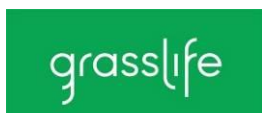




Demonstrējumu saimniecības z/s “Kraستیņi” dabisko zālāju atjaunošanās sekmju monitoringa rezultāti

Noslēguma pārskats

Sagatavots LIFE programmas projekta Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana (LIFE16NAT/LV/000262, 2017–2023) ietvaros



Rīga 2022

Saturs

IEVADS.....	3
1. AIZSARGĀJAMO BIOTOPU ATJAUNOŠANAS UN APSAIMNIEKOŠANAS FIZIKĀLI ĢEOGRĀFISKAIS KONTEKSTS	4
1.1. Saimniecības “Kraستی” aizsargājami Gaujas palienes zālāji.....	8
1.2. Palu režīms.....	8
1.2.1. Palu ietekme un palu līmeņa noteikšana.....	8
1.2.2. Palu izpausmes četrās intensitātes klasēs.....	10
1.2.3. Palu dienu skaits.....	15
1.3. Mitruma apstākļi.....	16
1.3.1. Mitruma apstākļus raksturojošie klimatiskie indeksi.....	16
1.3.2. Ilgtermiņa mitruma apstākļu raksturojums.....	17
2. MONITORINGA PROGRAMMA.....	19
2.1. Atjaunošanas teritorija un sākotnējā stāvokļa inventarizācija.....	19
2.2. Atjaunošanās sekmju indikatori.....	20
2.3. Monitoringa dizains.....	21
2.3.1. Monitoringa mērķis un uzdevumi.....	21
2.3.2. Monitoringa metodes.....	23
2.3.3. Monitoringa laika grafiks.....	33
2.3.4. Datu analīzes metodes.....	34
3. AR MEŽU AIZAUGUŠO PARKVEIDA GANĪBU AIZSARDZĪBAS STĀVOKĻA UZLABOŠANAS REZULTĀTI.....	36
3.1. Metodes.....	36
3.2. Rezultāti.....	37
3.2.1. Koku stāva telpiskā raksta izmaiņas pēc attālās izpētes datiem.....	37
3.2.2. Krūmu atvašu segums.....	41
3.2.3. Ekspansīvo sugu segums.....	43
3.2.4. Dabisko zālāju indikatorsugas.....	44
3.2.5. Lakstaugu sugu daudzveidība un augu sabiedrību izmaiņas.....	45
3.2.6. Augsnes ķīmiskās īpašības.....	46
3.3. Diskusija.....	47
3.4. Secinājumi.....	49
4. DABISKO ZĀLĀJU BIOTOPU ATJAUNOŠANĀS ATMATĀS.....	50
4.1. Metodes.....	50
4.2. Rezultāti.....	52
4.2.1. Ekspansīvo sugu segums.....	52
4.2.2. Dabisko zālāju indikatorsugas.....	54
4.2.3. Lakstaugu sugu daudzveidība un augu sabiedrību izmaiņas.....	56
4.2.4. Augsnes ķīmiskās īpašības.....	62
4.3. Diskusija.....	64
4.6. Secinājumi.....	65
5. ADAPTĪVAS GANĪŠANAS SISTĒMAS IEVIEŠANAS IETEKME UZ BIOTOPU SAGLABĀŠANĀS PAKĀPI.....	67
5.1. Metodes.....	67
5.2. Rezultāti.....	67
5.2.1. Augu sugu piesātinājums un beta daudzveidība.....	67
5.2.2. Ganišanas slodzes indikatorsugas.....	70
5.2.3. Dabisko zālāju indikatorsugas.....	73
5.2.4. Lakstaugu stāva raksturlielumi pēc attālās izpētes datiem.....	76
5.3. Diskusija.....	80
5.4. Secinājumi.....	81
Literatūra.....	82
Pielikumi.....	84
1. pielikums. Transekšu uzskaites anketa.....	84
2. piel. Saimniecības “Kraستی” adaptīvās ganišanas teritoriju zālāju biogrāfijas projekta ieviešanas laikā	

IEVADS

Aizsargājamo ainavu apvidus "Ziemeļgauja" z/s "Krastiņi" dabisko zālāju atjaunošanās sekmju monitoringa (turpmāk tekstā "monitorings") pārskats sagatavots LIFE16 NAT/LV/000262 GrassLIFE projekta "Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana" ietvaros.

Projekta GrassLIFE viens no mērķiem ir atjaunot un turpmāk saglabāt dabisko zālāju daudzveidību un novērst to aizaugšanu ar krūmiem, kā arī veidot parkveida ainavu. Biotopu atjaunošanas gaitā nepieciešams zināt, vai veiktie pasākumi devuši plānotos rezultātus. Attiecībā uz biotopiem šādu atgriezenisko saiti nodrošina sugu un augu sabiedrību monitorings. Veģetāciju bieži izmanto arī kā indikatoru ekosistēmas stāvoklim kopumā. Pētījumu objekts šādā monitoringā ir augu sugu populācijas, sugu grupas vai visa augu sabiedrība kopumā (Block et al. 2001). Papildus veiktas arī augsnes virskārtas ķīmiskās analīzes, lai noskaidrotu augsnes piemērotību dabisko zālāju atjaunošanai un augsnes ķīmisko īpašību izmaiņas biotopu atjaunošanas gaitā.

Atjaunošanās sekmju monitoringa mērķis ir novērtēt dabisko zālāju biotopu atjaunošanās sekmes un novērtēt atjaunošanā izmantoto metožu un pieeju efektivitāti, lai vēl atjaunošanas laikā varētu tās atbilstoši modificēt. Monitoringa uzdevumi izvirzīti saskaņā ar atjaunošanas uzdevumiem, kas formulēti saimniecības dabisko zālāju atjaunošanas plānā. Atjaunojamo zālāju sākotnējais stāvoklis (pirmsatjaunošanas stāvoklis) ir dokumentēts saimniecības zālāju atjaunošanas plānā, kas sagatavots 2019. gadā, tādēļ šajā pārskatā šī informācija nav atkārtota.

Pārskata sagatavošanu vadīja Latvijas Universitātes vadošā pētniece Solvita Rūsiņa. Datu sagatavošanā un analīzē piedalījās Vides Risinājumu Institūts (Rūta Abaja, Jevgēnijs Filipovs) par attālās izpētes jautājumiem un Latvijas Dabas fonds (Baiba Strazdiņa) un demonstrējumu saimniecība "Bekas" (Viesturs Lārmanis) par atjaunošanas darbiem. Monitoringu veica Baiba Strazdiņa, Līga Gavare, Lauma Gustiņa, Kārlis Heimrāts, Madara Krūzmane, Zane Līkā, Solvita Rūsiņa, Marks Arnolds Župerka un ERASMUS programmas praktikanti Martin Franc (Čehija), Katharina Hahn, Gudrun Ruff (Vācija) un Martina Marei Viti (Itālija). Nodaļa par adaptīvas apsaimniekošanas izaicinājumiem kompleksā palienes ainavā sagatavota uz Annas Marijas Fīreres maģistra darba pamata, kas izstrādāts projekta ietvaros (Fīrere, 2021).

Atsauce uz pārskatu: GrassLIFE, 2022. Demonstrējumu saimniecības z/s "Krastiņi" dabisko zālāju atjaunošanās sekmju monitoringa rezultāti. Gala pārskats. Sagatavots LIFE programmas projekta "Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana" (LIFE16NAT/LV/000262, 2017–2023) D.4. aktivitātes ietvaros. Latvijas Dabas fonds, Latvijas Universitāte, Vides Risinājumu Institūts, Rīga.

Summary

Results of restoration of grassland structure and diversity of species show that restoration targets have been achieved (Table 1.1.).

Table 1.1. Targets and results of restoration of wooded meadows overgrown with secondary forest

Restoration target	Results
<u>Tree coverage and its spatial pattern</u> ; tree coverage varies between 20 and 40%.	Target value has been achieved. After restoration tree coverage and foliage density in the wooded meadows has been considerably reduced and has obtained the mosaic structure characteristic to open woodland landscape. In the other polygons the tree layer after restoration had a distinctly mosaic structure, with 30-50% of the area very sparsely covered (less than 20%) and other classes of tree coverage evenly represented in the rest of the area.
<u>Shrub shoot cover</u> is gradually decreased and by the end of the project does not exceed 20% of the vegetation cover.	Target value has been achieved. Shrub shoot cover was decreased below 10% already during the third year after restoration. A significant measure to contain shrub encroachment in a white alder stand was soil tilling. Grazing Highland cattle also successfully reduces shrub shoot regrowth.
<u>Expansive species</u> (tufted sedge and meadowsweet in low areas, wood small-reed and cocksfoot in moderately wet and dry areas) cover up to 30% on average.	Target value has been achieved partly – median value is close to 30%, but the coverage of expansive species is about 40-45% in about half of the polygon and reaches 60-70% in some areas. During the fourth year of restoration expansive species continued to strongly dominate in the herb layer, since nutrients continued to become available for plants after trees had been cut and the roots tilled, which encouraged proliferation of nitrophyte species. With continued adaptive grazing the coverage of expansive species will decrease.
<u>Diversity of herbaceous species</u> is increased and the number and coverage of species characteristic to natural grassland habitats is expanding.	Target has been achieved. During the four years, both the vegetation structure of herb layer and the number and composition of species has changed from forest vegetation to grassland vegetation. Proportion of typical herbaceous species has increased from 25-30% to 40-45%, and the total number of plant species in a 0.16 m ² area increased from less than five to 10-15 species.

Restoration of habitat 6530* Wooded meadows and pastures has been highly successful. In the areas that were overgrown with secondary forest, features characteristic to the habitat have been established – tree layer coverage reduced from 80% to 40%, foliage density reduced from 65% to 35%, mosaic pattern of the tree layer has become more heterogeneous, and herb layer has nicely recovered, with coverage increased to 50-70% (as determined by the Leaf Area Index), including in areas where no herb layer was present before restoration.

RESTORATION OF NATURAL GRASSLAND HABITATS IN FALLOWS

Restoration of grassland habitats in fallows has been successful. In both areas restoration progressed and showed increasing proportion of typical herbaceous species in vegetation, as well as higher number and cumulative occurrence of natural grassland indicator species (Table 1.2.).

Table 1.2. Targets and results of restoration of fallows

Projected impact of restoration (hypotheses)	Results
Amount of soil nutrients available for plants is reducing in areas restored by ploughing.	No significant changes were detected compared to status before restoration. We therefore conclude that ploughing and sowing grassland had insignificant effect on the the chemical characteristics of the soil, and it is beneficial to further naturalisation of grassland. During further restoration attention should be paid to phosphorus as the most important plant nutrient in the context of restoration success, which in the fallow of Rāte slightly exceeded the critical threshold of 10-15 mg kg ⁻¹ .
At the end of the project occurrence of dominating plant species characteristic to the habitat is increased by 20% compared to the initial level.	Target value has been achieved. Apart from grass species that were sown, already during the first year of grassland restoration ten plant species characteristic to the habitat appeared in the vegetation with occurrence over 20%, and by the third year of restoration this coverage reached 55%. Plant community composition gradually gained more similarity to reference grassland. We conclude that grassland restoration was successful and it is developing toward the target habitat.
Coverage of expansive species (including sown grasses) is gradually decreasing and at the end of the project does not exceed 50% of vegetation coverage.	Target value has been achieved in the fallow of Lāčmuiža, while in the fallow of Rāte it is still slightly over the desired level. This is explained by somewhat increased soil fertility as a legacy of previous management, and the economic need to maintain the grassland as a meadow not a pasture. Restoration is projected to continue successfully, but longer time will be needed to attain the characteristics of the target habitat.
Number of natural grassland indicator species is increased by 20% compared to the initial level.	Target value has been achieved. Number of indicator species in the fallow of Lāčmuiža increased by two species compared to status before restoration, and their cumulative occurrence increased twice. In the fallow of Rāte one additional species appeared, and occurrence increased more than three times. The fact that grassland habitat contains 5 to 11 indicator species already during the third year after restoration means that conditions are favourable for habitat naturalisation process and the practice of adaptive cattle grazing helps to introduce species successfully.

Minimal criteria for EU protected habitat regarding the number and occurrence of natural grassland indicator species have been attained in the fallow of Lāčmuiža. Similarity of plant community to reference grassland is not yet sufficient, but the grassland can be classified as protected habitat considering it is enclosed by the wider surrounding mosaic of protected grassland habitats and is included in a single adaptive grazing enclosure system.

From the point of view of habitat restoration there were no differences between parts of fallow where commercial grass seed mix was sown after ploughing and where it was not

done. In the first year species diversity was higher in the part that was not sown, but during the three years this gap closed. These results of short-term monitoring justify a choice of restoration measures depending on the needs of land managers, e.g. commercial grass seed mix can be sown instead of spontaneous succession if the grasslands in need of restoration cannot be excluded from management cycle even for a single year. These results however only apply to landscapes that are rich in natural grasslands and where hay transfer can be carried out. This recommendation does not extend to landscapes that are fragmented or characterised by intensive agriculture where soils might be modified to higher extent and weed seedbanks are richer, and opportunities for species to enter from surrounding areas are fewer.

Three years is not enough to judge the long-term efficiency of the methods of ecological restoration of grassland habitats, therefore the results of this project should only be interpreted in the context of restoration timeline of two to three years. When planning future restoration projects, these results should be regarded with caution.

EFFECT OF INTRODUCING ADAPTIVE GRAZING SYSTEM ON THE LEVEL OF HABITAT CONSERVATION

Introduction of adaptive grazing, which included a shift from free grazing to grazing in several enclosures, change of grazing animals from intensive to extensive species, as well as adjustment of grazing time (spring, summer, autumn), length (number of days) and load, has resulted in several improvements regarding diversity of plant species and vegetation (Table 1.3.).

Table 1.3. Targets and results of introducing adaptive grazing

Restoration target	Results
<u>Diversity of plant species</u> is stable or increasing.	Target has been achieved. During the five years since the introducing of adaptive grazing (2018-2022) the number of plant species had an upward trend, and the cumulative number of plant species also slightly increased. Beta diversity of species at landscape level decreased as a direct result of restoration since forest vegetation was transformed into grassland vegetation. Beta diversity in open grassland plots was stable.
<u>Coverage of grazing load indicators</u> (meadow buttercup, creeping buttercup, autumn hawkbit, greater plantain, equal-leaved knotgrass, annual meadow-grass, selfheal, etc.) is decreasing.	Target has been achieved. During the first three years of restoration the coverage of these species was stable, but in the last two years (2021-2022) it showed a stable downward trend. As of now the median coverage of these species is half of what it was during the maximum grazing load in 2014.
<u>Number and occurrence of natural grassland indicator species</u> is stable or increasing.	Target has been achieved. Number and cumulative coverage of indicator species slightly changed each year but did not fall below the figures of 2014.

Shift from free grazing to adaptive grazing and change of herd to a non-intensive species have stopped loss of species diversity and simplification of plant communities caused by intensive free grazing.

In open grasslands it has promoted the overall plant species diversity: the average cumulative coverage of natural grassland indicator species has increased, proportion of grazing load indicator species has decreased, and the loss of beta diversity has been stopped.

In the restored area of secondary forests adaptive grazing and especially the chosen cattle species promoted emerging of plant species characteristic to natural grasslands in the vegetation, and helped to contain shrub shoot regrowth.

Results of photo monitoring show that, compared to intensive free grazing, blooming or fruit/seed producing plants were present in the landscape for longer periods and in higher quantities, which is an important factor for increasing and maintaining animal diversity.

In theory, adaptive grazing ensures more food for different pollinators, as grazing in some enclosures only starts later in the summer, while those plots that were grazed earlier are already blooming after several weeks of rest. Monitoring of vegetation did not include information on phenological stages of plants, but photo monitoring reveals that this was the case also in the territory of Krastiņi. Indirectly this is also supported by the high diversity of wild bees in grasslands of Krastiņi in 2021 (Gailis, 2021) and of butterflies during the whole period of adaptive grazing (Spunģis, 2022).

1. AIZSARGĀJAMO ZĀLĀJU BIOTOPU ATJAUNOŠANAS UN APSAIMNIEKOŠANAS FIZIKĀLI ĢEOGRĀFISKAIS KONTEKSTS

Nodaļa sagatavota uz Annas Marijas Fīreres maģistra darba pamata, kas izstrādāts projekta ietvaros (Fīrere, 2021). Tā ietver ieskatu par palu režīmu saimniecības “Kraustiņi” teritorijās, mitruma apstākļiem un izmantotajiem rādītājiem, kas raksturo palu ietekmi. Apsaimniekošanas kontekstā vissvarīgākais ir palu režīms un tā radītās ietekmes uz zālājiem, ganību dzīvniekiem un ganību apsaimniekošanas praktiskajiem aspektiem (piekļuve, ganīšanās periods u.c.).

1.1. Saimniecības “Kraustiņi” aizsargājami Gaujas palienes zālāji

Z/s “Kraustiņi” atrodas ES nozīmes īpaši aizsargājamā dabas teritorijā aizsargājamo ainavu apvidū (AAA) “Ziemeļgauja”. Šai teritorijai raksturīgi daudzveidīgi un mazpārveidoti biotopi, kas sniedzas gar neregulētās Gaujas krastiem un tās vecupju sistēmu. Saimniecības teritorijā sastopami šādi ES nozīmes aizsargājami zālāju un krūmāju biotopi: 6450 *Palieņu zālāji*, 6530* *Parkveida pļavas un ganības*, 6270* *Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas*, 6210 *Sausi zālāji kaļķainās augsnēs*, 6120* *Smiltāju zālāji*, 5130 *Kadiķu audzes zālajos un virsajos*, 6430 *Eitrofas augsto lakstaugu audzes*. Saimniecība atrodas Gaujas applūstošajā palienē un tajā ir sastopami arī aizsargājami saldūdeņu biotopi, kuros lopi mēdz uzturēties un baroties: 3150 *Eitrofi ezeri ar iegrimušo ūdensaugu un peldaugu augāju* (Gaujas vecupes), 3260 *Upju straujtecēs un dabiski upju posmi* (Gauja, Kaičupe), 3270 *Dūņaini upju krasti ar slāpekli mīlošu viengadīgu pioniersugu augāju* (Gaujas sēres).

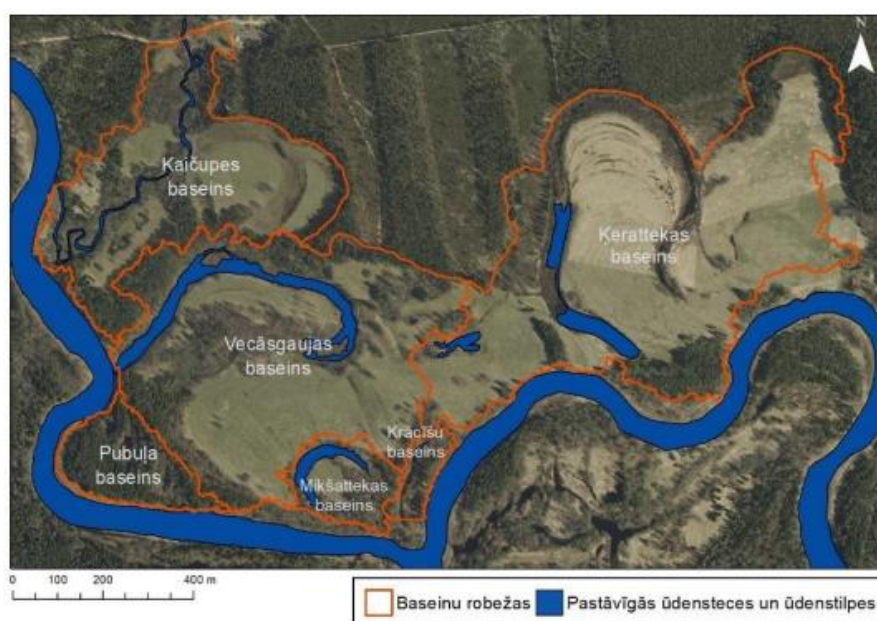
1.2. Palu režīms

1.2.1. Palu ietekme un palu līmeņa noteikšana

Upju palienes bieži vien ir topogrāfiski kompleksas, saposmotas, šīs platības ir sarežģīti izmantot intensīvai lauksaimnieciskai darbībai. Gada griezumā nozīmīgs faktors ir pali un to stiprums. Palu ietekmē rodas būtiski apgrūtinājumi teritoriju apsaimniekošanā. Pirmkārt, teritoriju applūšanas rezultātā tiek ietekmēta piekļuve ganību platībām, kas izraisa nepieciešamību nodrošināt vietu, kur ganību lopus uzturēt (kūti, aplokus pietiekami augstā reljefa vietā, kas neapplūst). Jāpadomā arī par barības bāzi lopiem (sienu, zaļbarību, skābbarību, graudiem) un iespēju nodrošināt tiem drošu veidu kā nokļūt uz pagaidu uzturēšanās vietu (ziemas novietni), citādāk pastāv risks, ka lopi ar straumi var tikt aiznesti vai norobežoti no pārējās ganību teritorijas. Otrkārt, ietekme uz ganību teritoriju ir arī no palu sanesām, transportētām smiltīm, augu lapām un nolūzušu koku, krūmu zariem un stumbriem. Treškārt, ar palu ūdeņiem uz ganību teritoriju tiek atmestas un izgulsnētas barības vielas, palielinot zālāju ražību. Ceturtkārt, var notikt veģetācijas izslīkšana, pēc

ilgiem palu periodiem zāle ir dubļaina un saguļ, traucējot ganīšanai un paaugstinot zāles izbradāšanas risku. Pēc ilgstošiem mitruma periodiem attīstās grīšļu veģetācija, kas nopļautā sienā ir mazvērtīga. Paaugstināts mitrums ietekmē arī agrotehniskos paņēmienus, piemēram, traktortehnikas iestigšana.

Lai novērtētu, kāds ir palu stiprums saimniecības apsaimniekotajos zālajos Gaujas palienē, izstrādāts digitālais reljefa modelis, kurā noteikts teritorijā esošo reljefa formu absolūtais augstums, izlīnijām izmantots 25 cm intervāls. Reljefa modelis tika iegūts LIFE+ Daba projekta LIFE10 NAT/LV/000159 Meža biotopu atjaunošana Gaujas nacionālajā parkā ietvaros un to izstrādāja Vides Risinājumu Institūts. Rezultātā izdalīti seši palu baseini, katram no tiem ir sava palu ūdeņu iepļūšanas vieta (1.1. att.). Pēc izveidotā reljefa modeļa tika noteikts, ka katrs palu baseins sāk applūst, kad palu ūdens pārsniedz 1.1. tabulā redzamās absolūtā augstuma vērtības.



1.1. att. Pētāmās teritorijas palu baseinu robežas un to nosaukumi (Firere, 2021).

1.1. tabula. Palu baseinu applūšanas sliekšnis (Firere, 2021).

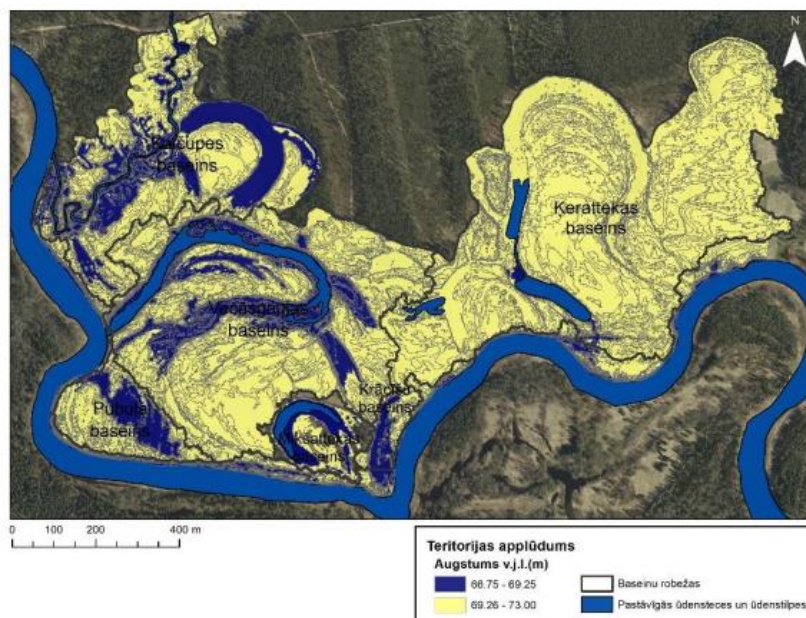
Palu baseina nosaukums	Baseina applūšanas sliekšnis (m, v.j.l.)
Pubuļa baseins	68.22
Mikšattekas baseins	68.79
Krāčīšu baseins	68.76
Kaičupes baseins	66.64
Vecgaujas baseins	67.24
Ķerattekas baseins	68.68

Izmantojot reljefa modeli un fotofiksācijas ar ģeogrāfiskās atrašanās vietas informāciju (Viestura Lārmaņa npublicēti dati), noteikti palu līmeņu absolūtie augstumi un iedalīti četrās intensitātes klasēs (1.2. tab.). Lai no ilggadīgiem Valmieras hidroloģiskā posteņa (vistuvākais postenis Krastiņu teritorijai) datiem par ūdens līmeni Gaujā varētu prognozēt palu līmeni saimniecības teritorijās, tika veikta palu līmeņu ekstrapolācija no Krastiņos uzņemtām fotogrāfijām ar piesaistītām koordinātām un konkrētām absolūtā augstuma vērtībām. Valmieras hidroloģiskā posteņa dati tika iegūti no VSIA LVĢMC datubāzes par periodu no 2004. līdz 2020. gadam. Zinot fotogrāfijas uzņemšanas vietu, palu līmeņa absolūto augstumu un fotogrāfijas uzņemšanas laiku, palu līmeņu dati tika korelēti ar Valmieras hidroloģiskā posteņa datiem.

1.2.2. Palu izpausmes četrās intensitātes klasēs

Kaičupes pali

Kaičupes pali tiek definēti ar palu līmeni - 69.25 m, jo pie šīs absolūtā augstuma atzīmes ar ūdieni aizpildās Salas reņņi, Bērzu un Paegļu rennis. Ceļoties ūdens līmenim Gaujā, arī Kaičupē paaugstinās ūdens līmenis, appludinot Kaičupes baseinu. Salas reņņi un Bērzu rennis (nozīmīgas ganību vietas) applūst pat vairākas reizes viena mēneša laikā gada griezumā (Lārmanis 2021). Zemie pali appludina 18 līdz 27 % ganību teritorijas (1.3. att.). Kaičupes pali vidēji sastopami 21 dienu gadā. Visilgāk tie ilgst martā (vidēji 3.4 dienas) un aprīlī (vidēji 8 dienas), tomēr nokrišņiem bagātākajos gados, piemēram, 2011. gadā Salas reņņi, Bērzu un Paegļu rennis bija aizpildīti ar ūdeni pat 23 dienas aprīlī.



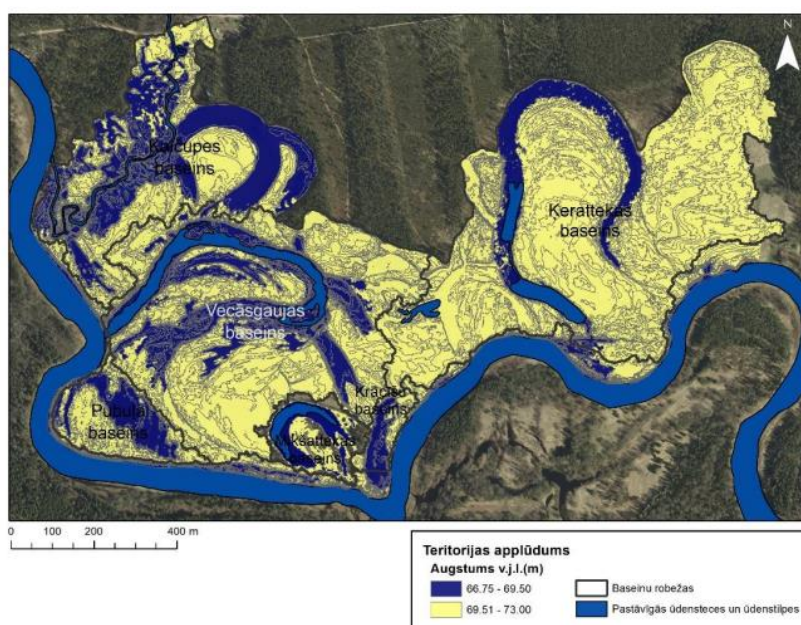
1.3. att. Kaičupes palu karte ar teritorijas applūdumu 18 % (palu augstuma atzīme - 69.25 m) (Fīrere, 2021).

Lai gan Kaičupes pali ir salīdzinoši zemi, to ietekme uz saimniekošanu ir divējāda. Pirmkārt, Salas reņņi, Bērzu un Paegļu rennis un zemās vietas ap Kaičupi un Vecgauju zemo palu ietekmē vairākkārt pavasarī un rudenī atrodas zem ūdens, līdz ar to nav izmantojamas ganišanai. No pastāvīgā mitruma attīstās grīšļu veģetācija (Rūsiņa red. 2017), kas nopļautā sienā ir mazvērtīga (Anševica et al. 2016). Ir apgrūtināta iepriekš applūdušo teritoriju noganišana, jo tās joprojām ir pārmitras, klātas ar dažu centimetru dziļu ūdens kārtu un zāle ir dubļaina. Ganišana veicina izmēģināšanas risku. Otrkārt, zemo palu dēļ nav iespējams realizēt ganībām optimālāko dzīvnieku rotācijas režīmu. Uzsākot ganību sezonu pavasarī, lopu ziemas novietnei tuvākais ganību aploks ir Salas aploks, taču applūdušo reņņu dēļ tajā ganišanu nevar uzsākt, kā rezultātā lopus nākas vest uz tālāku aploku.

20. gs. pirmajā pusē saimniecības teritorijā Kaičupes ūdeņu ieplūšana ganību teritorijā tika regulēta ar ūdens līmeni regulējošu ietaisi. Vietā, pa kuru palu ūdeņi ieplūst rennī, bija ierīkota caurteka ar vāku, kuru varēja aizvērt tā, lai palu ūdeņi nevarētu ieplūst Salas reņņos (Sīmanis 2018). Lai regulētu un samazinātu Kaičupes biežos palus, šo sistēmu būtu nepieciešams atjaunot.

Zemie Gaujas pali

Zemie Gaujas pali applūcina 27 līdz 46 % no "Krastiņu" ganību teritorijas (1.4. att.), tie applūcina ganību teritorijas vidēji 7.8 dienas gadā. Šie pali pārsvarā novērojami tikai vidēji 1 dienu martā un 5.5 dienas aprīlī, tomēr arī janvārī, maijā, septembrī un oktobrī zemie Gaujas pali novēroti vairākkārt (tomēr ne ilgāk par 6 dienām pēc kārtas). Gaujas zemie pali visilgāk bija sastopami 2009. gada aprīlī, 2010. gada marta beigās, aprīļa sākumā, 2011. gada aprīlī, kā arī 2013. gada aprīļa beigās maija sākumā attiecīgi 16, 20, 19 un 19 dienas.



1.4. att. "Krastiņu" vidēji zemo palu karte ar teritorijas applūdumu 27 % (palu augstuma atzīme - 69.50 m) (Firere, 2021).

Zemo Gaujas palu gadījumā ganību teritorija ir izmantojama ganišanai lielākajā daļā Ķerattekas un Vecāsgaujas baseina. Ganišana nav iespējama Kaičupes baseinā, Pubuļa

baseina parkveida ganībās, Mikšattekas baseinā un Krācīšu baseinā. Zemie Gaujas pali ne tikai būtiski ietekmē ganību teritorijas izmantošanas platības, bet arī ienes dažādas sanesas (1.5. att.). Lai tās netraucētu ganību apsaimniekošanu, tās ir jānovāc, kas prasa papildus laiku un finansiālos ieguldījumus. Ja sanesas no ganību teritorijas nenovāc, ir apgrūtināta ganību ecēšana un applaušana, vietām tā ir neiespējama, tāpat sanesu akumulācijas gadījumā iespējams risks tiešo maksājumu un lauku atbalsta programmas atbalsta nosacījumu neizpildīšanai.

