnu izkliedes platībās. Rūsiņupītes demonstrējuma objektā augsnes ielabošana ar amonija nitrātu veikta 2017. gada jūlijā, Aģes upes demonstrējuma objektā – 2018. gada februārī. Ievāktu augsnes ūdens paraugu analīžu rezultāti (pH, N_{kop}, mg L⁻¹, K, mg L⁻¹, PO₄³⁻, mg L⁻¹) norādīti attēlos Att. 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122 un 123.

Augsnes ūdens monitoringa periodā divu gadu garumā bija raksturīgi atšķirīgi meteoroloģiskie apstākļi, proti, nokrišņu summa. Atšķirības nokrišņu summās var ietekmēt izkliedētā augsnes ielabošanas līdzekļa ieskalošanos augsnē un noteikto ķīmisko parametru koncentrācijas augsnes ūdens paraugos. Noteikto parametru mainība divu gadu novērojumu periodā tika salīdzināta ar atbilstošā mēneša nokrišņu summām no tuvākās novērojumu stacijas (Tab. 5).

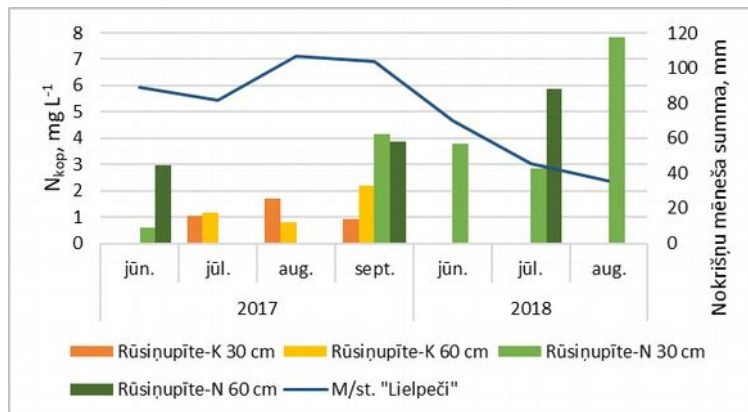
Tab. 5: Meteoroloģisko staciju “Skulte” un “Lielpeči” mēneša nokrišņu summas novērojumu periodam 2017.-2018. gads (Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs, 2019)

Novērojumu stacija	04.2017	05.2017	06.2017	07.2017	08.2017	09.2017	05.2018	06.2018	07.2018	08.2018	09.2018	10.2018
“Skulte”	45,9	25,7	87,9	31,2	71,3	105,0	30,0	58,4	27,3	36,4	17,3	56,0
“Lielpeči”	45,9	34,2	89,1	81,6	107,0	103,6	17,5	70,1	45,3	35,8	14,3	81,3



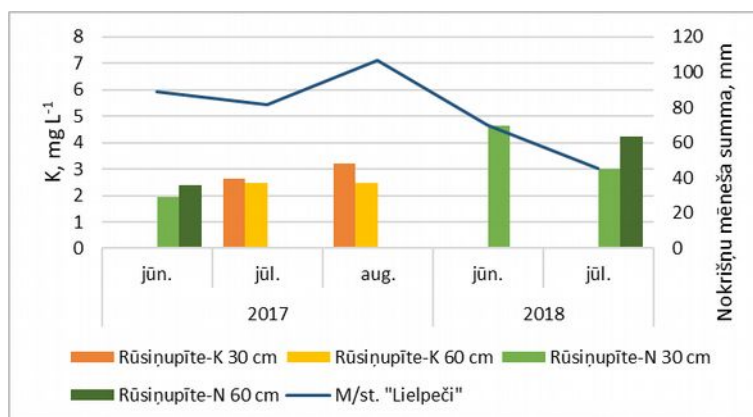
Att. 116: pH līmenis augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.

Pēc amonija nitrāta izkliedes parādās lielāka atšķirība pH līmeņos augsnes ūdens paraugos starp kontroles un izkliedes platībām. Līdzīgi sakarība novēroti arī trešās darba uzdevuma grupas augsnes ūdens paraugu pH līmeņos (Att. 63), kur lāna un damakšņa tipa audzēs konstatēta PH līmeņa palielināšanās uzreiz pēc amonija nitrāta izkliedes. Šāda sakarība ir konstatēta arī citos pētījumos (Aber, J.D. u.c., 1989).



Att. 117: N_{kop} ($mg L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.

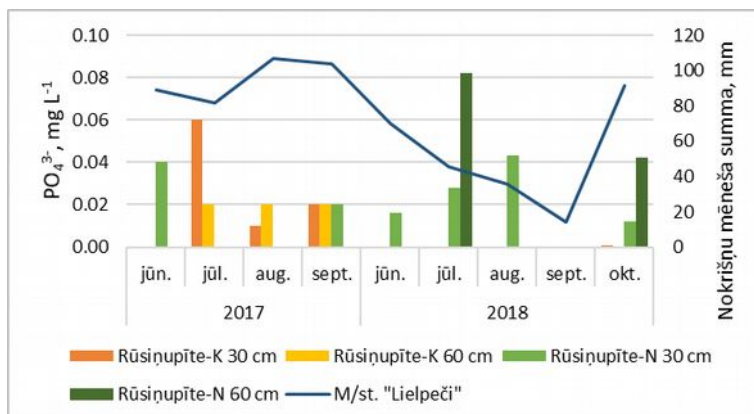
Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās trūkst atsevišķu datu par kopējā slāpekļa koncentrācijām, jo lizimetri neuzkrāja pietiekamu ūdens daudzumu, kas nepieciešams visu darba uzdevumos noteikto parametru noteikšanai. Gadu pēc amonija nitrāta izkliedes attiecīgajās platībās augsnes ūdens šķīdumā ir palielinājušās kopējā slāpekļa koncentrācijas. Lai arī šādi rezultāti novēroti trešās darba grupas izkliedes platībās damakšņa un lāna mežos (Att. 65), 2018. gada novērojumos trūkst datu par kopējā slāpekļa koncentrācijām kontroles platībās. Ekstremālo meteoroloģisko apstākļu radīto novērojumu pārtraukumu aizpildīs 2019. gada datu rindas, kā arī skuju un augsnes ķīmiskā sastāva rezultātu salīdzinājums ar augšanas gaitas rādītājiem un ūdens ķīmiskā sastāva monitoringa rezultātiem. Iespējams rezultātus var ietekmēt arī mazākas nokrišņu mēneša summas otrajā novērojuma sezonā.



Att. 118: K ($mg L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.

Līdzīgi tendence novēroti arī trešās darba uzdevuma grupas rezultātos, kur amonija nitrāta izkliedes platībās konstatēts kālija koncentrācijas pieaugums (Att. 67). Tomēr

dotie rezultāti ir jāvērtē uzmanīgi. Iespējams, salīdzinoši mazākas nokrišņu summas otrā gada novērojumos ir ietekmējušas augstākas kālija koncentrācijas amonija nitrāta izkliedes platībās.



Att. 119: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Rūsiņupītes izmēģinājuma platībās.

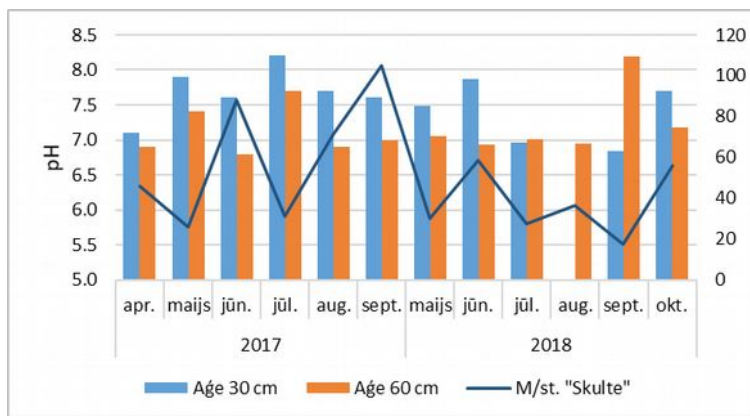
Līdzīgi kā kālijs, arī fosfāti nākamajā gadā pēc amonija nitrāta izkliedes konstatēti salīdzinoši lielākā koncentrācijā. Līdzīga sakarība novērota arī trešās darba uzdevumu grupas rezultātos (Att. 70). Tomēr dotie rezultāti jāvērtē uzmanīgi, jo atšķirības fosfātu koncentrācijā augsnes ūdenī starp novērojuma periodiem var ietekmēt mazākas nokrišņu mēneša summas otrajā novērojuma sezonā.

Tab. 6: Mann-Whitney testa p-vērtības augsnes ūdens ķīmiskajiem parametriem Rūsiņupītes izmēģinājuma platībām novērojumu periodam 2017.-2018. gads

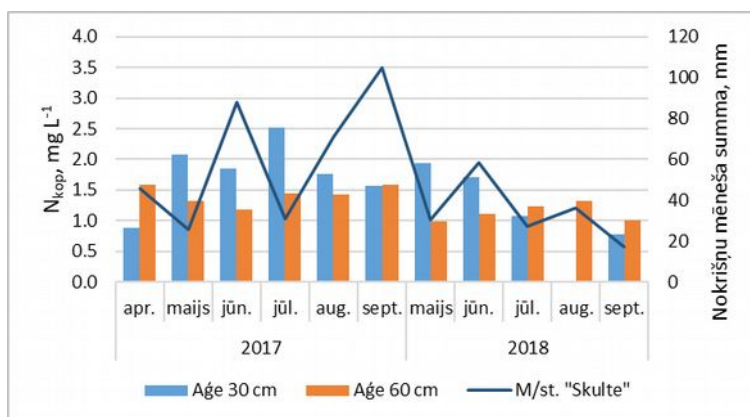
Parametrs	Mr 580-230-23	
	30 cm	60 cm
pH	0,518	0,668
K, mg L ⁻¹	1,000	1,000
N _{kop} , mg L ⁻¹	1,180	0,050 ⁵
PO ₄ ³⁻ , mg L ⁻¹	0,454	0,053

Arī trešās (Tab. 3) un ceturtais (Tab. 4) darba uzdevumu grupas augšņu ūdens paraugos, novērota būtiskā slāpekļa koncentrācijas palielināšanās augsnes ūdens paraugos pēc amonija nitrāta izkliedes. Tomēr 2018. gada novērojumos trūkst datu par kopējā slāpekļa koncentrāciju Rūsiņupītes kontroles platībās. Šo ekstremālo meteoroloģisko apstākļu radīto datu rindas iztrūkumu kompensēs novērojumi 2019. gadā, kā arī skuju un augsnes ķīmisko analīžu rezultāti.

⁵ statistiski būtiskas atšķirības.

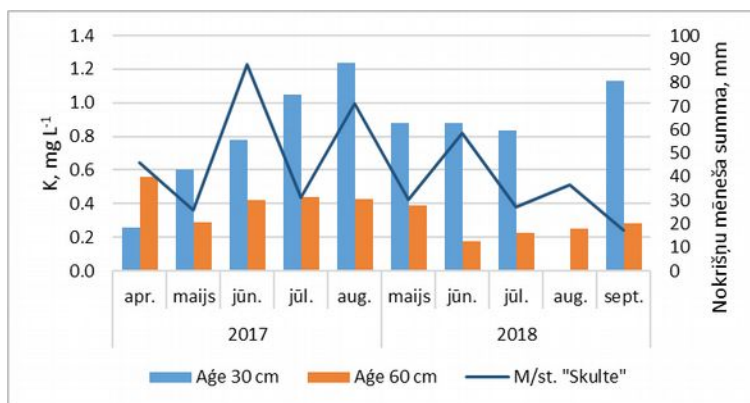


Att. 120: pH līmenis augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.



Att. 121: N_{kop} ($mg\ L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.

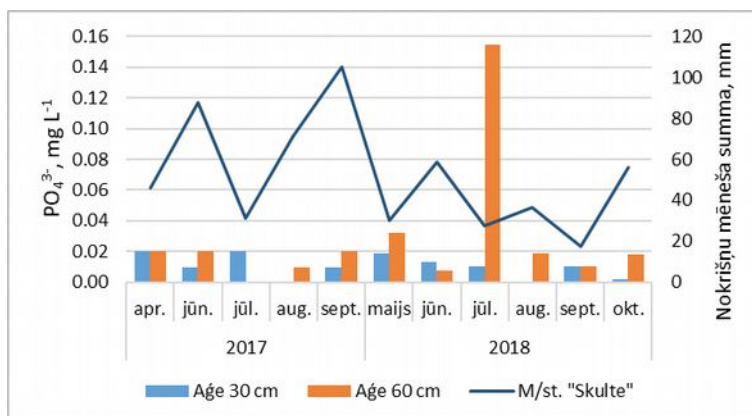
Aģes demonstrējuma objektā ievāktu skuju paraugu analīzēs tika konstatēts pietiekami liels slāpekļa saturs, kā tas ir raksturīgs audzēm uz organiskām audzēm (Lazdiņš, A., 2018).



Att. 122: K ($mg\ L^{-1}$) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.

Pētījuma programmas atskaitē par 2017. gadu norādīts, ka Aģes demonstrējuma objekta ievāktajos skuju paraugos nav noteikts makroelementu, tai skaitā kālija un fosfora deficīts (Lazdiņš, A., 2018). Savukārt, pēc koksnes pelnu izkliedes augsnes ūdens

paraugos nav konstatēts būtisks kālija koncentrācijas pieaugums, salīdzinot ar novērojuma periodu pirms izkļiedes.



Att. 123: PO₄³⁻ (mg L⁻¹) koncentrācija augsnes ūdens paraugos Aģes upes izmēģinājuma platībās.

Aģes demonstrējuma objekta skuju paraugos nav konstatēts fosfātu deficīts (Lazdiņš, A., 2018). Augsnes ūdens paraugos sešu mēnešus pēc koksnes pelnu izkļiedes konstatēts fosfātu koncentrācijas palielināšanās augsnes ūdens šķīdumā līdz 60 cm. Tomēr dotie rezultāti jāvērtē uzmanīgi, jo citos mēnešos nav novērots būtisks fosfātu koncentrācijas pieaugums.

Starpposma rezultātu kopsavilkums

Veicot atkārtotu veģetācijas raksturojumu, konstatēts, ka Ks audzē (Aģes upes objekts) novērotas gan attiecīgajam meža tipam, gan purvainiem raksturīgās zemsedzes augu sugas. Koksnes pelnus šajā objektā izkļiedēja mašinizēti un izkļiede notikusi nevienmērīgi. Ar to varētu skaidrot mazāko sugu sastopamību transektā 2 un lielāku sugu daudzveidību transektā 3. Mētrāja audzēs (Rūsiņupīte) dominē attiecīgajam meža tipam raksturīgās sūnas, lielāka sugu daudzveidība novērota parauglaukumos, kur izkļiedēti slāpekli saturoši augsnes ielabošanas līdzekļi, taču atšķirības rādītājos nav statistiski būtiskas. Šajā gadījumā izmaiņas var būt saistītas ar mazāku kokaugu vainaga projektīvo segumu, jo vairākas tikai parauglaukumos, kur izkļiedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, novērotās sugas ir saulmīļi. Novērots atsevišķs Deschampsia caespitosa eksemplārs, kas liecina par auglīgāku vidi parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Nav konstatētas būtiskas atšķirības Ellenberga skalas indikatorvērtībās un Šenona daudzveidības indeksā, salīdzinot kontroles laukumus un parauglaukumus, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi.

Rūsiņupītes demonstrējuma objektā iegūtajos datos pagaidām nav konstatēta augsnes ielabošanas līdzekļu izkļiedes ietekme uz vainaga caurteces ūdens ķīmiskajām īpašībām. Lai pamatotu dotos rezultātus, jāturpina nokrišņu ūdens monitorings un iegūtie rezultāti jāvērtē kopā ar skuju ķīmiskā sastāva parametriem. Aģes upes poligonā ievāktā vainaga caurteces ūdens paraugu K koncentrācijas vidējās vērtības

ir salīdzinoši lielākas, nekā 1. un 4. darba uzdevumu grupas koksnes pelnu izklīdes platībās (Att. 18 un 86). Iespējamās ilgtermiņa ietekmes raksturošanai ir jāturpina uzsāktais nokrišņu ūdens monitorings un iegūtie rezultāti jāsalīdzina ar skuju ķīmiskā sastāva analīžu rezultātiem. Augsnes ūdens analīžu rezultāti uzrāda būtisku slāpekļa koncentrāciju pieaugumu platībās, kur izklīdēts amonija nitrāts. Tomēr datu trūkums no kontroles platībām, kas veidojās sakarā ar ekstremāli sausajiem apstākļiem 2018. gadā neļauj objektīvi novērtēt amonija nitrātu ietekmi uz augsnes ūdens kvalitāti. Novērojumus turpināsim arī 2019. gadā, tāpēc 2018. gada meteoroloģisko apstākļu ietekme netraucēs datu analīzi, lai arī novērojumu rindu lietderīgi pagarināt un ietvert arī 2020. gadu, lai iegūtu pilnvērtīgus novērojumus no vismaz 2 sezonām. Iespējamo augsnes ielabošanas līdzekļu ietekmi uz augsnes ūdens kvalitāti 2019. gadā vērtēsim, ūdens analīžu rezultātus salīdzinot ar skuju un augsnes analīžu rezultātiem.

Publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi

2018. gadā informatīvais un publicitātes darbs veikts, organizējot ar pētījumu programmu saistītas atsevišķas informatīvas aktivitātes un tās pilnībā finansējot no programmas līdzekļiem, gan arī piedaloties ar ziņojumiem un informāciju citu pētniecisko un informatīvo projektu aktivitātēs un sedzot tikai iesaistīto personu darba laiku un ceļa izdevumus. Saskaņā ar pētījumu programmas darba plānu 2018. gadā paredzēti sekojoši darbi:

- organizēt 3 īstermiņa zinātniskās misijas;
- sagatavot 1 televīzijas un 1 radio sižetu par meža augšanas apstākļu uzlabošanai aktuāliem jautājumiem;
- sagatavot vismaz 1 rakstu populārajā presē;
- organizēt semināru par koku augšanas apstākļu uzlabošanas jautājumiem pētījuma mērķa grupām (meža īpašniekiem, kokrūpniecības uzņēmumiem un pašvaldībām).

Īstermiņa zinātniskās misijas

Līdz 2018. gada septembrim pētījumu programmas ietvaros izsludināja un apstiprināja 3 zinātniskās misijas. Visu misiju dalībnieki bija studenti, kuri misijas laikā iegūtos datus plānoja izmantot studiju noslēguma darbos ar norādi uz pētījuma programmas finansējumu. Studenti zinātnisko misiju atskaitēs rakstīja, ka datus izmantos arī zinātniskajās publikācijās, tāpēc pirms studiju darbu aizstāvēšanas un zinātnisko rakstu publicēšanās, vēl npublicējam pilnus zinātnisko misiju atskaites tekstus. 2019. gada jūnija sākumā hipersaites uz aizstāvēto studiju darbu tiešpiekļuves adresēm ievietosim LVMI Silava mājas lapā pētījumam veltītajā sadaļā⁶. Zinātnisko misiju īstenošanas

⁶ <http://www.silava.lv/23/section.aspx/View/181>

līgumos noteikta prasība, ka visos publicētajos darbos un zinātniskās publikācijās, kas sagatavotas šī pētījuma ietvaros, ir jāievieto atsauce uz projektu.

Ilzes Grudules (LLU Meža fakultāte) "**Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz egļu audžu vitalitāti kūdreņos un āreņos**" misijas mērķis bija novērtēt parastās egles dzīvotspēju pēc koksnes pelnu izkliedes, analizējot vainaga stāvokli. Pētījumam izvēlējās 10 parastās egles mežaudzes uz meliorētām augsnēm, kur vērojama defoliācija un/vai hloroze. Līdz augusta beigām ievāca empīrisko materiālu – veica lapu laukuma indeksa (LAI) mērījumus kontroles un ar pelniem apstrādātajās platībās, kā arī veica vainagu stāvokļa novērtējumu ar parauglaukumu metodi (defoliācija ballēs un %, DEF) un noteica koku caurmēru un augstumu pastāvīgajos parauglaukumos. Apsekojumā iekļautās audzes parādītas Tab. 7.