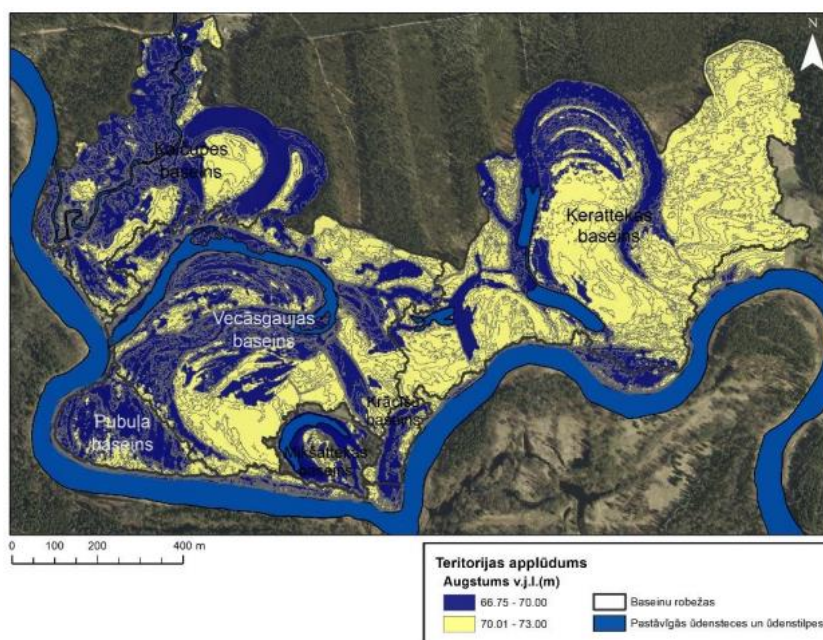


1.5. att. Palu sanesas ganību teritorijā. Foto: V. Lārmanis (no V. Lārmaņa personiskā arhīva).

Vidējie Gaujas pali

Vidējie Gaujas pali applūcina 47 līdz 56 % “Krastiņu” teritorijas (1.6. att.), tie novērojami tikai pavasarī – pārsvarā martā un aprīlī. Maijā vidējie Gaujas pali novērojumu periodā bija sastopami tikai vienu reizi un ilga vienu dienu. Vidējie Gaujas pali novērojumu periodā vidēji sastopami 0.5 dienas martā, un 3 dienas aprīlī. Visilgākie vidējie Gaujas pali bija sastopami 2009. gada aprīlī, 2010. gada aprīlī, 2011. gada aprīlī un 2013. gada aprīlī (un 1 dienu 2013. gada maijā) attiecīgi 9, 15, 14 un 13 dienas.

Vidējie Gaujas pali papildus minētajai problēmai ar sanesām būtiski samazina ganību platību, kas izmantojama ganīšanai, jo brīvi ganīšanai pieejamas platības ir tikai Ķerattekas baseinā, tomēr arī tām ir ierobežota piekļuve. Pēc vēsturiskajiem datiem redzams, ka gados, kad vidēji augstie pali applūcina “Krastiņu” teritorijas, tie var ierobežot ganīšanās ilgumu vismaz 9 līdz 15 dienas, tomēr jāņem vērā, ka palu atstātās sekas (pārmitra augsne, sanesas, ar ūdeni piepildītas bedres, augsts gruntsūdens līmenis) var kavēt normālu ganību režīma atsākšanu. Vidēji augstie pali rada nozīmīgu risku ganāmpulkam gan saistībā ar lopbarības nodrošinājumu, gan lopu veselības un pat dzīvības apdraudējumu.

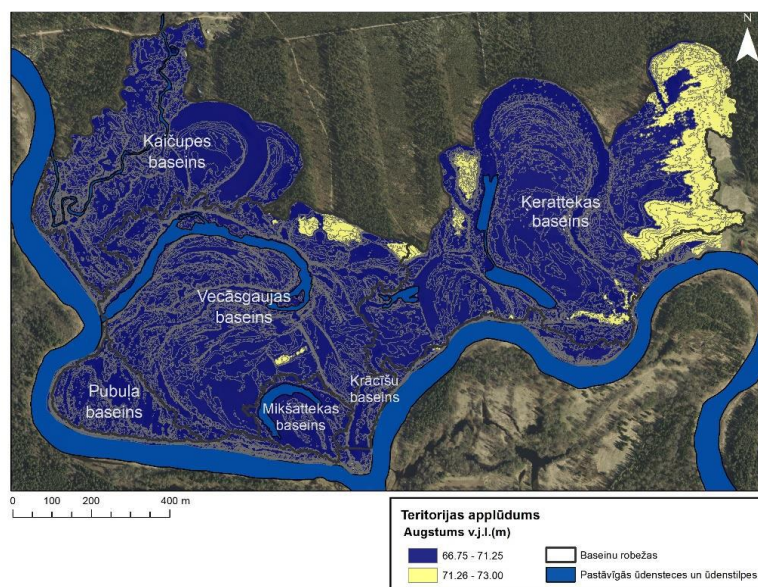
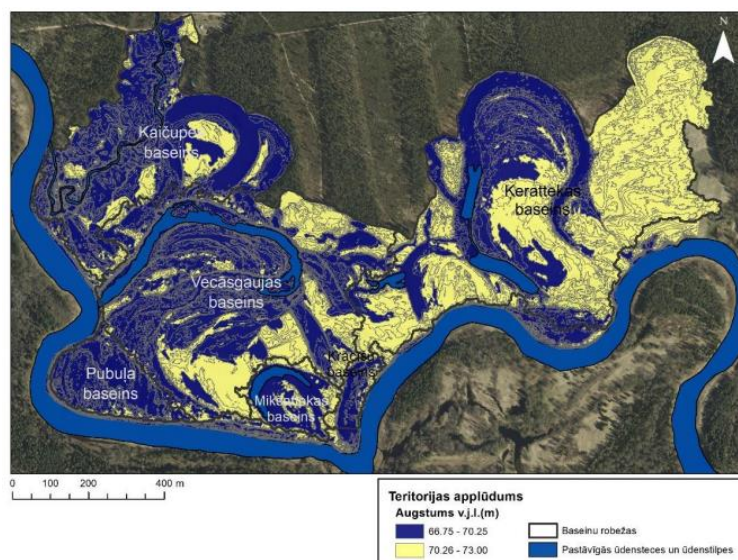


1.6. att. "Krastiņu" vidēji augsto palu karte ar teritorijas applūdumu 47 % (palu augstuma atzīme - 70.00 m) (Fīrere, 2021).

Augstie Gaujas pali

Augstie Gaujas pali applūcina virs 58 % "Krastiņu" teritorijas (1.7. att.), tie novērojami tikai aprīlī – vidēji 2.3 dienas gadā, tomēr novērojumu periodā augsti pali novēroti vien 4 gados – 2009. gadā (5 dienas), 2010. gadā (12 dienas), 2011. gadā (12 dienas) un 2013. gadā (10 dienas).

Papildus jau uzskaitījami apsaimniekošanas apgrūtinājumiem augstie Gaujas pali lielā daļā teritorijas pārveido augšanas apstākļus. No vienas puses, tie atnes barības vielas un mēslo zālājus, tā palielinot ražību, tomēr no otras puses salīdzinoši lielā platībā augsnes auglība tiek samazināta, jo biežā slānī ganību teritorijai tiek uznestas smiltis (1.8. att.). Augsto Gaujas palu gadījumā notiek neapplūdušo vietu pārganišana, kas degradē un noplicina veģētāciju, jo ganībās nav iespējams nodrošināt pietiekamu platību uz augstu lopu vienību skaitu.



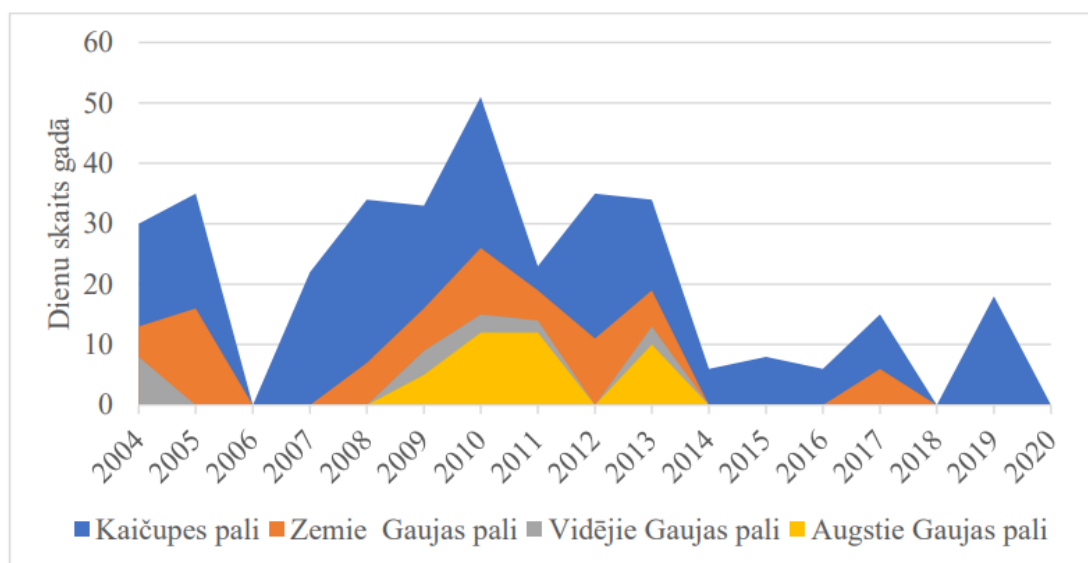
1.7. att. "Krašiņu" augsto palu karte ar teritorijas applūdumu 59 % un 99% (palu augstuma atzīme -70.25 m).



1.8. att. Foto-kolāža ar divām smilšu sanesu skartām teritorijām Krašiņos 2011. gada 5. jūlijā (V.Lārmaņa foto).

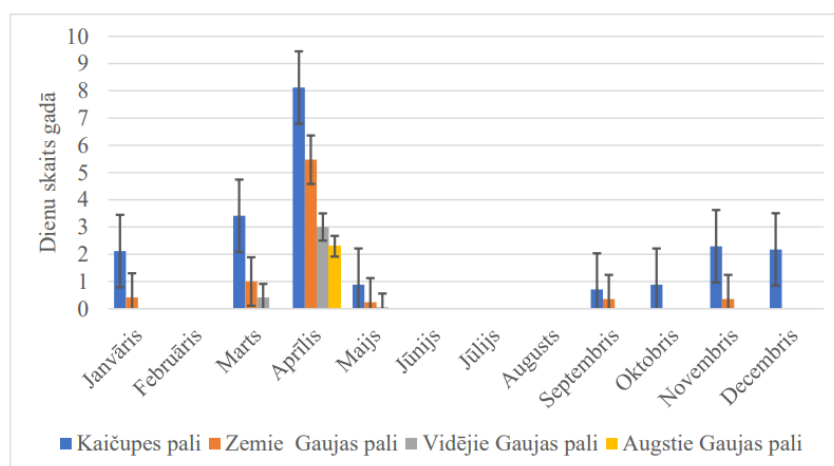
1.2.3. Palu dienu skaits

Visilgākie palu periodi "Krastiņos" novēroti 2004. un 2005. gadā – 30 un 35 dienas, kā arī laika posmā no 2007. līdz 2013. gadam (no 22 palu dienām 2007. gadā līdz pat 51 dienai 2010. gadā) (1.9. att.). Laika posmā no 2008. līdz 2013. gadam ilgtermiņā valdījuši mitri apstākļi līdz ļoti mitriem apstākļiem. Kopš 2015. gada ilgākās palu epizodes bijušas 2017. gadā, kad pali novēroti 15 dienas un 2019. gadā, kad pali ilga 18 dienas un 2017. gada pirmajā pusē, kad 2016. gada mitruma epizode atspoguļojas uz ilgtermiņa mitruma apstākļiem – gruntsūdens līmeni un tā piesātinājumu. 2006., 2018. un 2020. gadā ne reizi netika novēroti ne Kaičupes, ne zemie Gaujas, ne vidējie Gaujas, ne augstie Gaujas pali.



1.9. attēls. Kopējais dienu skaits ar dažādas intensitātes paliem novērojumu periodā no 2004. līdz 2020. gadam (Fīrere, 2021).

Visilgāk un visbiežāk pali sastopami aprīlī (1.10. att.). Kaičupes pali sastopami un potenciāli traucē ganību apsaimniekošanu 8 mēnešus gadā. Visbiežāk un ar vislielāko intensitāti pali sastopami pavasarī, tomēr uzplūdi novērojami arī rudenī. Zemie Gaujas pali "Krastiņu" teritorijā sastopami vidēji 6 gada mēnešos (janvārī, martā, aprīlī, maijā, septembrī un oktobrī), vidējie Gaujas pali tikai pavasarī (martā, aprīlī, maijā).



1.10. att. Vidējais palu dienu skaita sadalījums pa mēnešiem novērojumu periodā no 2004. līdz 2020. gadam ar 95 % ticamības intervālu (Fīrere, 2021).

1.3. Mitruma apstākļi

1.3.1. Mitruma apstākļus raksturojošie klimatiskie indeksi

Klimatiskie indeksi ir efektīvi rīki, lai analizētu un monitorētu mitruma apstākļus – tie ļauj izmērīt mitruma un sausuma periodu ilgumu, intensitāti u.c. parametrus. Viens no šādiem indeksiem ir standartizētais nokrišņu-*evapotranspirācijas* indekss (SPEI). Tas efektīvi identificē sausuma un mitruma periodus, kā arī klasificē tos. Lai aprēķinātu SPEI indeksu, nepieciešami nokrišņu, mēneša vidējās maksimālās un minimālās temperatūras dati. SPEI indekss 1 līdz 6 mēnešiem raksturo nokrišņu anomālijas relatīvi īsā laika posmā, tās norāda uz mitruma režīmu augsnē, kas var būt ļoti būtiski lauksaimniecībā. 3 mēnešu SPEI indeksu var izmantot arī mitruma apstākļu noteikšanai gadalaiku ietvaros. SPEI indekss, kas aprēķināti 12 līdz 24 mēnešu ietvaros, raksturo ilgtermiņa nokrišņus, proti, hidroloģisko mitruma stāvokli, kas attiecas uz gruntsūdens, pazemes ūdeņu un ūdens rezervēm kopumā (detālu metodes aprakstu skat. Fīrere, 2021). SPEI indeksa vērtība tiek kategorizēta pēc 1.3. tabulā redzamās klasifikācijas sistēmas.

1.3. tabula. SPEI vērtību iedalījums kategorijās (WMO 2012; Rascón et al. 2021).

Kategorija	SPEI vērtība	Notikuma iespējamība (%)
Ekstremāli mitrs	≥ 2	2.3
Ļoti mitrs	No 1.5 līdz 1.99	4.4
Mēreni mitrs	No 1.0 līdz 1.49	9.2
Normas robežās	-0.99 līdz 0.99	68.2
Mēreni sauss	-1.0 līdz -1.49	9.2
Ļoti sauss	-1.5 līdz -1.99	4.4
Ekstremāli sauss	≤ -2	2.3

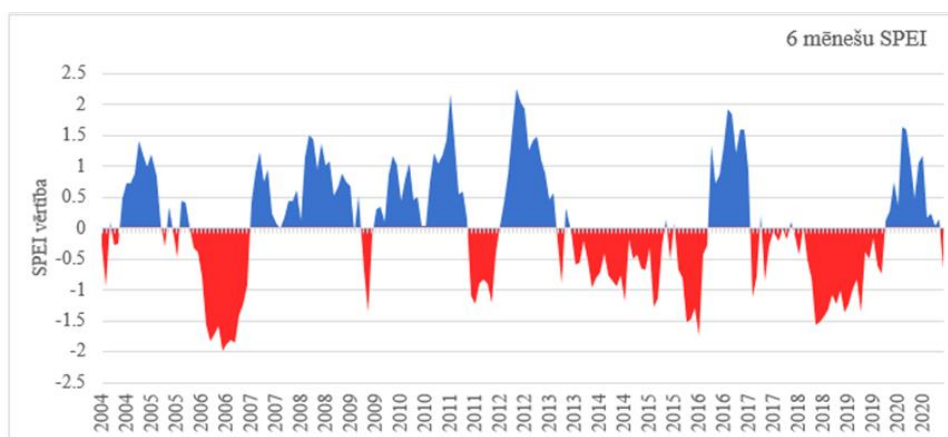
Lai raksturotu un atainotu ekstremālus sausuma notikumus, tika izvēlēti divi klimatiskie indeksi – karstuma viļņu ilguma indekss (Warm spell duration index - WSDI) un nepārtraukta sausuma perioda ilgums (consecutive dry days - CDD). WSDI indeksu aprēķina no visas klimatisko datu kopas (no 2004. līdz 2020. gadam) saskaitot dienu skaitu gadā, kad vismaz sešas dienas pēc kārtas diennakts maksimālā gaisa temperatūra > 90. procentīli. CDD indekss ataino maksimālo secīgu dienu skaitu gadā, kad diennakts nokrišņu daudzums < 1mm (detālu metodes aprakstu skat. Fīrere, 2021).

1.3.2. Ilgtermiņa mitruma apstākļu raksturojums

Apkopojot un analizējot Rūjienas meteoroloģiskās stacijas nokrišņu un temperatūras klimatiskos datus ilgtermiņā (laika posmā no 2004. līdz 2020. gadam), iespējams novērot, ka vidējā gaisa temperatūra novērojumu periodā būtiski palielinājās ($p = 0.03$). Vidējais nokrišņu daudzums novērojumu periodā nebūtiski samazinājās ($p = 0.59$).

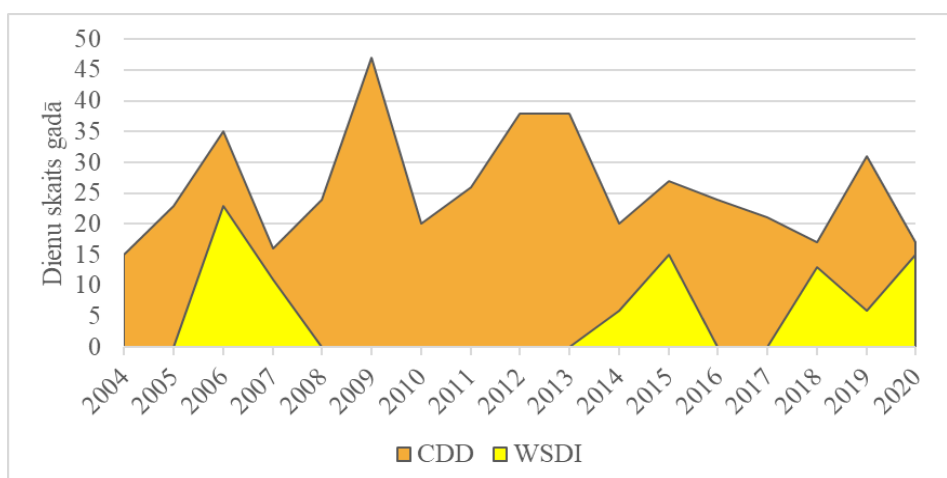
Iegūtās SPEI indeksu vērtības parāda vairākas nozīmīgas ļoti mitras, ļoti sausas un dažviet pat ekstremāli mitras un ekstremāli sausas epizodes (1.11. att.). Ekstremāls sausums tika novērots tikai 3 mēnešos visa novērojuma perioda laikā – 2006. gada jūnijā un jūlijā, kā arī 2015. gada oktobrī. Jāatzīmē, ka visu 2006. gadu var raksturot kā ļoti sausu (vien 489 mm nokrišņu gadā). Ekstremāls mitrums tika novērots 2012. gada maijā, kā arī 2016. gada augustā, kad izkrita netipiski daudz nokrišņu – attiecīgi 243 mm).

Visintensīvākie un ilgākie sausuma periodi novēroti 2006. un 2018. gadā. 2006. gadā 6 mēnešu SPEI indeksa vērtības vidēji svārstās no -1.1 līdz -1.6, atainojot mēreni sausus līdz ļoti sausus apstākļus. Arī 2018. gadā vidējā vērtība 6 mēnešu SPEI indeksam bija -1.1, kas apliecina mitruma deficīta ilgtermiņa ietekmi un mērenus sausuma apstākļus.



1.11. att. 6 mēnešu SPEI indeksi laika posmā no 2004. līdz 2020. gadam pēc Rūjienas meteoroloģiskās stacijas datiem (Fīrere, 2021).

Lai labāk raksturotu sausuma apstākļus pētāmajā teritorijā, tika izmantoti tādi sausumu raksturojošie klimatiskie indikatori kā nepārtraukta sausuma perioda ilgums (CDD) un karstuma viļņu ilguma indekss (WSDI) (1.12. att.).



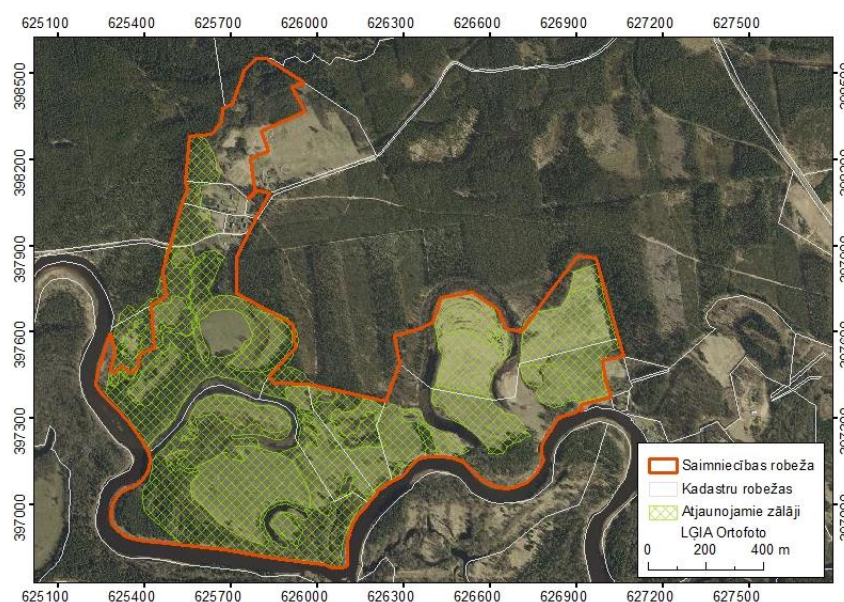
1.12. att. Nepārtraukta sausuma dienu (CDD) un dienu ar karstuma viļņiem (WSDI) skaits pēc Rūjienas meteoroloģiskās novērojumu stacijas datiem (Fīrere, 2021).

1.12. attēlā atainoti gadi, kad novēroti sausuma periodi bez būtiskiem nokrišņiem vairākas dienas pēc kārtas. Vidēji CDD dienu skaits ir 26 dienas gadā. Visilgākie nepārtraukta sausuma dienu periodi novēroti jau pieminētajā sausajā 2006. un arī 2009., 2012., 2013. un 2019. gadā ar attiecīgi 35, 47, 38, 38 un 31 dienām bez būtiskiem nokrišņiem, tomēr jāatzīmē, ka šis indekss neatbilst sausuma periodus 2018., 2019. un 2020. gadā, tādēļ tika aprēķināts arī WSDI indekss, kas parāda nepārtraukta ekstremāla karstuma dienas. Šis indekss labi atbilst gadus, kuros novēroti periodi ar īpaši augstu temperatūru, kas var pastiprināt iztvaikošanu, ļoti samazinot mitruma daudzumu, kas savukārt atsaucas uz SPEI indeksu. 2006., 2007., 2013., 2015., 2018., 2019. un 2020. tika novēroti karstuma viļņi attiecīgi 23, 11, 6, 15, 13, 6 un 15 dienas (vidēji – 5 dienas gadā).

2. MONITORINGA PROGRAMMA

2.1. Atjaunošanas teritorija un sākotnējā stāvokļa inventarizācija

Kopējā zālāju platība, kurā notika dabisko zālāju biotopu veidošana vai biotopu aizsardzības stāvokļa uzlabošana, bija 88.7 ha (2.1. att.). Sākotnējā stāvokļa inventarizācijas rezultāti apkopoti saimniecības dabisko zālāju atjaunošanas plānā (LDF, 2020). Atbalsttiesīgie zālāji sadalīti apsaimniekošanas poligonos sākotnējā stāvokļa inventarizācijas laikā (skat. 2.2. nodaļā par monitoringa metodēm).



2.1.att. Projektā atjaunojamo zālāju izvietojums z/s "Kraščiņi".

Tā kā saimniecība "Kraščiņi" projektā bija demonstrējumu saimniecības statusā, bija plānots testēt piecas inovatīvas zālāju biotopu atjaunošanas metodes: velēnas pārstādīšana, adaptīvās ganīšanas sistēmas izveide, sēkļu siena izkliešana, zvaguļu *Rhinanthus* spp. sēšana, nārbruļu *Melampyrum* spp. sēšana. Projekta ieviešanas pirmajā fāzē balstoties uz zālāju pirmsatjaunošanas stāvokļa izpēti un atjaunošanas plānošanu, secinājām, ka ne visas metodes būs iespējams efektīvi ieviest vai kombinēt.

Velēnas pārstādīšanu aizvietojām ar sēkļu sienu izkliešanu ar ganību dzīvniekiem adaptīvās ganīšanas sistēmas izveides ietvaros. Šāds lēmums pieņemts, jo projekta ieviešanas laikā secinājām, ka apsaimniekotājam nepieciešams iekļaut platību adaptīvās ganīšanas sistēmā, lai ilgtermiņā nodrošinātu zālāju apsaimniekošanu. Līdz ar to pastāvēja risks, ka iestādītās velēnas varētu izbradāt ganību dzīvnieki, un metodes ieviešana būtu nesekmīga. Turklāt, secinājām, ka atjaunojamās platības iekļaujot adaptīvās ganīšanas sistēmā, diasporu ienešana zālājā var sekmīgi notikt ar

ganīšanas palīdzību. Ņemot vērā, ka šāda metode ir daudz lētāka par velēnu stādīšanu un arī daudz pieejamāka citiem zālāju biotopu apsaimniekotājiem, nolēmām velēnu stādīšanas metodi aizvietot ar adaptīvas ganīšanas metodi, kas ietvēra sēklu sienu izbarošanu un ganīšanas plānošanu tādā veidā, lai dzīvnieki ienestu sēklas no blakus esošiem dabiskiem zālājiem. Demonstrējumu saimniecībā neieviesām arī zvaguļu un nārbruļu sēšanu. Zvaguļu sēšanu aizstājām ar atmatas virsmas nolīdzināšanu ar aršanu uz zālāja izveidošanu, izmantojot komerciālo stiebrzāļu sēklu maisījumu kombinācijā ar sēklu sienu. Šādu lēmumu pieņēmām, jo sadarbībā ar apsaimniekotāju secinājām, ka zvaguļu sēšana nebūs efektīva, ja zālāju nebūs iespējams noņaut pietiekami zemū. Tas radītu lielu risku izplatīties ekspansīvajām sugām un nomākt iesēto zvaguli. Nārbruļa sākotnējā testēšana laboratorijā (AREI, 2021) un pirmais mēģinājums ieaudzēt nārbuli lauka apstākļos saimniecībā "Piekrastes" bija ar negatīvu rezultātu – sēklas neizdevās izdzīvot. Tādēļ šīs metodes izmēģināšanu atcēlām kā neperspektīvu, kamēr nebūs pieejami detalāki zinātniskie pētījumi.

2.2. Atjaunošanās sekmju indikatori

Biotopu atjaunošanās sekmju novērtēšanai izvēlētie indikatori apkopoti 2.1. tabulā. Tie izvēlēti, balstoties zinātniskajā literatūrā par zālāju biotopu atjaunošanās indikatoriem (Herrick et al., 2006; Gann et al. 2019; Torok et al. 2021).

2.1. tabula. Atjaunošanās sekmju indikatori, kas izmantoti atjaunošanās efektivitātes monitoringā.

Indikators	Datu elements un mērvienība
Parametrs: Augu sugu sastāvs	
Lakstaugu stāva augu sugu daudzveidība (izņemot kokaugus)	Sugu skaits un izlīdzinātība 0.16, 1 un 25 m ² parauglaukumā; sugu skaita-platības līknes
Tipiskās augu sugas (biotopam vai biotopu grupai). Sarakstā iekļautas tikai sugas, kas ir raksturīgas dabiskiem zālājiem (t.sk. eiribiontas sugas), bet ne citu biotopu raksturīgās sugas, piem., viengadīgas nezāles un ekspansīvās sugas)	Noteiktu sugu izlase. Skaits 0.16 m ² parauglaukumā
Dabisko zālāju augu indikatorsugas	Kopējais ID sugu sastāvs un sastopamība transektē
Augu sabiedrības konverģence ar references vietām	Parauglaukumu attālums no references parauglaukumiem netiešās ordinācijas telpā
Parametrs: Veģetācijas struktūra	
Koku un krūmu sekundārs apaugums no malām, grāvjiem vai iepļakām	Segums %, kartes vizualizācija
Izkļaidus esošu koku un krūmu stāvs (t.sk. atvases, kas pārsniedz 1 m)	Segums % no zālāja platības
Kūla	Segums % no platības un slāņa biezums
Ekspansīvas sūnu sugas	Segums % no platības
Ekspansīvas un invazīvas lakstaugu sugas	Segums % no platības

2.3. Monitoringa dizains

2.3.1. Monitoringa mērķis un uzdevumi

Monitoringa mērķis bija atbildēt uz jautājumu - kā projektā īstenotās atjaunošanas aktivitātes veicināja aizsargājamo zālāju biotopu ekoloģisko atjaunošanos un saglabāšanās pakāpes uzlabošanos? Monitoringa uzdevumi izvirzīti saskaņā ar izvēlētajām atjaunošanas metodēm un definētajiem atjaunošanas uzdevumiem, balstoties izvēlētajos biotopu atjaunošanās indikatoros un definējot to sliekšņus (2. tab.). Sliekšņi definēti, ņemot vērā iepriekšējo pieredzi Latvijā zālāju biotopu novērtēšanā un monitoringā (LVAEI, 2013; Rūsiņa, 2017a; AREI, 2019), aizsargājamo zālāju biotopu vadlīnijās definēto katra zālāju biotopa labvēlīgu saglabāšanās pakāpi (Rūsiņa, 2017b) un projektā izmantot atjaunošanas metožu efektivitāti kontekstā ar atjaunošanās procesam atvēlēto laiku (laiks starp atjaunošanas uzsākšanu un projekta beigām).

Tā kā projekta mērķis bija atjaunot biotopus un uzlabot to saglabāšanās pakāpi, tad vispirms tika definēts, kas ir "atjaunots biotops" un kas ir "uzlabota biotopa saglabāšanās pakāpe".

Biotops ir atjaunots, ja notiek tam raksturīgie ekoloģiskie procesi jeb funkcijas (vielas un enerģijas aprite), ir atbilstoša struktūra un tipiskās sugas. Lai biotopu uzskatītu par atjaunotu/izveidotu, tam jāatbilst minimālajām ES aizsargājama biotopa prasībām, kas definētas ES aizsargājamo biotopu rokasgrāmatā (Auniņš, 2013) un dabisko pļavu un ganību biotopu saglabāšanas vadlīnijās (Rūsiņa, 2017):

- vismaz 5 indikatorsugas ar augstu sastopamību visā platībā vai
- vismaz 3 indikatorsugas, no kurām viena ar augstu sastopamību un ekspansīvās sugas sedz <60% un
- tipiska augu sabiedrība.