Tab. 7: Koksnes pelnu ietekmes uz egles audžu vitalitāti pētījumam izvēlētās audzes

Audze	Meža tips	Suga/vecums	Parauglaukumu skaits	Pelnu ietekme, gadi	Pelnu izkliedes tehnoloģija
609-16-10	Ks	E47	6	7	manuāli
609-17-7	Ks	E43	6	7	manuāli
608-41-14	As	E36	6	7	manuāli
409-537-8	As	E42	6	2	mašinizēti
409-537-4	As	E36	4	2	mašinizēti
609-30-27	As	E28	4	2	mašinizēti
609-29-33	As	E30	6	2	mašinizēti
609-18-1	Ks	E50	10	2	mašinizēti
503-300-12	Ks	E40	6	2	manuāli
503-312-1	As	E37	2	2	manuāli

Galvenās atziņas: Vislielākās LAI vērtības konstatētas parauglaukumos, kur izkliedēti koksnes pelni. Defoliācijas līmenis bija mazāks ar pelniem parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi – koksnes pelni būtiski uzlaboja egļu audžu vitalitāti uz nosusinātajām augsnēm. Vislielāko DEF atšķirību novēroja laukumos, kur tika veikta manuāla pelnu izkliedēšana un visi pārbaudītie koki tika apstrādāti līdzīgi. Mazāku DEF atšķirību kontroles un koksnes pelnu apstrādātajiem parauglaukumiem novēroja lielos parauglaukumos, kur pelnus izliedēja mašinizēti. Tas izskaidrojams salīdzinoši nevienmērīgāku pelnu izkliedēšanu, to veicot mašinizēti.

Vitālijs Lazarenko un Vita Rudoviča (LU Ķīmijas fakultāte) misijā "**Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz smago metālu koncentrāciju zemesdzes augos un ogās**" veica smago metālu piesārņojuma analīze melleņu ogās, zemesdzē un augsnē. Pētījumā izmantoja ogas, kas bija ievāktas 4 mežaudzēs (Tab. 8), kurās gan kontroles, gan pelnu izkliedes platībās bija ievācama melleņu raža tādā apjomā, ka iespējams sagatavot paraugu analīzei. Augsnes paraugus ievāca, lai noteiktu smago metālu saturu ogās un augsnē saistību.

Tab. 8: Smago metālu koncentrācijas zemsedzes augos un ogās noteikšanai izvēlētās audzes

Audze	Meža tips	Suga
405-421-3	Km	P
608-19-21	Km	P
608-44-7	Am	P/E
608-29-4	Am	P

Misijai noslēdzoties, sagatavota atskaite par smago metālu saturu ogās un augsnē, kā arī iesniegti analīžu rezultāti. Īstermiņa zinātniskās misijas laikā ievāktos paraugus ir plānots pētīt padziļināti 2019. gadā, izmantojot vēl citas paraugu sagatavošanas un analīzes metodes (FAAS, ET-AAS), lai novērstu dažu iepriekš lietoto metožu (TXRF, AAS) nepilnības konkrētu elementu noteikšanā (piemēram, ar TXRF nav iespējams kvantificēt kadmiju traucējošo spektrālo efektu dēļ). Galvenā atziņas – vidējais smago metālu saturs ogās vāji korelēja ar smago metālu saturu augsnē; ne vienmēr koksnes pelni bija palielināta smago metālu satura avots augsnē – smago metālu saturu ietekmēja arī dabiskais fons. Elementu saturs augsnē neuzrādīja būtiskas atšķirības kontroles laukumos un laukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Saskaņā ar MK noteikumiem Nr. 804 noteiktās metālisko elementu maksimāli pieļaujamās koncentrācijas robežas nav pārsniegtas nevienā no izmēģinājumu objektiem. Iegūtie rezultāti parādīja, ka mellenēs, kuras ievāktas kontroles laukumos un parauglaukumos, kur izkliedēti augsnes ielabošanas līdzekļi, metālisko elementu saturs būtiski neatšķīrās.

Kristīne Zadvinska un Lauma Buša (LU Ķīmijas fakultāte) misijā "**Lapu koku stādījumos izmantotā mēslojuma ietekme uz smago metālu koncentrāciju parastajās apšu bekās (*Leccinum auranticum*)**" noteica smago metālu saturu ēdamajās sēnēs plantācijās, kur izkliedēti koksnes pelni, notekūdeņu dūņas un digestāts.

Nesagaidot apšu beku ražu, 2018. gada 13. septembrī ievāca bērzu beku un augsnes paraugus ķīmisko analīžu veikšanai, kas vēlāk apstiprinājās kā pareizs lēmums, jo 2018. gada nokrišņiem nabadzīgajā vasarā apšu beku auglķermeņi neveidojās. Četros atkārtojumos apšu hibrīdu stādījumā, kuru ierīkojot izmantots sadzīves notekūdeņu dūņu, koksnes pelnu vai digestāta pamatmēslojums, ievāca sēņu auglķermeņus un augsnes virskārtas (0-20 cm) paraugus. Galvenās atziņas: misijā ievāktu paraugu analīžu rezultāti parāda, ka bekas visvairāk akumulējušas Cu un Zn. Sēņu paraugos bija arī liels Mn saturs. Septiņus gadus pēc augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanas metālu koncentrācijas atšķirības dažādos variantos nav statistiski būtiskas. Ir paaugstinātas $\delta^{13}\text{C}$ vērtības visiem augsnes ielabošanas līdzekļiem, salīdzinājumā ar kontroles platībās iegūtajiem paraugiem, it īpaši paraugiem, kas iegūti platībās, kurās izkliedētas dūņas un digestāts. Arī $\delta^{15}\text{N}$ vērtības paraugiem, kas iegūti ar augsnes ielabošanas līdzekļiem apstrādātajās platībās, bija palielinātas, kas norāda uz antropogēno C un N izcelsmi. Īpaši izteikts tas bija paraugos, kas ievākti platībās, kur izmantotas notekūdeņu dūņas. Smago metālu saturs analizētajos beku paraugos nepārsniedza MK noteikumus Nr. 334 „Noteikumi par pārtikas piesārņojumu un prasībām kodīgas ķīmiskās vielas saturošas

pārtikas iepakojumam un marķējumam” norādītās maksimāli pieļaujamās smago metālu satura vērtības.

Televīzijas sižeti

Koku augšanas apstākļu uzlabošanu – kokiem nepieciešamo barošanās elementu nodrošināšanu ar koksnes pelniem vai minerālajiem augsnes ielabošanas līdzekļiem 2018. gadā popularizējām 3 TV sižetos. Divos TV sižetos atspoguļoja sadarbību ar AS “Latvijas valsts meži” skolu programmu “Meža ekspedīcija”, bet vienā raidījumā kokiem nepieciešamo barošanās elementu ienesi pieminēja mežsaimniecisko darbu mašinizācijas kontekstā.

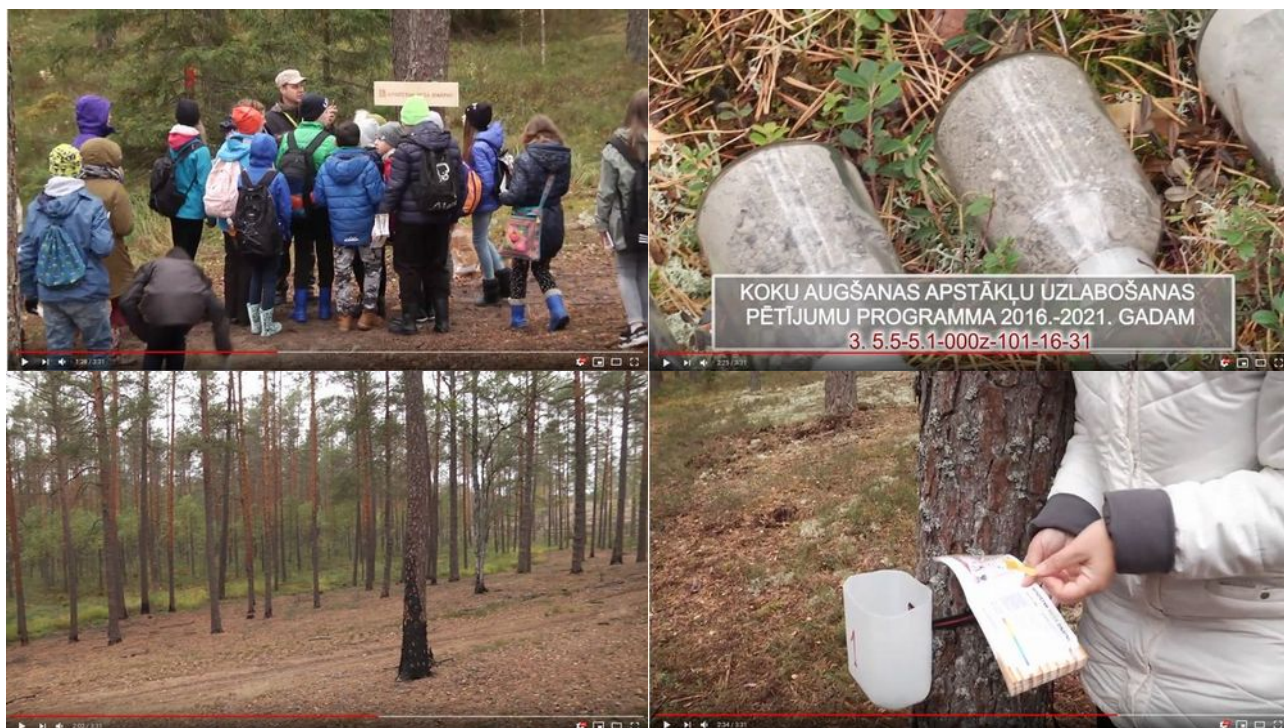
Sižetu, kurā LVMI Silava pārstāvis stāsta par iesaisti skolu programmā “Meža ekspedīcija”, rādīja 2018. gada 30. septembrī Reģionālajā televīzijā raidījumā “24/7”. LVMI Silava vadošā pētniece statīja par pieturu “Iepazīstam meža zinātni”, uzsvērdama, cik svarīgi mežaudzes atjaunošanā, kopšanā un audzēšanā nodrošināt, lai kokiem būtu pieejami tiem nepieciešamie barošanās elementi. Raidījums pieejams ReTV arhīvā. LVMI Silava aktivitātes rāda, sākot 17 ar minūti (Att. 124).



<http://www.vtv.lv/24-7-30-09-2018/>

Att. 124: Ekrānšāviņi no ReTV raidījuma 24/7 (2018.09.30).

LNT kanālā raidījumā “Attīstības kods” 2018. gada 30. septembrī rādīja izvērstāku sižetu par pieturu “Iepazīstam meža zinātni” un koksnes pelnu izmantošanas nepieciešamību mežaudzes ražības kāpināšanai un koku veselības saglabāšanas profilaksei vai atveseļošanai.



<https://www.youtube.com/watch?v=WsYQupJQdS8&feature=youtu.be>

Att. 125: Ekrānšāviņi no LNT raidījuma “Attīstības kods” (2018.09.30).

Tiešsaiste uz raidījumā rādīto sižetu pieejama LVMI Silava mājas lapā, pētījumu programmai veltītajā sadaļā (Att. 125).

Koku augšanas apstākļu uzlabošanai iemantojamo līdzekļu izklaidēšanas dažādos aspektus un tehnoloģiskos risinājumus zinātnieki, praktiķi un tehnikas izplatītāji apsprieda Ziemeļvalstu ekselences centra CAR: NB-NORD Nordic-Baltic Network for Operational Research darba sanāksmē “Small machines for small trees”, kas Latvijā notika 2018. gada 14.-15. novembrī. Sanāksmē runāto plašākai auditorijai darīja zināmu ar televīzijas raidījuma starpniecību. Raidījuma ieraksta daļu, kurā pētījumu programmas vadītājs Andis Lazdiņš stāsta par koku augšanas apstākļu uzlabošanu iespējams apskatīties tiešsaistē, kas publicēta LVMI Silava mājas lapā pētījumu programmas sadaļā (sižeta ekrānuzņēmumi redzami Att. 126).



<https://www.youtube.com/watch?v=2pBSOXqof9o&feature=youtu.be>

Att. 126: 2018. gada 25.novembrī LTV 7 kanālā radītā raidījuma „Nedēļas Apskats” ekrānšāviņi.

2019. gadā plānots sagatavot tematiskus sižetus par koku augšanas apstākļu uzlabošanu apmežojumos un minerālo slāpekli saturošo augsnes ielabošanas līdzekļu efektu.

Radio raidījums

2018. gada 6. novembrī Latvijas radio raidījumā “Kā labāk dzīvot”⁷ pēc LVMI Silava pētnieku iniciatīvas pētījuma programmas izpildē iesaistītie zinātnieki stāstīja par aktivitātēm, kas veiktas, īstenojot pētījumu programmu. Pētnieki rosināja klausītājus uzlabot ne tikai dārza augu, bet arī mežā augošo koku augšanas apstākļus, savlaicīgi nodrošinot tiem nepieciešamos augu barošanās elementus. Zinātnieki pievērsās galvenokārt koksnes pelnu izmantošanas potenciālam, uzverot koksnes pelnu pozitīvo ietekmi uz augsnes reakciju, tomēr pieminēja arī minerālo augsnes ielabošanas līdzekļu pozitīvo ietekmi uz kokaudzēm. Zinātnieki norādīja, ka var būt tā, ka kokiem ja trūkstošie barošanās elementi nav koksnes pelnu sastāvā, vai kāds no tiem nepieciešams lielākā daudzumā, nekā iespējams ienest ar koksnes pelniem, tad noteikti izmantojams arī minerālie slāpekli saturošie augsnes ielabošanas līdzekļi.

The image shows two screenshots. The left screenshot is from the LVMI Silava website (www.silava.lv/73/section.aspx/829), displaying the 'LR1 "Kā labāk dzīvot": par cirkulāro bioekonomiku' broadcast details, including the date (6. novembrī, 2018) and participants (Dagnija Lazdija, Andis Lazdiņš, Modris Okmanis). The right screenshot is from the 'Kā labāk dzīvot' radio broadcast page, showing a video player with a forest fire image and a list of previous broadcasts.

<http://www.silava.lv/73/section.aspx/829>

<https://lr1.lsm.lv/lv/raksts/ka-labak-dziivot/pelnu-otra-dzive-meza-un-uz-lauka-jeb-cirkulara-bioekonomika.a110936/>

Att. 127: LVMI Silava un LR1 interneta vietņu adreses, kur pieejams 2018. gada 6. novembra raidījuma “Kā labāk dzīvot” ieraksts.

Raidījuma ieraksts pieejams gan LVMI Silava interneta vietnē, gan Latvijas radio raidījumu arhīvā (Att. 127). LR1 interneta vietnē raidījums tiek pieteikts ar šādu anotāciju: “Ir sākusies apkures sezona un, radot siltumu, rodas blakus produkti, piemēram, pelni. Pret koksnes pelniem mēs varam attiekties kā pret atkritumiem, vai arī varam tos izmantot kā lielisku augsnes ielabošanas līdzekli. Tāpat pelni var būt noderīgi ceļu būvē un arī kā celtniecības materiāls. Šāds process tiek saukts par cirkulāro bioekonomiku un par šādas aprites principiem saruna raidījumā *Kā labāk dzīvot*. Par

⁷ Ēterā no 9:07 līdz 10:00 katru darba dienu.

pelnu iespēju atgriezties atkal mežā kā barības vielām, stāsta Latvijas valsts mežzinātnes institūta "Silava" vadošie pētnieki **Dagnija Lazdiņa** un **Andis Lazdiņš** un šī institūta zinātniskais asistents **Modris Okmanis**.

"Kādreiz tas bija vienkārši – ielika krāsnī malku, sadedzināja, izgrāba pelnus un aiznesa uz dārziņu, lauku, vai pakaisīja taciņu. Materiāls ir aprītē, paņemam no meža, sadedzinām, to, kas paliek pāri izmantojam," skaidro Dagnija Lazdiņa. "Kad no meža izved kokmateriālus kaut kādu daļu sadedzina un to, kas paliek pāri, ir pelni, kāpēc tos izmest atkritumos, ja var aizvest atpakaļ uz mežu un nodrošināt mežam barības vielas."

- Pelnos sakoncentrējies viss labums, kas krājies koksnes augšanas laikā, daudz prātīgāk to visu izmantot. Tur ir kalcijs, kālijs, magnijs, fosfors – daudz mikroelementu.
- Mežzinātnes institūta "Silava" pētnieki par koksnes pelnu izmantošanu ieinteresējušies, kad savairojās egļu bruņuts, jo tas ir viens no labākajiem risinājumiem, lai tiktu galā ar kukaini. Pelni ir dabisks līdzeklis. Tos var bērt mežā profilaktiski.
- Koksnes pelnus var pierēģistrēt kā kaļķošanas materiālus, ne atkritumus. Tos drīkst izmantot, kā augsnes ielabošanas līdzekli un koku augšanas apstākļu uzlabošanas līdzekli sertificētos mežos.....”

Nākamajā sezonā paredzēts piedalīties LR1 radio raidījumā “Zināmais nezināmajā”⁸. Tiks uzrunāti Radio SWH raidījuma “Zaļais stūris” rubrikas “Meža aktualitātes”⁹ veidotāji.

Populārzinātniskā publicitāte

Publicitātes pasākumu ietvaros sagatavota informāciju žurnāla “Ilustrēta zinātne” atvērumsam, kas veltīts augsnes ielabošanas pasākumiem mežā (Att. 128).

Intervijā žurnālam LVMI Silava vadošais pētnieks Andis Lazdiņš norādīja uz galvenajām atzinām, kas būtu iekļaujamas tekstā “Galvenā atziņa, kas varētu būt raksturīga mūsu reģionam, bet ne Ziemeļvalstīm, ir lielā dažādība pelnu kvalitātē. Pie mums katlumājās dominē kustīgo ārdū tehnoloģija, ar kuru nevar nodrošināt vienmērīgu temperatūru un koksnes sadegšanu visā sadegšanas kamerā, tāpēc pelnos var būt gan pussadegusi koksne, gan sakusuši pelnu gabali, gan krāšņu konstrukcijas elementi, tāpēc sarežģītākās tehnoloģijas, tādas kā granulēšana vai presēšana, kuru virzienā varētu skatīties verdošā slāņa katlu apsaimniekotāji, vairumā gadījumu diez vai strādās, un ir jāiet vienkāršāks ceļš – pelnu cietināšana jeb cementēšana, ar sekojošu sadrupināšanu. Iespējams, ka ir jāpieliek nedaudz cementa, lai iegūtu mazāk putošu materiālu. Bet apstrāde noteikti ir nepieciešama pirms pelnu vešanas uz mežu. Droši vien arī lauksaimniecības zemēs nebūtu ieteicams izmantot neapstrādātus pelnus, kaut vai tāpēc,

⁸ēterā katru darba dienu no 10:07 līdz 11:00

⁹ēterā katru ceturtdienu no plkst. 19:00-20:00, atkārtojums sestdienās no plkst. 7:00-8:00

lai neapdraudētu šajā procesā iesaistīto cilvēku veselību.” Pētījumu programmas koordinators stāstīja arī par citiem aspektiem, bet kā to apkopojis žurnālists Jānis Barbans, var lasīt žurnāla “Ilustrētā zinātne” 2018. gada augusta numurā (Att. 128).



Att. 128: Atvērumums žurnālā “Ilustrētā zinātne”.

Nākamajā sezonā izdosim brošūru “Slāpekļa piedevu izmantošana skujkoku un bērza briestaudzēs augšanas apstākļu pasliktināšanās risku novēršanai”, kā arī sagatavosim informatīvu materiālu par minerālo piedevu un koksnes pelnu izkliedēšanas pakalpojumu raksturu, iepirkumu organizāciju, prasībām tehnikai un darbu izpildes kvalitātei, kā arī vides aizsardzības pasākumiem (izdošana paredzēta 2020. gadā). Pētījuma sākotnējos rezultātus publicēsim Latvijas avīzē.

Semināri

Lai veiksmīgāk popularizētu pētījumos jau gūtās atziņas un paplašinātu izpratni par koku augšanas apstākļu uzlabošanas iespējām, LVMI Silava pētījumā iesaistītā darba grupa organizēja informatīvo semināru LLKC Meža konsultāciju pakalpojumu centra darbiniekiem. Seminārs notika Baldonē 2018. gada 20. decembrī (Att. 129). Ziņojuma prezentāciju .pdf, faili pieejami LVMI Silava interneta vietnē pētījumam veltītajā sadaļā.



Att. 129: LLKC MKPC darbinieku par jaunākajām aktivitātēm informē Modris Okmanis un Raitis Meļņiks.

Citas informatīvās aktivitātes ietver ziņojumus par pētījumu programmā paveikto un koku augšanas apstākļu uzlabošanas iespēju risinājumu popularizēšana starptautiskās konferencēs. Darba grupa piedalījās citu organizāciju Latvijā īstenoto projektu rīkotajos semināros (uzskaitīts nākošajā nodaļā), tādējādi sasniedzot plašu mērķauditoriju.