Biotopa saglabāšanās pakāpe ir uzlabota, ja pēc atjaunošanas ir uzlabojusies zālāja struktūra, tipisko sugu sastāvs un ekoloģiskie procesi (funkcijas). Lai novērtētu atjaunošanās efektivitāti, definējām šo parametru mērķvērtības, kuras būtu jāsasniedz projekta laikā:

- zālāja struktūra:
 - kokaugu apaugums samazināts līdz 20% no zālāja platības;
 - kūlas daudzums samazināts līdz 30% no zālāja platības;
 - ekspansīvās lakstaugu sugas sedz mazāk par 20% no kopējā lakstaugu seguma;
- tipiska augu sabiedrība:
 - sugu daudzveidība palielinās;
 - dabisko zālāju indikatorsugu skaits ir stabils vai pieaugošs;
 - augu sabiedrību līdzība ar references vietām palielinās;
- Ekoloģiskie procesi:
 - nodrošināta atbilstoša adaptīva apsaimniekošana.

2.2. tabula. z/s "Krastiņi" dabisko zālāju atjaunošanas uzdevumi GrassLIFE projektā un tiem atbilstošie monitoringa uzdevumi un atjaunošanās sekmju indikatoru izvēlētie sliekšņi.

<i>Biotopu atjaunošanas uzdevums</i>	<i>Monitoringa uzdevumi</i>	<i>Sagaidāmie rezultāti/indikatoru sliekšņi</i>
<p>No krūmiem atbrīvoto parkveida ganību aizsardzības stāvokļa uzlabošana ar krūmu celmu frēzēšanu, zemes virsmas nolīdzināšanu, ganīšanas regulēšanu un dabiskās sukcesijas veicināšanu (sēklu siena izbarošana).</p>	<p>Novērtēt parkveida ganību saglabāšanās pakāpi, izmantojot krūmu stāva struktūras un augu sugu indikatorus.</p>	<p>Veģetācijas indikatori no krūmiem atbrīvotajās vietās: krūmu atvašu daudzums pakāpeniski samazinās un projekta beigās nesedz vairāk par 20% no veģetācijas seguma; dabisko zālāju indikatorsugu skaits palielinās par 20% salīdzinājumā ar sākuma stāvokli; ekspansīvo sugu (parastā vīgrieze ieplakās, podagras gārša, meža suņburkšķis, slotiņu ciesa, lielā nātre u.c. mēreni mitrās un sausās vietās) segums vidēji nav lielāks par 20% projekta beigās.</p>
<p>Dabisko zālāju biotopu veidošana atmatās un pļaušanai piemērotu apstākļu radīšana, izmantojot kultivēšanu, sēta zālāja ierīkošanu un dabisku zālāju sēklu ienešanu.</p>	<p>Novērtēt zālāju biotopu izveidošanas sekmes, izmantojot lakstaugu stāva veģetācijas struktūras un augu sugu indikatorus.</p>	<p>Veģetācijas indikatori: ekspansīvo augu sugu segums (t.sk. sēto graudzāļu) pakāpeniski samazinās un projekta beigās nav lielāks par 50% no veģetācijas seguma; dabisko zālāju indikatorsugu skaits projekta beigās palielinās par 20% salīdzinājumā ar sākuma stāvokli; mērķbiotopam raksturīgu dominējošo augu sugu sastopamība projekta beigās palielinājusies par 20 % salīdzinot ar sākuma stāvokli.</p>
<p>Adaptīvas ganīšanas sistēmas izveide un pāreja no brīvas ganīšanas uz regulētu ganīšanu (t.sk. uzdevums ir zālāju ekoloģiskajai kapacitātei piemērota liellopu ganāmpulka veidošana un adaptīvai apsaimniekošanai piemērotas ganību sistēmas veidošana un ganību kopšana).</p>	<p>Novērtēt adaptīvas ganīšanas sistēmas ieviešanas ietekmi uz veģetāciju, izmantojot veģetācijas struktūras un augu sugu indikatorus.</p>	<p>Veģetācijas indikatori: augu sugu daudzveidība ir stabila salīdzinājumā ar vidējo rādītāju pēdējo 10 gadu laikā vai pat palielinās; ekspansīvo sugu (augstie grīši un parastā vīgrieze ieplakās, slotiņu ciesa un parastā kamolzāle mēreni mitrās un sausās vietās) segums vidēji zālājā nav lielāks par 20%; dabisko zālāju indikatorsugu skaits ir stabils vai pieaugošs; pārganīšanas augu indikatoru (kodīgā un ložņu gundega, rudens vēlpiene, lielā ceļteka, maura sūrene, maura skarene, parastā brūngalvīte) segums ir stabils vai pat samazinās.</p>

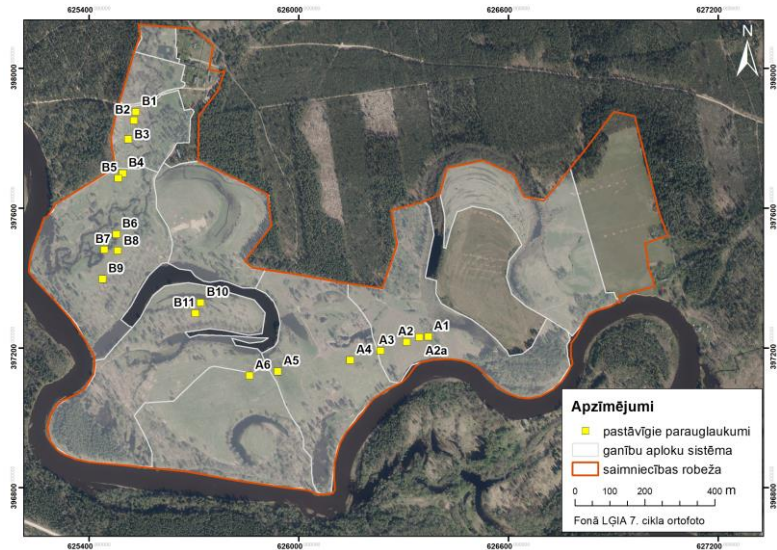
2.3.2. Monitoringa metodes

Lai sasniegtu visus monitoringam izvirzītos uzdevumus, izmantotas vairākas veģetācijas uzskaites metodes: pastāvīgo parauglaukumu metode, transekšu metode un mini kvadrātu metode (sistemātiski izvēlētu mazu parauglaukumu metode), kā arī attālā izpēte. Metožu izvēle balstīta veģetācijas monitoringa vadlīnijās (Hill (ed.) 2010). Metodes ir savstarpēji papildinošas, jo katra metode sniedz nedaudz atšķirīgu informāciju gan detalizācijas ziņā, gan biotopa struktūras ziņā:

1. pastāvīgo parauglaukumu metode (augšnes-veģetācijas monitorings, jaunu atjaunošanas metožu testēšanai) – veģetācijas ilgtermiņa izmaiņas augu sabiedrības mērogā; ganību teritorijas kopējā stāvokļa izmaiņu novērtēšanai ilgtermiņā;
2. transekšu metode – biotopu vispārējā stāvokļa novērtēšanai saimniecības mērogā; atjaunošanas pasākumu ietekmes uz veģetāciju novērtēšana poligonos, kuri visā platībā ir vienādi apsaimniekoti;
3. mini-kvadrātu metode (jaunu atjaunošanas metožu testēšanai) – detalizētai veģetācijas izmaiņu dokumentēšanai vietās, kur notiek intensīvi atjaunošanas darbi, kas būtiski izmaina sākotnējo veģetāciju;
4. foto monitorings – papildina pārējās metodes ar vizuālo materiālu;
5. augsnes virskārtas ķīmiskās īpašības;
6. attālā izpēte – kokaugu un lakstaugu veģetācijas izmaiņas ainavas mērogā – heterogenitāte un telpiskā struktūra.

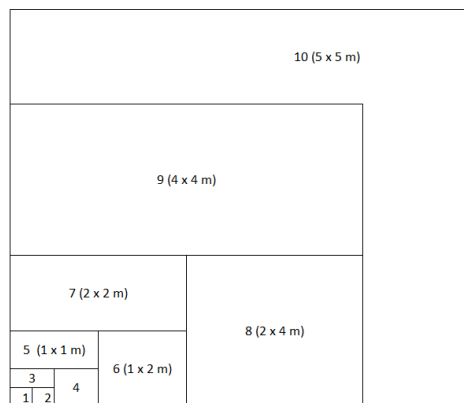
Pastāvīgie parauglaukumi

Pastāvīgie parauglaukumi saimniecības zālājos iekārtoti jau 2004. gadā, tādēļ šie novērojumi ir ļoti nozīmīgi, jo nodrošina ilgtermiņa datu rindu un ļauj novērtēt konkrētu augu sabiedrību ilglaicīgas izmaiņas parauglaukuma ietvaros un kopumā ganību teritorijā. Tie izmantoti, lai novērtētu adaptīvās ganīšanas sistēmas izveides efektivitāti. Kopā iekārtoti 18 parauglaukumi (2.2. att., 2.3.tab.).



2.2. att. Pastāvīgo parauglaukumu (25m²) izvietojums adaptīvās ganīšanas sistēmas izveides teritorijā.

Parauglaukumi iekārtoti dominējošo augu sabiedrību raksturīgās homogēnās vietās. Tie ir 5 x 5 m lieli laukumi, kas sadalīti mazākos sektoros, lai varētu sekot līdzi sugu daudzveidībai dažādos mērogos (2.3. att). Lai parauglaukumu precīzi atrastu katru nākamo gadu, tā stūri iezīmēti ar līdz ar zemi iedzītiem metāla mietiņiem, apakšējam labajam stūrim noteiktas koordinātas un tam ir piesaiste transekta iezīmētajam mietam. Pirmajā parauglaukuma sektorā uzskaitītas visas augstāko augu sugas, katrā nākamajā sektorā uzskaitītas jaunpienācējas sugas, kas nebija iepriekšējā sektorā. Beigās visam laukumam noteikts katras sugas daudzums procentos.



2.3. att. Pastāvīgā parauglaukuma dalījums sektoros.

Katrā parauglaukumā novērtēts koku stāva, krūmu stāva, lakstaugu stāva, sūnu stāva, kūlas un ar veģetāciju nenosēgtas atklātas augsnes kopējais segums vizuāli procentos. Parauglaukumā novērtēts vidējais, minimālais un maksimālais lakstaugu stāva augstums centimetros, mērot to 10 nejauši izvēlētās vietās parauglaukumā. Vienā dienā (8 stundas) viens eksperts var kvalitatīvi uzskaitīt 4 parauglaukumus.

2.3. tabula. Pastāvīgo parauglaukumu raksturojums.

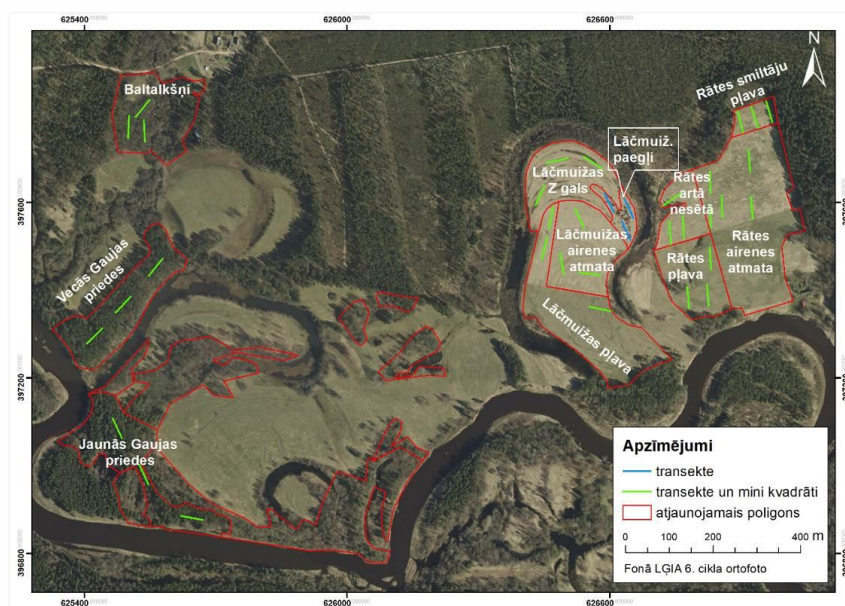
Nr.	Biotops	Novietojums reljefā
A1	5130 <i>Kadiķu audzes virsājos un zālajos</i> (2004. gadā, uzsākot monitoringu tas bija sauss priežu <i>Pinus sylvestris</i> mežs ar kadiķu pamežu)	Terases laukums uz robežas ar terases nogāzi
A2	6210* <i>Sausi zālāji kaļķainās augsnēs</i> (sausss kalcifīts lielziedu vīgriezies-kailās pļavauzītes <i>Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense</i> zālājs)	Pacēlumu virsotnes un nogāžu augšdaļas
A2a	6210* <i>Sausi zālāji kaļķainās augsnēs</i> (sausss kalcifīts lielziedu vīgriezies-kailās pļavauzītes <i>Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense</i> zālājs)	Pacēlumu virsotnes un nogāžu augšdaļas
A3	6450 <i>Palieņu zālāji</i> (slapjš parastā miežabrāļa-sloidā grīšļa <i>Phalaris arundinacea-Carex acuta</i> zālājs)	Dziļa ieplaka
A4	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mēreni mitrs sarkanās auzenes-kamolzāles <i>Festuca rubra-Dactylis glomerata</i> zālājs)	Līdzens terases laukums
A5	6450 <i>Palieņu zālāji</i> (slapjš slaidā grīšļa-purvāju cieras <i>Carex acuta-Calamagrostis canescens</i> zālājs)	Dziļa ieplaka
A6	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> mēreni mitrs pūkainās pļavauzītes <i>Helictotrichon pubescens</i> zālājs	Lēzenas ieplakas terases laukumā (starp kailās pļavauzītes pļavām)
B1	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mitrs ciņusmilgas <i>Deschampsia cespitosa</i> zālājs)	Lēzena ieplaka sausā atmatu pļavā
B2	6210* <i>Sausi zālāji kaļķainās augsnēs</i> (sausas kalcifīts lielziedu vīgriezies-parastās smilgas <i>Filipendula vulgaris-Agrostis tenuis</i> atmatu zālājs)	Līdzena vieta (kādreiz ar buldozeru nolīdzināta)
B3	6210* <i>Sausi zālāji kaļķainās augsnēs</i> (2004. gadā uzskaišu sākumā tas bija alkšņu krūmājs)	līdzens
B4	6210* <i>Sausi zālāji kaļķainās augsnēs</i> (sausss kalcifīts lielziedu vīgriezies-kailās pļavauzītes <i>Filipendula vulgaris-Helictotrichon pratense</i> zālājs)	Pacēlumu virsotnes un nogāžu augšdaļas
B5	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mitrs ciņugrīšļa <i>Carex caespitosa</i> zālājs)	Ieplakas B4 biotopā
B6	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mitrs parastās vīgriezies <i>Filipendula ulmaria</i> zālājs)	Liela pietereses ieplaka ar vecupēm (ieplakas mala norobežota no pārējās daļas ar dziļu šauru atteku
B7	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mēreni mitrs augsto lakstaugu suņuburkšķa - pļavas auzenes <i>Anthriscus sylvestris-Festuca pratensis</i> zālājs)	Liela pietereses ieplaka ar vecupēm - augstāk paceltās vietas
B8	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mēreni mitrs pļavas auzenes-kamolzāles <i>Festuca pratensis-Dactylis glomerata</i> atmatu zālājs)	Līdzenas terases lēzenas ieplakas (starp B9)
B9	6270* <i>Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas</i> (mēreni mitrs parastās smilgas-parastās smaržzāles <i>Agrostis tenuis-Anthoxanthum odoratum</i> atmatu zālājs)	Līdzena terase
B10	6530* <i>Parkveida pļavas un ganības</i>	Līdzena terase
B11	6530* <i>Parkveida pļavas un ganības</i>	Līdzena terase

Transektes un mini kvadrāti

Transekšu metode izmantota, lai novērtētu atjaunošanas pasākumu ietekmi uz veģetāciju pēc veģetācijas struktūras un augu sugu sastāva viendabīgos poligonos, kuri visā poligona platībā ir vienādi apsaimniekoti. Transektes iekārtotas desmit viendabīgos atjaunošanas poligonos (2.4. att.). Poligoni izvēlēti vietās, kur plānotas visintensīvākās atjaunošanas darbības, piemēram, krūmu ciršana un sakņu frēzēšana.

Tā ir vienkārša metode, kuru var veikt arī eksperti ar nelielām prasmēm sugu noteikšanā, jo transektēs tiek uzskaitītas tikai dabisko zālāju indikatorsugas (kopā Latvijā izmanto 55 sugas), atjaunojamā mērķbiotopa raksturojošās sugas un ekspansīvās sugas (parasti vienā zālājā tādas ir tikai dažas sugas; biežāk sastopamas ir aptuveni 30 ekspansīvās sugas), bet pilns sugu saraksts netiek veidots (1. pielikums).

Katrā viendabīgā poligonā iekārtoti trīs 50 m gari transektes posmi. Attālums starp posmiem ir atkarīgs no zālāja lieluma. Līdz 10 ha lielos zālajos ierīko transekti ar trīs posmiem. Lielākos zālajos izvēlas monitorēt tikai daļu no zālāja, kas vislabāk reprezentē zālāju, vai ierīko attiecīgi vairāk posmus. Katrā posmā sugas tiek uzskaitītas 10 punktos, kas izvietoti ik pēc 5 metriem. Kopumā transektē ir 30 uzskaites punkti, kuros sugu sastopamību novērtē apļveida parauglaukumā divās zonās (1 m un 2 m rādiusā). Katrā apstāšanās punktā sugas tiek detāli uzskaitītas apļveida parauglaukumā ar 1 m rādiusu. 2 m rādiusā tiek uzskaitītas tikai sugas, kuras ir labi ieraugāmas no parauglaukuma centra. Datus apkopo par abām zonām kopā, attiecīgi uzskaites laukuma kopējā platība ir 12.6 m². Sugu segums tiek novērtēts 3 ballu skalā: 1 balle – sugai daži eksemplāri vai mazāk par 5% segums, 2 – balles – suga sedz 5-25%, 3 balles – suga sedz vairāk par 25%. Veģetācijas stāvu segumi tiek novērtēti vizuāli procentos.



2.4. att. Transekšu izvietojums z/s "Kraštieņi" atjaunojamajos zālajos.

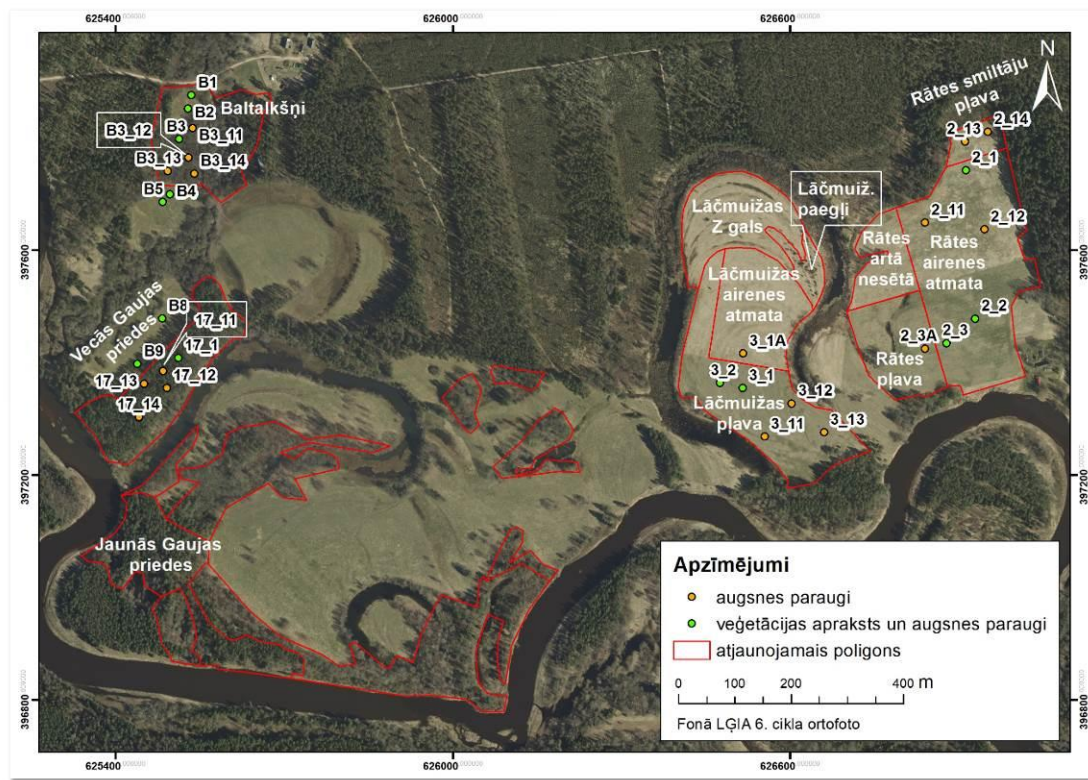
Transektes papildinātas ar mini kvadrātu uzskaiti poligonos, kur notika intensīvi atjaunošanas darbi, kas būtiski var izmainīt sākotnējo veģetāciju. Saimniecības zālajos šī metode izmantota deviņos poligonos (2.4. att.). Katrā no tiem transektes uzskaites punktā veikta arī pilna augu sugu un to seguma procentos uzskaitē mini kvadrātā (40 x 40 cm). Katrā parauglaukumā uzskaitītas visas augu sugas un to segums procentos, kā arī veģetācijas stāvu, kūlas un atklātas augsnes segums procentos. Parauglaukumu izvietojums gadu no gada mainās, bet kopējais skaits saglabājas. Transektes un mini kvadrātu kombinētajā uzskaitē vienā dienā (8 stundas neieklājot ceļu uz monitoringa vietu) viens eksperts var kvalitatīvi uzskaitīt 4 transektes posmus (40 uzskaites punkti).

Foto monitorings

Foto monitorings izmantots, lai dokumentētu vizuāli novērojamas veģetācijas struktūras un ainavas izmaiņas. Kopumā ierīkoti 24 foto monitoringa punkti, kas sakrīt ar pastāvīgo parauglaukumu vietām un transekšu sākuma punktiem. Šajos punktos ainava tika fotografēta uz visām četrām debess pusēm tā, lai katras nākamās fotogrāfijas lauks nedaudz pārklātos ar iepriekšējās fotogrāfijas skatu lauku, un pēc nepieciešamības varētu izveidot panorāmas attēlus. Foto sērijas pārskatam pievienotas elektroniskā pielikumā.

Augsnes virskārtas ķīmiskās īpašības

Visā saimniecības ganību teritorijā ievākti 28 augsnes paraugi. Daļa no tiem atradās ilgstoši ekstensīvi apsaimniekotos zālajos (kontroles zālāji), daļa – no kokaugu apauguma atbrīvotajās platībās, daļa – atmatās, kurās zālāju biotopi tika veidoti no jauna (2.5. att.).



2.5. att. Augsnes paraugošanas vietas z/s Krastiņi.

Paraugi ievākti augsnes virskārtā, no 0 – 10 cm, izmantojot kvadrāta metodi – papildus paraugam, kura novietojums piesaistīts ģeogrāfiskajām koordinātām, ievākti 4 mazāki paraugi 3 metru attālumā un 90° leņķī no pamatparauga tā, lai visi ievākšanas punkti atrastos 10 x 10 m² laukumā, kur veikta veģetācijas aprakstīšana. Tad atsevišķi paraugi no viena laukuma tika samaisīti un nogādāti laboratorijā. Četros poligonos, kur veikta intensīva atjaunošana (Baltalkšņi, Vecās Gaujas priede, Lāčmuižas pļava un Rātes atmata), lai nodrošinātu korektu augšņu īpašību novērtējumu visā atjaunojamā zālājā, atkarībā no poligona platības un konfigurācijas pēc kvadrāta metodes ievākti vēl 4 atsevišķi paraugi, kuri arī laboratorijā tika analizēti atsevišķi.

Mazāku paraugu ievākšanā ņemts vērā zālāja mikrohomogenitātes un vides faktoru vienlīdzības princips, t.i., visi viena kvadrāta ietvaros esoši paraugi ievākti no vietām kur veģetācijas komplekss vislabāk raksturoja visā atjaunošanas poligonā sastopamo augāju un mikroreljefu. Laukumos, kur veikta veģetācijas uzskaitē, ar speciālu ierīci, kurai zināms iekšējais tilpums, tika ievākts arī paraugs augsnes tilpummasas noteikšanai.

Izmantojām sekojošus augsnes auglību raksturojošos rādītājus: pH, ECEC, P, kopējo N un C, un augiem pieejamo P. Augšņu paraugu sagatavošana ķīmiskām analizēm ietvēra sausu, gaisā žāvētu paraugu sijāšanu ar 2 mm sietu. Paraugu sagatavošana analizēm un analīžu veikšana notika Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes

zinātņu fakultātes laboratorijās. Arī tilpummasas paraugi nosvērti izžāvētā stāvoklī un galējā tilpummasas vērtība iegūta pēc formulas:

$$\text{Tilpummasa (g / cm}^3\text{)} = \text{Tilpummasa (g)} / 96,1625$$

Paraugu ķīmiskās analīzes veiktas pēc metodikas, kas izstrādāta projekta "GrassLIFE" ietvaros aktivitātes A1 – Datu ievākšana pirms biotopu atjaunošanas – nodrošināšanai. Metodiku izstrādāja Raimonds Kasparinskis, Baiba Dirnēna un Ieva Rotkovska (nepublicētie materiāli).

Analizētie parametri:

- **pH_{BaCl2}** ISO 14254:2018 Apmaiņas skābuma noteikšana, izmantojot stikla elektrodu 1 M BaCl₂ šķīdumā (1:2.5 masas/tilpuma attiecība) ar WTW inoLab pH – metru;
- **ECEC** cmol(+) kg⁻¹; **K, Mg, Ca, Al, Fe, Mn** (mg kg⁻¹) - ISO 11260:2018 Efektīvās apmaiņas katjonu kapacitātes un piesātinājuma ar bāzēm noteikšana BaCl₂ šķīdumā izmantojot atomu absorbcijas spektrometru Perkin Elmer Analyst 200.

Katjonu apmaiņas kapacitāte CEC (cmol/kg) aprēķināta pēc formulas:

$$\text{CEC} = \text{K} / 390 + \text{Na} / 230 + \text{Mg} / 120 + \text{Ca} / 200$$

- **N%** - ISO 13878:1998 Kopējā slāpekļa noteikšana elementu analizatorā "EuroVector" izmantojot sausās dedzināšanas metodi;
- **C%** - ISO 10694:1995 Kopējā organiskā un neorganiskā oglekļa noteikšana elementu analizatorā "EuroVector" izmantojot sausās dedzināšanas metodi.

Oglekļa krāja C_{stock} (t/ha) aprēķināta pēc formulas:

$$\text{C}_{\text{stock}} = \text{tilpummasa} * \text{C}\% * 10$$

- **Augiem pieejamais augsnes fosfors P**, mg kg⁻¹. Noteikšana pēc Mehlich 3 metodes (Mehlich 1984) izmantojot "Thermo Scientific" Inc. ICP-OES spektrometru "iCAP 7000". Ekstrakcijas šķīdumam ar pH 2.5±0.05, kuru veido amonija nitrāts NH₃NO₃, koncentrēta slāpekļskābe HNO₃, koncentrēta etiānskābe (glaciāla CH₃COOH), 3,75M amonija fluorīds NH₄F un 0,25M etilēndiamīntetraetiķskābe (EDTA), tika pievienoti 2 mg augsnes. Iegūtais šķīdums kratīts magnētiskajā kratītājā 5 minūtes un filtrēts. Lai salīdzinātu iegūtos mērījumus ar literatūrā biežāk sastopamiem mērījumiem pēc Olsena metodes, 0,5 mol/L nātrija hidroģēnkarbonāta ar pH 8.5 tika pievienoti

šķīdumam lai sekmētu fosfāta jonu ekstrakciju šķīdumā. Atšķaidīta (5 mol/L) sērskābe H_2SO_4 , nātrija metabilsulfāta un tiosulfāta šķīdums ar krāsas reaģentu (askorbīnskābe $C_6H_8O_6$, nātrija tiosulfāta pentahidrāts $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$, $H_2MoO_7 \cdot S$ un atšķaidīta sērskābe) pievienota, lai veicinātu krāsas maiņu. Spektrometriskie mērījumi iekrāsotam šķīdumam veikti istabas temperatūrā. Zinot, ka $P_{Mehlich}$ un P_{Olsen} ekstrahē dažādu fosfora daudzumu (Steinfurth et al. 2021, Zbiral et al. 2002), atbilstoša P_{Olsen} vērtība noteikta, izmantojot formulu (Schelfhout et al. 2017):

$$P_{Olsen} = P_{Mehlich} + 6,91 / 3,08$$

Augšņu ķīmiskās analīzes visiem laboratorijā nosakāmiem parametriem veiktas divos atkārtojumos. No abiem atkārtojumiem turpmākai analīzei izmantots atkārtojumu vidējais rezultāts. Atsevišķos gadījumos, kad atšķirība starp abiem mērījumiem bija ļoti liela – virs 20% - paraugs analizēts atkārtoti un vidējā vērtība noteikta no jaunu analīžu rezultātiem.

Attālā izpēte

Projekta ietvaros attālās izpētes monitoringa datu iegūšanu veica Vides Risinājumu Institūts (VRI) (projekta partneris) 2014. gada 26. jūlijā un 2022. gada 13. jūlijā (2.6. att.). Metodikas aprakstu attālās izpētes datu iegūšanai un indeksu aprēķināšanai skat. VRI sagatavotajā pārskatā (Filipovs, Abaja, 2022).

Demonstrējumu saimniecības vajadzībām izmantoti šādi parametri:

Kokaugu un lakstaugu stāva segums un lapotnes/zelmeņa blīvums. Saskaņā ar Vides Risinājumu Institūta (VRI) izmantoto metodiku (Filipovs, Abaja, 2022), kokaugu segums vērtēts, izmantojot normalizētu zemes virsmas objektu augstuma modeli (NDSM) un veicot starpības aprēķinu starp zemes virsmas objektu un zemes reljefa virsmas standartattēliem. Pikseļu vērtības atbilst augstumam virs jūras līmeņa, kas izteikta metros, tādēļ NDSM pikseļa vērtība ir metri. Kokaugu seguma kartējums no NDSM datiem iegūts, tajos nošķirot tikai tās pikseļu vērtības, kas lielākas par 2 (objekti, kas augstāki par 2 m no zemes virsmas). Lapotnes blīvums raksturots ar lapu platības indeksu (Leaf Area Index) pēc Haboudane et al. (2004) pieejas, izmantojot MSAVI (Modified Soil Adjusted Vegetation Index) veģetācijas indeksu. MSAVI aprēķina, izmantojot spektrālo datu sarkanās 670 nm un infrasarkanās gaismas joslas 800 nm viļņa garumu pikseļu vērtības. CASI-1500 hiperspektrālo datu MSAVI formula (R apzīmē konkrēto gaismas viļņa garuma joslu):

$$MSAVI = 0.5 * (2 * R_{800} + 1 - \sqrt{(2 * R_{800} + 1)^2 - 8 * (R_{800} - R_{670})})$$

LAI empīrisko vērtību eksponentfunkcijas novērtēšanas vienādojums, atkarībā no MSAVI:

$$LAI = 0.1663 * \exp(4.2731MSAVI)$$

LAI vērtības parasti izkārtojās no viens līdz desmit, blīvai lapojuma veģetācijai ar augstu vitalitāti atbilst vērtības, kas augstākas par septiņi (Haboudane et al. 2004). Šajā gadījumā iegūtās LAI vērtības pārveidoja procentuālā izteiksmē, kur maksimālā pikseļa vērtība atbilst 100% lapu klājam uz vienu kvadrātmetru. Pārējās vērtības sekojoši pārrēķināja proporcionāli maksimālajai vērtībai. Iegūtais kartogrāfiskais materiāls reprezentē zaļo lapu blīvumu 1x1m pikselī.



2.6. att. Attālās izpētes teritorija z/s Krastiņi. Atainoti VRI iegūtie ortofoto pirms (2014.gads) un pēc (2022.gads) atjaunošanas.

Koku un lakstaugu stāva homogenitāte saskaņā ar VRI metodiku (Filipovs, Abaja, 2022) aprēķināta, no visām iegūtajām hiperspektrālo datu spektra joslām aprēķinot vienu vidējo aritmētisko vērtību (izņemot 940 nm viļņa garumu, kas sniedz informāciju par ūdens absorbciju). Iegūto spektrālo datu vidējās vērtības pārrēķinātas izmantojot ENVI 5.3. programmatūrā iebūvēto homogenitātes filtru, kas pārrēķināja ievades attēlu par veģetācijas homogenitātes datu produktu. Homogenitātes filtra algoritma pārrēķinu veica 5x5 pikseļu grupas jeb kerneļa ietvaros. Iegūtā veģetācijas homogenitātes attēla pikseļu vērtības izkārtotās relatīvo vērtību diapazonā 0...1, kur vērtība viens atbilst pilnīgi homogēnai virsmai un nulle pilnīgi nehomogēnai virsmai.

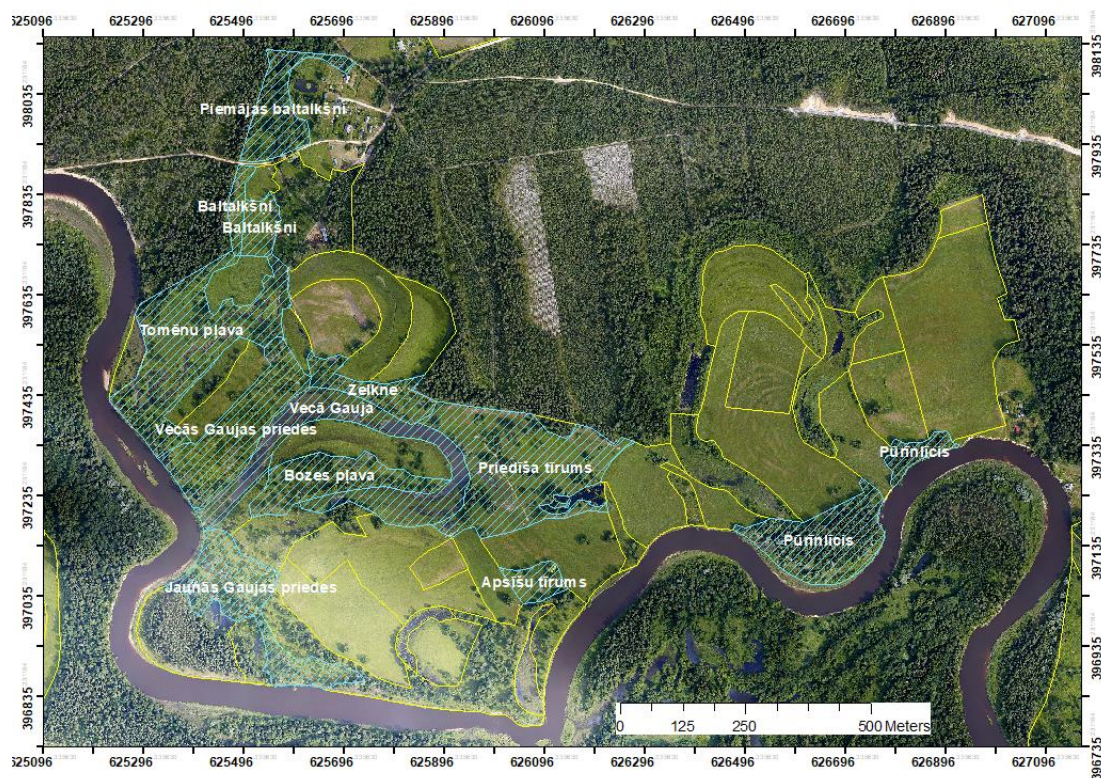
Zaļās lakstaugu veģetācijas biomasa saskaņā ar VRI metodiku (Filipovs, Abaja, 2022) biomasas datu produkta izstrādei izmantots Vides risinājumu institūta (VRI) reiz izstrādātais aprēķina algoritms zaļās lakstaugu veģetācijas biomasas novērtēšanai no attālās izpētes datiem. Aprēķina algoritmu VRI savulaik izstrādāja LIFE+ projektā „Alternatīvas biomasas izmantošanas iespējas zālāju bioloģiskās daudzveidības un ekosistēmu pakalpojumu uzturēšanai” (LIFE12 BIO/LV/001130 GRASSSERVICE). Pēc LIFE+ GRASSSERVICE projekta pētnieciskajiem secinājumiem zālajos lakstaugu veģetācijas zaļā biomasa ZB (t/ha) ir izsakāma no šaurjoslas NDVI vērtībām ar eksponentfunkciju. Biomasas vienādojumu, kuru izmantoja GRASSSERVICE projekta mērķiem. Izmantotais funkcijas vienādojums:

$$ZB (\text{zaļā biomasa}) = 0.1865 * e^{5.579 * NDVI}$$

Zaļās lakstaugu veģetācijas biomasas vērtību salīdzināšanai izmantotie attālās izpētes aviodati iegūti veģetācijas maksimuma periodā ar 13 dienu starpību. Ievāktie aviodati ar augstu precizitāti parāda, kāda ir biomasas situācija konkrētajā dienā, ļaujot precīzi nokartēt zālāju teritorijas. Tomēr šāda veida dati biomasas izmaiņas nevar atspoguļot pilnībā, jo teritorijā var būt notikusi nesena saimnieciskā darbība, piemēram, pļaušana, aršana vai ganīšana datu uzlidojuma brīdī, kas var radīt salīdzināšanai neatbilstošu situāciju biomasas novērtēšanai. Katras sezonas NDVI skaitliskos lielumus pārrēķināja, izsakot tās t/ha mērvienībā. Ņemot vērā izejas datu telpisko izšķirtspēju, piegādātie biomasas datu produkti tika pārrēķināti kg/m² mērvienībā. Maksimālais sezonas NDVI produkts tika iegūts no Sentinel-2 vasaras mēnešu periodā pieejamajām satelītainām. Pirmo Sentinel-2 satelītu orbītā palaida 2015. gada vasarā. Tādēļ par pamatu satelītdatos balstītam biomasas aprēķinu salīdzinājumam izvēlēta 2016. gada sezona. Izmantojot augstāk minēto GRASSSERVICE projektā izstrādāto biomasas aprēķina izteiksmi, katras sezonas maksimuma NDVI skaitlisko lielumu pārrēķināta, izsakot t/ha mērvienībā. Izejas satelītdatu telpiskā izšķirtspēja bija 10m/pix, tāpēc to pārrēķināja atbilstoši pārējiem sagatavotajiem datu produktiem 1m/pix izšķirtspējā un jau minētajā lietotājam ērtajā kg/m² biomasas mērvienībā.

Visu parametru vērtības aprēķinātas kā vidējā vērtība apsaimniekošanas poligonā. Lai raksturotu koku stāva telpiskā raksta izmaiņas, dažiem apsaimniekošanas

poligoniem veikta detālāka analīze. Atjaunošanas poligonos, kur notika sekundārā meža nozāģēšana un parkveida biotopu prasībām atbilstoša koku stāva veidošana (2.7. att.), parametru vērtības aprēķinātas ne tikai kā vidējās vērtības poligonā, bet poligons sadalīts 5x5 pikseļu tīklā un katrai šūnai aprēķināta vērtība.



2.7. att. atjaunošanas poligoni z/s Krastiņi (ar zilu svītrojumu), kuri sadalīti 5x5 pikseļu tīklā detālākai kokaugu telpiskajai analīzei.

2.3.3. Monitoringa laika grafiks

Z/s “Krastiņi” ir GrassLIFE projekta demonstrējumu saimniecība, tādēļ monitoringa uzskaites veiktas katru gadu, lai demonstrējumu vajadzībām būtu pieejami kvalitatīvi un aktuāli dati. Pastāvīgie parauglaukumi tika uzskaitīti katru gadu, bet transekšu metodē katru gadu uzskaitītas tikai transektes atjaunojamajos poligonos, kur bija paredzamas straujas veģetācijas izmaiņas (atmatās), bet ne kontroles laukumos (2.4. tab.).

2.4. tabula. Monitoringa laika grafiks (x – uzskaites veiktas).

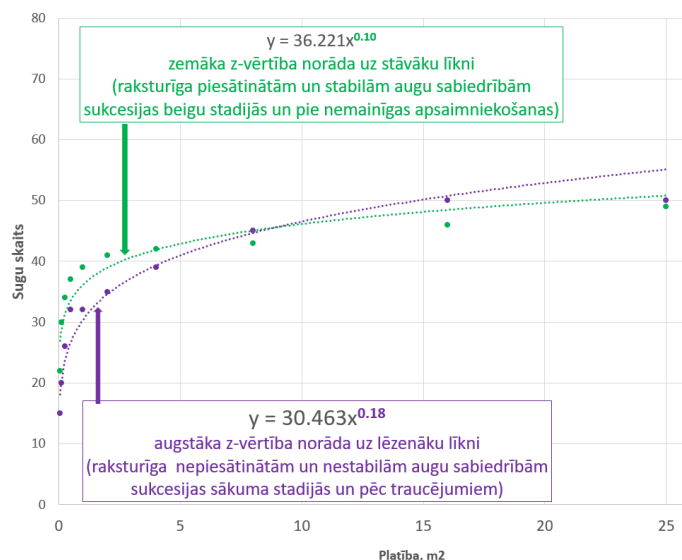
Gads	Pastāvīgie parauglaukumi											Transektes (mini kvadrāti apzīmēti ar M)																
	A1	A2a	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	B11	Baltakšņi (M)	Vecāsgaujas priedes (M)	Jaunās Gaujas priedes (M)	Lāčmuižas Z gals	Lāčmuižas kadiķi	Lāčmuižas atmata (M)	Lāčmuižas plava (M)	Rātes smiltāju zālājs (M)	Rātes atmata (M)	Rātes plava (M)
2004	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x												
2005	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2006	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2007	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2008																												
2009								x	x	x	x	x																
2010																												
2011	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2012																												
2013								x	x		x	x	x	x	x	x												
2014	x	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2015																												
2016																												
2017																												
2018	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x										
2019	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2020	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x				x	x		x	x
2021	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x			x	
2022	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x		x

2.3.4. Datu analīzes metodes

Veģetācijas dati apkopoti datu bāzē, kuras izveidei izmantota speciāli veģetācijas datu ievadei, uzglabāšanai un analīzei radītā programmu pakete TURBOVEG (Hennekens, 1995).

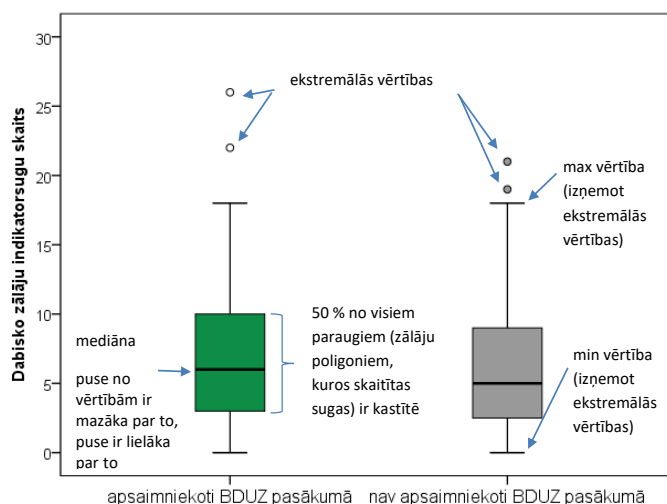
Augu sugu daudzveidības analīzē izmantots lakstaugu sugu skaits (piesātinājums) un izlīdzinātība laukuma vienībā (Kent, Coker, 2004). Veģetācijas dinamikas ekoloģiskai analīzei izmantota netiešā ordinācija, kuras interpretācijai lietotas H. Ellenberga ekoloģiskās skalas (Ellenberg et al., 1992). Šajā darbā izmantotas divas netiešās ordinācijas metodes nemetriskā daudzdimensiju analīze (NMS) (Non-metric Multidimensional Analysis) un atsevišķu parauglaukumu ordinēšanai to 'biogrāfiju' aprakstam 2. pielikumā izmantota DCA (detrendētā atbilstības analīze), izmantojot datorprogrammu Pcord 7 (McCune, Mefford, 1999). Nomenklatūra vaskulārajiem augiem: Gavrilova, Šulcs, 1999.

Sugu piesātinājuma laukuma vienībā izmaiņas raksturotas, izmantojot sugu skaita-teritorijas platības nelineārās regresijas līknes, kas iegūtas ar pakāpes funkciju. Pakāpes funkcijas z-vērtība raksturo līknes formu. Jo z-vērtība mazāka, jo augu sabiedrība ir ar sugām piesātinātāka – augu sugu maksimālais piesātinājums iestājas mazākā laukuma vienībā (2.8. att.).



2.8. att. Sugu skaita – teritorijas platības līknes raksturs atkarībā no sugu piesātinājuma.

Statistikās ticamības novērtēšanai izmantots neparametriskais Vilkoksona ranku tests saistītām paraugkopām, ja dati neatbilda normālajam sadalījumam, un t-tests normāli sadalītiem datiem. Rezultāti parādīti apļveida, stabiņveida un kastīšu (box plot) diagrammās. Kastīšu diagrammas lasīšana paskaidrota 2.9. attēlā. Kastīšu diagrammas parāda vērtību attiecības. Kastes iekšpusē redzamā tumšā horizontālā līnija ir mediāna. Mediāna ir skaitļu grupas centra vērtība. Tas nozīmē, ka puse skaitļu ir lielāki nekā mediāna un otra puse skaitļu ir mazāki nekā mediāna. Ar aplīšiem un zvaigznītēm tiek apzīmēti izlēcēji (neiederīgie dati) un ekstremālās vērtības (ekstrēmi). Mediānu un kastu izvietojums liecina par vērtību līmeņu vienlīdzību starp grupām. Jo lielāka ir divu grupu mediānu atšķirība, jo lielāka ir atšķirība starp grupām.



2.9. att. Kastīšu diagrammas lasīšana.

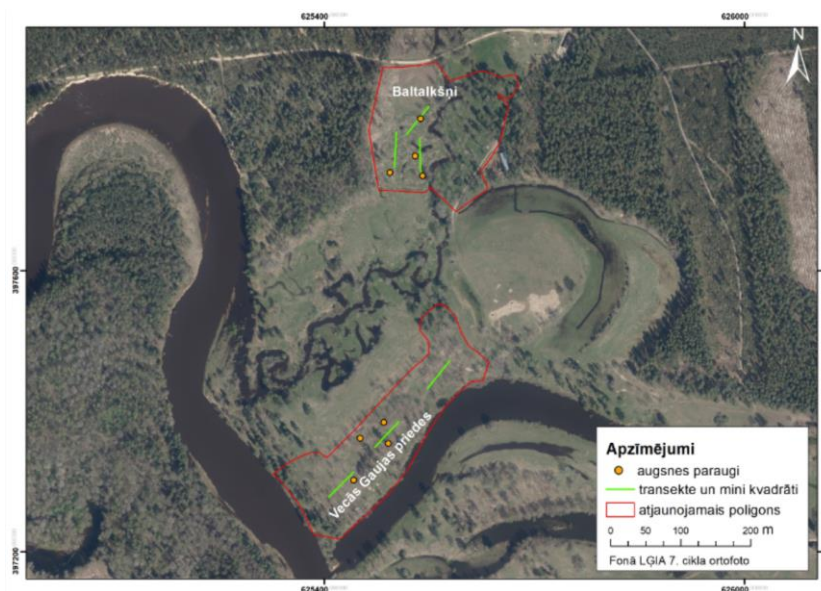
3. AR MEŽU AIZAUGUŠO PARKVEIDA GANĪBU AIZSARDZĪBAS STĀVOKĻA UZLABOŠANAS REZULTĀTI

3.1. Metodes

Sākotnējais atjaunojamo platību biotopa veids bija sekundāri meži un krūmāji (baltalkšņu un priežu audzes). Atjaunošanas mērķbiotops bija 6530* *Parkveida pļavas un ganības*.

Līdz projekta uzsākšanai ar krūmiem aizaugušās platībās ganīšana notika brīvi vienā aplokā, neregulējot ganīšanas slodzi un laiku, kā arī nenovācot kokaugu apaugumu. 2019. gada pavasarī veikta kokaugu apauguma novākšana un sakņu un celmu frēzēšana. Turpināta arī Hailandes liellopu ganīšana un veikta sēklu siena izbarošana. 2020. gada ziemā veikta krūmu atvašu pļaušana ar trimmeri.

Monitoringa mērķis bija noskaidrot, kā pēc atjaunošanas mainījies krūmu atvašu segums un cik sekmīgi atjaunojies dabiskam zālājam raksturīgs lakstaugu stāvs (lakstaugu un dabisko zālāju indikatorsugu skaits, ekspansīvo sugu īpatsvars un augu sabiedrības sastāvs). Monitorings veikts divos atjaunošanas poligonos, iekārtojot tur katrā trīs 50 m garus transekšu posmus un veicot mini kvadrātu uzskaites, katrā ievākti arī pieci augsnes paraugi (3.1. att.).

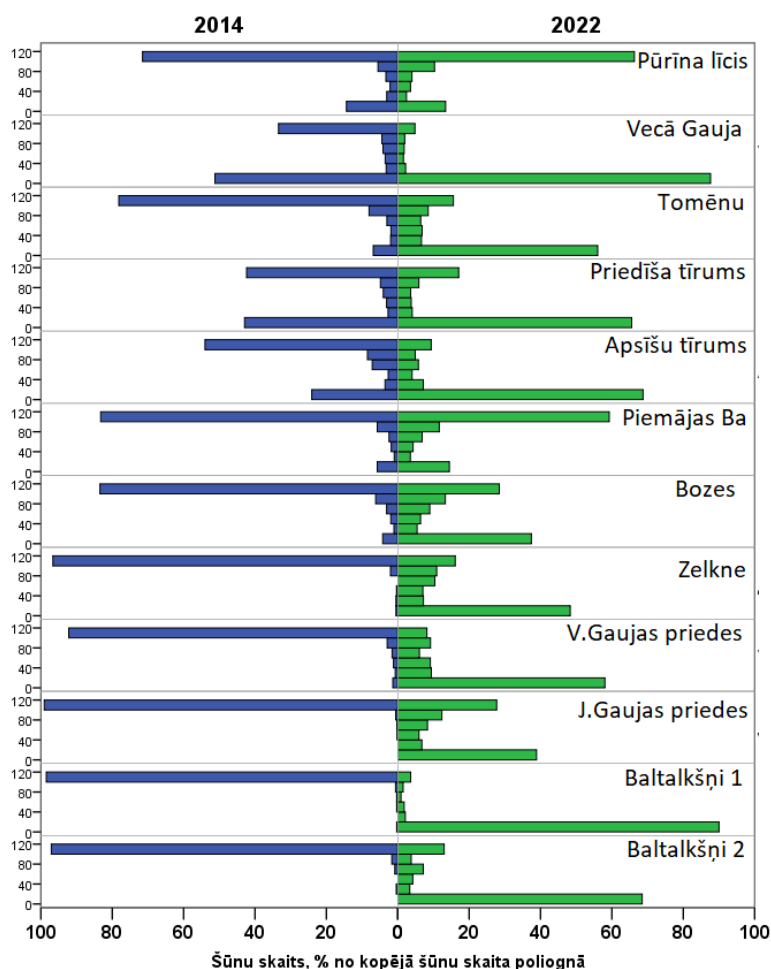


3.1. att. No kokaugiem atbrīvoto parkveida ganību ekoloģiskās atjaunošanas efektivitātes monitoringa vietas.

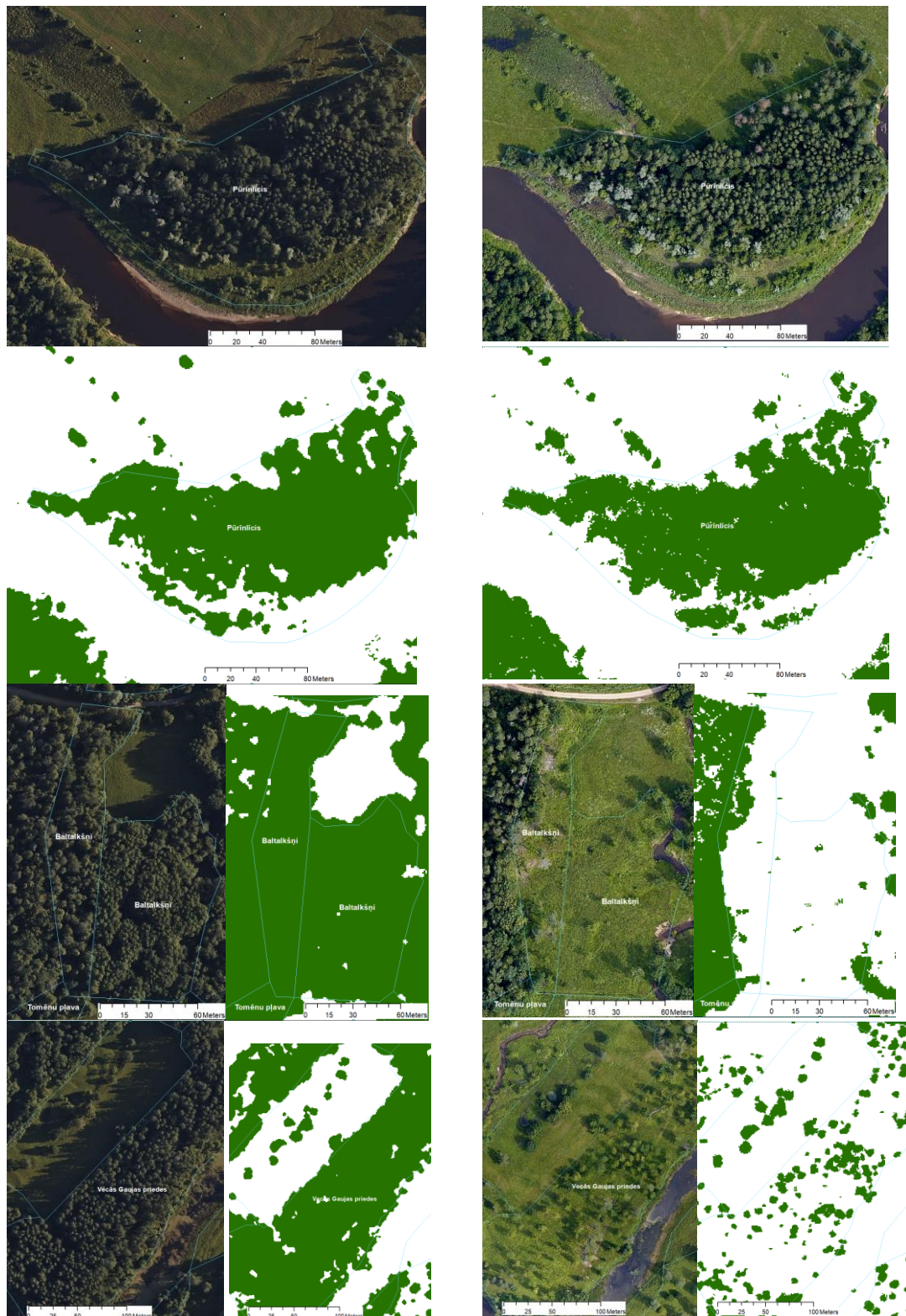
3.2. Rezultāti

3.2.1. Koku stāva telpiskā raksta izmaiņas pēc attālās izpētes datiem

Kokaugu segums un tā telpiskais raksts. Parkveida zālajos kokaugu segums un lapotnes blīvums pēc atjaunošanas būtiski samazinājās, iegūstot parkveida ainavai raksturīgo mozaīkveida struktūru (3.2. att.). Atjaunošanas darbu sekmētās izmaiņas uzskatāmi redzamas salīdzinājumā ar divām kontroles teritorijām – ‘Pūrīna līci’ un ‘Piemājas baltalkšņiem’, kur otrā apsekojuma laikā vēl nebija notikuši atjaunošanas darbi. Tur vairums (ap 70%) no visām 5x5 pikseļu (25m²) šūnām abos gados bija ar 100% kokaugu segumu, kā tas sekundāriem mežiem raksturīgs. Viskrasākās izmaiņas no gandrīz viendabīga 100% kokaugu apauguma uz samērā klaju zālāja situāciju (90% no šūnām kokaugu segums bija mazāks par 20%) notika poligonos ‘Baltalkšņi 1’ un ‘Vecā Gauja’ (3.3. att.) Pārējos poligonos koku stāvs pēc atjaunošanas bija izteikta mozaīkveida – 30-50% no visas platības bija ar izteikti skraju kokaugu segumu (zem 20%), bet pārējā platībā vienmērīgi sastopamas pārējās koku seguma klases.



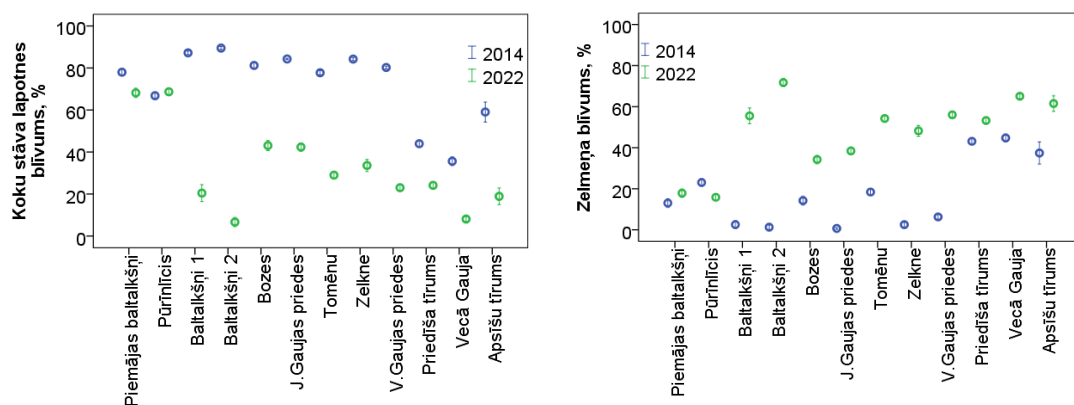
3.2. att. Kokaugu seguma histogramma pirms un pēc atjaunošanas pēc VRI attālās izpētes datiem (Filipovs, Abaja, 2022). X ass rāda 5x5 pikseļu šūnu procentuālo sadalījumu poligonā pēc to platības, kas nosepta ar kokiem. Y ass ir kokaugu procentuālais segums sešās klasēs (ar 20% soli).



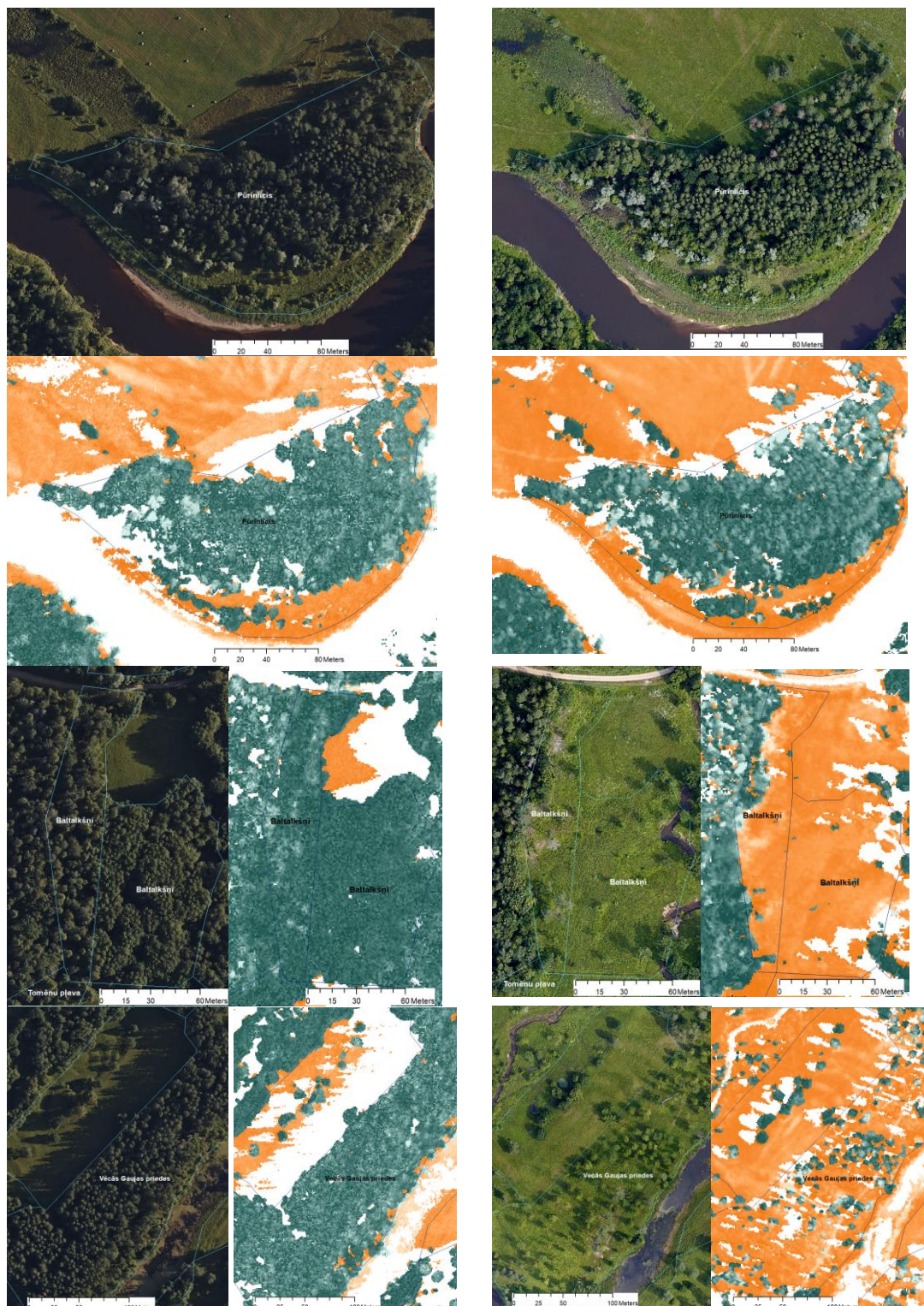
3.3. att. Kokaugu segums uz ortofoto pirms un pēc atjaunošanas pēc VRI attālās izpētes datiem (Filipovs, Abaja, 2022). Pūrīna līcī izmaiņas nav notikušas, ‘Baltakšņos’ tās ir viskrasākās klaju zālāju virzienā, bet ‘Vecās Gaujas priedēs’ izveidota parkveida zālājam tipiska koku stāva skraja mozaīka. Zajā krāsā – koku stāvs, baltā – platības bez kokiem.