2019. gadā organizēsim seminārus Latvijas mežzinātnes dienu ietvaros, kā arī publicēsim informatīvos materiālu pētījumu programmas interneta vietnē, tajā konferenču ziņojumu prezentācijas un tēzu kopsavilkumus.

Papildus publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi

Papildus 2018. gadā noteiktajiem darba uzdevumiem turpināti 2017. gadā uzsāktās darbības, sniedzot ziņojumus konferencēs un sanāsmēs, kā arī publicējot pētījumu rezultātus zinātniskajā periodikā.

Dalība sanāsmēs, semināros, konferencēs Latvijā

Ziņojums LU 76. STARPTAUTISKĀ ZINĀTNISKĀ KONFERENCĒ 2018¹⁰ Aģes un Rūsiņupes ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc bioloģiskās kvalitātes elementiem. 2018. gada 31.decembris, LU Bioloģijas institūta pētnieku ziņojums.

Sapulcē 2018. gada 6. aprīlī, kurā piedalījās **AS “Latvijas valsts meži”** pārstāvji S. Melne, I. Kalmuks, E. Pēterhofs, T. Kotovičs, A. Sedlenieks, A. Melnis, A. Purviņa, I. Brauners, atrunāti nosacījumi iegūto datu atspoguļošanai publikācijās.

Dagnija Lazdiņa iesūtījusi precizējošus ierosinājumus FSC standarta kritēriju precizēšanai tā sabiedriskās apspriešanas laikā.

Andis Lazdiņš un Dagnija Lazdiņa piedalījās ar ziņojumiem un lauka demonstrējumiem 2018. gada 5. septembrī **Jelgavas novada domes un SIA Laflora rīkotajā konferencē “Purvu ilgtspēja. Cilvēks. Daba. Labklājība.”**¹¹ 2018. gadā, Drabiņu purvā, ar ziņojumiem “Siltumnīcefekta gāzes mērījumi kūdras ieguves vietā”, “Kokaugu audzēšana purvā pēc kūdras ieguves” stāstījumā iekļauta informācija par augsnes

¹⁰ https://www.lu.lv/konference/programma/?user_phpfileexecutor_pi1%5Bdownload_abstract_id%5D=5221

¹¹ <http://www.jelgavasnovads.lv/lv/galerijas/896/konference-purvu-ilgtspeja-cilveks-daba-labklajiba/>

ielabošanas paņēmieniem un koku augšanas apstākļu uzlabošanu. Konferences apmeklētāju vidū bija mežu īpašnieki un apsaimniekotāji, pašvaldības, siltumenerģijas ražotāji, Valsts vides dienests, Dabas aizsardzības pārvalde, Zemnieku saimniecības, Zemkopības ministrija, Nevalstiskās organizācijas, Latvijas kūdras asociācija, Latvijas Valsts meži, LVĢMC u.c. jomu pārstāvji.

Sadarbības tīklu CAR: NB-NORD Nordic-Baltic Network for Operational Research Mechanized and improved silviculture kopīgajā sanāksmē “Small machines for small trees” 2018. gada 14.-15. novembrī¹² sniegts ziņojums “Use of fertilizers after forest tending operations” (augšnes ielabošanas līdzekļu izmantošana pēc jaunaudžu kopšanas). Sanāksmes dalībnieki nozares praktiķi un zinātnieki, tehnikas izplatītāji. Sanāksme organizēta Latvijā.

Sagatavoti ziņojumi un pieteikta dalība LU 77.STARPTAUTISKĀ ZINĀTNISKĀ KONFERENCĒ¹³ 2019. gadā janvāris – februāris (studenti un dažādu nozaru mācībspēki, profesūra):

- Aģes un Rūsiņupes ekoloģiskā stāvokļa novērtējums pēc augšnes ielabošanas pasākumiem tām piegulošajās teritorijās.
- Lapu koku stādījumos izmantoto augšnes ielabošanas līdzekļu ietekme uz smago metālu koncentrāciju parastajās bērzubekās (*Leccinum scabrum*).
- Koksnes pelnu izmantošanas ietekme uz metālu saturu zemsegā, augsnē un mellenēs (*Vaccinium myrtillus*).

Pētījumu tematikas un rezultātu popularizēšana ārzemēs

Saistībā ar pētniecības programmu 2018. gada sniedza vairākus ziņojumus starptautiskās konferencēs. Konferenču dalībniekiem stāstīja gan par ekoloģiskajiem, gan tehniskajiem un mašinizācijas pētījumiem.

- Governing sustainability of bioenergy, biomaterial and bioproduct supply chains from forest and agricultural landscapes¹⁴, Kopenhāgena, 17.-19. aprīlis “Bioenergy production side product wood ash for forest fertilisation – results of socially active persons survey ”(zinātnieki no Baltijas jūras reģiona valstīm un ASV);
- Research for Rural Development 2018¹⁵, Jelgava, ziņojumi “Forest fertilization – economic effect and impact on GHG emissions in Latvia”, “Changes in vegetation in the Level II monitoring plot in Valgunde parish”(konferences auditorija – jaunie zinātnieki un pētnieki);

¹² http://www.silava.lv/userfiles/file/Aktualitates/2018_11_12_Workshop%20-%20Small%20machines%20for%20small%20trees_LV_2018_11_14-15%20_programm2.pdf

¹³ <https://events.lu.lv/77-zinatniska-konference>

¹⁴ https://ign.ku.dk/bioenergy-conf-2018/doc/Conference_book_of_abstracts_16Apr2018.pdf

¹⁵ http://www.silava.lv/userfiles/file/Aktualitates/2018_05_Mezzinatnes_konference_programma.pdf

- Engineering for Rural Development 2018 Jelgava, 23.-25. maijs, ziņojums “Initial evaluation of impact of evenness of spreading wood ash in forest on additional radial increment” (konferences auditorija – jaunie zinātnieki un mašinizācijas pētnieki);
- CAR-ES un SNS-120 darba sanāksme Helsinki¹⁶, 31. oktobris – 2. novembris 2018. Ziņojumi: Wood ash spreading on spruce stands on upland and peatland: effect on tree growth, *Modris Okmanis, Short-term impact of wood ash on forest ground vegetation, Guna Petaja, Wood ash for circular bioeconomy – research and results, Dagnija Lazdina.*

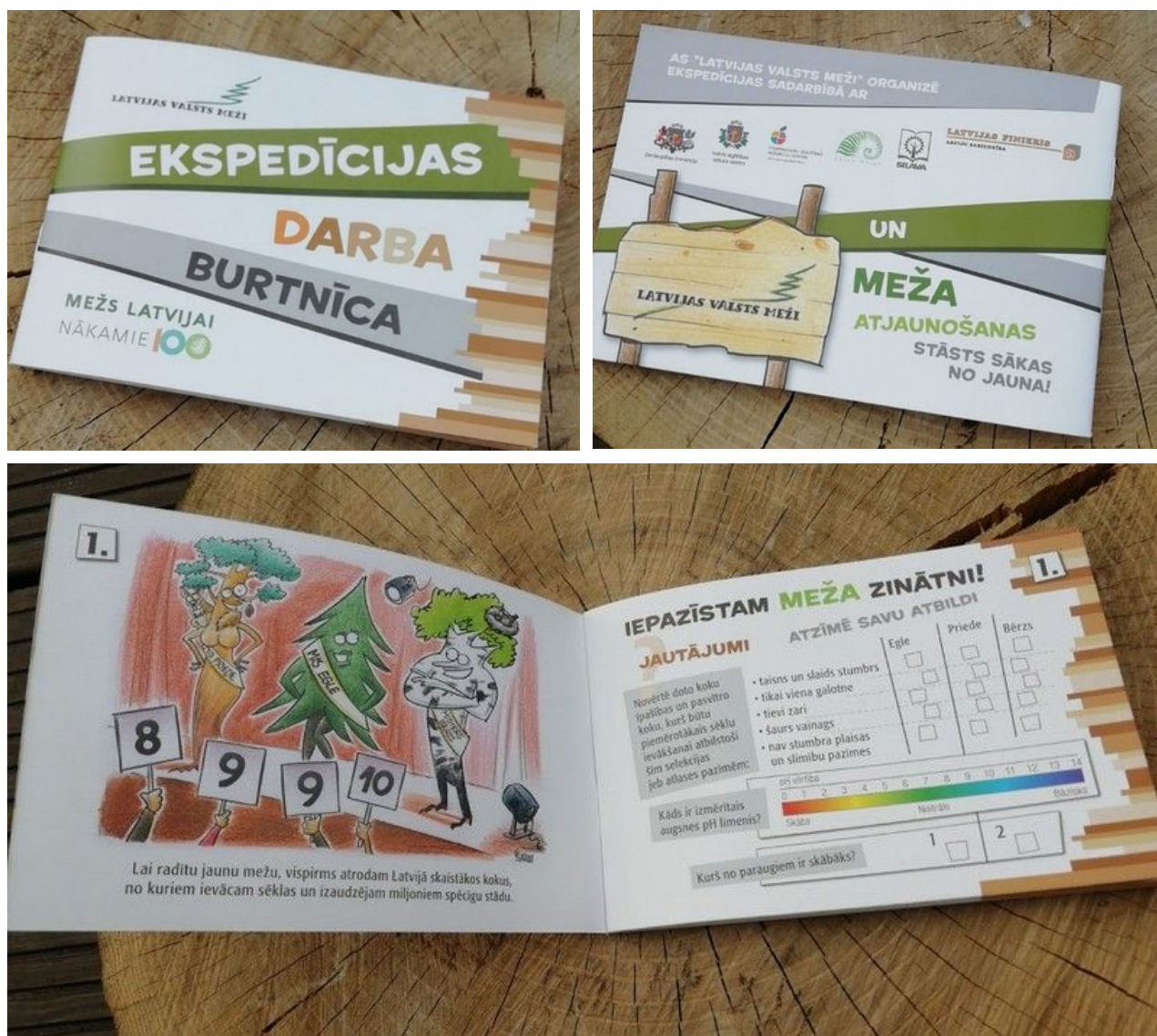
Atskaites periodā publicētie zinātniskie raksti

Pētījuma rezultāti izmantoti 3 zinātnisku publikācija sagatavošanā:

- Petaja, G., Okmanis, M., Makovskis, K., Lazdiņa, D. and Lazdiņš, A. 2018. Forest fertilization: economic effect and impact on GHG emissions in Latvia. *Baltic Forestry* 24(1): 9-16. (https://www.balticforestry.mi.lt/bf/PDF_Articles/2018-24%5B1%5D/Baltic%20Forestry%202018.1_009-016.pdf);
- Okmanis, M., Kalvis, T., Lazdina, D. 2018. Initial evaluation of impact of evenness of spreading wood ash in forest on additional radial increment. *Engineering for Rural Development* 17, pp. 1902-1908 (<http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2018/Papers/N491.pdf>);
- Bardule, A., Grinfelde, I., Lazdina, D., Bardulis, A., & Sarkanabols, T. (2018). Macronutrient leaching in a fertilized juvenile hybrid aspen (*populus tremula* L. × *P. tremuloides* michx.) plantation cultivated in an agroforestry system in latvia. *Hydrology Research*, 49(2), 407-420. doi:10.2166/nh.2017.054.

Dalība nozares sabiedriskajos pasākumos

AS “Latvijas valsts meži”, LU Starpnozaru izglītības inovāciju centra, LVMI Silava un AS "Latvijas Finieris" Latvijas vispārizglītojošo skolu 6. klašu AS “Latvijas valsts meži” MEŽA EKSPEDĪCIJAS programmai ierosinājām pieturu “Iepazīstam meža zinātni!”.



Att. 130: AS “Latvijas valsts meži” Meža ekspedīcijas programmas dalībnieku darba burtņīcas atvērums - “Iepazīstam meža zinātni”.

Nodrošināts informatīvs atbalsts AS “Latvijas valsts meži” darbiniekiem 6. klases meža ekspedīcijas¹⁷ pieturas “Iepazīstam meža zinātni” vadīšanai, kā arī koksnes pelnu paraugi praktiskajām nodarbībām – skābuma mērīšanai. Šīs izglītojošās aktivitātes ietvaros LVMI Silava 7. jūnijā Velēnā piedalījās AS “Latvijas valsts meži” darbinieku apmācībās Ziemeļvidzemes reģionam un 26. septembrī filmēja TV sižetu par šo aktivitāti Ropažu apkārtnē. Skolēnu novērtējumā pietura iekļuva pirmajā trijniekā.

Pētījumu popularizējām AS “Latvijas valsts meži” organizētajā pasākumā “Latvijas Meža dienas” Tērvetē, 25. un 26. maijā, kur rādījām, cik dažādi ir koksnes pelni un kā tie var noderēt koku augšanas veicināšanai un atveseļošanai (Att. 131).

¹⁷ <https://www.lvm.lv/sabiedrībai/skolam/ekspedīcija>



Att. 131: Koksnes pelnu īpašību un izmantošanas iespēju prezentēšana Tērvetē.

Līdzīgu informatīvu aktivitāti veicām 14. septembrī Ogres novada Zilajos kalnos¹⁸ “Meža zinības Zilajos kalnos” pasākumā, kā arī “Zinātnes nakts”¹⁹ ietvaros 28. septembrī LVMI Silava rīkoto aktivitāšu ietvaros.

LVMI Silava aktivitātes publicēja Laikrakstā Diena – Diena pielikums Dabas Diena (10.10.2018.): Purva vietā kokaudžu stādījumi²⁰.

TV un video sižeti citu papildinošu pētniecības projektu ietvaros

LIFE REstore projekta publicitātes darbību ietvaros prezentējām koksnes pelnu izmantošanas iespējas kūdrāju rekultivācijā un sniedzām intervijas video sižetam par kūdrāju apmežošanu (Att. 132). LIFE REstore auditoriju informējām par “Koku augšanas apstākļu pētījumu programmas 2016-2020” ietvaros sagatavotajiem un iecerētajiem informatīvajiem materiāliem.



<https://restore.daba.gov.lv/public/lat/jaunumi/76/>

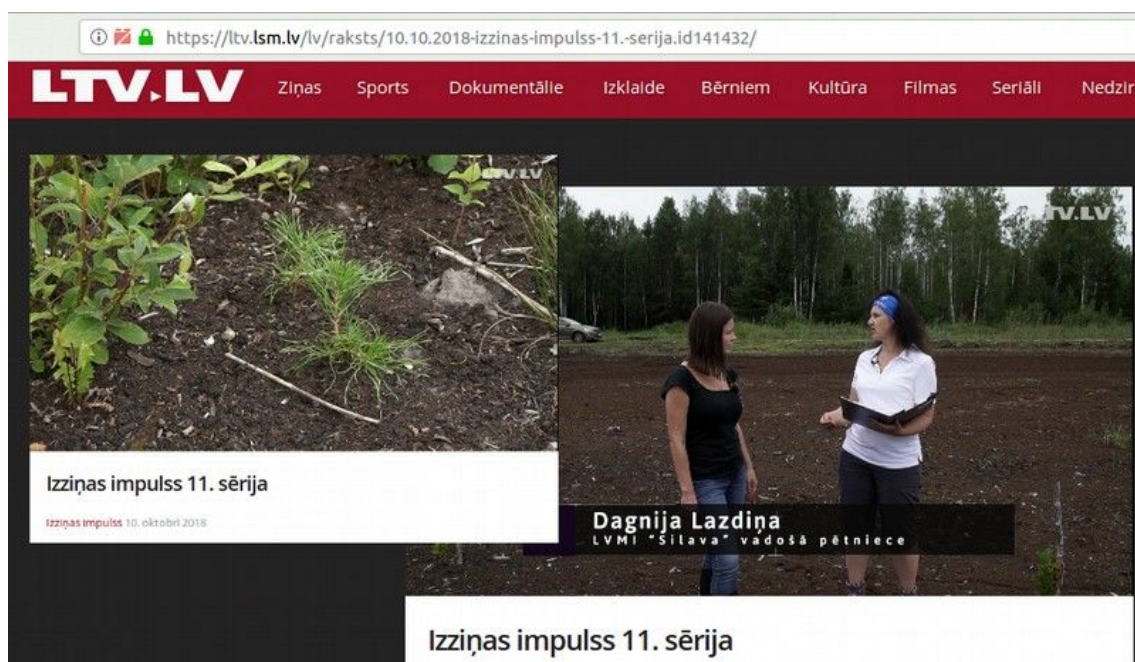
Att. 132: Koksnes pelnu izmantošana izstrādātu kūdrāju rekultivācijā.

Pētījuma programmā iesaistītie zinātnieki piedalījās video sižeta par degradētu teritoriju rekultivāciju tapšanā, sižets rādīts 2018. gada 10. oktobrī raidījuma Izziņas impulss 1. sērijā, pieejams LTV1 arhīvā (Att. 133).

¹⁸ <https://madlienasvidusskola.lv/izglitojoss-pasakums-meza-zinibas-zilajos-kalnos/>

¹⁹ <http://www.silava.lv/73/section.aspx/819>

²⁰ <https://www.diena.lv/raksts/videunturisms/dabasdienu/purva-vieta--kokaudzu-stadijumi-14206815>



Att. 133: Izstrādātu kūdrāju rekultivācijai veltīts sižets (ekrānšāviņš no LTV arhīva²¹).

Studentu un skolēnu zinātniskie darbi

Pētniecības programmas izpildē iegūtos empīriskos datus studiju noslēgumu darbos vai kvalifikācijas darbos izmantoja vairāki studenti

- Modris Okmanis Doktora darbs “Koksnes pelnu izmantošana mežaudžu mēslošanā”;
- Guna Petaja Doktora darbs “Koksnes pelnu un slāpekļa minerālmēslojuma īstermiņa ietekme uz zemesdzīves veģetāciju un krājas papildpieaugumu skujkoku audzēs”;
- Edgars Muižnieks Maģistra darbs: "Meža mēslošanas ar koksnes pelniem un amonija nitrātu ietekme uz biogēno elementu apriti augsnē”;
- Toms Kalvis Bakalaura darbs “Koksnes pelnu mēslojuma attāluma ietekme uz parastās egles *Picea abies* (L.) H.Karst. papildpieaugumu”.

²¹ <https://ltv.lsm.lv/lv/raksts/10.10.2018-izzinas-impulss-11.-serija.id141432/>

PLĀNOTIE DARBI 2019. GADĀ

2019. gadā plānotas darbības visu aktivitāšu īstenošanā. Darba uzdevumu izpildei plānotās darbības raksturotas turpmākajās nodaļās.

Slāpekļa saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēte skuju un bērza briestaudzēs

Šajā darbību grupā veiksīm 2018. gadā ievāktu lapu un skuju paraugu ķīmiskās analīzes, kā arī veiksīm 2018. gada lapu laukuma indeksa mērījumu un fotosintētiskās aktivitātes datu analīzi.

Koksnes pelnu pielietošanas koku augšanas apstākļu uzlabošanā tehnisko risinājumu, saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi vērtējums

Papildināsim 2018. gadā izstrādātās AS “Latvijas valsts meži” darbiniekiem adresētas vadlīnijas koksnes pelnu izmantošanai augšanas apstākļu uzlabošanai, tajā skaitā:

1. Pelni un citi koksnes sadedzināšanas blakus produkti.
2. Kāpēc mežam nepieciešami pelni.
3. Mežaudžu atlase pelnu izkliešanas.
4. Pamatprasības pelniem kā augsnes ielabošanas līdzeklim.
5. Koksnes pelni no dažādiem apkures katliem.
6. Pelnu apstrāde.
7. Pelnu kvalitātes novērtēšana.
8. Pelnu devas noteikšana.
9. Pelnu izkliešanas metodes.
10. Kā pelnu atgriešana mežā samazina deponēto atkritumu daudzumu?
11. Kādu labumu pelnu izmantošana mežā dod klimatam?
12. Ar pelnu izmantošanu mežā saistītie riski.

Platībās, kur ierīkoti lizimetri un nokrišņu savācēji, turpināsim augsnes ūdens un nokrišņu kvalitatīvo rādītāju monitoringu, veicot paraugu ievākšanu ik pēc 2 nedēļām un analīzes – reizi mēnesī. Nosakāmie parametri – konduktivitāte, N, P, K, Ca, Mg, pH un DOC saturs caur vainagam izplūstošajā nokrišņu ūdenī un augsnes ūdenī. Veiksīm 2018. gadā ievāktu skuju un lapu paraugu ķīmiskās analīzes (N, P, K, Ca, Mg, atbilstoši Rautio, Fürst, Stefan, Raitio, & Bartels, 2010). 2019. gadā veiksīm lapu laukuma

indeksa mērījumu datu analīzi, lai novērtētu koku vainaga izmaiņas augsnes ielabošanas rezultātā.