Saskaņā ar biotopa apsaimniekošanas vadlīnijām (Lārmanis, 2017), kokaugu segumam jābūt robežās no 20 līdz 40%. Atjaunotajās teritorijās tas dažviet pārsniedz šo robežu, jo tas saistīts ar atjaunošanas pakāpeniskumu un eksperta atzinumā sniegtajiem priekšlikumiem saglabāt divas reizes vairāk kokus nekā tas ir raksturīgi parkveida ainavas labā saglabāšanās pakāpē (Rūsiņa, Gailis, 2018). Veidojot koku stāvu, jaunākie potenciālie biokoki ir jāatstāj, un dažus no tiem, kad tie sasnieguši lielāku vecumu un lapotnes apjomu, būs jāizņem, lai kokaudzes biežība atbilstu biotopu apdzīvojošo sugu prasībām pēc apgaismojuma u.c. apstākļiem.

Koku stāva lapotnes un lakstaugu zelmeņa blīvums. Koku stāva lapotnes blīvuma telpiskais raksts kopumā saimniecības teritorijā ir mainījies no gandrīz vienmērīgi blīvas lapotnes ar mainību tikai 20% robežās uz izteikti mozaikveida blīvumu ar mainību vairāku desmitu procentu robežās. Vienlaikus, samazinoties koku stāva segumam un lapotnes blīvumam, ir attīstījies lakstaugu stāvs (3.4., 3.5. att.). Izmaiņu nav teritorijās, kur atjaunošana nebija notikusi ('Piemājas baltalkšņi', 'Pūrīnīcis'), samērā mazas izmaiņas konstatētas 'Priedīša tīrumā', 'Apsīšu tīrumā' un ap vecupi 'Vecā Gauja'. Tur jau sākotnēji kokaugu segums bija mazāks nekā pārējās sekundāro mežu platībās, tādēļ lakstaugu stāvs tur jau bija daudz attīstītāks pirms atjaunošanas. Pārējos sekundāro mežu poligonos izmaiņas bija būtiskas, turklāt, koku lapotnes vidējais blīvums poligonos kļuva savstarpēji atšķirīgāks nekā tas bija pirms atjaunošanas. Tas liecina par veģetācijas telpiskās (gan horizontāli, gan vertikāli) heterogenitātes palielināšanos, kas ir ļoti nozīmīgs faktors, kas veicina bioloģisko daudzveidību ainavas līmenī.



3.4. att. Koku stāva (pa kreisi) un lakstaugu zelmeņa (pa labi) blīvums (pēc LAI – lapu platības indeksa) pēc VRI attālās izpētes datiem (Filipovs, Abaja, 2022).

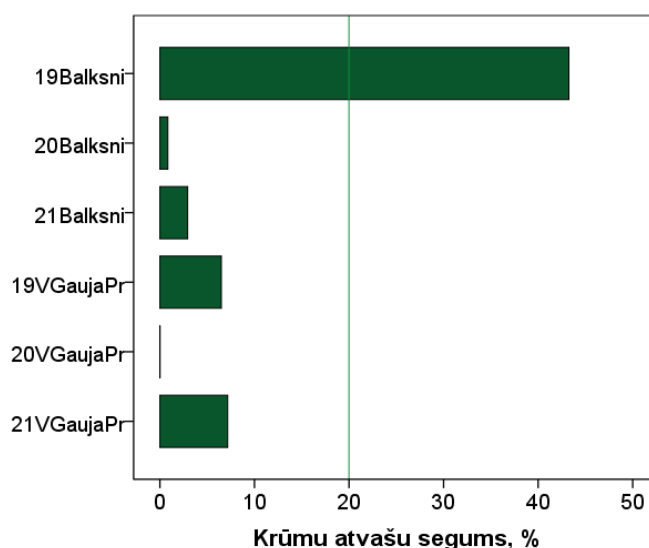


3.5. att. Kokaugu segums uz ortofoto pirms un pēc atjaunošanas pēc VRI attālās izpētes datiem (Filipovs, Abaja, 2022). Pūrīnā līcī izmaiņas nav notikušas, 'Baltalkšņos' izveidojies biezs un samērā vienmērīgs lakstaugu stāvs, bet 'Vecās Gaujas priedēs' zelmenis attīstījies nevienmērīgāk un tam izteiktākas telpiskās atšķirības tā blīvumā. Jaļā krāsā – koku stāvs, oranžā – lakstaugu stāvs, baltā – platība, kurā dotos parametrus nevarēja iegūt ēnu dēļ.

3.2.2. Krūmu atvašu segums

Koku un krūmu selektīva zāgēšana parkveida zālajos notika 2018/2019. gada ziemā. 2019. gada vasarā Baltalkšņu audzē bija bagātīgi ataugušas krūmu atvases, līdz pat 45% transekšu uzskaitēs (3.6.-3.8. att). Savukārt, Vecās Gaujas priežu audzē atvašu segums sasniedza tikai 10%, kas skaidrojams ar kokaudzes citādo raksturu. Baltalkšņu audzē dominēja baltalksnis un ieva, kas labi ataug pēc nozāgēšanas, bet Vecās Gaujas priežu audzē krūmu stāvā pirms atjaunošanas bija pamatā pīlādzis, pabērzs u.c. krūmu sugas, kas tik intensīvi neveido atvases.

Trīs gadu laikā atvases tiek sekmīgi ierobežotas. 2020. gada sākumā krūmu saknes tika nofrēzētas, tādēļ 2020. gada vasarā to bija pavisam minimāli. Arī Hailandes liellopu ganīšana ir sekmējusi atvašu ierobežošanu.



3.6.att. Krūmu atvašu segums parkveida zālajos pēc atjaunošanas. Novērojumu gads norādīts pie zālāja nosaukuma ar gada pēdējiem diviem cipariem.



3.7. att. Baltalkšņu audzes veģetācijas izmaiņas kopš 2018. gada.



2018. gads



2019. gads



2020. gads

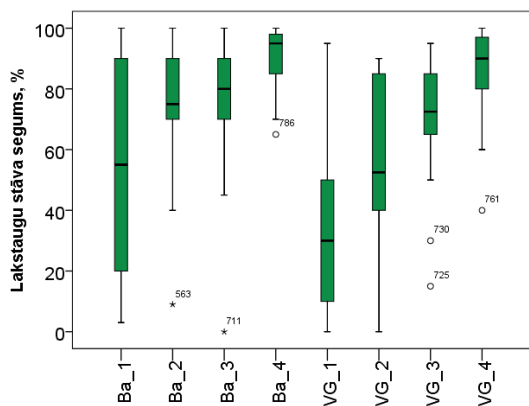


2022. gads

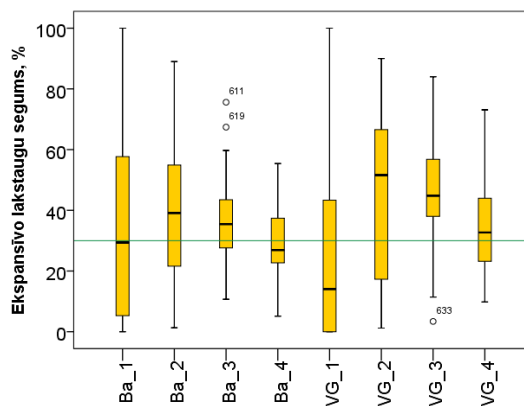
3.7. att. Vecās Gaujas priežu audzes veģetācijas izmaiņas kopš 2018. gada.

3.2.3. Ekspansīvo sugu segums

Pirmajā gadā pēc kokaugu nozāgēšanas lakstaugu veģetācija abos poligonos bija vāji attīstīta. Pusē no parauglaukumiem Vecās Gaujas priedēs tās segums bija zem 30%, bet Baltalkšņu poligonā – zem 60%. Četru gadu laikā lakstaugu stāvs pilnībā izveidojās un tā seguma mediāna abos poligonos bija tuvu 90% (3.8. att.). Ar lakstaugu stāva dinamiku saistīts arī ekspansīvo sugu segums - tas palielinājās līdz ar lakstaugu stāva seguma pieaugumu. Baltalkšņu audzē ekspansīvās sugas savairojās jau pirmajā gadā pēc kokaugu nozāgēšanas. Tipiskākās sugas bija sīkziedu sprigane, dziedniecības pienene, parastā usne, podagras gārša. Vecās Gaujas priežu audzē ekspansīvo sugu segums arī pieauga, taču tam parauglaukuma griezumā bija lielāka variācija nekā Baltalkšņu audzē (3.9. att.). Dominējošās sugas bija parastā vīgriete, parastā kamolzāle un dziedniecības pienene. Ekspansīvo sugu īpatsvara pieaugums abos poligonos skaidrojams ar to, ka krūmu sakņu sadalīšanās palielināja barības elementu pieejamību lakstaugiem. Ceturtajā gadā pēc atjaunošanas abos poligonos ekspansīvo sugu seguma mediāna bija samazinājusies līdz mērķvērtībai – 30%.



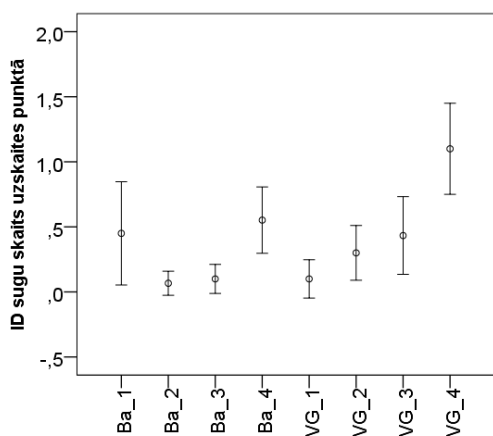
3.8. att. Lakstaugu stāva segums (%) (mini kvadrātu dati). Ba – Baltalkšņu audze, VG – Vecās Gaujas priedes; 1-4 – gads pēc atjaunošanas.



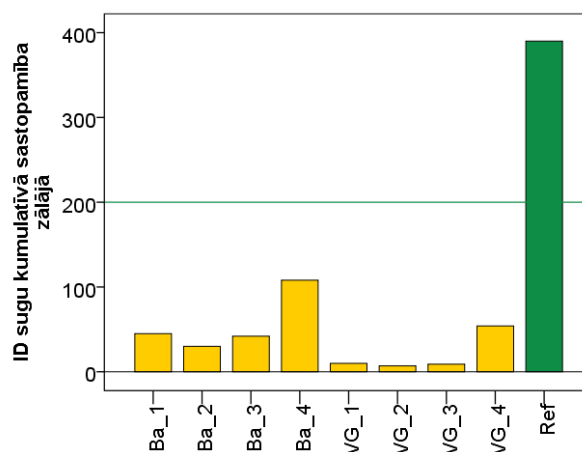
3.9. att. Vidējais ekspanzīvo sugu seguma īpatsvars no kopējā lakstaugu seguma (mini kvadrātu dati). Ba – Baltalkšņu audze, VG – Vecās Gaujas priedes; 1-4 – gads pēc atjaunošanas. Horizontālā līnija – mērķvērtība ekspanzīvo sugu daudzuma samazinājumam (30%).

3.2.4. Dabisko zālāju indikatorsugas

Piecas dabisko zālāju indikatorsugas tika konstatētas jau pirmajā gadā pēc kokaugu nozāgēšanas (3.10., 3.11. att.) – ziemeļu madara, purva gandrene, lielziedu vīgrieze, spradzene un kalnu āboliņš. Baltalkšņu audzē šo sugu sastopamība samazinājās nākamajos divos gados, jo pieaugu kopējais lakstaugu veģetācijas segums, un ekspanzīvās sugas, iespējams, nomāca indikatorsugas.



3.10. att. Dabisko zālāju indikatorsugu vidējais skaits vienā uzskaites punktā (transekšu dati). Ba – Baltalkšņu audze, VG – Vecās Gaujas priedes; 1-4 – gads pēc atjaunošanas.

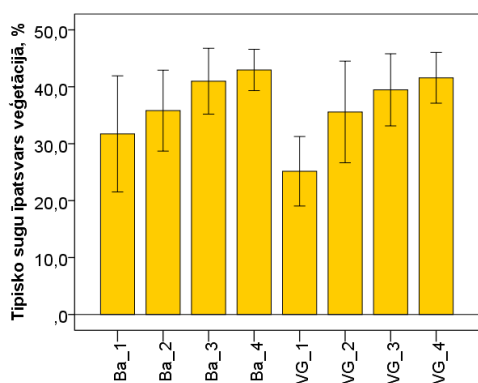


3.11. att. Dabisko zālāju indikatorsugu kumulatīvā sastopamība zālājā (transekšu dati). Horizontālā līnija pie vērtības 200 norāda minimālo kumulatīvo sastopamību, ko veido piecas bieži sastopamas biotopa atzīšanas par ES aizsargājamo biotopu. (transekšu dati). Ba – Baltalkšņu audze, VG – Vecās Gaujas priedes; 1-4 – gads pēc atjaunošanas.

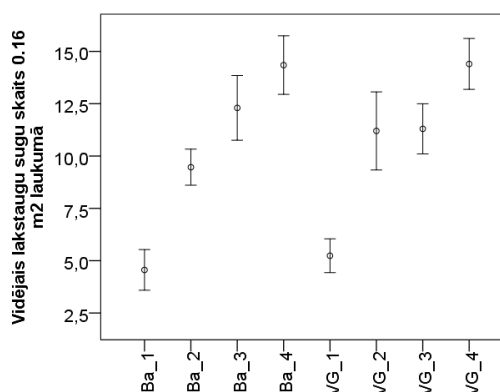
Nākamajos gados indikatorsugu sastopamībai bija tendence palielināties. Lai arī kumulatīvā sastopamība vēl bija salīdzinoši zema (divas reizes zemāka nekā minimālā vērtība, kas ir kritērijs zālāja atzīšanai par aizsargājamu biotopu), tomēr kopā abos poligonos 2022. gadā jau uzskaitīta 21 indikatorsuga. Bez jau minētajām sugām 2022. gadā konstatēta arī matainā vēlpiene, klinšu noraga, pļavas ķersa, zeltainā gundega, vidējā ceļteka, parastais vizulis, kailā pļavauzīte u.c. Prognozējams, ka turpinot adaptīvo ganišanu zālāju veģetācijas atjaunošanās notiks arvien aktīvāk un palielināsies arī dabisko zālāju indikatorsugu skaits un sastopamība.

3.2.5. Lakstaugu sugu daudzveidība un augu sabiedrību izmaiņas

Kopumā lakstaugu veģetācija trīs gadu laikā kopš atjaunošanas ir attīstījusies ļoti strauji – tipisko lakstaugu sugu īpatsvars palielinājās no 25-30% uz 40-45% un kopējais augu sugu skaits arvien palielinājās no mazāk par piecām sugām 0.16 m² laukumā līdz 10-15 sugām (3.12., 3.13. att.).



3.12. att. Tipisko lakstaugu sugu īpatsvars veģetācijā (mini laukumu dati). Ba – Baltalkšņu audze, VG – Vecās Gaujas priedes; 1-4 – gads pēc atjaunošanas.

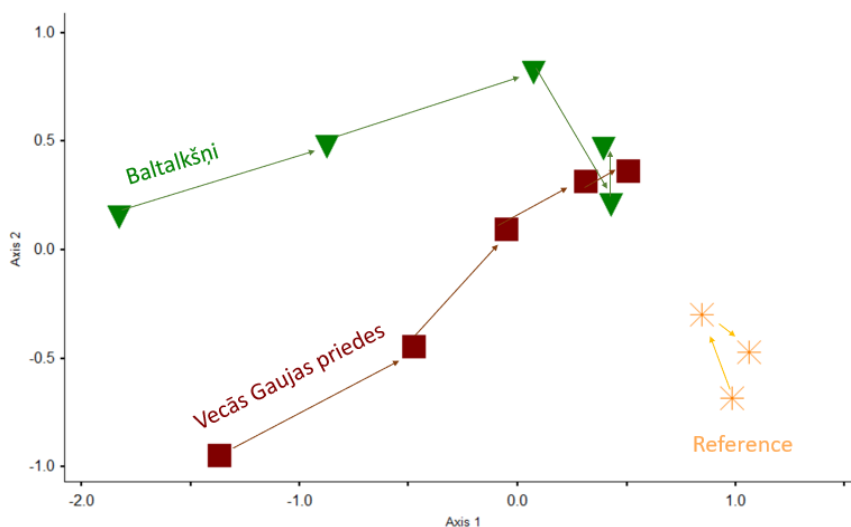


3.13. att. Lakstaugu sugu skaits (mini laukumu dati). Ba – Baltalkšņu audze, VG – Vecās Gaujas priedes; 1-4 – gads pēc atjaunošanas.

Dominējošās sugas bija pilnībā nomainījušās. Pirms atjaunošanas un atjaunošanas pirmajā gadā dominēja sīkziedu sprigane, efeju sētložņa, podagras gārša, pļavas kosa. Atjaunošanas trešajā gadā meža sugu īpatsvars krasi samazinājies, bet zālājiem tipisko sugu nozīme veģetācijā bija palielinājusies. Lielākā sastopamība bija ložņu āboliņam, birztalu veronikai, parastajai smilgai, pļavas auzenei, šaurlapu ceļteikai. Joprojām liela sastopamība arī ruderālajām sugām, piemēram, lielā ceļteka, pilsētas bitene, tīruma usne, parastā virza, tomēr šo sugu īpatsvars ar laiku ir samazinājies.

Kopumā lakstaugu veģetācijas attīstība ir notikusi zālāju mērķbiotopu virzienā, kā to parāda netiešās ordinācijas diagramma (3.14. att.). Atjaunoto zālāju veģetācija ir kļuvusi arvien līdzīgāka references zālājiem, kur, savukārt, veģetācija trīs gadu laikā gandrīz nav mainījies (parauglaukumi novietoti tuvu cits citam). 2018. gada parauglaukumi, kas ievākti pirms kokaugu nozāģēšanas (2018. gadā), ir visatšķirīgākie

no zālāju veģetācijas (atrodas diagrammas kreisajā malā). Savukārt, 2021. un 2022. gada parauglaukumi jau ir pietuvojušies ordinācijas telpas labajai pusei, kur izvietoti zālāju parauglaukumi.



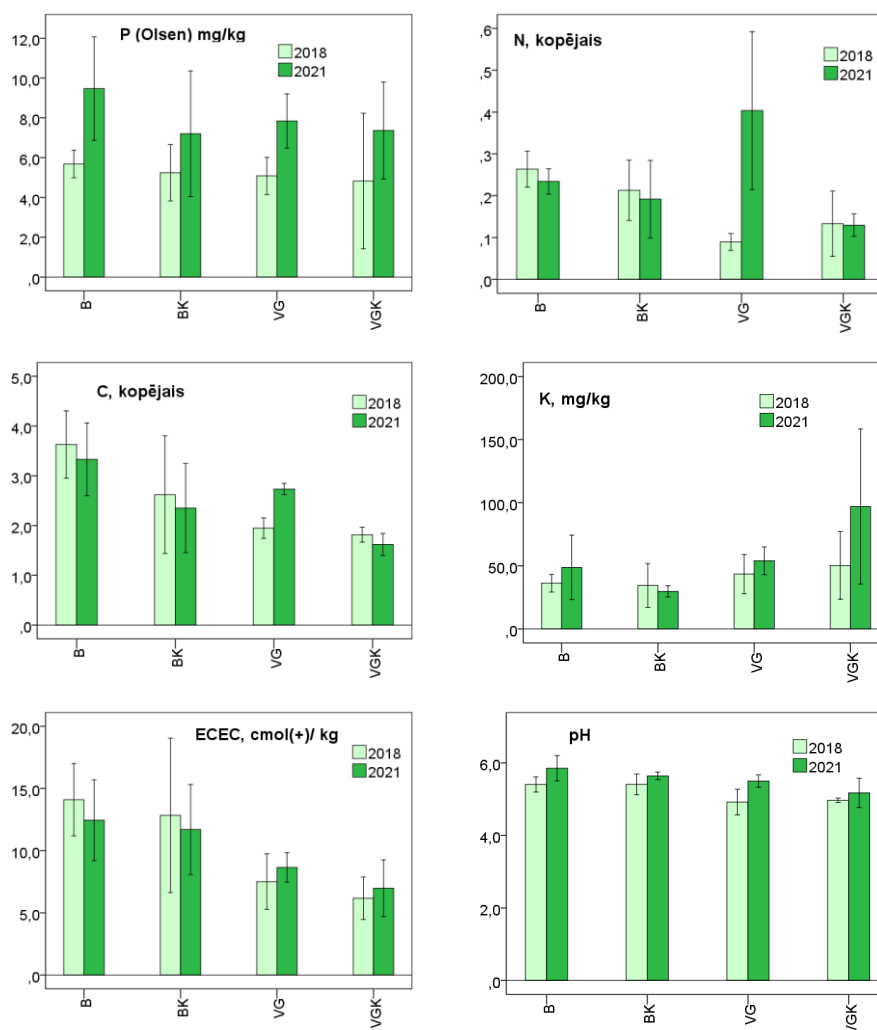
3.14. att. NMDM ordinācijas diagramma. Divu dimensiju risinājums, Sjerensena attāluma koeficients, 85 iterācijas, stresa vērtība 7.2. Vektori norāda parauglaukuma (apvienoti mini kvadrāti) virzību ordinācijas telpā no 2018. gada līdz 2022. gadam. References zālājā (Lāčmuižas plava) trīs uzskaites (2018., 2020. un 2022. gads).

3.2.6. Augsnes ķīmiskās īpašības

Augsnes auglības parametri apskatīti divos poligonos – ‘Baltalkšņi’ un ‘Vecās Gaujas priedes’ un divos tiem piegulošos zālajos (reference), kuri reprezentē zālāju, kāds veidosies atjaunotajos poligonos (statistiskos testus nevarēja veikt mazā paraugu skaita dēļ). Baltalkšņu audzē salīdzinājumā ar priežu audzi bija lielāks kopējā oglekļa un kopējā slāpekļa saturs augsnē, kā arī augstāka efektīvā apmaiņas katjonu kapacitāte (3.15. att.). Var secināt, ka baltalkšņu audzē augsne bija nedaudz auglīgāka nekā priežu audzē. Atšķirības varētu būt saistītas ar priežu skuju negatīvo ietekmi no vienas puses un ar baltalkšņa simbiozi ar slāpekli fiksējošām baktērijām no otras puses. Tomēr, ņemot vērā, ka šīs atšķirības izpaudās arī abu zālāju gadījumā, iespējama arī vēsturiskās apsaimniekošanas un fizikāli ģeogrāfisko apstākļu lokāla ietekme.

‘Baltalkšņu’ poligonā analizētie parametri neatšķirās no blakus esošā zālāja (reference), izņemot kopējā oglekļa daudzumu, kas bija lielāks ar baltalkšni aizaugušajā daļā. Pēc kokaugu nozāgēšanas un sakņu frēzēšanas netika konstatētas nozīmīgas izmaiņas pētītajos parametros, izņemot augiem pieejamā fosfora daudzumu, kas palielinājās (tomēr nepārsniedza dabisko zālāju references sliekšni 10 mg kg^{-1}). Taču tas palielinājās arī references zālājā, tādēļ nevar izslēgt citu faktoru (ne atjaunošanas) ietekmi, piemēram, zālāja atpūtināšanu un palu ietekmi.

‘Vecās Gaujas priežu’ poligona augsne sākotnēji neatšķīrās no blakus esošā zālāja. Pēc atjaunošanas stipri palielinājās slāpekļa daudzums, kas varētu būt saistāms ar frēzētā materiāla sadalīšanos. Līdzīgi kā ‘Baltalkšņu’ poligonā, fosfora saturs palielinājās, taču tas nav saistāms ar atjaunošanas efektu, jo līdzīga apmēra palielināšanās novērota arī references zālājā.



3.15. att. Augsnes ķīmiskās īpašības. B – ‘Baltalkšņi’, BK – references zālājs ‘Baltalkšņu’ poligonam (Pārupes tīrumīts), VG – ‘Vecās Gaujas priedes’, VGK – references zālājs ‘Vecās Gaujas priežu’ poligonam (Jaunzemes kakta atmata).

3.3. Diskusija

Saimniecības teritorijā bija divu veidu sekundārie meži – baltalkšņu un priežu, kuri ekoloģiski atšķiras un kur zālāja atjaunošanās sekmes varētu būt atšķirīgas. Baltalkšņu audzēs nozīmīgs negatīvs faktors zālāja atjaunošanai var būt augsnes auglīguma palielināšanās. Pētījumos ir konstatēts, ka jau 25 gadus pēc apmežošanās ar baltalksni nozīmīgi pieaug kopējais ogleklis (nobiru uzkrāšanās process), slāpekļis

(piesaiste no atmosfēras ar gumiņbaktērijām) un augiem pieejamais fosfors (Nikodemus et al. 2020). Mēs šādu sakarību novērojām tikai ar oglekli (baltalkšņu audzē augstāks nekā blakus esošā zālājā), bet ne pārējiem elementiem, tādēļ secinām, ka augsnes faktoram nevarētu būt bremsējoša ietekme uz zālāju biotopa atjaunošanās procesu.

Priežu audzē mērķbiotops ir 6210 Sausi zālāji kalņainās augsnēs. Priežu skuju nobiru ietekmē augsne var apskābināties, un tas nav labvēlīgi mērķbiotopa augu sugu attīstībai. Tomēr mūsu dati neliecina, ka šāds risks pastāvētu, jo augsnes reakcija un arī citi rādītāji neatšķirās no blakus esošā references zālāja.

Zālāja struktūras un sugu daudzveidības atjaunošanās rezultāti liecina, ka atjaunošanai izvirzītie mērķi ir sasniegti (3.1. tab.).

3.1. tabula. Ar sekundāru mežu aizaugušo parkveida zālāju atjaunošanas mērķis un rezultāti.

Atjaunošanas mērķis	Rezultāti
<u>Krūmu atvašu segums</u> pakāpeniski samazinās un projekta beigās nesedz vairāk par 20% no veģetācijas seguma.	Mērķvērtība ir sasniegta. Krūmu atvašu segums bija samazinājies un nepārsniedza 10% no seguma jau trešajā gadā pēc atjaunošanas. Frēzēšana bija nozīmīgs pasākums, lai ierobežotu krūmu atvases baltalkšņu audzē. Arī Hailandes liellopu ganišana veiksmīgi ierobežo atvašu ataugšanu.
<u>Ekspansīvās sugas</u> (augstie grīši un parastā vīgrieze ieplakās, slotiņu ciesa un parastā kamolzāle mēreni mitrās un sausās vietās) sedz vidēji līdz 30%.	Mērķvērtība sasniegta daļēji – mediāna bija uz 30% robežas, bet aptuveni pusē no poligona teritorijas ekspansīvo sugu īpatsvars bija ap 40-45% un vietām līdz 60-70%. Ekspansīvās sugas ceturtajā atjaunošanas gadā vēl izteikti dominēja lakstaugu veģetācijā, jo pēc kokaugu nozāģēšanas un sakņu frēzēšanas augsne turpināja atbrīvoties augiem pieejamie barības elementi, veicinot nitrofitu sugu savairošanos. Ar laiku, turpinot adaptīvu ganišanu, ekspansīvo sugu segums samazināsies.
<u>Lakstaugu sugu daudzveidība</u> palielinās un pieaug dabiskiem zālāju biotopiem tipisko lakstaugu sugu skaits un segums	Mērķis ir sasniegts. Gan lakstaugu stāva veģetācijas struktūra, gan sugu skaits un sastāvs četru gadu laikā ir nomainījies no meža veģetācijas uz zālāju veģetāciju.
<u>Dabisko zālāju indikatorsugu skaits</u> palielinās par 20% salīdzinājumā ar sākuma stāvokli.	Mērķvērtība ir sasniegta. Baltalkšņu audzē pirmajā atjaunošanas gadā bija 5 indikatorsugas un ceturtajā – 9 sugas; Vecās Gaujas priežu audzē sākotnēji bija tikai 2 indikatorsugas, bet četru gadu laikā to skaits palielinājās līdz 7 indikatorsugām.

Mūsu rezultāti ir līdzīgi atjaunošanās sekmēm, kas dokumentētas citviet boreonemorālajā Eiropā, kur zālāji atjaunoti sekundāru mežu vietā (aizaugušu zālāju atjaunošana). Piemēram, Zviedrijā secināts, ka īstermiņā atjaunotos zālajos sugu daudzveidība palielinās, bet tas ir galvenokārt uz eiribiontu sugu rēķina, kamēr zālāju speciālās sugas ienāk lēnāk un tas prasa ilgāku laiku. Vienlaicīgi, secināts, ka kokaugu segums līdz 20% neietekmē lakstaugu sugu daudzveidību un pat zālajos, kur kokaugi sedz 50-60%, ir konstatēta samērā liela augu sugu daudzveidība (Lindborg, Eriksson 2004). Arī Krastiņu zālajos sugu daudzveidība atjaunojās ātri gan platībās, kur kokaugu segums samazinājās zem 20%, gan tur, kur tas saglabājās vēl ap 50% augsts,

bet dabisko zālāju indikatorsugu sastopamība vēl ir zema. Prognozējams, ka atjaunošanās turpmākajos gados notiks sekmīgi. Piemēram, Beļģijā konstatēts, ka jau četrus gadus laikā pēc 60 gadus vecas priežu audzes nozāģēšanas un ganību ierīkošanas, kas atradās tuvu senam dabiskam zālājam sugu sastāvs bija līdzīgs ar references zālāju (Bisteau, Mahy 2005).

3.4. Secinājumi

Ar sekundāru mežu aizaugušu parkveida zālāju atjaunošanas mērķis ir sasniegts, ko apliecina triju no četriem izvēlētiem indikatoriem mērķvērtību sasniegšana. Vienīgi ekspansīvo lakstaugu sugu īpatsvars vēl ir pārāk liels, un to jāturpina ierobežot, lai nodrošinātu labvēlīgus apstākļus dabisko zālāju tipisko sugu ienākšanai un dabiskam zālājam raksturīgas augu sabiedrības attīstībai. Tomēr pēdējos trīs atjaunošanas gados vērojama ekspansīvo sugu īpatsvara samazināšanās, kas ļauj prognozēt arī tālāku tā samazināšanos, ja tiks turpināta projektā ieviestā adaptīvā apsaimniekošana.

Biotopa 6530* Parkveida pļavas un ganības atjaunošana ir noritējusi ļoti sekmīgi. Ar sekundāru mežu aizaugušajās teritorijās ir izveidots biotopam raksturīgais koku stāva segums (samazinājies no 80% uz 40%) un lapotnes blīvums (no 65% uz 35%), kā arī koku stāva mozaīka (kļuvusi heterogēnāka) un ir labi atjaunojies lakstaugu stāvs – tā segums (pēc lapu platības indeksa) palielinājies līdz 50-70% (ieskaitot platības, kur lakstaugu stāva pirms atjaunošanas nebija vispār).

4. DABISKO ZĀLĀJU BIOTOPU ATJAUNOŠANĀS ATMATĀS

4.1. Metodes

Sākotnējais atjaunojamo platību (Rātes atmata un Lāčmuižas atmata) biotopa veids bija sausa līdz mēreni mitra 40 gadus veca atmata, kas pēc aramzemes pamešanas daļēji pļauta ar smalcināšanu, bet pēdējos gados visa pļauta sienam (4.1. att.). Atjaunošanas mērķbiotops 6210 Sausi zālāji kaļķainās augsnēs un 6270* Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas.



4.1. att. LĢIA 6. cikla ortofoto (uzņemts 2017. gada maijā) attēlā labi saskatāma robeža starp smalcināto un sienā pļauto zālāju daļu (gaišākā tonī ir smalcinātā daļa). Karte no LĢIA karšu pārlika
<https://kartes.lgia.gov.lv/karte/?x=397505.77&y=626457.42&zoom=10&basemap=topokarte>

“Krastiņos” izmantotas trīs variācijas intensīvas atjaunošanas metodei ar aršanu. Divos zālajos (Lāčmuižas atmata un Rātes atmata) pēc aršanas iesēts sēklu maisījums ar daudzgadīgo aireni, pļavas skareni, pļavas auzeni, sarkano auzeni un ložņu āboliņu. Vienā no tiem sāka ganīšana jau pirmajā zālāja iesēšanas gadā, bet otrajā (Rātes atmata) ganīšana veikta tikai atālā. Visos zālajos veikta sēklu siena izbarošana ganību sezonas noslēguma periodā. Trešā variācija bija nelielā zālāja daļā, kur pēc aršanas zālāja sēklu maisījums netika iesēts.