Dažādu slāpekļa devu saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēti skujkoku un bērza jaunaudzēs un vidēja vecuma audzēs, paredzot atkārtotu augsnes ielabošanas līdzekļu ienešanu

Visos objektos, kur uzstādīti lizimetri un nokrišņu savācēji, sekosim barības vielu aprītei, nosakot konduktivitāti, N, P, K, Ca, Mg, pH un DOC saturu caur vainagam izplūstošajā nokrišņu ūdenī un augsnes ūdenī. Veiksim 2018. gadā ievāktu skuju un lapu paraugu ķīmiskās analīzes (N, P, K, Ca, Mg, atbilstoši Rautio u.c., 2010) kontroles laukumos un platībās, kur ienesti augsnes ielabošanas līdzekļi. 2019. gadā veiksim lapu laukuma indeksa mērījumu datu analīzi, lai novērtētu koku vainaga izmaiņas augsnes ielabošanas rezultātā, kā arī veiksim atkārtotu veģetācijas raksturojumu platībās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izklidēti 2017. gadā.

Slāpekļa un koksnes pelnu izmantošanas saimnieciskā efekta un ietekmes uz vidi izpēti susinātajos meža tipos vidēja vecuma skujkoku un bērza audzēs

Arī šajā izmēģinājumu sērijā visos objektos, kur uzstādīti lizimetri un nokrišņu savācēji, turpināsim sekot barības vielu aprītei, t.sk. nosakot konduktivitāti, N, P, K, Ca, Mg, pH un DOC saturu caur vainagam izplūstošajā nokrišņu ūdenī un augsnes ūdenī, ievācot paraugus reizi 2 nedēļās un veicot analīzes reizi mēnesī. 2019. gadā veiksim arī šajos objektos ievāktu skuju un lapu paraugu ķīmiskās analīzes. 2019. gadā veiksim lapu laukuma indeksa mērījumu datu analīzi, lai novērtētu koku vainaga izmaiņas augsnes ielabošanas rezultātā.

Komplekss ietekmes uz ūdeņu ekoloģisko kvalitāti novērtējums

Abos ierīkotajos objektos turpināsim augsnes ūdens un nokrišņu kvalitatīvo rādītāju monitoringu, veicot paraugu ievākšanu ik pēc 2 nedēļām un analīzes reizi mēnesī. Nosakāmie parametri – konduktivitāte, N, P, K, Ca, Mg, pH un DOC saturs caur vainagam izplūstošajā nokrišņu ūdenī un augsnes ūdenī, kas ievākts lizimetros. Abos objektos līdz 2019. gada vidum veiksim skuju ķīmiskā sastāva analīzes.

Paralēli LU Bioloģijas institūts pētījuma teritorijā veiks atkārtotu fitobentosa paraugu ievākšanu, pirmapstrādi, sugu sastāva un biomasas noteikšanu, kā arī veiks datu analīzi un informācijas sagatavošanu tehniskajam ziņojumam. Vienlaicīgi notiks atkārtots makrofītu apsekojums, sugu sastāva un sastopamības novērtēšana, datu analīze, indeksu aprēķināšana un informācijas sagatavošana tehniskajam ziņojumam.

LVĢMC turpinās veikt ūdens caurplūdes mērījumus Rūsiņupītes objektā, monitorēs fizikālās un ķīmisko kvalitātes rādītājus upes ūdenī (krāsainība, temperatūra, pH,

izšķīdušais skābeklis, N, P, K, DOC) un gruntsūdens akās (pH, N, P, K, DOC). Paraugu ievākšana notiks reizi mēnesī.

Ātraudzīgo un perspektīvo introducēto koku sugu papildus krājas pieauguma novērtējums, veicot augsnes ielabošanu ar slāpekli un koksnes pelniem

Šajā darbību grupā 2019. gadā veiksīm 2018.gadā ievāktu lapu un skuju fotosintētiskās aktivitātes rādītāju analīzi. Dabības ietvaros ietvaros veiksīm ieaugšanās un augšanas gaitas analīzi projektā LIFE REstore ierīkotajos izstrādāto kūdras atradņu apmežojumu izmēģinājumu objektos, kur izmantotas dažādas koksnes pelnu devas. Šajā objektā pilotizmēģinājuma veidā uzsāksīm SEG emisiju monitoringu, izmantojot FTIR tehnoloģiju, ko nevarējām veikt 2018. gadā sakarrā ar iekārtas piegāžu aizkavēšanos.

Publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi

2019. gadā īstenosīm 2 zinātniskās misijas, kurās piedāvātas šādas tēmas:

- koksnes pelnu cietināšanas “receptes”;
- koksnes pelnu granulometriskais sastāvs;
- harvestera datu izmantošana augsnes ielabošanas pasākumiem piemēroto audžu un augsnes ielabošanas līdzekļu devu noteikšanai;

Apkopojot pētījuma rezultātus, sagatavosīm brošūru “Slāpekļa piedevu izmantošana skujkoku un bērza briestaudzēs augšanas apstākļu pasliktināšanās risku novēršanai”, kurā ietversīm šādas nodaļas:

1. Slāpekli saturošu augsnes ielabošanas līdzekļu ietekme uz mežaudžu augšanu.
2. Mežaudžu atlase slāpekli saturošu augsnes ielabošanas līdzekļu izmantošanai.
3. Augsnes ielabošanas izdevumu un prognozējamo papildus ienākumu plānošana.
4. Augsnes ielabošanas līdzekļi un to devu pamatojums.
5. Augsnes ielabošanas līdzekļu izkliešanas darbu organizēšana.
6. Kvalitātes kontrole un vides aizsardzības nosacījumi.

2019. gadā sagatavosīm vismaz 1 televīzijas un 1 radio sižetu par meža augšanas apstākļu uzlabošanai aktuāliem jautājumiem, kā arī sagatavosīm vismaz 1 rakstu populārajā presē. Dalību semināros, nozares konferencēs un citos pasākumos, kas var sekmēt pētījuma rezultātu popularizēšanu nodrošināsim atbilstoši piedāvājumam. Pētījuma informatīvos materiālus, tajā skaitā prezentācijas un video materiālus publicēsim pētījumu programmas interneta vietnē.

LITERATŪRA

1. Aber, J.D., Nadelhoffer, K.J., Steudler, P., & Melillo J.M. (1989). Nitrogen Saturation in Northern Forest Ecosystems. *BioScience*, 39(6), 378–286.
2. Anonymous. (2004, aprīlī). AQEM European stream assessment program. English Manual, Version 2.3.
3. Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., & Furse M.T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17, 333–347.
4. Direktīva 92/43/EEK par dabisko biotopu, savvaļas faunas un floras aizsardzību. (1992, maijā 21).
5. Hering, D., Feld, C.K., Moog, O., & Ofenbock, T. (2006). Cook book for the development of a Multimetric Index for biological condition of aquatic ecosystems: experiences from the European AQEM and STAR projects and related initiatives. *Hydrobiologia*, 566, 311–324.
6. Johnson R.K. (1999). No Benthic macroinvertebrates. In: *Bedömningsgrunder för miljökalitet. Sjöar och vattendrag. Bakgrundsrapport 2. Biologiska parametrar* (Ed. by Torgny Wiederholm) (lpp. 85–166). Naturvårdsverket Förlag.
7. Kahl, J.S., Fernandez, I.J., Rustad, L.E., & Peckenham, J. (1996). Threshold Application Rates of Wood Ash to an Acidic Forest Soil. *Soil Processes and Chemical Transport, Journal of Environmental Quality*.
8. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. (2019, janvārī 8). Datu pieejamība. Iegūts no <https://www.meteo.lv/meteorologija-datu-pieejamiba/?nid=462>
9. Lavoie, I., Hamilton, P.B., Morin, S., Kim Tiam, S., Kahlert, K., Gonçalves, S., ... Taylor, J. (2017). Diatom teratologies as biomarkers of contamination: are all deformities ecologically meaningful? *Ecological Indicators*, 82, 539–550.
10. Lazdiņš, A. (2018). *Pārskats par pētījuma 2017. gada rezultātiem: Koku augšanas apstākļu uzlabošanas programma 2016.-2017. gadam* (Pārskats). Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava".
11. Lenat D.R. (1988). Water quality assessment of streams using a qualitative collection method for benthic macroinvertebrates. *Journal of North American Benthological Society*, 7, 222–233.
12. Ministru kabinets. (2000, novembrī 14). Noteikumi nr. 396. "Noteikumi par īpaši aizsargājamo sugu un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu sarakstu".
13. Nicholas, C., Zlindra, Z., Ulrich, E., Mosello, U., Derome, J, & Derome, K. (2010). Sampling and Analysis of Deposition. 66 pp. Part XIV. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre. Iegūts no <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>
14. Nieminen, T. (Red.). (2011). 'Part XI Soil Solution Collection and Analysis', in Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Hamburg: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre.
15. Okmanis, M., Lazdiņa, D., Makvskis, K., & Lazdiņš, A. (2017). *Ziņojums par pētījumu programmas Koku augšanas apstākļu uzlabošanas pētījumu programma 2016.-2021. gadam* (līguma Nr. 3. 5.5-5.1-000z-101-16-31) *Pētījumu jomas Publicitātes un sabiedrības informēšanas pasākumi darba uzdevumu izpildi, Nr. 2017-06 (01.09.2017)* (No. 2017–06). Salaspils.
16. Ozolins, D., & Skuja, A. (2016). *Fitting the new Latvian Macroinvertebrate Index (LMI) for rivers to the results of the Central-Baltic Geographical Intercalibration Group*. (lpp. 20). Rīga.
17. Rautio, P., Alfred, F., Klaus, S., Raitio, H., & Bartels, U. (2010). 'Part XII Sampling and Analysis of Leaves and Needles', in Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests. Sampling and Analysis of Needles and

- Leaves. 19 pp. Manual Part XII. In: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests.
18. Rautio, P., Fürst, A., Stefan, K., Raitio, P., & Bartels, U. (2010). Part XII Sampling and Analysis of Leaves and Needles. No *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests* (lpp. 19). Hamburg: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre.
19. Ring, E., Brömssen, C. von, Losjö, K., & Sikström, U. (2011). Water chemistry following wood-ash application to a Scots pine stand on a drained peatland in Sweden. *Forestry Studies*, 54(1), 54–70. <https://doi.org/10.2478/v10132-011-0096-4>
20. Skriver J., Friberg N., & Kirkegaard J. (2000). Biological assessment of watercourse quality in Denmark: Introduction of the Danish Stream Fauna Index (DSFI) as the official biomonitoring method. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 1822–1830.
21. Szoszkiewicz, K., Zbierska, J., Jusik, S., & Zgola, T. (2010). Metodyka badań terenowych makrofitów na potrzeby rutynowego monitoringu rzek [Macrophyte survey manual for the purpose of river monitoring]. *Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznan*.
22. Tērauda, E. (2008). Ķīmisko vielu plūsmas Latvijas priežu mežu ekosistēmās. Diss. Rīga: Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes Vides zinātnes nodaļa.
23. Timm, H., & Vilbaste S. (2010). Innāvē ēkoloģilise seisundi hindamise metodika bioloģilise kvaliteedielementide alusel. Bentilise rānivetikate kooslus jões. Suurselgrootute pōhjaloome kooslus jões ja jārves. Aruanne EV keskkonnaministeriumile.
24. Uzule, L., & Jēkabsone, J. (2016). *Fitting the Assessment System for Rivers in Latvia using Macrophytes to the results of the Central Baltic Geographical Intercalibration group* (lpp. 16). Riga.
25. Verzani, J. (2004). *Using R for Introductory Statistics*. CRC Press.
26. Water quality. Guidance for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes. (2014).
27. Westman, C.J., & Laiho, R. (2003). Nutrient dynamics of drained peatland forests. *Biogeochemistry*, 63(3), 269–298.

1. Pielikums: KAAUP izmēģinājumu objektu saraksts

Tab. 9: KAAUP projekta audžu saraksts

Darba uzdevuma grupa	Apakšgrupa	Atslēga	Meža tips	Suga/ vecums	Izmēģinājuma platība, ha	Parauglaukumu skaits	Augšanas apstākļu uzlabošanas līdzekļu izkliešana					Pelnu izkliešanas datums	Amonija izkliešanas datums
							Izkliešanas tehnoloģija	Izcelsme	NH4NO3, tonnas ha ⁻¹	Pelni, tonnas ha ⁻¹	Platība, ha		
1	1	301-209-13	Kp	E48	5,7	4	mašinizēti	NewFuels	-	2,0		11,2014	
1	1	301-231-12	Kp	E43	2,1	4	mašinizēti	NewFuels	-	2,0		11,2014	
1	1	301-228-5	Dm	E48	6,3	2	mašinizēti	NewFuels	-	2,0		11,2014	
1	1	301-221-17	Dm	E48	4,4	4	mašinizēti	NewFuels	-	2,0		11,2014	
1	2	011-134-8	As	E45	4,8	6	mašinizēti	Latgran	-	3,0	3,00	10,2016	
1	3	409-537-8	Dm	E42	3,0	6	mašinizēti	Latgran	-	3,0	1,80	4,2017	
1	3	409-537-4	As	E36	1,8	4	mašinizēti	Latgran	-	3,0	0,30	4,2017	
1	3	503-300-12	Dm (Ks)	E40	5,4	6	manuāli	Latgran/Kalsnavas km		4 un 8	0,18	12,2016	
1	3	503-312-1	As	E37	0,9	2	manuāli	Latgran/Kalsnavas km		3 un 6	0,18	12,2016	
2	DmP85	021-10-1	Dm	P74	1,9	3	mašinizēti		0,44	-	0,40		6,2017
2	DmP85	021-4-25	Dm	P74	2,2	6	mašinizēti		0,44	-	1,08		6,2017
2	LnP90	011-106-8	Ln	P82	3,6	8	mašinizēti		0,44	-	1,40		7,2017
2	DmE75	011-174-6	Dm	E75	1,3	2	mašinizēti		0,44	-	0,60		7,2017
2	DmB65	011-125-5	Dm	B61	1,6	2	mašinizēti		0,44	-	0,56		7,2017
2	DmB65	021-60-7	Dm	B64	1,2	2	mašinizēti		0,44	-	0,40		6,2017
2	DmE75	012-208-16	Dm	E67	2,0	4	mašinizēti		0,44	-	0,80		7,2017
3	DmE40	11-18-5	Dm	E36	2,1	4	mašinizēti		0,44	-	0,80		7,2017
3	DmE40	31-91-29	Dm	E37	2,0	4	mašinizēti		0,44	-	0,80		7,2017
3	DmE50	12-196-7	Dm	E41	3,3	6	mašinizēti		0,44	-	0,88		7,2017
3	DmP60	31-89-25	Dm	P54	0,7	2	mašinizēti		0,44	-	0,20		7,2017
3	LnP40	31-30-12	Ln	P33	2,5	4	mašinizēti		0,44	-	1,00		7,2017
3	LnP60	11-210-5	Ln	P67	2,8	6	mašinizēti		0,44	-	1,50		7,2017
3	DmB50	24-22-12	Dms	B42	6,0	8	mašinizēti		0,44	-	2,16		6,2017
3	DmB30	21-49-14	Dms	B15	1,8	4	manuāli		0,44	-	0,18		5,2017
3	DmP40	21-10-4	Dm	P22	4,5	6	mašinizēti		0,44	-	1,62		6,2017

Darba uzdevuma grupa	Apakšgrupa	Atslēga	Meža tips	Suga/ vecums	Izmēģinājuma platība, ha	Parauglaukum u skaits	Augšanas apstākļu uzlabošanas līdzekļu izkliedēšana					Pelnu izkliedēšanas datums	Amonija izkliedēšanas datums
							Izkliedēšanas tehnoloģija	Izcelsme	NH4NO3, tonnas ha ⁻¹	Pelni, tonnas ha ⁻¹	Platība, ha		
3	DmP40	21-34-2	Dm	P22	1,8	4	mašinizēti		0,44	-	0,64		6,2017
3	LnP40	11-127-10	Ln	P30	3,0	6	mašinizēti		0,44	-	0,96		7,2017
3	DmP60	24-11-4	Dm	P60	5,8	8	manuāli		0,44	-	0,36		6,2017
3	DmE50	31-89-1	Dm	E45	2,0	4	mašinizēti		0,44	-	0,56		7,2017
3	DmB30	21-34-4	As	B20	2,0	4	mašinizēti		0,44	-	0,64		6,2017
3	DmE40	12-209-10	Dm	E28	2,0	4	mašinizēti		0,44	-	0,60		7,2017
3	DmB40	503-481-11	Ln	B40	1,3	2	manuāli		0,44	-	0,09		7,2017
3	LnP60	31-87-13	Ln	P61	3,0	6	mašinizēti		0,44	-	1,50		7,2017
3	1	11-147-1	As		7,0	13	Manuāli		0,44		0,52		9,2015
3	1	11-129-18	Ks		2,7	10	Manuāli		0,44		0,40		9,2015
3	1	12-87-9	Mr		3,1	17	Manuāli		0,44		0,68		9,2015
3	1	12-79-16	Dm		7,0	6	Manuāli		0,44		0,24		9,2015
4	KsE40	011-187-16	Kp	E46	0,9	2	mašinizēti	Latgran	0,44	3,0	0,40	10,2016	7,2017
4	AsB40	021-32-13	As	B29	2,1	4	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	0,50	10,2016	6,2017
4	KsB40	031-165-20	Ks	B28	2,1	4	mašinizēti	Latgran	0,44	3,0	0,80	10,2016	7,2017
4	AsE40	609-30-27	As	E28	2,0	4	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	0,80	2,2017	7,2017
4	AsE40	609-29-33	As	E30	3,7	6	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	0,96	2,2017	7,2017
4	KsE40	609-18-1	Ks	E50	6,3	10	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	2,00	2,2017	7,2017
4	AsP50	608-29-4	Am	P57	5,0	8	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	1,26	2,2017	7,2017
4	AsP50	608-44-4	Am	P40	1,0	2	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	0,52	2,2017	7,2017
4	KsP50	608-44-8	Km	P52	2,5	6	manuāli	Fortum	0,44	3,0	0,27	2,2017	7,2017
4	KsP50	608-19-21	Km	P51	2,6	4	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	0,80	2,2017	7,2017
4	KsB40	608-108-4	Kp	B20	9,2	8	mašinizēti	Fortum	0,44	3,0	2,08	2,2017	7,2017
4	AsB40	609-34-24	As	B29	4,3	8	manuāli	Fortum	0,44	3,0	0,36	2,2017	7,2017
5		11-61-13	Dm	P34	1,8	4	Mašinizēti		0,44		0,68		7,2017
5		11-232-22	Dm	P31	1,1	2	mašinizēti		0,44		0,40		7,2017

Darba uzdevuma grupa	Apakšgrupa	Atslēga	Meža tips	Suga/ vecums	Izmēģinājuma platība, ha	Paugauglaukum u skaits	Augšanas apstākļu uzlabošanas līdzekļu izkliedēšana					Pelnu izkliedēšanas datums	Amonija izkliedēšanas datums
							Izkliedēšanas tehnoloģija	Izcelsme	NH4NO3, tonnas ha ⁻¹	Pelni, tonnas ha ⁻¹	Platība, ha		
5		11-59-17	Dm	P42	1,0	2	Mašinizēti		0,44		0,20		7,2017
5		11-64-3	Ln	P32	2,4	4	Mašinizēti		0,44		1,10		7,2017
5		11-125-10	As	E27	14,0	12	Manuāli	Latgran/ Fortum	0,44	2,5	0,54	11,2016	5,2017
5		604-281-19	Ln	P122	5,4	4	Manuāli		0,44		0,18		6,2017
5		506-30-32	Mr	P16	2,9	6	Manuāli		0,44		0,27		6,2017
5		905-359-1	Dm	B	4,8	12	manuāli	Salaspils siltums	0,44	3,0	0,54	11,2016	6,2017
5		508-196-14	Mr	Pc30	3,3	4	Manuāli		0,44		0,18		6,2017
5		11-224-17	Dm	P39	4,6	6	Manuāli		0,44		0,27		6,2017
5		Kļāvi			5,0	21	Manuāli		0,44	3,0	2,40		7,2017
5		11-279-18	Vr		1,6	7	Manuāli		0,44		0,28		9,2015
6	KsP	405-421-3	Ks	P86	6,6	6	mašinizēti						
6	MrP	508-230	Mr	P50	12,0	7	mašinizēti		0,44		5,50		7,2017

**2. Pielikums: Augsnes ūdens un nokrišņu
kvalitatīvo rādītāju monitorings**

Tab. 10: Augšnes ūdens un nokrišņu kvalitatīvo rādītāju monitorings

Darba uzdevuma grupa	Atslēga	Meža tips	Suga/ vecums	Monitoringa komplekti	Koku augšanas apstākļu uzlabošanas līdzekļi	Ieneses datums	
						Pelni	N
1	301-209-13	Kp	E48	2	Pelni	11,2014	
1	301-231-12	Kp	E43	2	Pelni	11,2014	
1	301-228-5	Dm	E48	2	Pelni	11,2014	
1	301-221-17	Dm	E48	2	Pelni	11,2014	
3	11-18-5	Dm	E36	2	N		7,2017
3	11-210-5	Ln	P67	2	N		7,2017
3	21-49-14	Dms	B15	2	N		5,2017
3	21-10-4	Dm	P22	2	N		6,2017
4	011-187-16	Kp	E46	2	Pelni/N	10,2016	7,2017
4	021-32-13	As	B29	2	Pelni/N	10,2016	6,2017
4	609-29-33	As	E30	2	Pelni/N	2,2017	7,2017
4	608-29-4	Am	P57	2	Pelni/N	2,2017	7,2017
4	608-19-21	Km	P51	2	Pelni/N	2,2017	7,2017
4	609-34-24	As	B29	2	Pelni/N	2,2017	7,2017
6	405-421-3	Ks	P86	1	Pelni		
6	508-230,231	Mr	P50	2	N		7,2017



Att. 134: Nokrišņu ūdens savācēju un lizimetru izvietojums parauglaukumā.