Atmatu uzaršana un zālāja iesēšana (komerciāls sēklu maisījums ar *Lolium perenne* “Gunta” 25%, *Poa pratensis* “Balin” stīg. 20%, *Festuca pratensis* “Arita” 25%, *Festuca rubra* “Casanova” stīg. 15% un “Vaive” 15%) ar mērķi lauka virsu nolīdzināt atbilstošas apsaimniekošanas nodrošināšanai veikta 2020. gada pavasarī. 2020. gadā platība noganīta Lāčmuižas tīrumā, bet Rātes tīrumā vispirms zāle nopļauta un

noganīts atāls. 2020. gada ziemā veikta sēklu siena izbarošana (4.2. att.). Detālu aprakstu par sēklu siena izbarošānu skat. <https://grasslife.lv/darbi/plavu-atjaunosana-padomi-zemniekiem-zalaju-atjaunosana/>.

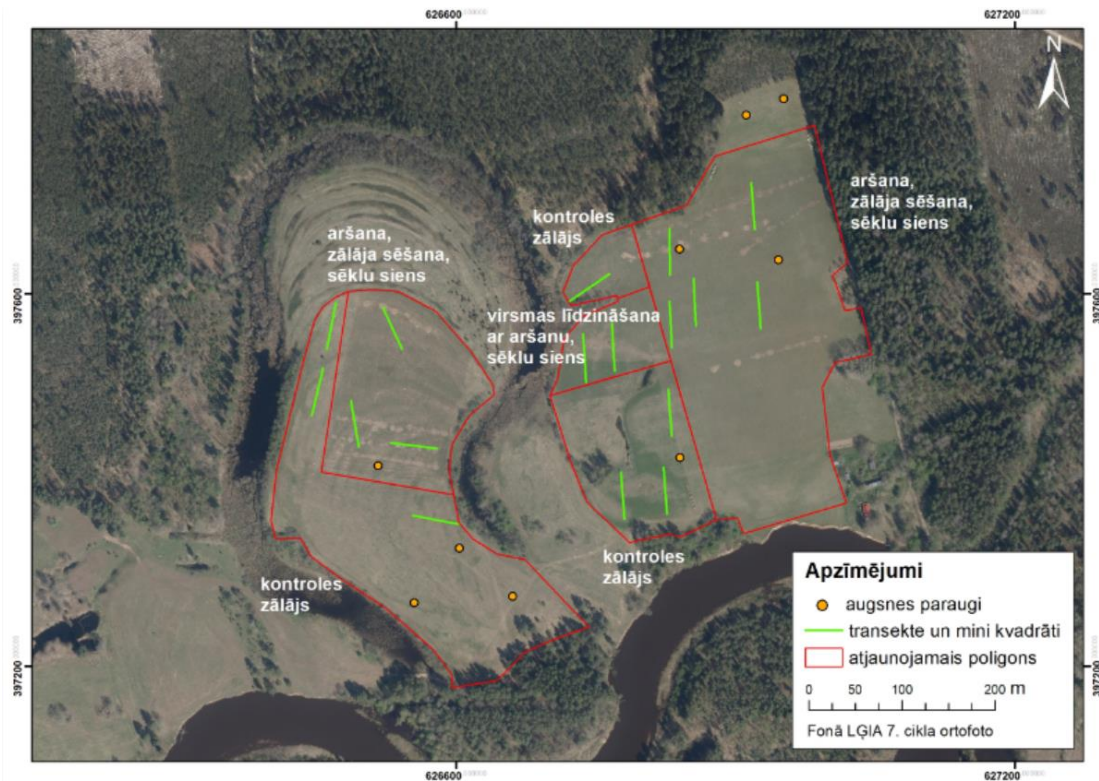
Daļa atmatas Rātes tīrumā pēc uzaršanas un nolīdzināšanas nebija apsēta. 2021. gadā Lāčmuižas atmata noganīta vairākkārt, bet Rātes atmata vispirms nopļauta un noganīts tikai atāls.



4.2. att. LĢIA 7. cikla ortofoto (uzņemts 2021. gada maijā) attēlā labi saskatāmas sēklu siena izbarošanas vietas. Karte no LĢIA karšu pārliūka.

<https://kartes.lgia.gov.lv/karte/?x=397505.77&y=626457.42&zoom=10&basemap=topokarte>

Monitorings veikts Lāčmuižas tīruma uzartajā un apsētajā daļā (Lacm_Lolium) 3 transektēs, references daļā (neuzartajā daļā Lacm_kontr) 3 transektēs, Rātes tīruma uzartajā apsētajā daļā (Rate_Lolium) 5 transektēs, uzartajā neapsētajā daļā (Rate_Nesets) 3 transektēs un references daļā (nearta, Rate_kontr) 3 transektēs. Visām transektēm paralēli uzskaitīti 0.16m^2 laukumi sugu daudzveidības novērtēšanai (4.3. att.). Abos zālajos ievākti arī augsnes paraugi.

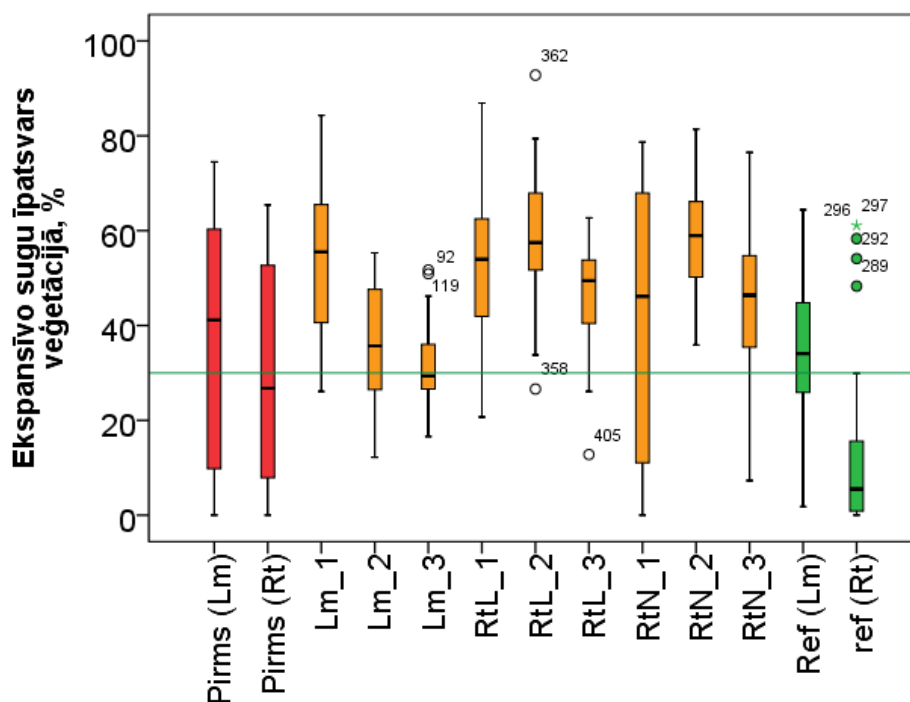


4.3. att. Zālāju biotopu atjaunošanas atmatās efektivitātes monitoringa vietas.

4.2. Rezultāti

4.2.1. Ekspansīvo sugu segums

Ekspansīvo lakstaugu sugu segums atmatās pirms atjaunošanas bija izteikti mozaīkveida un variēja no 10 līdz 60 %. Jaunizveidotajos zālajos pirmajā atjaunošanas gadā tas bija liels (ap 60%). Interesanti, ka ar aršanu nolīdzinātajā platībā, kas atstāta spontānai sukcesijai, šo sugu sastopamība bija izteikti mozaīkveida. Ja sētajos zālajos (lielā mērā pateicoties arī sētajai daudzgadīgajai airenei, kas ir ekspansīva suga) tas bija samērā vienmērīgi augsts (40-65%), tad nesētajā teritorijā seguma vērtību izkliede bija daudz lielāka un vienlīdz daudz parauglaukumos segums bija 50-70% un 10-50% (4.4. att.). Trīs gadu laikā pēc zālāja izveidošanas ekspansīvo sugu segums būtiski samazinājās. Vislabākie rezultāti sasniegti Lāčmuižas tīrumā, kur mediāna jau bija zem 30% (atjaunošanas mērķvērtība), mazāk sekmīgi Rātes tīrumā. Gan sētajā, gan nesētajā daļā 3. gadā pēc atjaunošanas ekspansīvo sugu īpatsvars bija līdzīgs – ap 50%.



4.4. att. Ekspansīvu lakstaugu sugu seguma īpatsvars no kopējā seguma (mini kvadrātu dati). Stāvoklis pirms atjaunošanas sarkanā krāsā, references zālāji zaļā krāsā. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

Ekspansīvo sugu sastāvs atšķirās references zālajos un artajos zālajos. References zālajos augsta sastopamība bija parastajai kamolzālei, pļavas skābenei un Sibīrijas latvānim. Savukārt, jaunizveidotajos zālajos dominēja sētā graudzāle daudzgadīgā airene un vairākas pašizsējā ienākušās sugas – zirgu āboliņš, pļavas timotiņš, ložņu vārpata un tūruma kosa (4.5, 4.6. att). Vislielākais viengadīgo nezāļu skaits un daudzums bija pirmajā izveides gadā Rātes tūruma neapsētajā daļā – akļi, vējgriķi, balandas, zvērene, taču jau otrajā gadā šo sugu skaits un sastopamība krasi samazinājās.



2018. gadā pirms aršanas



2021. gadā divus gadus pēc aršanas dominē daudzgadīgā airene



References zālājs

4.5. att. Veģetācijas attīstība Lāčmuižas tūruma atmatā izveidotajā zālājā.



2018. gadā pirms aršanas



2021. gadā divus gadus pēc aršanas dominē daudzgadīgā aīrene

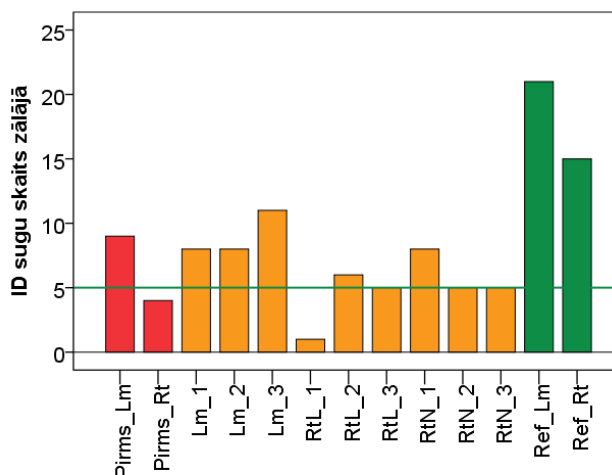


References zālājs

4.6. att. Veģetācijas attīstība Rātes tīruma atmatā izveidotajā zālājā.

4.2.2. Dabisko zālāju indikatorsugas

ID sugu skaits pirms atjaunošanas bija astoņas sugas Lāčmuižas tīrumā un četras sugas Rātes tīrumā un vienā uzskaites punktā vidēji bija mazāk par vienu sugu, bet kumulatīvā sastopamība Lāčmuižas tīrumā bija 100% un Rātes tīrumā pavisam zema (4.7., 4.8. att.). Pēc atjaunošanas jau pirmajā gadā ID sugu skaits zālājā sasniedza mērķvērtību – 5 sugas, izņemot Rātes tīruma sēto daļu, kur konstatēta tikai viena suga. Taču atjaunošanas trešajā gadā sugu skaita mērķvērtība bija sasniegta visās atjaunošanas vietās. Vislabākie rezultāti bija Lāčmuižas tīrumā, kur ID sugu skaits pieauga līdz 11 sugām ar kumulatīvo sastopamību 200%. References zālāja vērtības gan netika sasniegtas (14-21 ID suga ar kumulatīvo sastopamību nedaudz virs 350%).

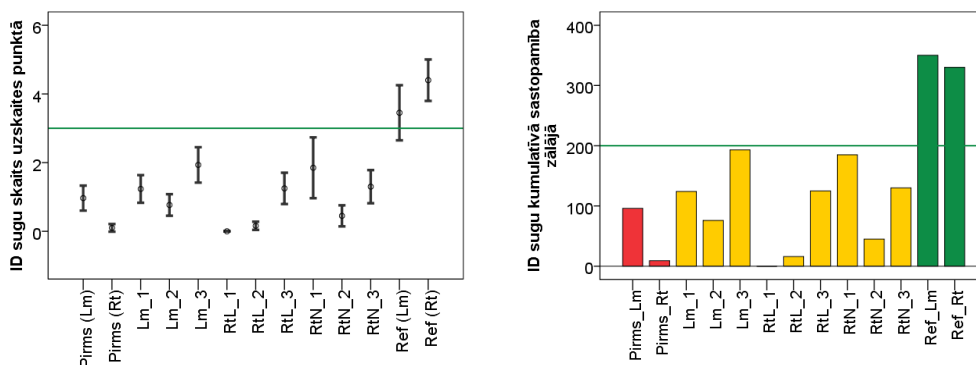


4.7. att. Dabisko zālāju indikatorsugu kumulatīvais skaits zālājā (transekšu dati). Stāvkoklis pirms atjaunošanas sarkanā krāsā, references zālāji zaļā krāsā. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

References zālajos kopā konstatētas 20 indikatorsugas. Ar augstu sastopamību (virs 40% no parauglaukumiem) pļavas ķērsa, dzirkstelīte, kailā pļavauzīte un matainā vēlpiene (4.1. tab.). Jaunizveidotajos zālajos kopā konstatētas 12 indikatorsugas. Trešajā atjaunošanas gadā augsta sastopamība bija dzirkstelītei un matainajai vēlpienei.

4.1. tabula. Saimniecības “Kraščiņi” atjaunoto atmatu un to references vietu indikatorsugu sastāvs pēc transekšu datiem (norādīta sugas sastopamība % no parauglaukumu skaita). Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, Rtl – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

Sugas zinātniskais nosaukums	Pirms_Lm	Pirms_Rt	Lm_1	Lm_2	Lm_3	Rtl_1	Rtl_2	Rtl_3	RtN_1	RtN_2	RtN_3	Ref_Lm	Ref_Rt
<i>Agrimonia eupatoria</i>	3	3							20				3
<i>Briza media</i>	33			7	23							54	6
<i>Cardamine pratensis</i>												2	
<i>Care xpanicea</i>				3								3	
<i>Dactylorhiza maculata</i>												3	
<i>Dactylorhiza species</i>												2	
<i>Dianthus deltoides</i>	30	3	3	3	60			55	45	15	55	38	78
<i>Filipendula vulgaris</i>	10		27	30	7				5	5	15	31	31
<i>Fragaria viridis</i>			10		13		2	15	30	5		14	28
<i>Galium boreale</i>			17	3	7				10			8	5
<i>Geranium palustre</i>		3										9	5
<i>Helictotrichon pratense</i>					10			5	25		10	68	74
<i>Leontodon danubialis</i>					3		4	5				1	
<i>Leontodon hispidus</i>			30	23	50		6	45	45	20	45	47	49
<i>Pimpinella saxifraga</i>												1	1
<i>Plantago media</i>			10									4	3
<i>Polygala comosa</i>	7											4	1
<i>Polygala vulgaris</i>											5	20	
<i>Primula veris</i>	3				3								
<i>Ranunculus auricomus</i>	3		27		10							7	1
<i>Stachys officinalis</i>				7									
<i>Trifolium montanum</i>	7				7		2					33	24
<i>Veronica spicata</i>									5				
<i>Viscaria vulgaris</i>							2					1	21

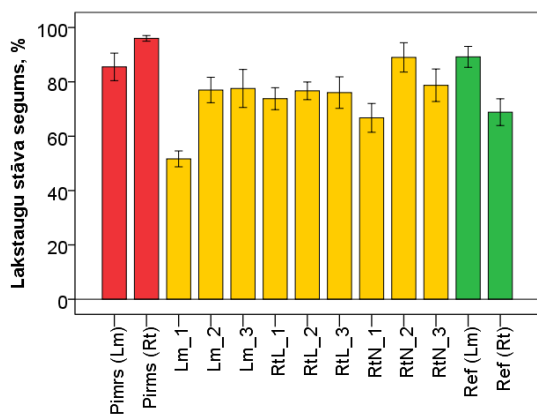


4.8. att. Dabisko zālāju indikatorsugu vidējais skaits vienā uzskaites punktā (pa kreisi) un kumulatīvā sastopamība zālājā (transekšu dati). Stāvoklis pirms atjaunošanas sarkanā krāsā, references zālāji zaļā krāsā. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

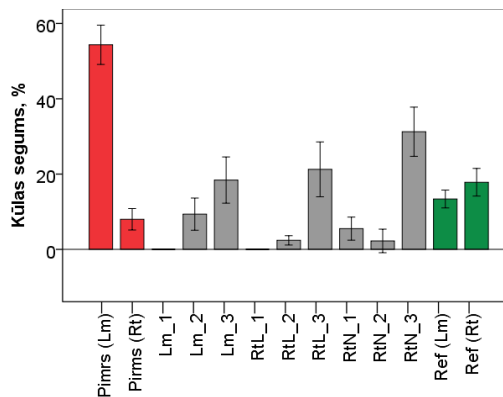
4.2.3. Lakstaugu sugu daudzveidība un augu sabiedrību izmaiņas

Pirms uzāršanas lakstaugu stāva segums bija līdzīgs kā references zālajos (Lāčmuižas tīruma un Rātes tīruma neuzartās daļas) ar vidējo segumu ap 80% (4.9. att.). 2020. gada pavasarī abos tīrumos tika iesēts zālājs un jau vasarā tas bija labi attīstījies. Rātes tīrumā lakstaugu stāvs bija saslēgtāks nekā Lāčmuižas tīrumā, kur tas bija tikai 50%. Atšķirība skaidrojama ar ganīšanas ietekmi. Lāčmuižas tīrumā tā sākās jau pavasarī drīz pēc zālāja sadīgšanas, tādēļ tur zālāja zelmenis saslēdzās lēnāk. Rātes tīrumā ganīšana notika tikai atālā. Jau trešajā atjaunošanas gadā nekādu atšķirību lakstaugu stāva struktūrā vairs nebija, un lakstaugu stāva segums sasniedza gandrīz 80%, kas ir raksturīga vērtība arī mērķbiotopam.

Kūlas segums pēc atjaunošanas darbībām bija ļoti zems, taču arī references zālajos tas bija zems, kas skaidrojams ar ganīšanas ietekmi (4.10. att.). Pirms atjaunošanas ganīšana šajās teritorijās nenotika, tādēļ Lāčmuižas tīrumā kūlas bija daudz, un tās segums pārsniedza ieteicamo segumu, kas ir ne vairāk par 30%. Artajā daļā kūlas segums būs zems vēl arī nākamajos gados, jo veģetācijas turpina saslēgties un veidoties. Nākamajos gados būtu jāseko ganīšanas slodzei un ilgumam, rudenī pārtraucot ganīšanu, kad zāle vēl vismaz 5-10 cm gara. Tas ļaus veidoties nelielam kūlas segumam, kas nepieciešams gan augu, gan bezmugurkaulnieku sekmīgākai pārziemošanai.

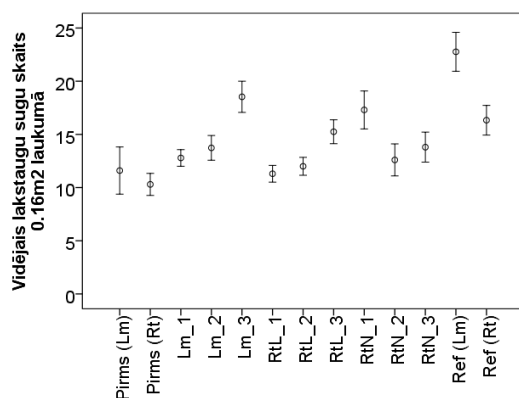


4.9. att. Lakstaugu stāva segums. Stāvoklis pirms atjaunošanas sarkanā krāsā, referenes zālāji zaļā krāsā. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

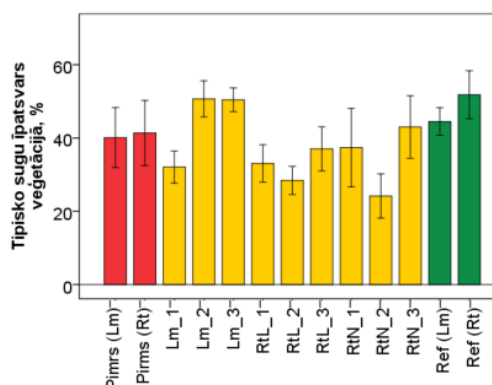


4.10. att. Kūlas segums. Stāvoklis pirms atjaunošanas sarkanā krāsā, referenes zālāji zaļā krāsā. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

Veģetācijas attīstībā vislabākie rezultāti bija Lāčmuižas atmatā, kur lakstaugu sugu skaits pieauga līdz gandrīz 20 un tipisko lakstaugu sugu īpatsvars palielinājās no 40% (pirms atjaunošanas situācija) uz 55% (4.11., 4.12. att.).

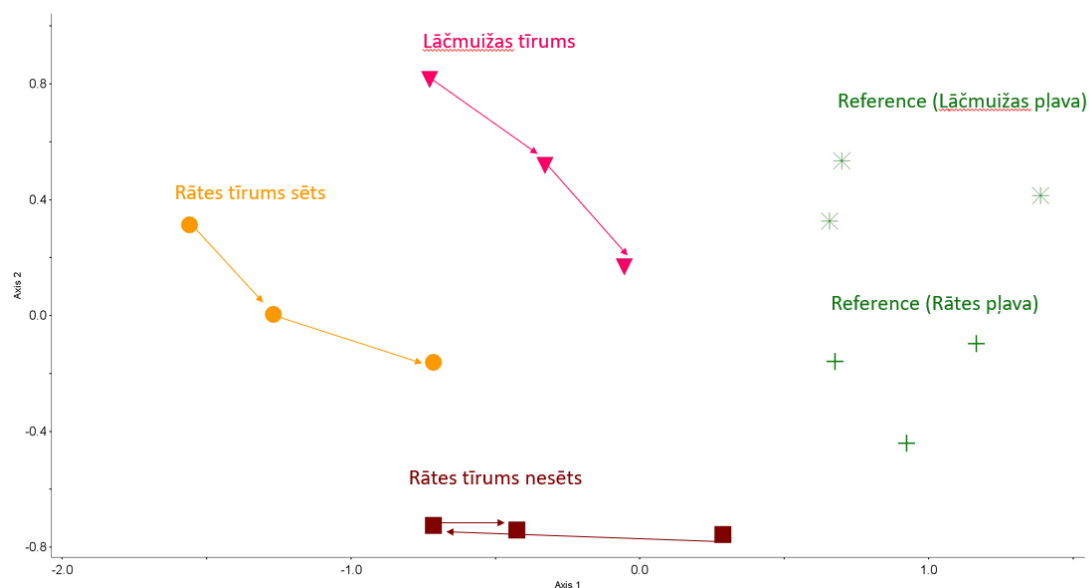


4.11. att. Lakstaugu sugu vidējais skaits 0.16 m² laukumos. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.



4.12. att. Tipisko lakstaugu sugu īpatsvars veģetācijā (mini laukumu dati). Stāvoklis pirms atjaunošanas sarkanā krāsā, referenes zālāji zaļā krāsā. Lm – Lāčmuižas atmata, Rt – Rātes atmata, RtL – sēts ar komerciālu graudzāļu maisījumu, RtN – uzarts un nolīdzināts bez sēšanas (spontāna sukcesija). 1, 2, 3 – attiecīgi, 1. 2. un 3. gads pēc atjaunošanas.

Kopumā augu sugu sastāvs trīs gadu laikā kopš zālāja izveides jau bija mainījies references zālāju virzienā. Šo veģetācijas attīstību atspoguļo netiešās ordinācijas diagramma (4.13. att.). Pirmā ass ir interpretējama kā zālāja dabiskuma gradients. Uz ass lielākajām vērtībām (labajā pusē) izvietoti visi references zālāji. Ass otrā gradienta galā pie tās mazākajām vērtībām (kreisā pusē) izvietoti parauglaukumi vienu gadu pēc aršanas. Tātad tie pēc sugu sastāva ir visatšķirīgākie no references zālājiem.



4.13. att. NMDM ordinācijas diagramma. Divu dimensiju risinājums, Sjerensena attāluma koeficients, 60 iterācijas, stresa vērtība 9.7.

Pēc zālāja iesēšanas 2020. gada vasarā zelmeni pamatā veidoja sētās graudzāles daudzgadīgā airene, sarkanā un pļavas auzene un pļavas skarene. No sēklu bankas bija bagātīgi sadīdzis zirgu āboliņš un hibrīdais āboliņš, vietām arī tīruma kosa, pļavas dzelzene, maura retējs un šaurlapu ceļteka. Jau pirmajā izveides gadā zālāju biotopiem tipisku augu sugu sastopamība bija liela un tā palielinājās otrajā izveides gadā, piemēram, parastais raskrēslis, parastā smilga, pļavas dzelzene, baltā madara, pļavas dedestiņa. Trešajā gadā pēc sēšanas stipri palielinājās dabiskiem zālājiem raksturīgu eirbiontu augu sugu sastopamība un segums (sugas ar plašu ekoloģiju, kas bieži sastopamas visos zālāju veidos, t.sk. ilggadīgās atmatās un dabiskojošos sētos zālājos) – velēnu radzene, lielā un parastā smilga, ložņu gundega, bālganais grīslis, pļavas dzelzene, pļavas skarene, pelašķis, ložņu āboliņš, mazā brūngalvīte. No references zālāja šo augu sabiedrību nošķir daudzu mērķbiotopam (6210 Sausi zālāji kaļķainās augsnēs un 6270* Sugām bagātas ganības un ganītas pļavas) tipisku sugu iztrūkums vai maza sastopamība, piemēram, kailā pļavauzīte, parastā smaržzāle, kalnu āboliņš, lauku zemzālīte, raspodiņš, parastais vizulis, Polijas nārbulis u.c. (4.2. tab.).

4.2. tabula. Lāčmuižas tīrums veģetācija trīs gadus pēc atjaunošanas un references zālāja (Lāčmuižas pļava) sugu sastāvs pēc mini kvadrātu datiem (norādīta sugas sastopamība % no parauglūkumu skaita). Tabulā iekļautas tikai biežākās sugas.

Suga	1.g. pēc atj.	2.g. pēc atj.	3.g. pēc atj.	Reference
Fallopia convolvulus	30	.	.	.
Chenopodium album	23	7	.	.
Veronica longifolia	16	.	3	.
Viola arvensis	16	7	.	.
Plantago major	10	7	3	.
Carex contigua	.	10	.	.
Geranium palustre	.	10	.	.
Cerastium holosteoides	10	10	63	.
Ranunculus repens	3	10	33	.
Carex pallescens	10	13	37	3
Trifolium repens	25	37	57	21
Rumex acetosella	3	3	17	.
Stellaria graminea	16	13	40	15
Trifolium hybridum	.	7	13	.
Trifolium pratense	10	7	20	3
Cirsium arvense	10	10	20	.
Potentilla argentea	2	3	10	.
Viola canina	.	.	10	5
Deschampsia cespitosa	.	.	10	5
Plantago lanceolata	33	43	57	44
Hypericum maculatum	13	13	20	8
Dactylis glomerata	7	3	20	72
Helictotrichon pratense	.	.	3	49
Anthoxanthum odoratum	.	13	10	56
Trifolium montanum	.	.	.	33
Luzula campestris	.	3	3	38
Alchemilla species	.	.	.	28
Briza media	.	.	.	26
Leontodon hispidus	7	.	7	38
Melampyrum nemorosum	.	.	.	18
Helictotrichon pubescens	3	3	.	26
Heracleum sibiricum	25	13	10	44
Galium album	23	37	30	62
Phleum pratense	16	17	17	41
Rumex acetosa	13	3	13	31
Equisetum pratense	10	20	20	33
Ranunculus acris	31	27	33	49
Leucanthemum vulgare	36	20	37	46
Elytrigia repens	61	37	57	3
Vicia cracca	62	43	57	10
Stachys palustris	18	13	10	.
Equisetum arvense	49	40	63	13
Senecio jacobaea	16	20	10	3
Potentilla anserina	26	23	33	3
Agrostis gigantea	.	33	53	.
Poa pratensis	.	20	30	5
Centaurea jacea	56	77	93	54
Festuca rubra	84	90	97	72
Achillea millefolium	39	70	90	74
Agrostis tenuis	23	47	53	54
Veronica chamaedrys	13	10	37	54
Lolium perenne	100	97	97	.
Trifolium medium	90	90	83	28
Festuca pratensis	80	73	80	33
Alchemilla vulgaris	59	67	63	15

Rātes tīruma daļā, kas pēc uzaršanas un nolīdzināšanas nebija apsēta, pirmajā gadā dominēja viengadīgās nezāles un vārpata, bet vietām bija saglabājušās dabiskiem zālājiem raksturīgas augu sugas, kas tur bija sastopamas pirms uzaršanas (4.3. tab., 4.14. att.). To daudzums samazinājās otrajā gadā, taču trešajā gadā atkal palielinājās.

4.3. tabula. Rātes tīruma veģetācija trīs gadus pēc atjaunošanas un references zālāja (Rātes pļava) sugu sastāvs pēc mini kvadrātu datiem (norādīta sugu sastopamība % no parauglaukumu skaita). Tabulā iekļautas tikai biežākās sugas.