**3. Pielikums: Veģetācijas uzskaites un datu
analīze metodika 2018. gadā**

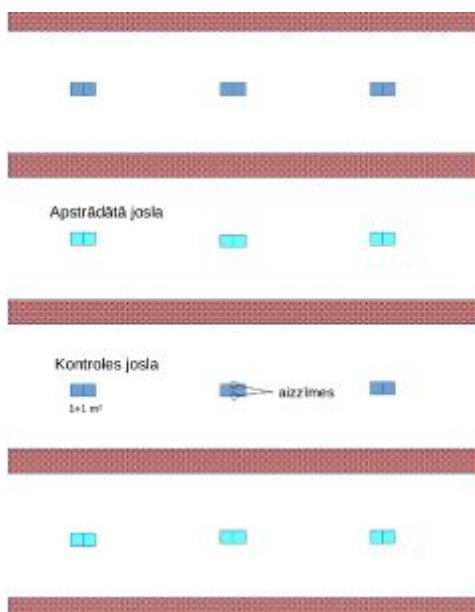
Veģetācijas uzskaites parauglaukumu ierīkošana

Parauglaukumi ierīkoti pēc ICP Forests intensīvā monitoringa (II līmeņa) vadlīniju metodikas. ICP Forests vadlīnijās definēts, ka intensīvā monitoringa parauglaukumos kopējā minimālā obligātā paraugošanas platība ir 400 m². Šo platību var sasniegt arī, izmantojot atsevišķus mazākus parauglaukumus ar brīvi izvēlētu formu un izmēru, ja tie ir reprezentatīvi parauglaukumam.

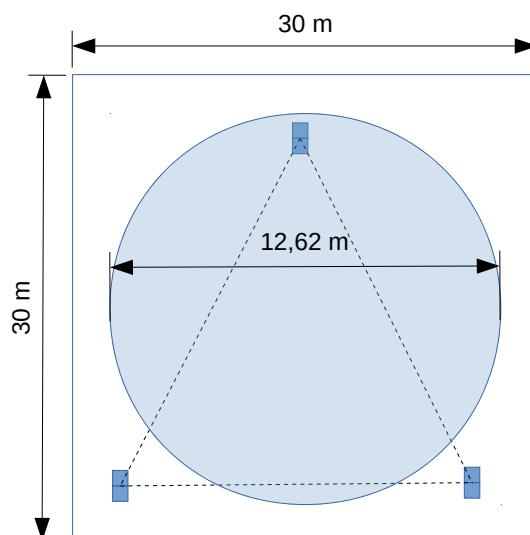
Veģetācijas uzskaitē parauglaukumi ierīkoti trīs izvietojumos:

1. trīs 1 m² lieli uzskaites dubultlaukumi regulārā tīklā regulārā tīklā 24 m² platībā (Att. 135);
2. vienādmalu trīsstūru veidā izvietoti uzskaites laukumi (Att. 136), kura pamatnes orientētas vienā virzienā perpendikulāri augsnes ielabošanas līdzekļu izkliedes parauglaukuma malai;
3. divi 100 m² kvadrātveida parauglaukumi, kuru teritorijā papildus ierīkoti četri 1m² parauglaukumi teritorijas katrā stūrī, kā arī 1m² parauglaukumu teritorijas centrā (Att. 137).

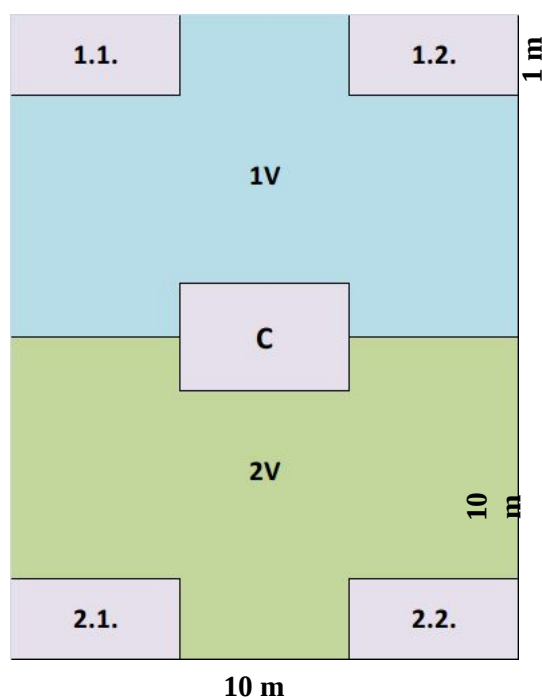
Veģetācijas uzskaites laukumi novietoti vismaz 5 m no izmēģinājumu objekta malas vai vismaz 25 m attālumā no mežaudzes malas.



Att. 135: Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti slejās.



Att. 136: Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma vietās, kur augsnes ielabošanas līdzekļi izkliedēti kvadrātveida parauglaukumos.



Att. 137: Veģetācijas uzskaites parauglaukumu izvietojuma shēma Viesītes objektos.

Veģetācijas uzskaitē

Zemsedzes veģetācijas aprakstam izmantotas meža veselības stāvokļa monitoringa programmas (ICP Forests²²) metodes, ko jau 30 gadus pielieto lielākajā daļā Eiropas valstu. Veģetācijas raksturošanas metodiku²³ pastāvīgi aktualizē Eiropas valstu zinātniskās institūcijas. Veģetācijas aprakstā atspoguļo projektīvo segumu, veģetācijas slāni veidojošos komponentus iedalot 4 stāvos:

1. sūnu stāvs (ķērpji un sūnas);

²² International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests

²³ <http://icp-forests.net/page/icp-forests-manual>

2. lakstaugu stāvs (lakstaugi, kā arī koku sējeņi, sīkkrūmi un dzīvnieku nokostie kociņi, kas īsāki par $\leq 0,5\text{m}$);
3. krūmu stāvs ($> 0,5\text{ m}$ augstumā);
4. koku stāvs ($> 5\text{ m}$ augstumā).

Veģetācijas uzskaitē katrai sugai projektīvo segumu novērtē ar aci robežās no 0-100%. To veic 2 pieredzējuši novērotāji.

Otra metode veģetācijas uzskaitē ir punktu-kvadrātu metode jeb adatu metode. Šo metodi izmanto, lai noteiktu zemsedzes augu aizņemtās telpas apjomu. Ar adatu, kas iezīmēta 5 cm garos posmos, veic augu vasas daļu mērījumus, katrā uzskaites laukumā izdarot 25 adatas dūrienus, savukārt katram adatas dūrienam atzīmējot posma kārtas numuru, pie kura ir pieskārusies auga vasas daļa (Olsson and Kellner 2006, Laiviņš, 2016). Šo metodi neizvēlējamies, jo tā ir laikietilpīga un nav piemērota lielu platību apsekošanai.

Sugu daudzveidība

Veģetācijas apraksti apkopoti datorprogrammas Microsoft Excel datnē. Visiem apsekotajiem pētījuma objekta parauglaukumiem noteikta sugu dažādība, sugu sastopamība un aprēķināts Šēnons-Vīnera daudzveidības indekss. Sugu dažādība (S) jeb sugu skaits ir vienkāršākā un plašāk pielietotā metode sugu daudzveidības raksturošanai (Whittaker 1972, Morris et al. 2014)

Šēnons-Vīnera daudzveidības indekss atsevišķi aprēķināts sūnu, lakstaugu un nepieciešamības gadījumā - krūmu stāvam (Magurran, 1988):

$$H' = - \sum \left(\frac{n_i}{N} \right) \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right), \text{ kur} \quad (1)$$

H' – zemsedzes veģetācijas daudzveidība;

N – kopējais indivīdu skaits;

n_i – i – tās sugas parauglaukumā;

S – kopējais sugu skaits.

Mūsu gadījumā indivīdu skaita vietā izmantotas projektīvā seguma vērtības (Vahdati et al. 2016). Šis indekss izvēlēts, jo tas ir plašāk pielietotais un piemērots projektīvā seguma datiem. Aprēķinu veic ar datorprogrammu Microsoft Excel. Jo lielāka ir iegūtā indeksa vērtība, jo augstāka bioloģiskā daudzveidība ir apsekotajā parauglaukumā.

Ellenberga indikātorvērtību noteikšana

Ellenberga indikātorvērtības plaši izmanto Eiropā kā bioindikatorus, nosakot primārās vides pazīmes: apgaismojumu, temperatūru, kontinentalitāti, mitrumu, augsnes pH un augsnes auglību (Szymura et al., 2014). Šīs vērtības parasti ir no 1 līdz 9 (Tab. 11). Ellenberga indikatoru sākotnēji izstrādāja zemsedzes veģetācijai Lielbritānijā, taču to var pielāgot arī vietām citur pasaulē.

Tab. 11: Ellenberga indikatorvērtības galvenajiem vides faktoriem (Nuamah, 2017)

Nr.	Vides faktors	Vērtības skaidrojums
1.	Apgaismojums	1 = ēna, 5 = pusēna, 9 = gaismā
2.	Temperatūra	1 = kalnu reģioni, 5 = mērenie reģioni, 9 = Vidusjūras reģions
3.	Kontinentalitāte	1=okeāna piekraste, 5=vidēja kontinentalitāte, 9=kontinentāls
4.	Mitrums	1=ļoti sauss, 5=mitrs, 9=slapjš, 10= ūdens, 12 = zemūdens
5.	Augsnes reakcija (pH)	1 = ļoti skāba , 5 = vāji skāba, 9 = bāziska

Vērtības kāda konkrēta parauglaukumā aprēķina, aprēķinot vidējo aritmētisko vērtību no vērtībām katrai augu sugai. Izmanto sekojošu formulu (Sürmen et al., 2014):

$$\text{Vidējā vērtība} = \frac{\sum_{i=1}^n (r_{ij} * x_i)}{\sum_{i=1}^n r_{ij}}, \text{ kur} \quad (2)$$

r_{ij} – sugu atbildes reakcija i parauglaukumā j ,
 x_i – indikatorvērtība sugai i .

Ellenberga vērtības aprēķinātas ar datorprogrammu Microsoft Excel.

Lai veiktu statistisko analīzi, izmantota datorprogramma RStudio (R versija 3.2.5 (R Core Team 2015) un Rstudio versija **1.1.463** (Rstudio 2018)). Statistiskā analīze veikta pie būtiskuma līmeņa $\alpha=0.05$. Pārbaudīts, vai pastāv statistiski būtiskas atšķirības projektīvā seguma, Ellenberga, kā arī Šēnona-Vīnera daudzveidības indeksa vērtībām kontroles laukumus un parauglaukumos, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi. Vispirms ar Shapiro-Wilk testu pārbaudīts, vai dati atbilst normālajam sadalījumam. Dati atbilda normālajam sadalījumam, tādēļ izmantots T-tests neatkarīgām paraugkopām (Verzani, 2004).

Augsnes ūdens un nokrišņu ūdens

Izmēģinājuma objektos uzstādīti trīs lizimetru pāri 30 un 60 cm dziļumā un divi nokrišņu savācēji zem koku vainagiem Att. 134. Lizimetri (Nieminen, T., 2011) un nokrišņu savācēji (Nicholas, C. u.c., 2010) uzstādīti, kā arī ūdens paraugi ievākti atbilstoši ICP Forest vadlīnijām. Arī skuju paraugu ievākšana un analīze veikta atbilstoši ICP Forest metodikai (Rautio, P., Alfred, F., Klaus, S., Raitio, H., & Bartels, U., 2010). Datu aprēķinos un statistiskās analīzē izmantotas programmas Microsoft Excel un IBM SPSS Statistics 22.

Atsauces

1. Measuring Biological Diversity. Measuring Biological Diversity | Request PDF
N.d. ResearchGate.
https://www.researchgate.net/publication/303172811_Measuring_biological_diversity_Measuring_biological_diversity, accessed December 28, 2018.
2. Morris, E Kathryn, Tancredi Caruso, François Buscot, et al. (2014) Choosing and Using Diversity Indices: Insights for Ecological Applications from the German Biodiversity Exploratories. Ecology

and Evolution 4(18): 3514–3524.

3. Nuamah, C. (2017). Understanding Ellenberg's Indicator Values. Retrieved February 1, 2017, from: <https://owlcation.com/stem/Understanding-Ellenberg-Indicator-Values-For-Beginners>
4. Olsson, Bengt A., and Olle Kellner (2006). Long-Term Effects of Nitrogen Fertilization on Ground Vegetation in Coniferous Forests. *Forest Ecology and Management* 237(1): 458–470.
5. R Core Team. (2015). *A Language and Environment for Statistical Computing*. 3.2.3 ed. Vienna, Australia: R Foundation for Statistical Computing.
6. Rstudio. (2016). *Rstudio: Integrated Development Environment for R*. 1.0.44 ed. Rstudio Team (ed.). Boston, MA.
7. Szymura, T.H., Szymura, M., & Macioł, A. (2014). Bioindication with Ellenberg's indicator values: A comparison with measured parameters in Central European oak forests. *Ecological Indicators* , 46, 495 – 503. DOI: 10.1016/j.ecolind.2014.07.013
8. Vahdati, Fatemeh Bazdid, Shahryar Saeidi Mehrvarz, Daniel C. Dey, and Alireza Naqinezhad 2016 Environmental Factors-Ecological Species Group Relationships in the Surash Lowland-Mountain Forests in Northern Iran. *Nordic Journal of Botany* 35(2): 240–250.
9. Verzani, J. (2014). *Using R for introductory statistics*: CRC Press.
10. Whittaker, R. H. (1972) Evolution and Measurement of Species Diversity. *Taxon* 21(2/3). JSTOR: 213–251.

**4. Pielikums: Latvijas Vides, ģeoloģijas un
meteoroloģijas centra atskaite**

KOKU AUGŠANAS APSTĀKĻU UZLABOŠANAS PASĀKUMU IETEKMES UZ NOTECES ŪDEŅU UN DZIĻO GRUNTSŪDEŅU ĶĪMISKAJĀM UN FIZIKĀLAJĀM ĪPAŠĪBĀM NOVĒRTĒJUMS

Līdz 05.11.2018. LVĢMC kopā ir ievācis un laboratorijā izanalizējis 132 virszemes ūdeņu paraugus:

- kūdreņa strautā (Aģes upes demonstrējuma objektā) analizēti 44 paraugi;
- sausieņa strautā (Rūsiņupīte) kopā analizēti 88 paraugi.

Paraugi tika ievākti divas reizi mēnesī atbilstoši metodikai LVS EN ISO 5667-6:2017. Kūdreņa strautā paraugi ņemti tikai 0,5 km leļpus parauglaukuma. Rūsiņupē paraugi ņemti 0,3 km augšpus (līdz 25.08.2017. – 1 km augšpus) parauglaukuma un 0,2 km leļpus (līdz 25.08.2017. – 0,5 km leļpus) parauglaukuma. Lauka apstākļos un laboratorijā virszemes ūdeņiem tika noteikti šādi parametri: ūdens temperatūra, elektrovadītspēja (EVS), pH, izšķīdušā skābekļa saturs, izšķīdušais organiskais ogleklis (DOC), kālija, kopēja fosfora un kopējā slāpekļa koncentrācija, kā arī ūdens krāsainība. pH, EVS, ūdens temperatūra, izšķīdušā skābekļa koncentrācija un piesātinājums tika mērīti lauka apstākļos ar firmas HACH portatīvo zondi HQ40d. Lauka mērījumu metodika veikta atbilstoši standartiem LVS EN ISO 10523:2012, LVS EN 27888:1993, LVS EN ISO 5814:2013.

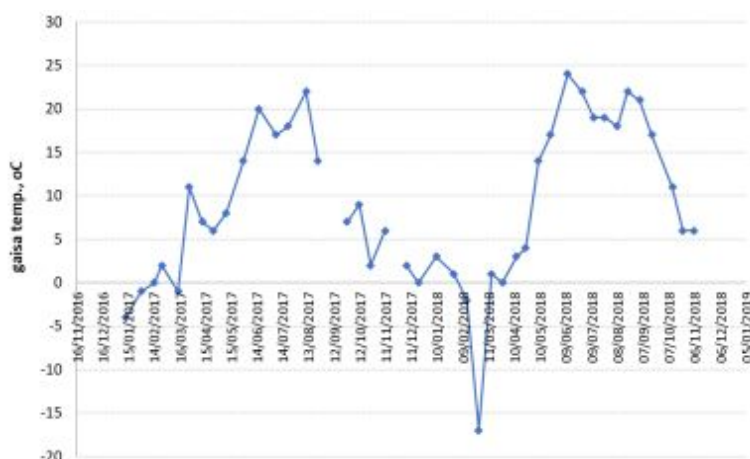
Līdz 24.10.2018. LVĢMC ir ievācis un izanalizējis 227 pazemes ūdeņu paraugus sausieņa (Rūsiņupes) parauglaukumos. Paraugi tika ievākti reizi mēnesī atbilstoši metodikai LVS ISO 5667-11:2011. Lauka apstākļos ar firmas HACH portatīvo zondi HQ40d pazemes ūdeņiem tika noteikti šādi parametri: ūdens temperatūra, elektrovadītspēja, pH, statistiskais ūdens līmenis. Laboratorijā tika noteikta DOC, kālija, kopēja fosfora un kopējā slāpekļa koncentrācija. Jāatzīmē, ka 28.06.2018. urbumā Nr.5 netika veikti mērījumi un paņemti paraugi, jo urbums bija izžuvis.

DOC tika noteikts atbilstoši LVS EN 1484:2000 metodikai. Caur 0,45 µm membrānfiltru filtrēts paraugs tiek katalītiski sadedzināts un oglekļa saturs noteikts ar infrasarkanā detektēšanas metodi. Kopējā fosfora un slāpekļa koncentrācijas noteikšanai nefiltrēts paraugs tiek mineralizēts ar persulfātu. P_{kop} saturs noteikts spektrofotometriski, izmantojot amonija molibdāta metodi, bet N_{kop} saturs – segmentētās plūsmas spektrofotometriju (Cd kolonnas metode). P_{kop} analizēts atbilstoši metodikai LVS EN ISO 6878:2005, 7. nod., bet N_{kop} - LVS EN ISO 11905-1:1998. Ūdens krāsainība noteikta spektrofotometriski pēc metodikas LVS EN ISO 7887:2012, Metode C*. Lai noteiktu kālija saturu, paraugs tika mineralizēts karaļūdenī (metodika LVS EN ISO 15587-1:2005), pēc tam koncentrācijas noteikšanai izmantots atomemisijas spektrometrs ar liesmas emisiju (metodika LVS ISO 9964-3:1993).

Monitoringa rezultāti strautā, kas ieplūst Aģes upē

Caurplūdums kūdreņa strautā ir mērīts divas reizes mēnesī leļpus parauglaukuma ar hidroloģiskajiem spārņiem. Maksimālais caurplūdums ir 10,8 L/s. Ziemā zemledus sezonā, kā arī vasaras mazūdens periodā ūdens kūdreņa strautā ir stāvošs ($Q = 0$ L/s). Jāatzīmē, ka 2018. gada vasarā leļpus novērojumu posteņa izveidots bebru dambis, kas traucē ūdens plūsmu un novērojumu vietā ir stāvošs ūdens.