Suga	Rātes atmata sēts			Rātes atmata nesēts			Reference
	1.g.	2.g.	3.g.	1.g.	2.g.	3.g.	
Veronica longifolia	16	.	3	.	5	.	.
Carum carvi	3	.	.	.	.	.	.
Filaginella uliginosa	3	.	.	.	.	.	.
Geranium palustre	.	10	.	.	.	.	.
Carex contigua	.	10	.	.	.	.	.
Ranunculus repens	3	10	33	.	5	.	.
Daucus carota	.	.	10	.	.	.	.
Barbarea vulgaris	.	.	.	25	.	.	.
Capsella bursa-pastoris	.	.	.	25	.	.	.
Potentilla norvegica	.	.	.	20	.	.	.
Thlaspi arvense	.	.	.	20	.	.	.
Galium boreale	.	3	.	20	.	.	.
Raphanus raphanistrum	.	.	.	15	.	.	.
Polygonum persicaria	.	.	3	.	15	.	.
Selinum carvifolia	.	.	3	5	10	.	3
Vicia hirsuta	.	.	.	.	5	40	10
Vicia sepium	.	.	.	.	5	25	3
Myosotis arvensis	.	.	.	.	.	10	.
Helictotrichon pubescens	3	3	.	15	.	.	57
Dactylis glomerata	7	3	20	25	15	20	73
Festuca ovina	.	.	3	.	.	.	23
Trifolium montanum	.	.	.	.	.	.	17
Knautia arvensis	7	.	7	.	.	.	27
Filipendula vulgaris	3	7	3	5	5	5	20
Fallopia convolvulus	30	.	.	35	.	.	.
Plantago major	10	7	3	.	.	.	.
Stachys palustris	18	13	10	.	5	5	.
Chenopodium album	23	7	.	45	.	.	.
Equisetum arvense	49	40	63	20	40	15	13
Viola arvensis	16	7	.	40	.	.	.
Polygonum arenastrum	3	.	.	5	.	.	.
Potentilla anserina	26	23	33	15	20	25	.
Centaurea jacea	56	77	93	45	40	45	40
Prunella vulgaris	.	20	33	5	.	.	7
Poa pratensis	.	20	30	5	15	10	.
Lathyrus pratensis	21	33	30	15	50	25	.
Carex pallescens	10	13	37	5	.	.	.
Cerastium holosteoides	10	10	63	15	5	30	7
Rumex acetosella	3	3	17	15	.	10	7
Hypericum maculatum	13	13	20	20	.	.	10
Trifolium pratense	10	7	20	10	.	5	27
Campanula patula	.	3	10	10	5	5	7
Potentilla argentea	2	3	10	5	.	5	17
Tripleurospermum perforat	3	3	7	5	.	10	.
Vicia angustifolia	.	3	3	30	10	.	.
Luzula campestris	.	.	.	25	.	10	3
Anthoxanthum odoratum	.	13	10	50	.	.	77
Inula salicina	.	.	.	25	15	10	3
Veronica chamaedrys	13	10	37	65	5	40	90
Fragaria viridis	.	3	3	25	.	.	30
Rumex acetosa	13	3	13	30	5	.	30
Galium album	23	37	30	60	35	20	60
Senecio jacobaea	16	20	10	35	5	5	67
Trifolium arvense	.	.	10	15	.	5	23
Leontodon hispidus	7	.	7	20	5	10	33
Rumex crispus	.	.	.	5	10	.	.
Helictotrichon pratense	.	.	3	20	.	.	70
Dianthus deltoides	7	17	23	30	5	10	67
Trifolium hybridum	.	7	13	10	60	40	.
Phleum pratense	16	17	17	35	70	85	13
Artemisia vulgaris	.	.	.	.	10	5	.
Poa palustris	.	.	3	5	15	10	.
Heracleum sibiricum	25	13	10	25	45	45	17
Stellaria graminea	16	13	40	30	25	55	63
Lolium perenne	100	97	97	.	10	.	.
Alchemilla vulgaris	59	67	63	5	.	.	10
Festuca pratensis	80	73	80	10	35	25	30
Trifolium medium	90	90	83	45	55	60	10
Leucanthemum vulgare	36	20	37	45	10	5	23
Elytrigia repens	61	37	57	35	70	90	7
Agrostis tenuis	23	47	53	30	5	25	60
Festuca rubra	84	90	97	100	65	85	77
Agrostis gigantea	.	33	53	5	45	70	.
Achillea millefolium	39	70	90	80	75	90	87
Hypericum perforatum	.	10	17	5	15	15	3
Trifolium repens	25	37	57	85	100	65	40
Hieracium umbellatum	.	.	.	15	15	10	7
Taraxacum officinale	10	7	20	35	50	35	27



A



B



C



D

4.14. att. Rātes tīrums 2020. gadā uzartajā atmatā tā paša gada vasarā zālāja zelmenī dominē viengadīgās nezāles (A), ložņu vārpata (B), bet vietām ir saglabājušās dabisko zālāju sugas – pļavas dzelzene, matainā vēlpiene, parastais pelašķis (C, D).

Ganīšana veģetācijas attīstību pēc zālāja iesēšanas ietekmēja atšķirīgi no pļaušanas. Pirmkārt, ganītajā daļā zālājs attīstījās lēnāk, jo ganīšana sākās jau gandrīz tūlīt pēc zālāja iesēšanas. Tas labi redzams 2020. gada 22. jūnija aerofoto (4.15. att.).



4.15. att. 2020. gada pavasarī iesētā pagaidu zālāja zelmeņa attīstība. Aerofoto uzņemts 2020. gada 22. jūnijā. Attēls no Estonian Land Board 2020, <https://maaamet.ee/en>

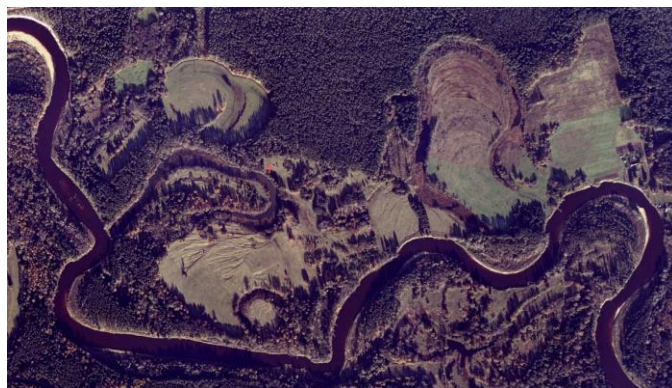
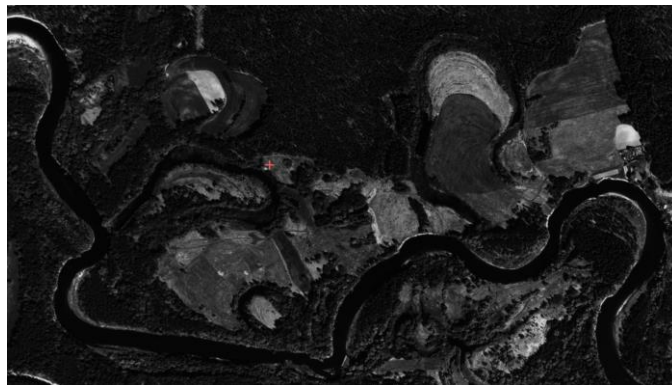
4.2.4. Augsnes ķīmiskās īpašības

Būtisks faktors dabiska zālāja veidošanās sekmēm ir augsnes auglība. Abās atmatās, kas 2019. gada rudenī tika uzartas un 2020. gada pavasarī apsētas ar komerciālu graudzāļu maisījumu, augsnes auglību raksturojošie rādītāji mainījās nebūtiski (Vilkoksona neparametriskais tests saistītām paraugkopām, $p < 0.05$, paraugu skaits bija neliels, tādēļ izmaiņu būtiskuma rezultāti jāinterpretē piesardzīgi), tomēr artajos zālajos novērota izteiktāka tendence uz izmaiņām (4.4. tab.). Kustīgā kālija daudzums references zālājā samazinājās, bet artajā daļā samazinājums bija lielāks – no vidēji 162 uz 67 mg kg⁻¹, ko var skaidrot ar aktīvu graudzāļu augšanu pēc to iesēšanas. Ir zināms, ka graudzāles aktīvi izmanto kustīgo kāliju. Savukārt, pretēji gaidītajam, fosfora daudzums palielinājās divas reizes gan Rātes atmatā, gan Rātes pļavā (reference), kamēr Lāčmuižas atmatā tā kopumā bija mazāk, un izmaiņas nebija tik krasas. Lielākā interese atjaunošanas kontekstā ir tieši par fosforu, jo tā pieaugums var mazināt atjaunošanās sekmes. Rātes atmatā fosfora daudzums pārsniedza 10-15 mg kg⁻¹ sliekšni, kuru kā kritisku min ekoloģiskās atjaunošanas literatūrā. Tas nozīmē, ka turpmākajos gados atjaunošanās process tur jāveicina ar pastiprinātu barības vielu iznesi ar pļaušanu un ganišanu, kamēr Lāčmuižas atmatā papildu uzmanība šim aspektam nav jāpievērš, jo gan artajā, gan neartajā daļā fosfora daudzums ir stipri zem kritiskā sliekšņa. Šis aspekts varētu būt papildinošs ganišanas pozitīvajai ietekmei, kādēļ Lāčmuižas atmatā atjaunošanās kopumā notika sekmīgāk nekā Rātes atmatā. Jāatzīmē, ka fosfora atšķirīgo apjomu augsnē, visdrīzāk, radījusi atšķirīgā vēsturiskā apsaimniekošana – Rātes atmata ilgstoši bija kolhoza tīrums, kuru daudz intensīvāk ielaboja nekā Lāčmuižas atmatu, kā arī tā ilgstošāk bijusi aramzeme (4.15. att.).

4.4. tabula. Augsnes ķīmiskās īpašības pirms un pēc atjaunošanas.

* – Lm – Lāčmuižas atmata sēta; LmRef – Lāčmuižas pļava (reference); RtL – Rātes atmata sēta; RtRef – Rātes pļava (reference). 18 – 2018. gada paraugošana, 21 – 2021. gada paraugošana.

	LmL18*	LmL21	LmRef18	LmRef21	RtL_18	RtL_21	RtRef_18	RtRef_21
Paraugu skaits	1	1	4	4	3	3	1	1
N, %	0.3	0.2	0.2±0	0.2±0	0.2±0.1	0.2±0.1	0.3	0.2
C, %	3.0	1.4	2.6±0.4	2.4±0.4	4.1±2.6	1.8±0.4	3.1	2.1
pH _{BaCl2}	4.8	5.5	4.9±0.2	5.3±0.1	5.2±0.1	5.6±0.3	5.2	5.4
ECEC, cmol(+) kg ⁻¹	10.3	8.8	9.6±3.3	11.5±1.2	8.8±1.9	7.3±0.5	7.4	7.1
K, mg kg ⁻¹	43.8	38.2	51.2±7.4	46.9±7.9	161.9±72	67.1±33.8	89.5	63.1
P(Olsen), mg kg ⁻¹	3.6	6.4	4.3±0.8	5.6±0.6	9.9±1.6	18.5±9.5	12	26.7



4.15.att. Dažādu gadu ortofoto redzama teritorijas apsaimniekošana. Pirmais no augšas – 1947.gads, attēls no Estonian Land Board,, <https://maaamet.ee/en>, 1947. gads, [https://fotoladu.maaamet.ee/?basemap=digiaero&minimap=1947%20Geoloogiakeskus&zlevel=11,26.12065,57.70322&fotoarhiiv&overlay=;](https://fotoladu.maaamet.ee/?basemap=digiaero&minimap=1947%20Geoloogiakeskus&zlevel=11,26.12065,57.70322&fotoarhiiv&overlay=) otrais – LĢIA, 1. cikla ortofoto (1999. gads), trešais – LĢIA, 3. cikla ortofoto (2011. gads).

Kopējā oglekļa daudzums ievērojami samazinājās atjaunotajās vietās, kas aršanas rezultātā ir paredzams, jo ir zināms, ka lielākā oglekļa daļa zālajos atrodas tieši zem zemes esošās augu daļās, un, veicot zālāja aršanu, organiskie savienojumi sāk sadalīties. It īpaši tas ir raksturīgs aršanas pirmajos gados, kad novērojama visintensīvākā oglekļa samazināšanās (Reinsch et al., 2018). References zālajos oglekļa daudzums bija stabils. Zināms, ka pastāv pozitīva korelācija starp sugu daudzveidību un oglekļa saturu augsnē (Yang et al., 2019, De Deyn et al., 2011). Tas ir labs rādītājs ne tikai zālāju atjaunošanās kontekstā, bet arī CO₂ piesaistē.

Kopējā slāpekļa daudzums gandrīz nemainījās. Būtiska ietekme uz slāpekli ir dažādām tauriņziežu sugām, kuras ar gumiņbaktērijām spēj piesaistīt atmosfērā esošo slāpekli (Rūsiņa (red.), 2017, Emadodin et al., 2021) un palielināt elementa daudzumu augsnē. Sugu inventarizācijas laikā ir novērots, ka atmatu zālajos pēc aršanas āboliņu segums bija palielinājies, tomēr augsnes kopējā N analīzes neparādīja nekādas atšķirības starp atjaunotajiem zālājiem un references vietām.

4.3. Diskusija

Triju gadu laikā ir sasniegts ievērojams progress sugu daudzveidības un mērķbiotopam raksturīgu augu sugu ieviešanā atjaunotajā atmatas platībā (4.5. tab.). Tomēr ir skaidrs, ka atjaunošanās vēl ir tikai uzsākusies, un vēl ilgs laiks nepieciešams, lai atjaunotos ne vien augu sabiedrība, bet arī augsnes mikrobiota un dzīvnieku biokopa.

4.5. tabula. Atmatu atjaunošanas mērķis un rezultāti.

Prognozētā atjaunošanas ietekme (hipotēzes)	Rezultāti
Augiem pieejamo augsnes barības elementu daudzums samazinās ar aršanu atjaunotajās platībās.	Būtiskas izmaiņas salīdzinājumā ar pirmsatjaunošanas stāvokli netika konstatētas. Tādēļ secinām, ka aršana un zālāja sēšana augsnes ķīmiskās īpašības mainīja nebūtiski, un tās ir labvēlīgas zālāja turpmākās dabiskošanās procesam. Tomēr turpmākajā atjaunošanas procesā jāpievērš uzmanība atjaunošanās sekmju kontekstā nozīmīgākajam augu barības elementam fosforam, kura daudzums nedaudz pārsniedza kritisko 10-15 mg kg ⁻¹ sliekšni Rātes atmatā.
Mērķbiotopam raksturīgu dominējošo augu sugu sastopamība projekta beigās palielinājusies par 20 % salīdzinot ar sākuma stāvokli.	Mērķvērtība ir sasniegta. Jau zālāju izveides pirmajā gadā bez sētajām graudzālēm veģetāciju veidoja desmit mērķbiotopam raksturīgas augu sugas ar sastopamību virs 20% un trešajā atjaunošanas gadā tā bija jau 55%. Augu sabiedrības sastāva līdzība ar references zālāju arvien pieauga. Secinām, ka zālāja izveide notikusi sekmīgi, un tas attīstās mērķbiotopa virzienā.
Ekspansīvo augu sugu segums (t.sk. sēto graudzāļu) pakāpeniski samazinās un projekta beigās nav lielāks par 50% no veģetācijas seguma.	Mērķvērtība ir sasniegta Lāčmuižās atmatā, bet Rātes atmatā tā vēl nedaudz pārsniedz vēlamo. Tas skaidrojams ar nedaudz palielinātu augsnes auglību (vēsturiskās apsaimniekošanas pēctecība) un saimniecisko nepieciešamību zālāju uzturēt kā pļavu nevis ganības. Prognozējams, ka atjaunošanās turpināsies sekmīgi, tikai jārēķinās ar ilgāku laiku, lai sasniegtu mērķbiotopam raksturīgos rādītājus.
Dabisko zālāju indikatorsugu skaits palielinās par 20% salīdzinājumā ar sākuma stāvokli.	Mērķvērtība sasniegta. Lāčmuižas atmatā ID sugu skaits salīdzinot ar pirmsatjaunošanas stāvokli palielinājās par divām sugām un to kumulatīvā sastopamība pieauga divas reizes. Rātes atmatā pieaugums bija par vienu sugu un sastopamība palielinājās pat vairāk nekā trīs reizes. Tas, ka jau trešajā gadā pēc zālāju biotopa izveides tajos sastopamas 5 līdz 11 indikatorsugas, liecina par labvēlīgiem apstākļiem biotopa dabiskošanās procesam un veiksmīgu sugu ieviešanas praksi ar liellopu adaptīvas ganīšanas palīdzību.

Mūsu rezultāti ir salīdzināmi ar citur Eiropā iegūtiem rezultātiem šādas atjaunošanas scenārijā. Zinātniskajā literatūrā vērtē, ka zālāja augu sabiedrība sasniedz mērķbiotopam raksturīgo sugu sastāvu un, kas vēl svarīgāk, sugu savstarpējo īpatsvaru tikai pēc 10-20 gadiem (Walker et al. 2004). Tomēr mūsu gadījumā pozitīvs aspekts ir tas, ka augsnes atveseļošanās process jau ir ildzis pāris gadu desmitus, jo aramzemes izmantošana pārtraukta 1990. gadu pirmajā pusē. Otrs ātrāku atjaunošanos potenciāli veicinošs aspekts ir zālāja atrašanās ar sugām piesātinātā palienes ainavā, kas nodrošina bagātīgu sugu resursu.

Rātes atmatā novērotais augiem pieejamā fosfora daudzuma pieaugums pēc atjaunošanas nozīmē, ka dažos nākamajos atjaunošanas gados būtu jāveic intensīvāka barības vielu iznese. Pļaušana vienu reizi gadā iznes ap 1% no kopējā fosfora augsnē (Walker et al. 2004). Ņemot vērā, ka tā daudzumu vajadzētu samazināt gandrīz uz pusi, vajadzīgi vēl vairāki gadi, lai augsnes auglības apstākļi kļūtu piemēroti vairumam mērķbiotopa sugu. Saskaņā ar literatūru, Rātes atmata tiek apsaimniekota vienā no efektīvākajiem veidiem, proti, ar pļaušanu un ganīšanu atālā. Tā ir pierādījusies kā efektīvāka metode salīdzinājumā ar tikai pļaušanu vai tikai ganīšanu (Lawson et al. 2004).

4.6. Secinājumi

Zālāju biotopu atjaunošana atmatās noritēja sekmīgi. Abās teritorijās atjaunošanās process noritēja pozitīvā virzienā un palielinājās gan tipisko lakstaugu sugu īpatsvars veģetācijā, gan dabisko zālāju indikatorsugu skaits un kumulatīvā sastopamība. Nebija tādu platību, kur stāvoklis pēc atjaunošanas būtu kļuvis sliktāks nekā tas bija pirms atjaunošanas.

Lāčmuižas atmatā ir sasniegti minimālie ES aizsargājama biotopa kritēriji attiecībā uz dabisko zālāju indikatorsugu skaitu un sastopamību. Lai arī augu sabiedrības līdzība ar references zālāju vēl nav pietiekama, tomēr zālāju var klasificēt kā aizsargājamu biotopu, ņemot vērā, ka tas ir kā ieslēgums plašākā aizsargājamu zālāju biotopu mozaikā un ietverts vienotā adaptīvās ganīšanas aploku sistēmā.

No biotopa atjaunošanās aspekta nebija atšķirību starp atmatas daļu, kas pēc aršanas bija vai nebija apsēta ar komerciālo zālāja sēklu maisījumu. Pirmajā gadā lielāka sugu daudzveidība bija nesētajā daļā, bet trīs gadu laikā atšķirības izlīdzinājās. Tātad īstermiņa monitoringa rezultāti dod pamatu atjaunošanā izvēlēties apsaimniekotājam labvēlīgākus scenārijus, piemēram, spontānās sukcesijas vietā izmantot komerciālo zālāja sēklu sēšanu, ja atjaunojamie zālāji nav izņemami no apsaimniekošanas cikla nevienu gadu. Monitoringa rezultāti gan attiecināmi tikai uz ainavām, kuras ir piesātinātas ar dabiskajiem zālājiem un ir nodrošināma sēklu siena izklāšana. Šis ieteikums nav vispārināms uz fragmentētām un intensīvas

lauksaimniecības ainavām, kur augsnes var būt daudz izmainītākas un nezāļu banka bagātīgāka, kā arī mazāk iespēju augu sugām ienākt no apkārtnes.

Ņemot vērā ekoloģiskā atjaunošanas starptautisko pieredzi, joprojām pēc iespējas būtu jāizvēlas dabiskākas atjaunošanas metodes, izvēloties spontāno sukcesiju kombinācijā ar tuvumā esošu zālāju biotopu sēklu sienu vai zāles iegūvi un izklāšanu, kā arī izvairoties no komerciālo zālāju sēklu izmantošanas zālāja veidošanā.

Trīs gadi ir pārāk mazs laiks, lai spriestu par zālāju biotopu ekoloģiskās atjaunošanas metožu efektivitāti ilgtermiņā, tādēļ šajā projektā iegūtie rezultāti interpretējami tikai kontekstā ar projektam atvēlēto atjaunošanas laiku – divi-trīs gadi. Tādēļ rezultāti jāizmanto nākotnes atjaunošanas projektu plānošanā ļoti piesardzīgi.

5. ADAPTĪVAS GANĪŠANAS SISTĒMAS IEVIEŠANAS IETEKME UZ BIOTOPU SAGLABĀŠANĀS PAKĀPI

5.1. Metodes

Projekta sākumā saimniecības apsaimniekotajās ganībās ganīšana notika brīvi vienā aplokā, neregulējot ganīšanas slodzi un laiku. Laikā no 2004. gada līdz 2017. gadam ganīšanas slodze pakāpeniski palielinājās no 0.40 uz 0.55 LielV ha⁻¹. Projekta pirmajos gados notika pāreja no brīvas ganīšanas uz regulētu ganīšanu vairākos aplokos, ieviešot adaptīvu ganīšanas sistēmu, samazinot ganīšanas slodzi un saīsinot ganību sezonu (pavasārī netika ganīts) un nomainot intensīvu liellopu šķirni (Šarolē, Herefords) uz mazintensīvu šķirni (Hailandes liellops).

Adaptīvas ganīšanas sistēmas izveides ietekme uz veģētāciju vērtēta ar divām metodēm:

- 1) 18 pastāvīgo parauglaukumu veģētācijas izmaiņas (veģētācijas struktūra un augu sugu daudzveidība) periodā no 2004. gada līdz 2022. gadam (ieskaitot);
- 2) aviācijā bāzēta attālā izpēte – lakstaugu stāva blīvuma, zemsedzei pieejamās gaismas piekļuves un zemsedzes heterogenitātes izmaiņas, salīdzinot stāvokli 2014. gadā un 2022. gadā.

Veģētācijas monitoringa veikts 18 pastāvīgajos parauglaukumos, kas izvietoti divās transektēs pāri visai ganību teritorijai (2. nodaļas 2.2.att.). Monitoringa mērķis bija noskaidrot, kā uz adaptīvas ganīšanas ieviešanu reaģē augu sugu daudzveidība (indikatori: sugu skaits, sugu skaita-platības līkne), veģētācijas sastāvs (indikatori: sugu beta daudzveidība, ekspansīvās lakstaugu sugas (t.sk. ganīšanas slodzes indikatori), dabisko zālāju indikatorsugu skaits, segums un sastopamība).

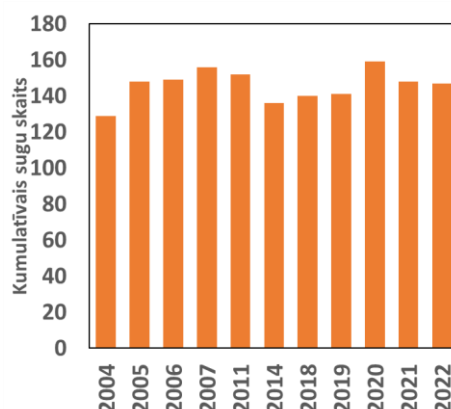
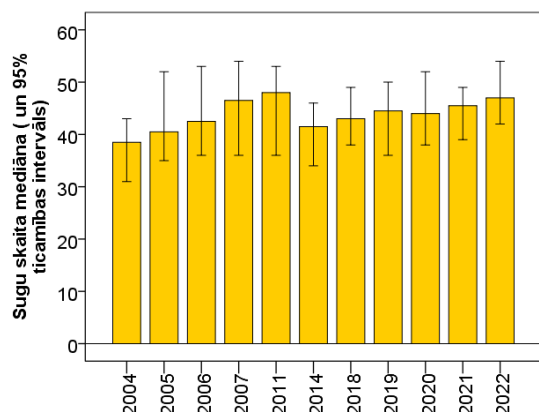
Ieskats attālās izpētes metodēs sniegts 2. nodaļā, un detāls to apraksts pieejams tam veltītā pārskatā (Filipovs, Abaja, 2022).

5.2. Rezultāti

5.2.1. Augu sugu piesātinājums un beta daudzveidība

Vidējais lakstaugu sugu skaits parauglaukumos (sugu piesātinājums) visā novērojumu periodā bija robežās no 36 līdz 45 sugām un mediāna no 38 līdz 48 sugām (5.1. att.). Vismazākais sugu skaits bija 2004. gadā, kad tikko tika uzsākta sākotnējā zālāju atjaunošana pēc ilgāka pamestības perioda. Nākamajos gados sugu skaits būtiski palielinājās, bet 2014. gadā tas nokritās tikpat zemu, kā bija sākumā (starp abiem gadiem nav būtisku atšķirību). Līdzīga tendence ir kumulatīvajam sugu skaitam

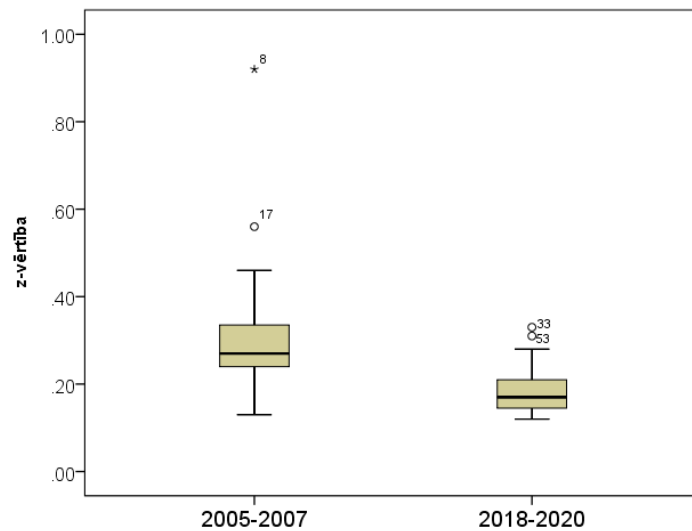
(5.2. att.). Maksimālais augu sugu skaits kopā visos parauglaukumos konstatēts 2020. gadā, kad uzskaitītas 159 sugas, bet minimālais – 2014. gadā (136 sugas).



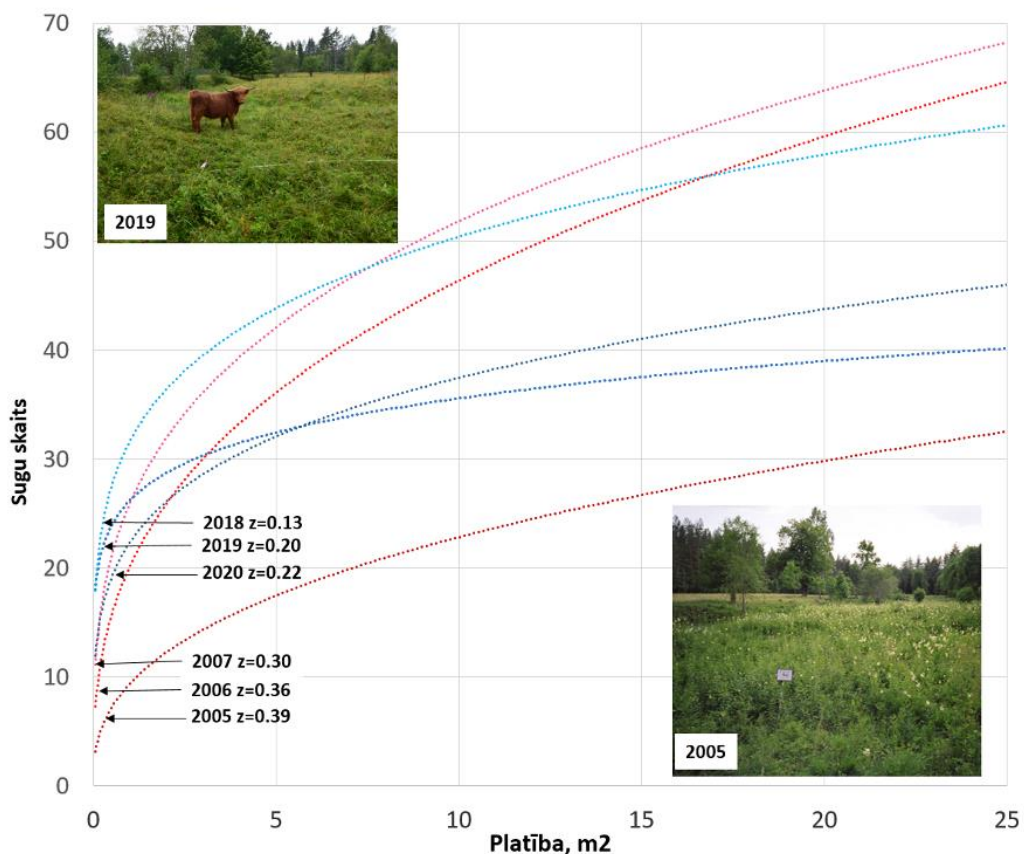
5.1. att. Lakstaugu sugu skaita mediāna parauglaukumā (n=18, izmantoti tikai gadi, kuros ir uzskaites visos 18 laukumos). Būtiskas atšķirības ($p < 0.05$) pēc Vilkoksona ranku testa saistītām paraugkopām bija 2004. gadam no visiem ārējiem, izņemot 2014. gadu. 2014. gads būtiski atšķirās no visiem, izņemot 2004. un 2005. gadu.

5.2. att. 12. att. Kumulatīvais lakstaugu sugu skaits (n=18, izmantoti tikai gadi, kuros ir uzskaites visos 18 laukumos).

Līdzīgu tendenci parāda arī augu sugu piesātinājumu raksturojošās sugu skaita – teritorijas platības nelineārās regresijas līnijas pakāpes funkcijas z-vērtības. Tās pastāvīgajos parauglaukumos ir statistiski būtiski mazākas laika periodā no 2018. gada līdz 2020. gadam salīdzinājumā ar laika periodu no 2005. līdz 2007. gadam (5.3. att.). Tas liecina par augu sabiedrību stabilizēšanos tām ganīšanas ietekmē pārveidojoties no sukcesionālām nestabilām augu sabiedrībām, kurās dominēja ekspansīvas augu sugas ar nelielu kopējo sugu skaitu mazās laukuma vienībās (līdz 1 m²) uz stabilām dabisko ganību augu sabiedrībām, kurās sugu piesātinājums tuvojās tādām piesātinājumam, kas raksturīgs ilglaicīgām dabisko zālāju augu sabiedrībām. Piemēram dots ikgadējo līkņu atspoguļojums vienā parauglaukumā (5.4. att.). 2005. gadā tajā dominēja parastā vīgrieze, tādēļ sugu skaits 1 m² bija neliels (tikai 10 sugas), bet 2019. gadā ganīšanas ietekmē vīgrieze bija gandrīz izzudusi no veģetācijas un augu sugu piesātinājums bija augsts (1 m² 33 augu sugas).



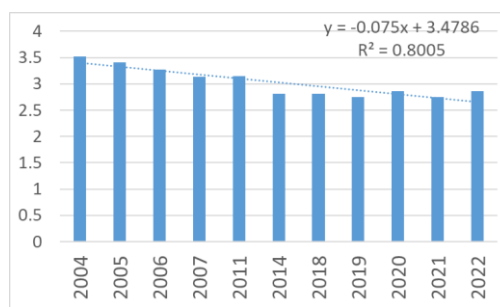
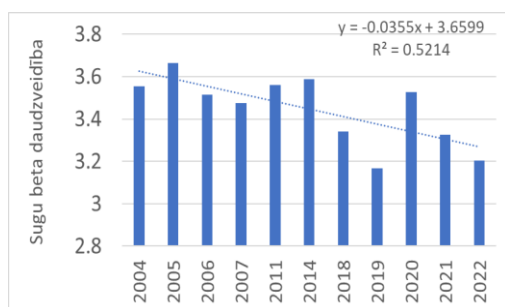
5.3. att. Z-vērtības no sugu skaita-teritorijas platības nelineārās regresijas līknes pakāpes funkcijas. Abos laika periodos izmantotas 18 parauglaukumu z-vērtības. Z-vērtība 2005.-2007. gadā bija 0.31 ± 0.16 , bet 2018.-2020.gadā 0.19 ± 0.06 . Statistiskais būtiskums novērtēts ar atkarīgu paraugkopu t-testu, $t = t=4.09$, $p < 0.001$.



5.4. att. B6 parauglaukuma sugu piesātinājums pa gadiem.