Kūdreņa straucha termālais režīms 2017. un 2018. gadā ir bijis līdzīgs (Att. 138). Vidējā ūdens temperatūra 2017. gadā bija 8,0 °C. 2018. gadā (līdz 5.11.2018.) vidējā temperatūra bija 9,4°C. Maksimālā ūdens temperatūra 2017. gadā bija 19,9°C, bet 2018. gadā – 20,0°C. Ūdens temperatūras mainību nosaka gaisa temperatūra (Att. 139).



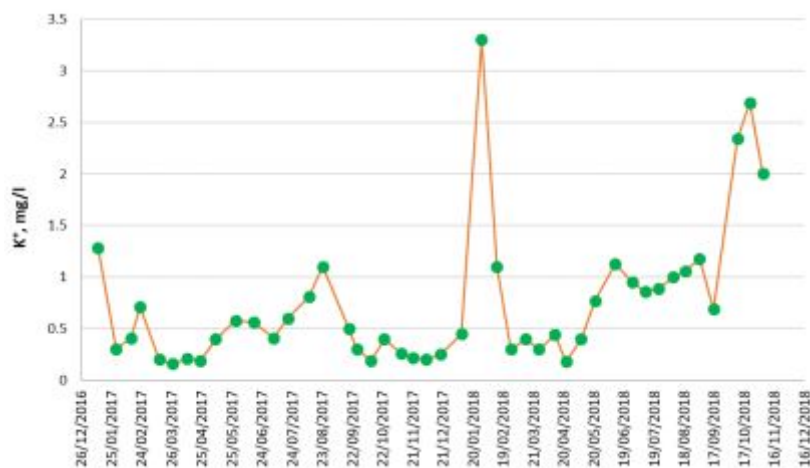
Att. 138: Gaisa temperatūra kūdreņa straucha poligonā.



Att. 139: Ūdens temperatūras izmaiņas kūdreņa strautā.

Att. 140 un 141 attēlotas kālija un kopējā fosfora izmaiņas kūdreņa strautā. Pārējo ūdens fizikāli-ķīmisko parametru izmaiņas ir apkopotas Tab. 12. 2018. gadā, salīdzinot ar iepriekšējo gadu, ir pasliktinājušies skābekļa apstākļi kūdreņa strautā, ko var skaidrot ar gaisa vidējās temperatūras pieaugumu, kā arī samazinājusies izšķīdušā organiskā oglekļa (DOC) koncentrācija un ūdens krāsainība. Savukārt 2018. gada otrajā pusē ir

konstatētas salīdzinoši augstākas kālija jonu un kopējā fosfora koncentrācijas, kas var norādīt uz mežaudzē izskaloto pelnu iespējamu ieskalošanos ūdenstecē. Jāatzīmē, ka augsts kālija saturs ir bijis arī paraugos, kas ņemti 2018. gada 29. janvārī (3,3 mg/l) un 13. februārī (1,1 mg/l). Tomēr otrie paraugi ievākti vēl pirms koksnes pelnu izkļedes mežaudzē.



Att. 140: Kālija jonu koncentrācijas izmaiņas kūdreņa strautā.



Att. 141: Kopējā fosfora koncentrācijas izmaiņas kūdreņa strautā.

Tab. 12: Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās vērtības kūdreņa strautā 2017. un 2018. gadā

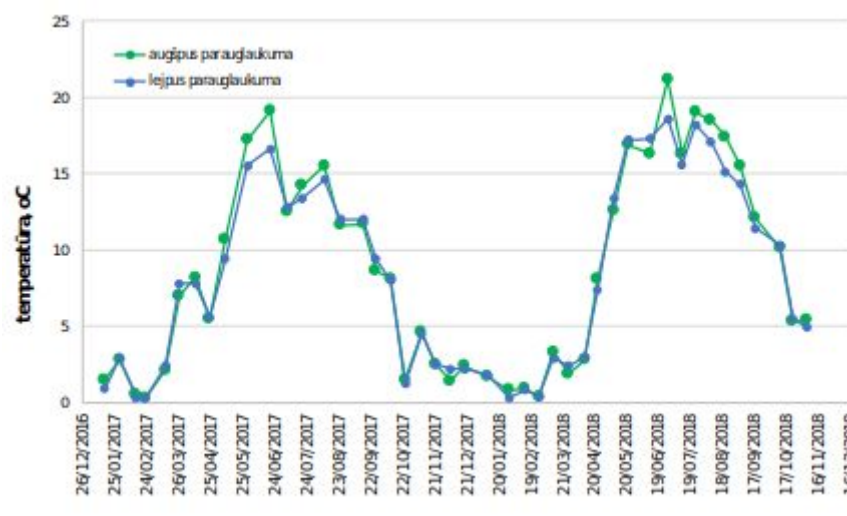
Gads	2017	2018*
gaisa temp, °C	7,6	10,0
ūdens temp., °C	8,0	9,4
pH	6,89	7,01
EVS, μS/cm	144	189
O ₂ , mg/l	5,98	4,48
O ₂ , %	51	38
DOC, mg/l	53	38
K, mg/l	0,45	1,07

Gads	2017	2018*
P _{kop.} , mg/l	0,028	0,052
N _{kop.} , mg/l	1,78	1,56
krāsainība, mg Pt/l	519	330

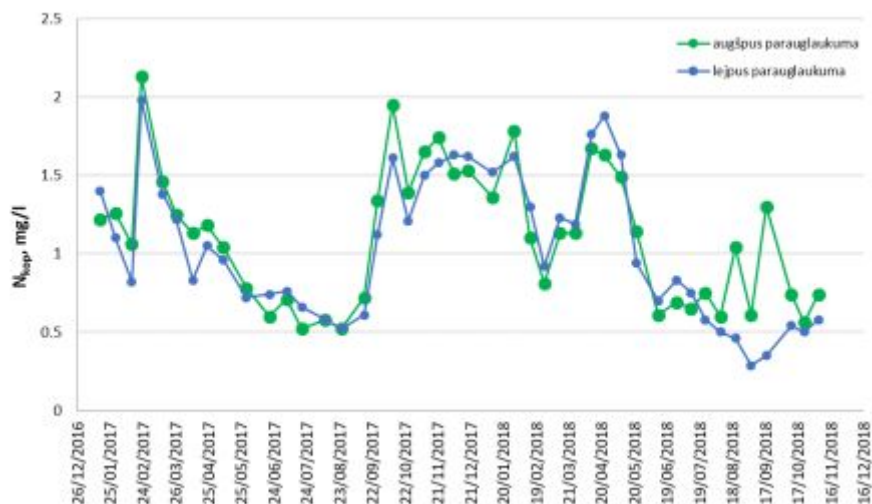
Monitoringa rezultāti Rūsiņupītē

Rūsiņupītes parauglaukumos ūdens caurplūdums mērīts divas reizes mēnesī 3 vietās: Rūsiņupē lejpus Rūsiņiem (augšpus parauglaukuma), Rūsiņupes pietekā (grāvī) augšpus parauglaukuma un Rūsiņupē lejpus parauglaukuma (izteka no Staņķu ezera). Caurplūdums mērīts ar hidroloģiskajiem spārniņiem. Izņēmums ir Rūsiņupe augšpus parauglaukuma, kad mazūdens periodā caurplūduma noteikšana izmantots spainis ar tilpumu 12 L.

Rūsiņupītē tika veikti mērījumi un ņemti ūdens paraugi divās vietās – 0,3 km augšpus un 0,2 km lejpus meža augšņu ielabošanas parauglaukuma. Fizikāli-ķīmisko rādītāju mainības dati apkopoti Tab. 13. Rūsiņupītes ūdens temperatūras un kopējā slāpekļa koncentrācijas izmaiņas attēlotas Att. 142 un 143. Jāatzīmē, ka 2018. gada vasaras beigās pētījumu teritorijā ir parādījies bebru dambis. Iespējams, ka bebru darbība var ietekmēt arī Rūsiņupītes fizikāli-ķīmiskās īpašības. Novērojumu punktā augšpus meža augšņu ielabošanas parauglaukuma kopš vasaras vidus ir salīdzinoši augstākas elektrovadītspējas, kālija, izšķīdušā organiskā oglekļa un krāsainības vērtības nekā novērojumu punktā lejpus meža augšņu ielabošanas laukuma. Savukārt izšķīdušā skābekļa saturs un ūdens piesātinājums ar skābekli šajā novērojumu punktā vasaras beigās ir mazāks. Novērojumu punktā augšpus parauglaukuma vasaras otrajā pusē un rudenī konstatētas arī atsevišķas augstas kopējā slāpekļa un fosfora vērtības. Tomēr paaugstinātas slāpekļa koncentrācijas Rūsiņupītē konstatētas upes posmā vēl pirms izkliedētā amonija nitrāta platībām, tādēļ neliecina par meža augsnes ielabošanas ietekmi.



Att. 142: Ūdens temperatūras izmaiņas Rūsiņupītē.



Att. 143: Kopējā slāpekļa koncentrācijas izmaiņas Rūsiņupītē.

Tab. 13: Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās vērtības Rūsiņupītē 2017. un 2018. gadā

Vieta	Augšpus parauglauruma		Lejpus parauglauruma	
Gads	2017	2018	2017	2018
Gaisa temp., °C	8,9	10,5	8,9	10,5
Ūdens temp., °C	7,4	9,8	7,1	9,4
pH	7,38	7,38	7,40	7,41
EVS, μS/cm	190	215	178	202
O ₂ , mg/l	8,84	7,11	8,24	8,12
O ₂ , %	73	61	67	71
DOC, mg/l	21,9	15,0	19,4	14,5
K ⁺ , mg/l	0,86	1,03	0,74	0,94
P _{kop} , mg/l	0,111	0,173	0,111	0,149
N _{kop} , mg/l	1,19	1,03	1,11	0,96
Krāsainība, mg Pt/l	211	151	185	149

Pazemes ūdeņu monitoringa rezultāti Rūsiņupītes demonstrējuma objektā ierīkotajos urbumos

Rūsiņupītes parauglaurumos gruntsūdens paraugi ievākti reizi mēnesī. Ievāktos ūdens paraugus fizikāli-ķīmiskās vērtības apkopotas Tab. 14.

Tab. 14: Fizikāli-ķīmisko parametru vidējās vērtības amonija nitrāta izkliedes poligonā un kontroles ierīkotajos urbumos 2017. un 2018. gadā

Urbums	Gads	Temp., °C	pH	EVS, μS/cm	O ₂ , mg/l	DOC, mg/l	K, mg/l	P _{kop} , mg/l	N _{kop} , mg/l	Statiskais līm., m
Augšņu ielabošanas eksperimenta ietekmētie urbumi										
urb-1	2017	8,1	7,58	69	2,38	0,86	1,17	3,023	0,17	3,60
urb-1	2018	7,3	7,32	131	3,08	0,93	1,99	6,594	5,69	3,56
urb-2	2017	7,2	7,52	105	7,57	1,17	1,05	2,061	0,88	0,72

Urbums	Gads	Temp., °C	pH	EVS, µS/cm	O ₂ , mg/l	DOC, mg/l	K, mg/l	P _{kops} , mg/l	N _{kops} , mg/l	Statiskais līm., m
urb-2	2018	6,9	7,21	76	3,61	0,85	1,05	0,063	0,07	0,77
urb-6	2017	7,8	7,76	99	3,24	1,04	1,56	0,380	0,20	5,26
urb-6	2018	6,9	7,73	97	6,33	0,77	0,81	0,251	0,07	5,08
urb-7	2017	8,0	7,42	46	5,76	0,89	1,60	4,434	0,23	4,07
urb-7	2018	7,2	7,09	42	6,98	0,86	1,12	4,451	0,32	4,04
urb-8	2017	7,8	7,12	68	2,43	0,94	0,68	0,790	0,48	1,51
urb-8	2018	6,9	6,61	86	2,95	0,96	0,80	0,154	3,43	1,54
urb-9	2017	7,5	7,66	68	5,40	1,20	1,25	1,125	0,31	1,23
urb-9	2018	7,1	7,03	42	5,54	1,12	0,90	0,116	0,06	1,26
Vidēji	2017	7,7	7,51	76	4,46	1,01	1,22	1,969	0,38	2,73
Vidēji	2018	7,0	7,16	79	4,75	0,91	1,11	1,938	1,61	2,71
Kontroles urbumi										
urb-3	2017	8,2	8,02	143	4,76	1,24	1,14	0,157	0,73	4,03
urb-3	2018	7,1	8,29	115	5,23	0,82	0,88	0,111	0,43	3,93
urb-10	2017	8,2	6,98	48	2,68	1,23	1,96	1,366	0,51	1,94
urb-10	2018	6,7	6,40	36	4,96	1,01	0,83	0,123	0,07	1,95
urb-11	2017	7,6	7,94	102	5,73	0,93	0,96	0,386	0,41	3,70
urb-11	2018	7,0	7,97	98	6,12	0,94	0,87	0,087	0,26	3,72
urb-12	2017	7,6	8,01	112	5,50	1,99	1,26	0,411	0,28	2,68
urb-12	2018	6,8	7,70	85	6,06	1,28	0,94	0,063	0,07	2,71
urb-4	2017	7,7	7,04	56	2,73	1,01	1,71	2,153	1,00	1,46
urb-4	2018	6,8	6,61	45	2,89	0,95	0,79	0,046	0,06	1,49
urb-5	2017	8,0	7,98	67	10,16	0,97	1,22	0,567	0,13	5,29
urb-5	2018	7,3	8,06	68	10,86	0,78	1,09	1,097	0,10	5,27
Vidēji	2017	7,9	7,66	88	5,26	1,23	1,37	0,840	0,51	3,18
Vidēji	2018	7,0	7,50	74	6,02	0,96	0,90	0,254	0,16	3,18

Gruntsūdens paraugos konstatētas kopējā slāpekļa atšķirības starp kontroles un izkliedes platībām. Amonija izkliedes platībās novērots neliels kopējā slāpekļa koncentrācijas pieaugums 2018. gadā, savukārt kontroles platībās – samazinājums. Tas var norādīt uz iespējamu izkliedētā amonija nitrāta ieskalošanos.

PELNU PĀRNESES ATTĀLUMA APRĒĶINĀŠANAS METODIKA

Teorētiskais pamatojums

Gaisa piesārņojuma izkliede ir atkarīga no vairākiem procesiem – gaisa masu pārnese, turbulentās sajaukšanās, sausās un mitrās izgulsnēšanās u.c. Cieto daļiņu pārnese un izgulsnēšanās aprēķināšanai visbiežāk tiek izmantoti matemātiskie vienādojumi un aproksimācijas, kuros tiek ņemtas vērā cieto daļiņu fizikālās īpašības, procesi un faktori, kas veicina vai tieši pretēji bremzē dispersiju, piemēram, - virsmas berzes faktors, salipšanas faktors.

Analizējamo daļiņu izcelsme un fizikālās īpašības ļauj raksturot to “uzvedību” gaisa plūsmās, pārvietošanās un izgulsnēšanās ātrumu un raksturu. Cieto daļiņu (dažādas izcelsmes aerosolu) uzvedība gaisā ir atkarīga no tās izgulsnēšanās ātruma gravitācijas spēka ietekmē (kas, savukārt atkarīgs no daļiņu izmēra un blīvuma) attiecībā pret gaisa plūsmas turbulenci. Ja šī attiecība ir relatīvi maza, tad daļiņas uzskatāmas par relatīvi “vieglām” un tās uzvedas līdzīgi gāzveida aerosoliem – t.i. pasīvi tiek pārnestas ar gaisa plūsmu. Ja minētā attiecība ir liela – tad daļiņas uzskatāms par relatīvi “smagām”, nonākot apkārtējā vidē, tās sedimentējas gravitācijas spēka ietekmē, savukārt daļiņas pārvietošanās attālums ir atkarīgs no tās masas (blīvuma).

Atkarībā no emisijas augstuma un daļiņu izmēra, tās gaisa plūsmās var atrasties ilgu laiku un pārvietoties pat 1000 km attālumā (Sofiev *et al.*, 2006).

Jebkurā gaisa piesārņojuma izklijes modelī darbojas pieņēmums, ka piesārņojums tiek pārnests ar gaisa masām un seko gaisa plūsmai, ieskaitot mazos turbulences viesuļus, kas, savukārt liecina par daļiņu inerces maznozīmību.

Dinamiskā meteoroloģijā un gaisa piesārņojuma modelēšanā, lai raksturotu atmosfēras gaisa masu kustību, bieži tiek izmantots Stoksa (Navier-Stokes) vienādojums (Craft, T.J., 2008).

Pamata formā (1), Stoksa vienādojums apraksta neliela gaisa (vai šķidruma) daudzuma kustību:

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + (\vec{v} \nabla) \vec{v} = -\frac{1}{\rho} \text{grad } p + \frac{\eta}{\rho} \Delta \vec{v} \quad (3)$$

kur \vec{v} - ir gaisa masas ātrums (Lagranža ātrums),

ρ - gaisa blīvums,

p - spiediens,

η - dinamiskā viskozitāte (parasti gaisam: $\eta_{\text{gaisa}} = 1.8 \times 10^{-5} \text{ kg/(s} \times \text{m)}$)

Lēnai, laminārai kustībai (pseido-) stacionārā gadījumā var pieņemt:

$$\eta \Delta \vec{v} - \text{grad } p = 0 \quad (4)$$

Par stacionāru stāvokli uzskatāms, $\partial v_i / \partial t = 0$ ja , kas atbilst laminārai kustībai (Reinoldsa skaitlis ir mazs), t. i.

$$Re = |\vec{v}|d/\nu \ll 1$$

kur d ir kustīgā objekta (daļiņas) diametrs,

$\nu = \eta/\rho$ ir tā kinemātiskā viskozitāte.

No (3) un (4) var aprēķināt, ka kopējais spēks, kas iedarbojas uz sfērisku objektu tam pārvietojoties gaisa plūsmā, ir:

$$F(\text{Stokes}) = 6\pi r \eta u \left(1 + \frac{3ru}{8\nu}\right) \quad (5)$$

kur r – daļiņas rādiuss;

u - ātrums attiecībā pret apkārtējo vidi (gaisu).

Korekcijas koeficients iekavās ir neliels, ja $Re \ll 1$.

Izmantojot iepriekš minētos vienādojumus un, ņemot vērā pelnu fizikālās īpašības, var kvantitatīvi noteikt to uzvedību gaisa plūsmā un aprēķināt, cik ātri daļiņas zaudēs sākotnējo ātrumu un sāks pakļauties gaisa plūsmai, šo rādītāju sauc par relaksācijas laiku (relaxation time).

Izgulsnēšanās

Otra nozīmīgā fāze ir daļiņu sedimentēšanās no gaisa plūsmas. Tā varētu būt sausā vai mitrā izgulsnēšanās. Ja mitrās izgulsnēšanās modeļu apraksts bez empīriskās daļas ir ārkārtīgi sarežģīts, ņemot vērā nokrišņu dabu un skaitliskos parametrus, tad sausā izgulsnēšanās ir skaidrojama ar daļiņas fizikālajiem rādītājiem.

Sausā izgulsnēšanās. Klasiskais sausās izgulsnēšanās process ir atkarīgs no vairākiem spēkiem/procesiem: nosēšanās gravitācijas spēka ietekmē, aerodinamikas, molekulārās difūzijas un virsmas pretestības:

$$F_{\text{grav}} = mg = F_{\text{Stokes}} \quad (6)$$

$$v_{\text{izgulsn}} = \frac{g\rho_p 4r^2}{18\eta} \quad (7)$$

Pārneses attālums (aprēķinu daļa un aprēķina piemērs)

No visa augšminētā izriet, ka daļiņu pārneses attālums ir atkarīgs no:

- 1) **daļiņu relaksācijas laika**, kas nepieciešams, lai daļiņa pakļautos gaisa plūsmai:

$$\tau = \frac{4r^2 \rho_p \times c_s}{18\nu \times f_d}$$

r – daļiņas rādiuss, m [0,001575 m, saskaņā ar iesniegtajiem datiem šī frakcija ir 76,7 %];

ρ_p – daļiņu/frakcijas blīvums, 964,3 kg/m³ [saskaņā ar iesniegtajiem datiem, norādīts, ka bēruma blīvums ir 964,3 kg/m³, korektu aprēķinu veikšanai nepieciešams attiecīgas frakcijas daļiņu blīvums];

C_s - Kaninghema salipšanas faktors, atkarīgs no pelnu daļiņu specifiskām īpašībām, nesalīpušām daļiņām = 1;

ν – gaisa plūsmas viskozitāte, 1,8E-05 kg/(s×m);

f_d – pamatplūsmas (daļiņu izmetes ātruma) ietekme, kas tiek raksturota izmantojot Reinoldsa skaitli (Liu *et al.*, 1995; Yamamoto, Y., 2009; Claudin *et al.*, 2011):

$$f_d = 1 + 0,15 \times Re_p^{0,687}$$

$$Re_p = \frac{\rho \times |U - U_p| \times D_p}{\mu}$$

U – gaisa plūsmas ātrums, m/s;

U_p – daļiņas izmetes ātrums, m/s;

ρ – gaisa blīvums, 1,2 kg/m³.

Ievades rādītāji	Rezultāts
$U = 0,1$ m/s	
$U_p = 3,8$ m/s	
$\rho = 1,2$ kg/m ³	
$D_p = 0,00315$ m	$Re_p = 777$
	$f_d = 15,5$
$\rho_p = 964,3$ kg/m ³	
$C_s = 1$	
$\nu = 1,8E-05$ kg/(s×m)	$\tau = 1,9$ sek

2) izgulsnēšanās ātruma (vertikālais izgulsnēšanās ātrums)

$$\tau = \frac{4r^2 \rho_p \times C_s}{18\nu \times f_d}$$

Ievades rādītāji	Rezultāts
$g = 9,8$ m/s ²	
$\rho_p = 964,3$ kg/m ³	
$r = 0.001575$ m	
$\nu = 1,8E-05$ kg/(s×m)	
	$v_{\text{izgulsn}} = 289$ m/s (964,3 kg/m ³)

3) Attālums, kuru daļiņas veic atrodoties atmosfērā (sedimentēšanās attālums)

Ja emisijas augstums ir 1 m, tad daļiņas atrašanās laiks atmosfērā sasniedzot relaksācijas laiku ir:

$$\tau_{izgulsn} = \frac{1}{v_{izgulsn}} = \frac{1}{289} = 0,0035 \text{ s}$$

Bet kopējais laiks atrodoties atmosfērā:

$$\tau_{sum} = \tau + \tau_{izgulsn}$$

Līdzīgi var novērtēt kopējo izkliedes attālumu:

3.1. relaksācijas attālums:

$$S_{relax} = \tau \times U_p = 1,9 \times 3,8 = 7,2 \text{ m}$$

3.2. horizontālās sedimentācijas attālums:

$$S_{sedim} = \tau_{izgulsn} \times U = 0,0035 \times 0,1 = 0,00035 \text{ m}$$

3.3. kopējais izkliedes attālums:

$$S = S_{relax} + S_{sedim} = 7,2 + 0,00035 = 7,2 \text{ m}$$

Šajā gadījumā redzams, ka praktiski bezvēja gadījumā izkliedes zona ir tikai un vienīgi atkarīga no izmetes ātruma un daļiņu fizikāliem rādītājiem (diametra un blīvuma).

Vēja virziena ietekme vērojama tikai vidēji spēcīgu un spēcīgu vēju gadījumā attiecīgajā izmetes (emisijas) augstumā. Formulās netiek iekļauts vēja virziens, jo šādos emisijas apstākļos, sasniedzot relaksācijas laiku, daļiņu izkliede notiek pa vēja virzienam, tām nepiemīt iekšējs spēks/inerce, kurš spētu izmainīt daļiņas pārvietošanos citā virzienā, kurš būtu atšķirīgs no vēja virziena.

Pelnu daļiņu izkliedes modelis

Mainīgie/ievades parametri norādīti Att. 144.

Daļiņu frakcijas rādiuss	Daļiņu frakcijas blīvums	Gaisa plūsmas (vēja) ātrums	Daļiņas izmetes ātrums	Daļiņu izmetes augstums
m	kg/m ³	m/s	m/s	m
[r]	[ρ _p]	[U]	[U _p]	[H]

Att. 144: Pelnu daļiņu izkliedes modeļa ievades parametri.

Aprēķins norādīts Att. 145, 146, 147.

Gāzu molekulu kustību raksturojošs rādītājs	Kaninhema salipšanas faktors	Gaisa plūsmas viskozitāte	Gaisa blīvums	Reinoldsa skaitlis
μm	none	kg/(s*m)	kg/m ³	none
[λ]	[C _s]	[ν]	[ρ]	[Re _p]

Att. 145: Pelnu daļiņu izkliedes modeļa aprēķins I.

Daļiņu izmetes ātruma ietekmes rādītājs	Daļiņu relaksācijas laiks	Brīvās krišanas paātrinājuma konstante	Daļiņu vertikālās izgulsnēšanās ātrums
none	s	m/s ²	m/s
[f _d]	[τ]	[g]	[v _{izgulsn}]

Att. 146: PPelnu daļiņu izkliedes modeļa aprēķins II.

Pirmsrelaksācijas laiks	Relaksācijas attālums	Horizontālās sedimentācijas attālums	Kopējais daļiņu izkliedes attālums
s	m	m	m
[τ _{izgulsn}]	[S _{relax}]	[S _{sedim}]	[S]

Att. 147: Pelnu daļiņu izkliedes modeļa aprēķins III.

**5. Pielikums: Latvijas Universitātes Bioloģijas
institūta atskaite**

MAKROFĪTI

Pētījumā izmantotā metodika

Pētījumā izmantota Latvijas upju makrofītu metode (Uzule, L. & Jēkabsone, J., 2016), kas ir starptautiski atzīta un interkalibrēta metode, kuru izmanto arī Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs Virszemes ūdeņu monitoringa ietvaros. Metode adaptēta no Polijas upju novērtēšanas metodes, kas balstās uz MIR indeksa (Macrophyte Index for Rivers) aprēķināšanu (Szozkiewicz, K., Zbierska, J., Jusik, S., & Zgola, T., 2010). Upes ekoloģiskās kvalitātes vērtējums tiek izdarīts, balstoties uz aprēķināto MIR indeksu (Macrophyte index for rivers), kura aprēķināšanai nepieciešami dati par makrofītu sugu sastāvu un sastopamību, kas novērtēta 9 ballu skalā. Metode paredz noteikt visas konkrētajā upes posmā sastopamās makrofītu sugas, tajā skaitā, visas virsūdens, iegremdētās, peldlapu un brīvi peldošo makrofītu sugas, kā arī pavedienveida aļģes un ūdens sūnaugus. Upes posma garums, kurā tiek noteiktas visas tur sastopamās makrofītu sugas un katras sugas projektīvais segums, ir 100 m.

Lai novērtētu upju ekoloģisko kvalitāti, nepieciešams aprēķināt MIR_LV indeksu:

$$MIR = \frac{\sum (Li * Wi * Pi)}{\sum (Wi * Pi)} * 10$$

Aprēķināto MIR_LV indeksu nepieciešams pārveidot ekoloģiskā kvalitātes koeficienta (EQR) vērtībās:

$$EQR = \frac{Konkrētā\ vērtība - zemākā\ robeža}{References\ vērtība - zemākā\ robeža}$$

References vērtība ir 49.5 un zemākā robeža ir 24.5 (Uzule, L. & Jēkabsone, J., 2016). Kvalitātes klašu robežas, izteiktas kā ekoloģiskā kvalitātes koeficienta (EQR) vērtības, redzamas Tab. 15.

Tab. 15: Kvalitātes klašu robežas MIR_LV indeksam izteiktas kā EQR

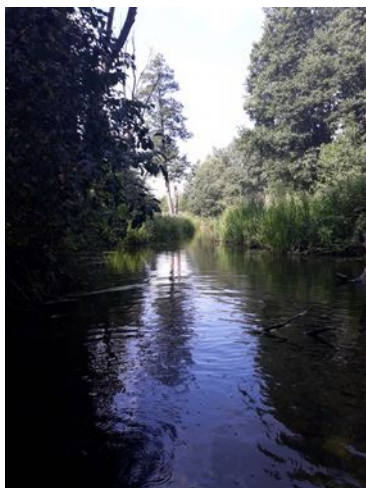
Kvalitāte	Augsta	Laba	Vidēja	Slikta	Ļoti slikta
MIR_LV	>0,75	0,75-0,55	0,55-0,35	0,35-0,15	<0,15

Makrofītu sugu sastāva, sastopamības, kopējā aizauguma un upju ekoloģiskās kvalitātes vērtējums 2018. gadā

Makrofītu sugu sastāva un sastopamības pētījumi 2018. gadā Agē un Rūsiņupē veikti 30. jūlijā. Upju apsekošana veikta veģetācijas sezonas laikā labos laika apstākļos.

Aģes piemērs

Kopējais aizaugums ar makrofītiem posmā augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas ir 10%, bet lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas – 20% (Att. 148). Savukārt sugu skaits augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas ir 15 sugas, bet lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas – 14 sugas. Analizējot sugu sastāvu, posmā augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas nav vērojama kādas vienas vai vairāku sugu izteikta dominance. Lielākā daļa sugu ir sastopamas pavisam nelielā koncentrācijā, bet no biežāk sastopamajām sugām jāmin dzeltenā lēpe *Nuphar lutea* un vienkāršā ežgalvīte *Sparganium emersum*. Arī posmā lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas visbiežāk sastopamās sugas ir dzeltenā lēpe un vienkāršā ežgalvīte. Tomēr šajā posmā sastopamas arī tādas ekoloģiski jutīgas sugas kā sārtalģes *Batrachospermum spp.* un *Hildebrandia rivularis*, kā arī parastā avotsūna *Fontinalis antipyretica* un purva skalbe *Iris pseudacorus*.



Att. 148: Aģe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas (attēls pa kreisi) un lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas (attēls pa labi)²⁴.

Aprēķinot MIR_LV indeksu, ūdens ekoloģiskā kvalitāte posmā augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu vietas atbilst vidējai kvalitātei (EQR_LV=0,54), bet lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai – augstai kvalitātei (EQR_LV=0,84).

Rūsiņupes piemērs

Kopējais aizaugums ar makrofītiem posmā augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas ir 10%, bet lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas – 80% (Att. 149). Sugu skaits augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas ir 13 sugas, bet lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas ir 16 sugas. Augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas vairāk par citām sugām sastopama parastā elodeja *Elodea canadensis*, mazais ūdensziņš *Lemna minor*, vienkāršā ežgalvīte *Sparganium emersum* un parastā spirodela *Spirodela polyrhiza*. Pārējās šajā posmā konstatētās sugas sastopamas pavisam niecīgā skaitā. Lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai

²⁴ L. Uzules foto, 2018.

izteikti dominējošie ir brīvi peldošie makrofīti – mazais ūdenszieds un parastā spirodela. Minēto sugu dominance ūdensobjektos parasti norāda, ka ūdenī palielinātos daudzumos nonāk biogēnais piesārņojums. Arī tik liels kopējais aizaugums (80%) norāda, ka upē konkrētajā vietā ieplūst pārāk daudz barības vielu. Bez brīvi peldošajiem makrofītiem šajā posmā lielā skaitā sastopama arī dzeltenā lēpe *Nuphar lutea*.



Att. 149: Rūsiņupe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai (attēls pa kreisi) un lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai (attēls pa labi)²⁵.

Tomēr, vērtējot ūdens ekoloģisko kvalitāti, posmam lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu vietai tā atbilst labai (EQR_LV=0,74), kas visticamāk skaidrojams ar faktu, ka šajā posmā sastopamas arī tādas ekoloģiski jutīgākas sugas kā pūslīšu grīslis *Carex vesicaria*, purva sermulīte *Hottonia palustris*, upes kosa *Equisetum fluviatile* un platlapu cemere *Sium latifolium*, kas MIR_LV vērtību un kvalitātes klasi paaugstina. Posmam augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai ekoloģiskā kvalitāte atbilst vidējai kvalitātes klasei (EQR_LV=0,53).

2017. un 2018. gada makrofītu datu salīdzinājums

Lai novērtētu, kā mainījies upju posmu ekoloģiskais stāvoklis, sugu skaits un kopējais aizaugums ar makrofītiem, veikta datu savstarpējā analīze starp 2017.un 2018. gadu (Tab. 16).

Tab. 16: Kvalitātes klašu robežas MIR_LV indeksam izteiktas kā EQR

Gads	Aģe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai	Aģe lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai	Rūsiņupe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai	Rūsiņupe lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai
Ekoloģiskā kvalitāte				
2017	augsta	laba	laba	laba
2018	vidēja	augsta	vidēja	laba
Kopējais aizaugums				

²⁵ L. Uzules foto, 2018.

Gads	Aģe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai	Aģe lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai	Rūsiņupe augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai	Rūsiņupe lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai
2017	10%	20%	10%	70%
2018	10%	20%	10%	80%
Sugu skaits				
2017	11	13	16	17
2018	15	14	13	16

Salīdzinot kopējā aizauguma datus pa posmiem starp gadiem, jāsecina, ka vienīgās izmaiņas vērojamas Rūsiņupes posmā lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai, kur 2017. gadā kopējais aizaugums novērtēts ar 70%, bet 2018. gadā ar 80%. Tomēr kopējā aizauguma palielinājums par 10% nav uzskatāms par būtisku un šāds pieaugums var notikt arī dabisku faktoru ietekmē.

Lielākas izmaiņas novērojamas makrofītu sugu skaitā, kur Aģes gadījumā 2018. gadā abos posmos tas ir lielāks salīdzinājumā ar 2017. gadu, bet Rūsiņupes gadījumā 2018. gadā gan augšpus, gan lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai konstatēts mazāks sugu skaits nekā 2017. gadā. Aģes gadījumā sugu skaita izmaiņas visticamāk skaidrojamas ar apstākli, ka 2017. gadā apsekošanas brīdī upē bija būtiski paaugstināts ūdens līmenis, kas neapšaubāmi apgrūtināja makrofītu sugu novērtēšanu, īpaši iegremdēto augu novērtēšanu. Salīdzinot sugu sastāvu pa abiem gadiem, redzams, ka sugas, kuras netika konstatētas 2017. gadā, bet 2018. gadā tika novērotas, lielākoties ir tieši iegremdētās makrofītu sugas, tādēļ sugu skaita izmaiņas visticamāk saistāmas ar ūdens līmeņa būtisko paaugstinājumu 2017. gadā.

Rūsiņupes gadījumā augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai 2017. gadā konstatētas 16 sugas, bet 2018. gadā 13 sugas, savukārt posmā lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai 2017. gadā konstatētas 17 sugas, bet 2018. gadā 16 sugas. Lejpus mēslošanas vietas sugu skaita atšķirība pa gadiem ir nebūtiska – tikai 1 suga. Augšpus mēslošanas vietas 2017. gadā konstatēts par 3 sugām vairāk kā 2018. gadā, tomēr, izvērtējot sugu sastāvu un sastopamību, redzams, ka to sugu sastopamība, kas konstatētas 2017. gadā, bet 2018. gadā vairs nē, vērtējama kā ļoti neliela, respektīvi, suga posmā pārstāvēta ar 1 vai dažiem īpatņiem, kas nozīmē to, ka šīs sugas dažādu dabisku faktoru ietekmē, piemēram, pavasara palu ietekmē, no konkrētā upes posma var tikt iznestas.

Lielākās izmaiņas vērojamas attiecībā uz posmu ekoloģiskā stāvokļa novērtējumu. Tikai vienā posmā - Rūsiņupe lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai – ekoloģiskā kvalitāte gan 2017., gan 2018. gadā palikusi nemainīga un abos gados vērtējama kā laba. Pārējos posmos kvalitātes vērtējums pa gadiem atšķiras. Aģes posmā augšpus mēslošanas vietas kvalitāte pa gadiem atšķiras visbūtiskāk, jo 2017. gadā tā atbilst augstai kvalitātei, bet 2018. gadā vairs tikai vidējai kvalitātei. Šādas kvalitātes izmaiņas skaidrojamas jau ar iepriekš tekstā aprakstīto situāciju par būtiskajām ūdens līmeņa izmaiņām 2017. gadā. Tā kā MIR indekss vistiešākajā veidā ir saistīts ar sugu sastāvu un

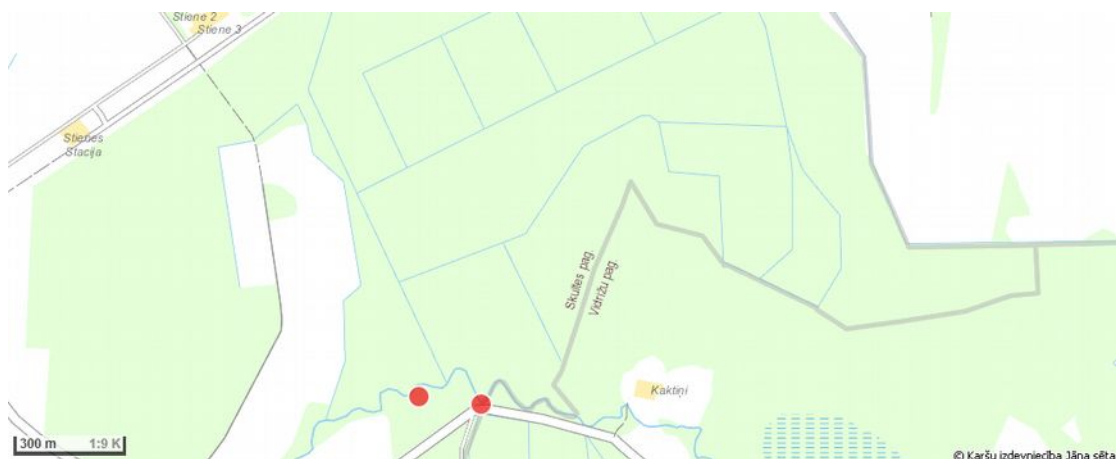
sastopamību, tad katra konstatētā vai nekonstatētā makrofītu suga var atstāt būtisku ietekmi MIR indeksa aprēķinos. 2018. gada apsekošanas laikā konstatētas vairākas makrofītu sugas, kas raksturīgas eitrofiem ūdeņiem, kā rezultātā MIR indeksa vērtība un līdz ar to arī kvalitātes klase būtiski pazeminās. Posmā lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai novērots pretējs efekts – kvalitāte no 2017. gada uz 2018. gadu uzlabojusies no labas uz augstu. Arī šī situācija skaidrojama ar konstatētajām sugām, jo 2018. gadā šajā posmā salīdzinājumā ar 2017. gadu lielākā blīvumā novērotas tādas ekoloģiski jutīgas sugas kā sārtaļģes un parastā avotsūna, kas nodrošina to, ka upes kvalitāte paaugstinās. Arī Rūsiņupes posmā augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai vērojamas upes kvalitātes izmaiņas pa vienu kvalitātes klasi – no labas uz vidēju. Šajā gadījumā upē 2018. gadā novērojams lielāks blīvums ar brīvi peldošajiem makrofītiem (ūdensziediem un spirodelām) salīdzinājumā ar 2017. gadu, kas arī ir par iemeslu kvalitātes pazeminājumam.

Salīdzinot un izvērtējot 2017. un 2018. gada datus, jāsecina, ka augsnes ielabošanas līdzekļu ienese īstermiņā nav radījusi negatīvu ietekmi uz makrofītu sugu sastāvu un sastopamību, kā arī upju ekoloģisko kvalitāti.

Ūdens bezmugurkaulnieki

Metodes

Ūdens bezmugurkaulnieku (makrozoobentosa) paraugi ievākti augšpus un lejpus mežaudžu augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai Rūsiņupē un augšpus un lejpus grāvja, kas tek gar mežaudžu augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietu Aģes upē pavasara un rudens sezonā (09.05.2018. un 09.10.2018, Att. 150 un 151).



Att. 150: Paraugu ievākšanas vietas Aģes upē.



Att. 151: Paraugu ievākšanas vietas Rūsiņupītē.

Gan Rūsiņupē, gan Aģes upē starp abām paraugošanas vietām 2018. gadā tika konstatēti bebru dambji. Aģes upē bebru darbība tik konstatēta gan pavasarī, gan rudenī, bet Rūsiņupē – rudens paraugu ievākšanas laikā. Šī iemesla dēļ, gan Rūsiņupē augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai, gan Aģes upē augšpus grāvja, kas tek gar mežaudžu augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietu, bija palielināts dziļums un samazināts straumes ātrums (Att. 152 un 153).



Att. 152: Bebru dambis Rūsiņupē 2018. gada 9. oktobrī augšpus mežaudzes, kurā veikti augsnes ielabošanas darbi.



Att. 153: Paraugu ievākšanas vieta Aģes upē 2018. gada 9. oktobrī lejpus grāvja, kas atrodas pie mežaudzes, kurā veikti augsnes ielabošanas darbi.

Paraugi tika ievākti pēc Latvijā Virszemes ūdeņu monitoringā izmantotās metodes, kura ir piemērota Latvijas apstākļiem 3. – 6. upju tipam un tika starptautiski interkalibrēta 2016. gadā (Ozolins, D. & Skuja, A., 2016). Katra paraugu ievākšanas vietā tika izvēlēts 10 m garš reprezentatīvs upes posms, novērtēti dominējošie grunts substrāta tipi, katrā paraugu ievākšanas vietā ar skrāpi ievākti pieci atkārtējumi upes posmam visraksturīgākajos grunts substrātos, atsevišķie paraugi vēlāk apvienoti vienā paraugā.

Lai novērtētu ekoloģisko stāvokli, tika izmantota programma Asterics 4.04 software (Anonymous, 2004). Aģes upe ir vidēja izmēra ritrāla upe (3. tips) un tās kvalitātes vērtēšanai tika izmantots Latvijas upju bezmugurkaulnieku multimetriskais indekss (LMI), kuru veido četri indeksi:

- Kopējais taksonu skaits T (taksoni identificēti atbilstoši (Johnson R.K., 1999) izveidotajam sarakstam, pielāgoti vietējiem apstākļiem);
- Dāņu upju faunas indekss DSFI (Skriver J., Friberg N., & Kirkegaard J., 2000);
- Jutīgo taksonu klātbūtne EPT (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) (Lenat D.R., 1988);
- ASPT (Average Score Per Taxon) (Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., & Furse M.T., 1983).

Katrs indekss LMI indeksa izveidei tika standartizēts, izmantojot formulu:

$$EQR = \frac{\text{Konkrētā vērtība} - \text{zemākā robeža}}{\text{References vērtība} - \text{zemākā robeža}}$$

(Hering, D., Feld, C.K., Moog, O., & Ofenbock, T., 2006). LMI ir četru izmantoto indeksu (EQR) vidējā vērtība un tā kvalitātes klašu vērtības norādītas Tab. 17 (Ozolins, D. & Skuja, A., 2016).

Tab. 17: Nacionālās klašu robežas LMI indeksam

Klašu robeža	Augsta/laba	Laba/vidēja	Vidēja/slikta	Vāja/slikta
LMI	0,92	0,72	0,41	0,26

Rūsiņupīte ir maza, potamāla tipa upe (2. tips), kuras ekoloģiskās kvalitātes vērtēšanai tika izmantota Igaunijā interkalibrēta metode (Timm, H. & Vilbaste S., 2010). Latvijā nav starptautiski interkalibrētas metodes 1. un 2. tipa upēm. Igaunijas MMQ indeksu veido 5 indeksu summa, kas tiek vērtēti ballu sistēmā: augstai kvalitātei 5 balles, labai – 4, vidējai 2, vājai/sliktai – 0 balles (Tab. 18).

Tab. 18: Kvalitātes klašu robežas mazām (<100 km²), potamālām upēm (pēc (Timm, H. & Vilbaste S., 2010))

Parametrs	Augsta kvalitāte	Laba kvalitāte	Vidēja kvalitāte	Vāja/slikta kvalitāte
T (taksonu skaits)	>16	14-16	11-13	<11
EPT (jutīgie taksoni)	>8	7-8	5-6	<5
H' (Šenona-Vīnera indekss)	>2,7	2,4-2,7	<2,4-1,8	<1,8
ASPT	>5,5	4,9-5,5	<4,9-3,7	<1,8
DSFI	7	6	4	<4
MMQ	23-25	18-22	10-17	6-9

Rezultāti

Gan Aģes, gan Rūsiņupītes apsekojie posmi ir tipoloģiski atšķirīgi un grunts substrāta veids ir būtiskākais sugu sastāvu ietekmējošais faktors. Aģes posmā augšpus grāvja raksturīgs minerālais substrāts – grants, oļi, akmeņi (ar avotsūnām *Fontinalis* sp.), savukārt lejpus grāvja upes gultni klāj smilts un būtiska loma ir detritam un koksnei.

Rūsiņupes posms, augšpus mežaudzes, kur izmantoti augsnes ielabošanas līdzekļi, 2018. gada apsekojumu laikā, nomainījās no ritrāla pavasarī uz potamālu rudenī. Biotopu nomaiņu veicināja bebru darbība. Posms augšpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai ir smilšains, substrātu veido detrits un koksne, neliels makrofītu īpatsvars. Upes posms lejpus augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietai ir lēnāk tekošs, grunts substrātā dominē akumulācijas procesi – raksturīgas dūņas, smalks un rupjš detrits un lielāks makrofītu segums.

Kā otru būtiskāko faktoru, kas skaidro taksonu sastāva atšķirības upēs, var izdalīt paraugu ievākšanas sezonu.

Vislielākā ūdens bezmugurkaulnieku daudzveidība konstatēta Aģes upē; pavasara sezonā lielāks taksonu skaits bija raksturīgs lejpus meliorācijas grāvja, savukārt rudens sezonā - augšpus grāvja (Tab. 19). Rūsiņupē taksonu daudzveidība kopumā ir zemāka ar

lielāku taksonu skaitu rudens sezonā (Tab. 20). Taksonu skaita sezonālās atšķirības būtiski neietekmēja ūdens kvalitātes vērtējumu.

Ekoloģiskais stāvoklis pēc makrozoobentosa organismiem

Aģes upe

Aģes upes ekoloģiskā kvalitāte augšpus grāvja, kas tek no augšnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas, pēc makrozoobentosa organismiem 2018. gada pavasarī un rudenī tika novērtēta kā vidēja. 2017. gada rudenī šajā vietā tika konstatēta vāja kvalitāte, tomēr 2018. gadā tā bija vidēja. Kvalitāte lejpus grāvja, kas tek no augšnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas, 2018. gada pavasarī bija laba, bet rudenī – vidēja. 2017. gadā abās sezonās kvalitāte bija vidēja (Tab. 19). Kvalitātes klašu atšķirības pa gadiem skaidrojamas ar sezonālajām atšķirībām un atšķirīgo mainīgu hidroloģisko režīmu, kas ietekmēja bentisko bezmugurkaulnieku taksonomisko sastāvu un skaitu.

Aģes upē netika konstatēta 2018. gada februārī veikto mežaudzes augšnes ielabošanas darbu negatīva ietekme uz ūdens ekoloģisko kvalitāti.

Tab. 19: Aģes upes ekoloģiskās kvalitātes novērtējums 2017. un 2018. gadā augšpus un lejpus grāvja, kas tek gar Aģes upes demonstrējuma objektu

Upe	Aģe							
Paraugu ievākšanas vieta	Augšpus audzes	Augšpus audzes	Lejpus audzes	Lejpus audzes	Augšpus audzes	Augšpus audzes	Lejpus audzes	Lejpus audzes
Datums	11.05.17	09.05.18	11.05.17	09.05.18	02.11.17	10.10.18	02.11.17	10.10.18
Upes tips	Ritrāla	Ritrāla	Ritrāla	Ritrāla	Ritrāla	Ritrāla	Ritrāla	Ritrāla
T (kopējais taksonu skaits)	48	48	36	56	24	40	46	38
ASPT	5,94	5,71	5,727	5,78	5,312	6,07	5,5	5,71
DSFI	5	6	n,a,	6	n,a,	7	5	5
EPT taksonu skaits	16	12	14	19	8	14	13	6
LMI EQR	0,63	0,63	0,55	0,75	0,35	0,63	0,56	0,46
Ekoloģiskais stāvoklis	Vidējs	Vidējs	Vidējs	Labs	Vājš	Vidējs	Vidējs	Vidējs

Rūsiņupīte

Vērtējot pēc makrozoobentosa, Rūsiņupītes ekoloģiskais stāvoklis augšpus mežaudzes, kurā 2017. gada jūlijā tika ielabota augsne, 2018. gadā ir palicis nemainīgs – vidējs, tomēr, lejpus mežaudzes, 2018. gadā vērtējams kā labs (Tab. 20). Kvalitātes pieaugums, salīdzinot, ar 2017. gadu iespējams skaidrojams ar aizauguma pieaugumu, jo makrofīti nodrošina bentisko organismu dzīvotnes. Mežaudzes augšnes ielabošanas darbiem gada laikā nav konstatēta negatīva ietekme uz Rūsiņupītes ekoloģisko kvalitāti.

Tab. 20: Rūsiņupītes ekoloģiskās kvalitātes novērtējums 2017. un 2018. gadā augšpus un lejpus Rūsiņupītes demonstrējuma objekta

Paraugu ievākšanas vieta	Augšpus ielabotās audzes	Augšpus ielabotās audzes	Lejpus ielabotās audzes	Lejpus ielabotās audzes	Augšpus ielabotās audzes	Augšpus ielabotās audzes	Lejpus ielabotās audzes	Lejpus ielabotās audzes
Datums	12.05.17	09.05.18	12.05.17	09.05.18	03.11.17	10.10.18	03.11.17	10.10.18
Upes tips	Ritrāla	Ritrāla	Potamāla	Potamāla	Potamāla	Potamāla	Potamāla	Potamāla
T (kopējais taksonu skaits)	24	26	23	26	21	30	26	31
ASPT	4,12	4,18	4,44	5,16	4,43	4,94	5,19	5,29
DSFI	4	4	4	4	n.a	n.a.	4	4
EPT taksonu skaits	8	10	6	10	7	5	5	10
H' (Šenona Vīnera indekss)	1,56	2,01	1,72	2,22	1,47	1,91	1,9	1,99
MMQ	13	16	11	18	13	13	15	18
Ekoloģiskais stāvoklis	Vidējs	Vidējs	Vidējs	Labs	Vidējs	Vidējs	Vidējs	Labs

Retās un aizsargājamās ūdens bezmugurkaulnieku sugas

Aģes upe un Rūsiņupīte ir nozīmīgas dažādu aizsargājamo un apdraudēto bezmugurkaulnieku sugu dzīvotnes. Aģes upē, lejpus meliorācijas kanāla, 2018. gada abās sezonās konstatēta biežā perlamutrene *Unio crassus*, kas iekļauta ES Sugu un biotopu direktīvas II un IV pielikumā ("ES Sugu un biotopu direktīva", 1992), pavasara sezonā augšpus meliorācijas gravja strautspāre *Cordulegaster boltonii* un rudens sezonā, augšpus meliorācijas grāvja – upes micīšgliemezis *Ancylus fluviatilis*. Pavasara sezonā augšpus meliorācijas grāvja konstatēta arī divkupru peldvabole *Brychius elevatus* (Ministru kabinets, 2000). Savukārt - Rūsiņupītes abos posmos pavasara un augšteces posmā rudens sezonā - konstatēta mirdzošā ūdensspolīte *Segmentina nitida* (Ministru kabinets, 2000).

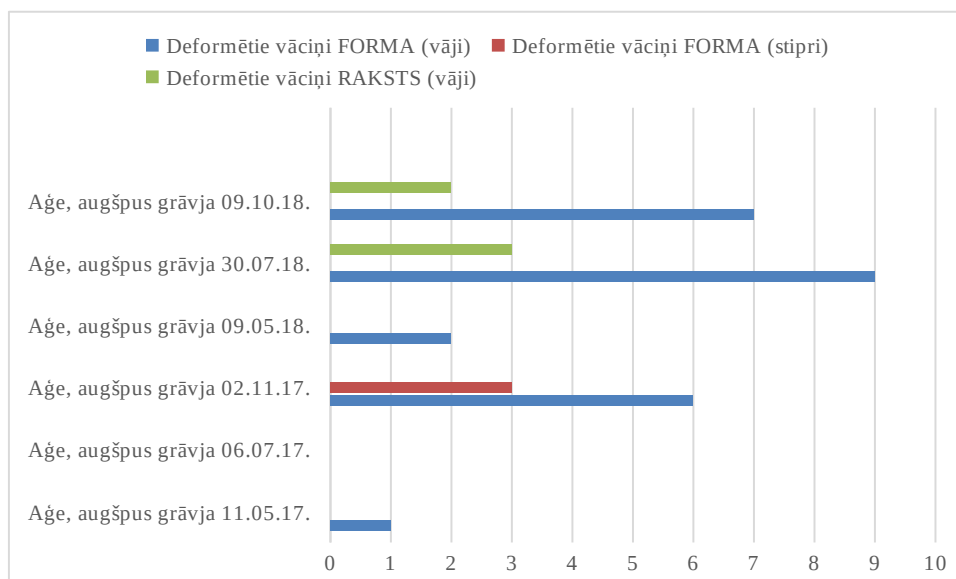
Fitobentoss

Fitobentosa paraugi tika ievākti Rūsiņupītē augšpus un lejpus augšpus ielabošanas līdzekļu ieneses vietas un Aģes upē augšpus un lejpus grāvja, kas tek gar mežaudžu augšpus ielabošanas vietu pavasara, vasaras un rudens sezonās. Paraugu ievākšanai izmantota standarta metodika – LVS EN 14407:2014 Ūdeņu kvalitāte. Vadlīnijas bentonisko diatomeju paraugu no upēm un ezeriem identifikācijai un skaitīšanai ("Water quality. Guidance for the identification and enumeration of benthic diatom samples from rivers and lakes.", 2014)

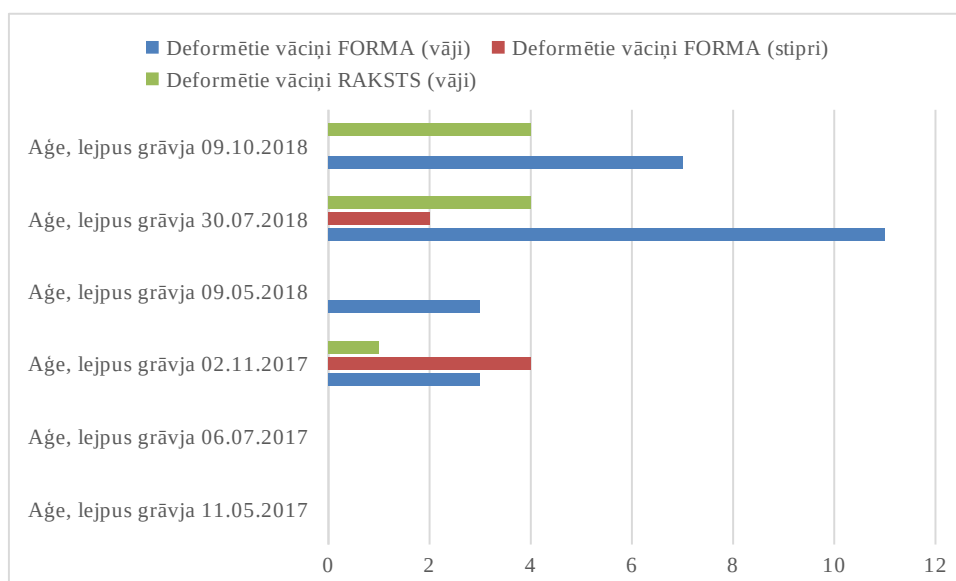
Aģes upē, augšpus grāvja, paraugi tika ievākti no vidēja lieluma akmeņiem (15 - 30 cm), savukārt, lejpus grāvja – no koksnes. Rūsiņupītē, gan augšpus, gan lejpus augšpus ielabošanas līdzekļu ieneses vietai, paraugi ievākti no ūdenī esošās koksnes.

Salīdzinot 2017. un 2018. gada Aģes un Rūsiņupītes fitobentosa datus, novērojams, ka Aģes upē būtiski pieaudzis kramaļģu deformēto vāciņu skaits gan augšpus (Att. 154),

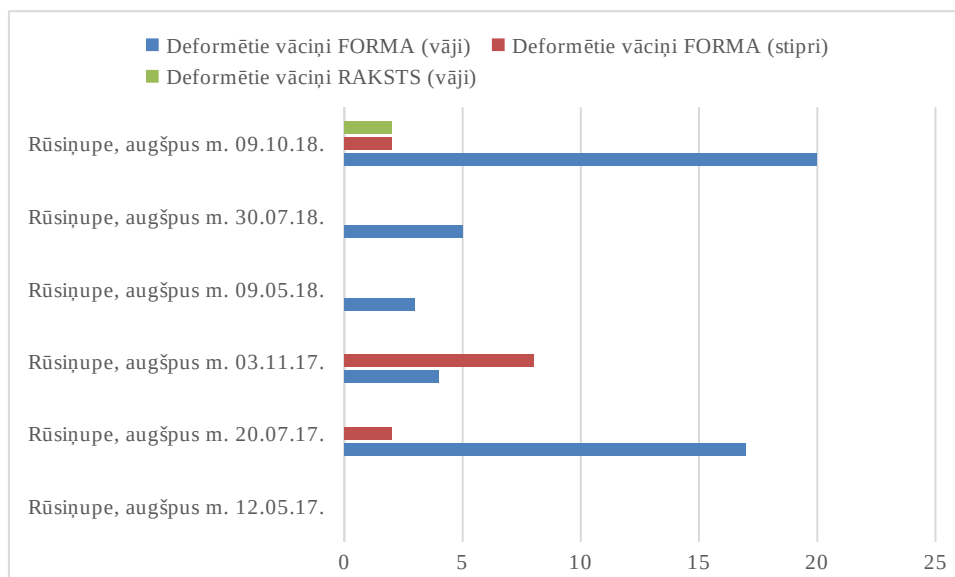
gan lejpus meliorācijas grāvja (Att. 155). Rūsiņupē deformēto kramaļģu vāciņu skaita izmaiņas 2017. un 2018. gadā nav būtiskas ne augšpus (Att. 156), ne lejpus (Att. 157) no augsnes ielabošanas līdzekļu ieneses vietas.



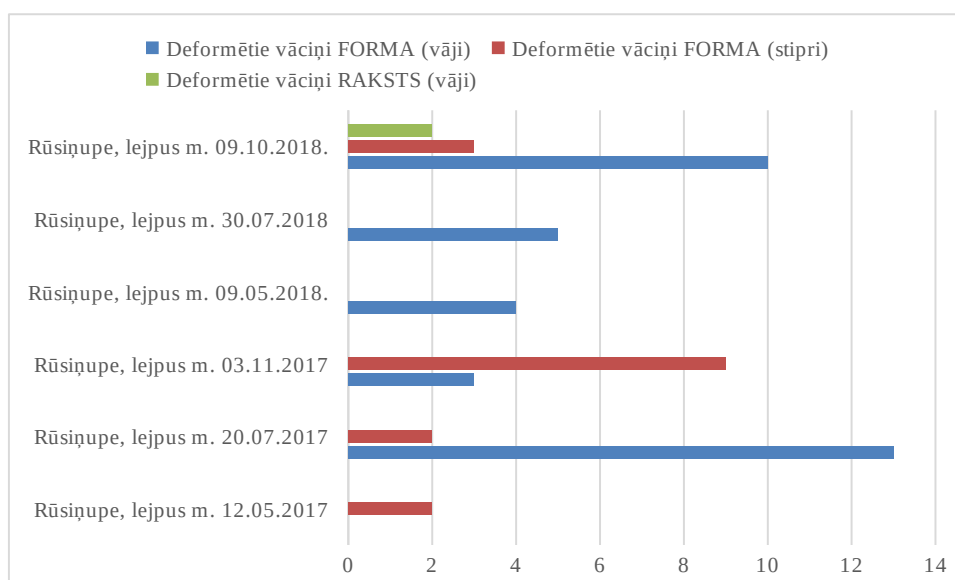
Att. 154: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Aģes upē 2017. un 2018. gadā augšpus grāvja, kas tek gar mežaudžu augsnes ielabošanas vietu.



Att. 155: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Aģes upē 2017. un 2018. gadā lejpus grāvja, kas tek gar mežaudzes augsnes ielabošanas vietu.



Att. 156: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Rūsiņupītē 2017. un 2018. gadā augšpus mežaudzes augsnes ielabošanas vietas.



Att. 157: Deformēto kramaļģu vāciņu skaita sezonālās atšķirības Rūsiņupītē 2017. un 2018. gadā lejpūs mežaudzes augsnes ielabošanas vietas.

Kramaļģu vāciņu deformācijas pētījumi kļuvuši aktuāli pēdējās desmitgadēs un kā vāciņu deformācijas iemesli tiek minēti organisko piesārņojums, smago metālu piesārņojums un dabiskie faktori, jo atsevišķām sugām vāciņu deformācija novērojama arī antropogēni neietekmētos ūdeņos (Lavoie, I. u.c., 2017). Deformēto kramaļģu vāciņu pieaugums Aģes upē iespējams ir organisko vielu akumulāciju, kas saistīts ar ilgstošu bebru darbību un sedimentu uzkrāšanos, jo kramaļģu deformētie vāciņi tika uzskaitīti gan augšpus, gan lejpūs meliorācijas grāvja, kas tek no mežaudzes, kurā 2018. gada februārī tika veikti augsnes ielabošanas pasākumi. Rūsiņupītes demonstrējumu objektā augsnes ielabošana tika veikta 2017. gada vasarā, bet bebru darbība novērota tikai 2018. gada rudens sezonā.