Kopumā 19 gadu laikā veģetācija ir homogenizējusies, par ko liecina sugu beta daudzveidības samazinājums (5.5. att.). Izņēmums ir 2020. gads, ko var skaidrot ar

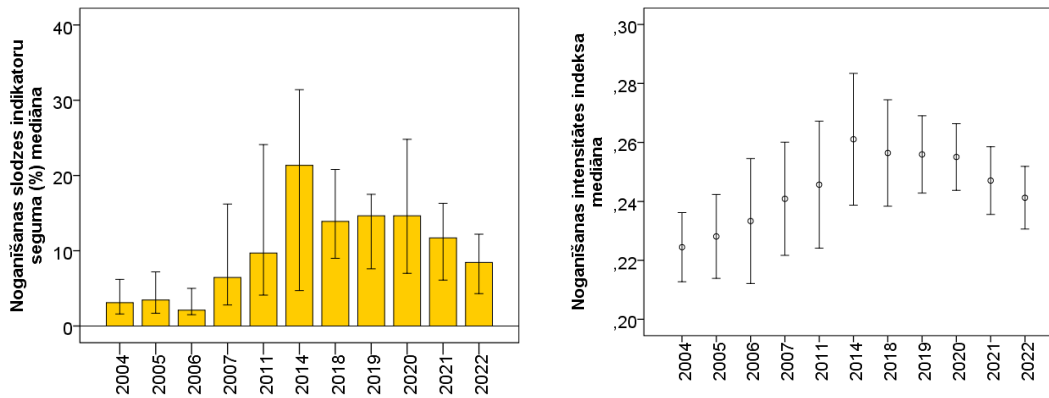
sekundāro mežu nozāgēšanu (tos reprezentēja trīs parauglaukumi), kas pirmajā un otrajā gadā pēc nozāgēšanas pavēra jaunas nišas viengadīgām nezālēm, un tās savairojās nofrēzētajos laukumos. Aprēķinot sugu beta daudzveidību tikai klajiem zālājiem, veģetācijas homogenizācija izpaužas vairāk (5.5. att.). Tātad, sugu sastāvs pēc reljefa un mitruma apstākļiem atšķirīgos zālajos ir kļuvis savstarpēji līdzīgāks. Šīs izmaiņas, visdrīzāk, saistītas ar kumulatīvo ganīšanas ietekmi. Augu sabiedrības ir kļuvušas savā starpā līdzīgākas, tajās samazinājies unikālo katrai augu sabiedrībai specifisko sugu īpatsvars, bet par 10-20% palielinājies ganībām raksturīgo pret biežu nograušanu tolerantu un ekoloģiski plastisko augu sugu īpatsvars.



5.5. att. Sugu beta daudzveidības izmaiņas pa gadiem. Pa kreisi – visi parauglaukumi (n=18), pa labi – tikai klaju zālāju parauglaukumi (n=15).

5.2.2. Ganīšanas slodzes indikatorsugas

Veģetācija jutīgi reaģē uz ganīšanas slodzes izmaiņām, īpaši, ja ilgtermiņā novērojams izteikts ganīšanas slodzes gradients. Jutīgi indikatori ir augu sugas ar rozetes lapām vai ložņājošiem dzinumiem, kas labi pacieš biežu nograušanu, piemēram, ceļtekas, ložņu āboliņš, mazā brūngalvīte u.c. Šādu sugu (kopā pēc eksperta vērtējuma izvēlējamies 22 šādas sugas kā indikatorus) seguma mediāna arvien palielinājās līdz 2018. gadam, bet vēlāk tā atkal kritās. Otrs indikators, ko aprēķinājām, bija starptautiski izstrādāts ganīšanas intensitātes indekss (Midolo et al. 2022), kas balstās līdzīgos principos. Arī šī indeksa vērtību izmaiņām bija tāds pats raksturs (5.6. att.). Tas pierāda, ka adaptīvas ganīšanas ieviešana ir bijusi sekmīga un sasniegusi savu galveno mērķi – mazināt ganīšanas slodzes negatīvo ietekmi uz veģetācijas un sugu daudzveidību.



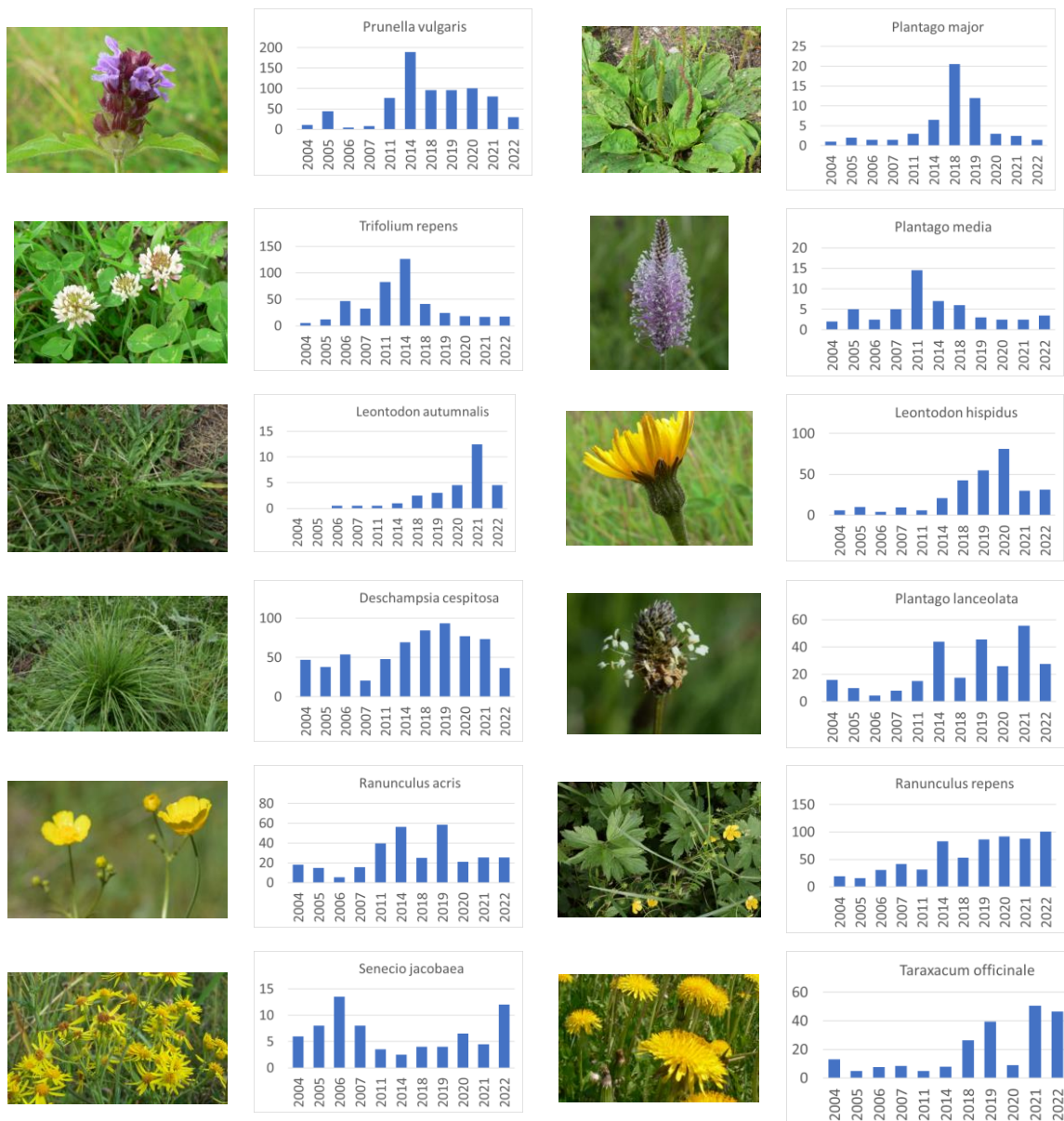
5.6. att. Nogaišanas slodzes indikatoru kumulatīvā seguma mediāna (ka preisi) un nogaišanas intensitātes indeksa mediāna (pa labi), izmaiņas pa gadiem. Dati par visiem parauglaukumiem (n=18). Abos grafikos līnijas norāda 95% ticamības intervālu.

Gaišanas slodzes indikatoru īpatsvara palielināšanos līdz 2018. gadam raksturo konkrētu augu sugu seguma izmaiņas klajos zālajos (kopā 15 parauglaukumi), kur gaišanas ietekme izpaudās tiešāk nekā sekundāro mežu parauglaukumos, kur kokaugu nozāģēšanas ietekme uz veģetācijas izmaiņām varēja mazināt gaišanas izpausmes (5.7. att.).

Daļai no šīm sugām (mazā brūngalvīte, lielā ceļteka, ložņu āboliņš u.c.) izteikti palielinājās segums 2011., 2014. un/vai 2018. gadā, bet pēdējos gados tas atkal samazinājās. Visticamāk, tie ir reaģējuši uz gaiību slodzes samazināšanu šajā laikā. Turklāt, atšķiras gads, kurā sugas segums ir sasniedzis maksimālo vērtību. Piemēram, mazajai brūngalvītei tas ir 2014. gads, bet lielajai ceļtecai tikai 2018. gads, savukārt, vidējai ceļtecai – 2011. gads. Kopumā var nodalīt trīs veģetācijas attīstības posmus: (1) sākotnējās atjaunošanas periods (2004.-2011.gads), kad kopumā sugu daudzveidība palielinās, bet gaišanas indikatoru segums ir samērā stabils; (2) gaišanas intensitātes pieauguma periods (2011.-2018.gads), kad arvien sarūk sugu daudzveidība, bet izteikti pieaug gaišanas slodzes indikatoru īpatsvars veģetācijā; (3) adaptīvās gaišanas periods (2018.-2022.gads), kad parādās pretēja tendence, nekā iepriekšējā periodā – atkal atjaunojas augu sugu daudzveidība un sāk samazināties gaišanas slodzes indikatoru īpatsvars.

Tomēr tas, ka citām gaišanas slodzes indikatoru sugām, piemēram, parastajai ciņusmilgai un dziedniecības pienenei, arī pēdējos trīs gados īpatsvars veģetācijā joprojām ir liels, liecina, ka regulētas gaišanas ieviešanas ietekme uz veģetāciju vēl nav pilnībā sevi parādījusi. Jāņem vērā arī tas, ka katrai augu sugai reakcija uz dažādiem ekoloģiskiem traucējumiem ir individuāla un kompleksa, tādēļ nepieciešams ilgāks laiks, lai konstatētu likumsakarības veģetācijas sastāva izmaiņās. Iespējams, arī gaiību dzīvnieku dažādašs gaišanās raksturs ietekmē sugu sastopamību. Piemēram, Jēkaba krustaine tiek uzskatīta par gaiību nezāli, kura savairojas pie lielākas gaiību slodzes. Tomēr mūsu gadījumā šāda sakarība netika novērota, gluži otrādi, tās īpatsvars bija liels sākotnēji, kad gaišanas spiediens vēl

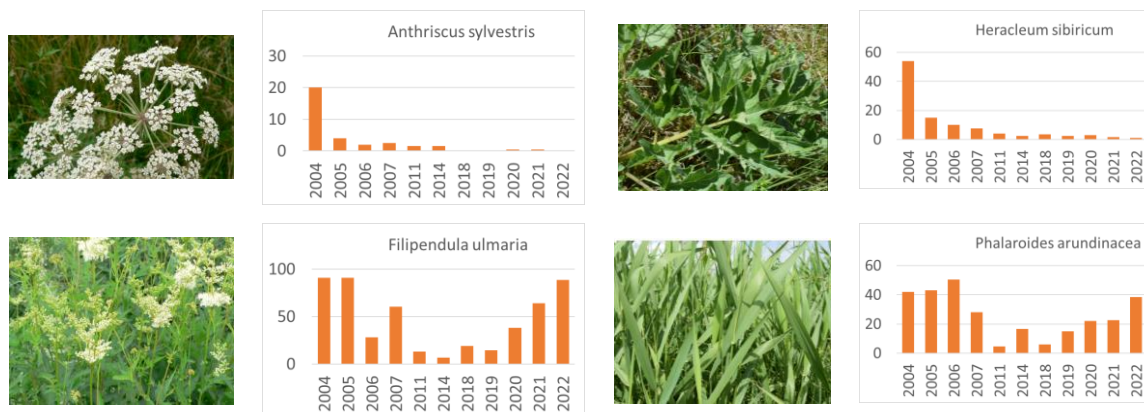
nebija liels, un tās daudzums samazinājās intensīvas ganīšanas laikā, bet atkal palielinājās līdz ar adaptīvas ganīšanas ieviešanu.



5.7. att. Ganīšanas slodzes indikatoru lakstaugu sugu kumulatīvais segums (%), katrā gadā summējot sugas procentuālo segumu 15 klaju zālāju parauglaukumos.

Samazinot ganīšanas intensitāti, ir jāseko līdzi tam, kā uz to reaģē ekspansīvas lakstaugu sugas, kuras savairojas pie pārāk ekstensīvas apsaimniekošanas. Meža suņburkšņa un Sibīrijas latvāņa daudzums uzskaites parauglaukumos 19 gadu laikā ir sarucis no 10-20% līdz mazāk par 5%, un to daudzums adaptīvas ganīšanas laikā nav palielinājies (5.8.att.). Divus citu ekspansīvu sugu īpatsvars pēdējos gados ir kļuvis lielāks. Tā ir parastā vīgrieze un parastais miežabrālis. Abas sugas necieš intensīvu ganīšanu, un, acīmredzot, adaptīva ganīšana ir bijusi labvēlīga šo sugu augšanai.

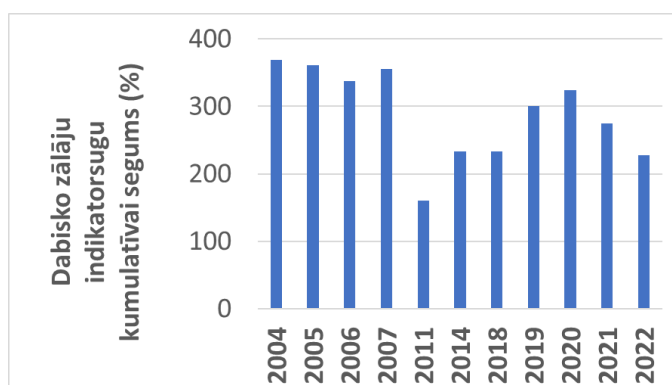
Turpmākos gados jāseko līdzī šo sugu īpatsvaram kontekstā ar augu sugu un veģetācijas daudzveidību. Ja pēdējā samazinās, vienlaikus palielinoties šo sugu īpatsvaram, ir jāmaina adaptīvās ganīšanas režīms uz intensīvāku.



5.8. att. Ekspansīvu lakstaugu sugu kumulatīvais segums (%), katrā gadā summējot sugas procentuālo segumu 15 kļajo zālāju parauglaukumos.

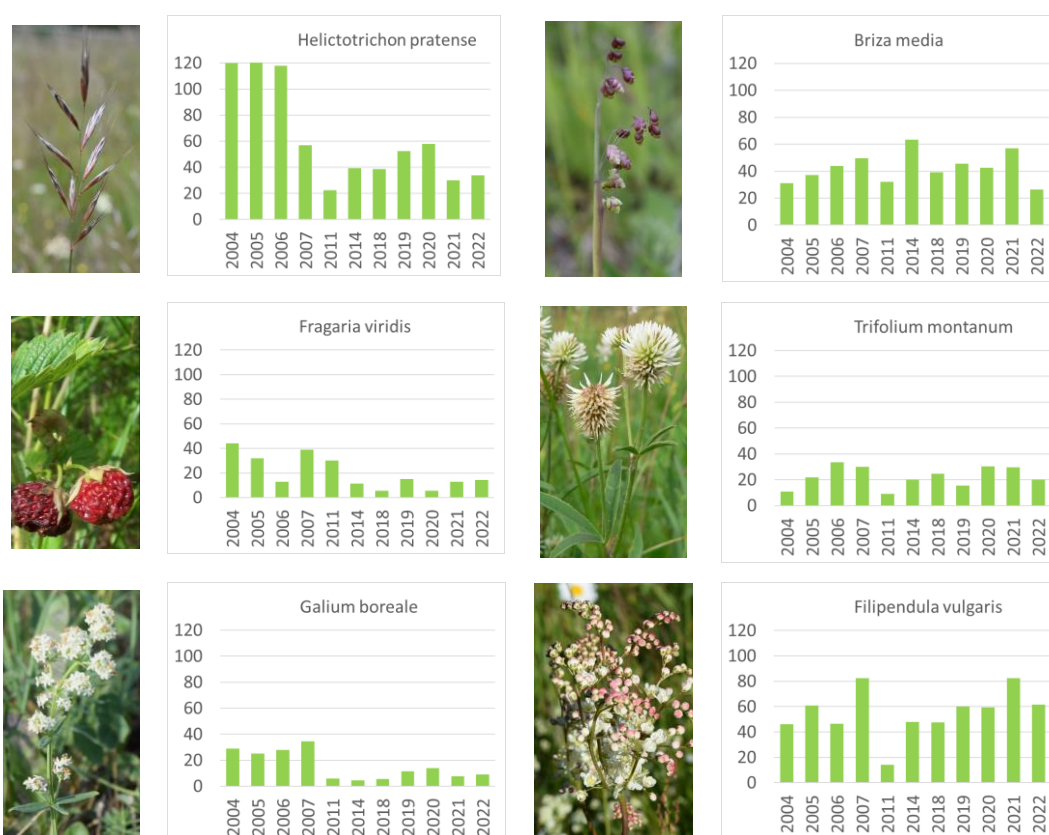
5.2.3. Dabisko zālāju indikatorsugas

Dabisko zālāju indikatorsugu sastopamība un īpatsvars veģetācijā ir mainījies. Visā novērojumu periodā parauglaukumos uzskaitītas 29 dabisko zālāju indikatorsugas, bet vidējais to skaits vienā gadā bija no 20 līdz 25 sugām. Jāatzīmē, ka vidējais šo sugu kumulatīvais īpatsvars veģetācijā nav bijis stabils, bet to izmaiņas liecina par ganīšanas ietekmi uz šo sugu sastopamību (5.9. att.). Divas no sugām jau apskatītas pie ganīšanas slodzes indikatoriem (vidējā ceļteka un matainā vēlpiene). Tās bija vienīgās ID sugas, kuras uz ganīšanas intensitāti reaģēja pozitīvi – to kumulatīvais segums palielinājās (5.7. att.). Pārējām ID sugām raksturīgi, ka visaugstākās kumulatīvā seguma vērtības bija sākotnējās atjaunošanas pirmajos gados, tās krasi saruka intensīvas ganīšanas periodā un atkal sāka palielināties, ieviešot adaptīvo ganīšanu, tomēr pēdējos divos novērojumu gados šī vērtība atkal samazinājās.



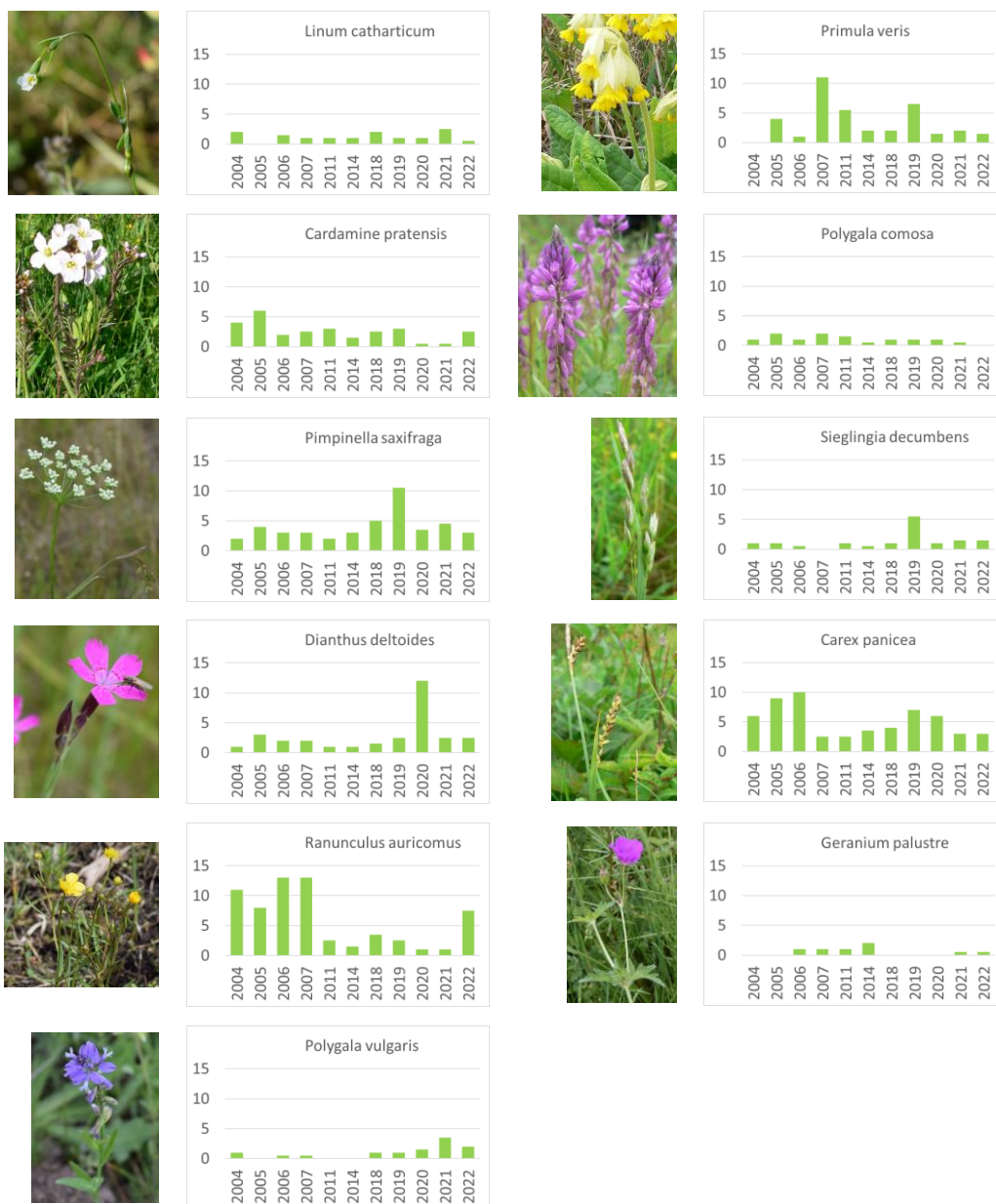
5.9. att. Dabisko zālāju indikatorsugu kumulatīvais segums (%) (n=15 parauglaukumi).

No visām 29 ID sugām saimniecības teritorijā visbiežāk un ar lielāko segumu sastopamas sešas sugas (5.10. att.). Trīs no tām (spradzene, ziemeļu madara un kailā pļavauzīte) visā novērojumu periodā bija tendence samazināties. Ziemeļu madara ir vidēja auguma suga ar lapām uz stublāja, tādēļ tās samazinājumu varētu skaidrot ar ganīšanas ietekmi. Kailā pļavauzīte un spradzene ir sugas, kas labi pielāgojušās ganīšanai. Pirmā ir graudzāle ar cietām lapām blīvā cinī, ko ganību dzīvnieki nelabprāt ēd, otrai ir lapas pie zemes rozetē un stīgojoši dzinumi. Tomēr to stabili mazākais segums veģetācijā liecina par to, ka ganībās šo sugu īpatsvars veģetācijā ir mazāks nekā pļāvās. Par to liecina arī apsaimniekotāja novērojumi, ka kailo pļavauzīti ganību dzīvnieki ēda labprāt. Pārējās trīs sugas (parastais vizulis, kalnu āboliņš un lielziedu vīgrieze) ir samērā stabilas, vienīgi 2011. gadā tām ir bijis krass kritums (5.10. att.)



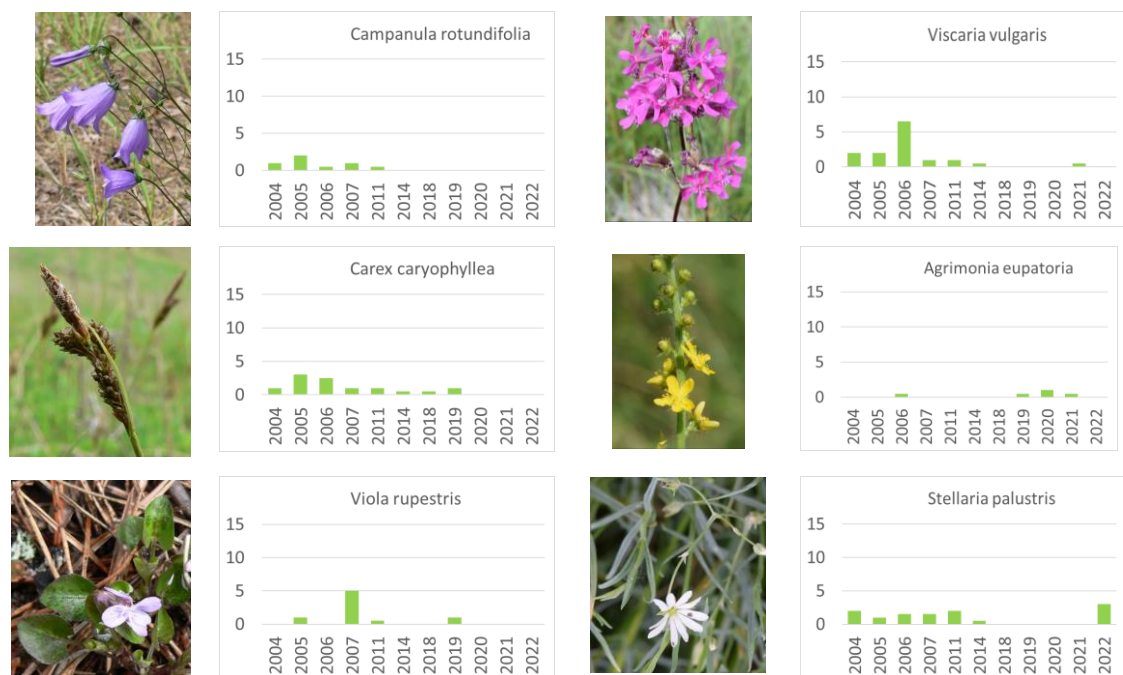
5.10. att. Bieži sastopamo dabisko zālāju indikatorsugu kumulatīvais segums (%), katrā gadā summējot sugas procentuālo segumu 15 klajo zālāju parauglaukumos.

Ar mazāku īpatsvaru veģetācijā, bet konstanti sastopamas bija deviņas sugas (5.11.att). Tām raksturīgākas izteiktas seguma/sastopamības fluktuācijas gadu griezumā, bet kopumā vērtējamas kā stabili sastopamas sugas. Tās bija klinšu noraga, sāres grīslis, dzirkstelīte, pļavas ķērsa u.c.



5.11. att. Dabisko zālāju indikatorsugu ar stabilu zemu sastopamību kumulatīvais segums (%), katrā gadā summējot sugas procentuālo segumu 15 klajo zālāju parauglaukumos.

Vairākas sākotnēji retas ID sugas dažus gadus novērojumu vidusposmā netika konstatētas, bet vēlāk tās atgriezās, piemēram, purva virza, dziedniecības ancītis, lipīgā sveķene, parastā ziepenīte, smiltāja vijolīte (5.12. att.). No visām ID sugām tikai apaļlapu pulkstenīte bija konstanti sastopama līdz 2011. gadam, bet vēlāk pazuda. Pavasara grīslis bija sastopams līdz 2019. gadam, bet pēdējos trīs gados vairs nav konstatēts. Tā kā arī pirmajos novērojumu gados šo sugu kumulatīvais segums ir bijis vien daži procenti, nav pamata secināt, ka sugas uzskatāmas par lokāli izmirušām sugām. Lai to novērtētu, būtu jāveic retu sugu sastopamības monitorings, kuram būtu jāietver lielāks parauglaukumu skaits vienmērīgi visā ainavā.

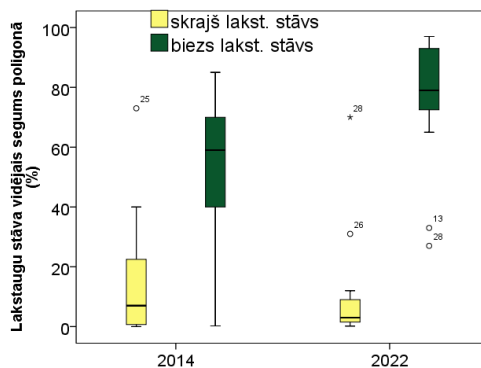
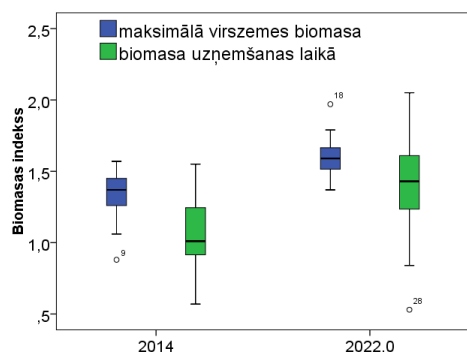


5.11. att. Retu dabisko zālāju indikatorsugu kumulatīvais segums (%), katrā gadā summējot sugas procentuālo segumu 15 klajo zālāju parauglaukumos.

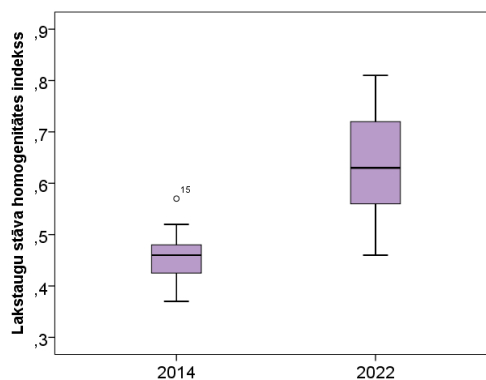
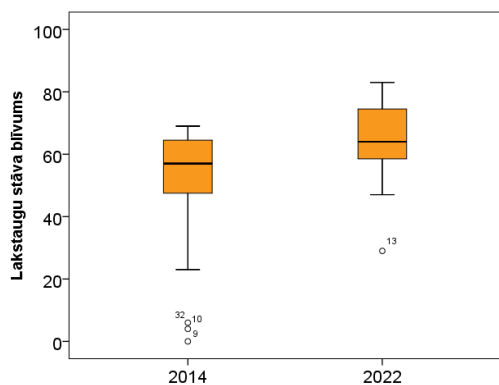
Apskatot konkrētu parauglaukumu veģetācijas attīstību pēdējo trīs gadu laikā, kad notiek GrassLIFE projekta aktivitātes, novēroti atšķirīgi veģetācijas attīstības virzieni atkarībā no valdošajiem mitruma apstākļiem un no apsaimniekošanas vēstures konkrētā zālājā. Daži no tiem raksturoti vizuāli caur konkrētu zālāju biogrāfijām (2. pielikums).

5.2.4. Lakstaugu stāva raksturlielumi pēc attālās izpētes datiem

Intensīvu noganīšanu parasti raksturo zema veģetācija un tās pārrāvumi – palielināts tādu platību īpatsvars, kurās veģetācija ir skraja, izmīdīta un ir atsegta augsne. Attālās izpētes datu pirmā ievākšana 2014. gadā sakrita ar intensīvas noganīšanas posmu, kad visu vasaru zāle lielākajā daļā teritorijas bija zemu noganīta. Savukārt, 2022. gads, kad notika otrā attālo datu ievākšana, adaptīvā ganīšana notika jau piekto gadu, tādēļ abu gadu salīdzinājums dod priekšstatu par adaptīvās ganīšanas ietekmi uz zālāju veģetācijas segumu, blīvumu un homogenitāti (5.12, 5.13. att.). 2022. gadā veģetācijas monitoringa lauka darbi notika (11.jūlijs) tikai ar divu dienu starpību ar attālo izpēti (13. jūlijs), tādēļ ir salīdzināmi arī vizuālie materiāli.



5.12. att. Lakstaugu veģetācijas biomasa (pa kreisi) un poligona īpatsvars, kas nosegts ar skraju/biezu lakstaugu stāvu (pa labi) klajos zālajos (Filipovs, Abaja, 2022). Biomases indekss izteikts sausa siena ekvivalentā masā kg/m².

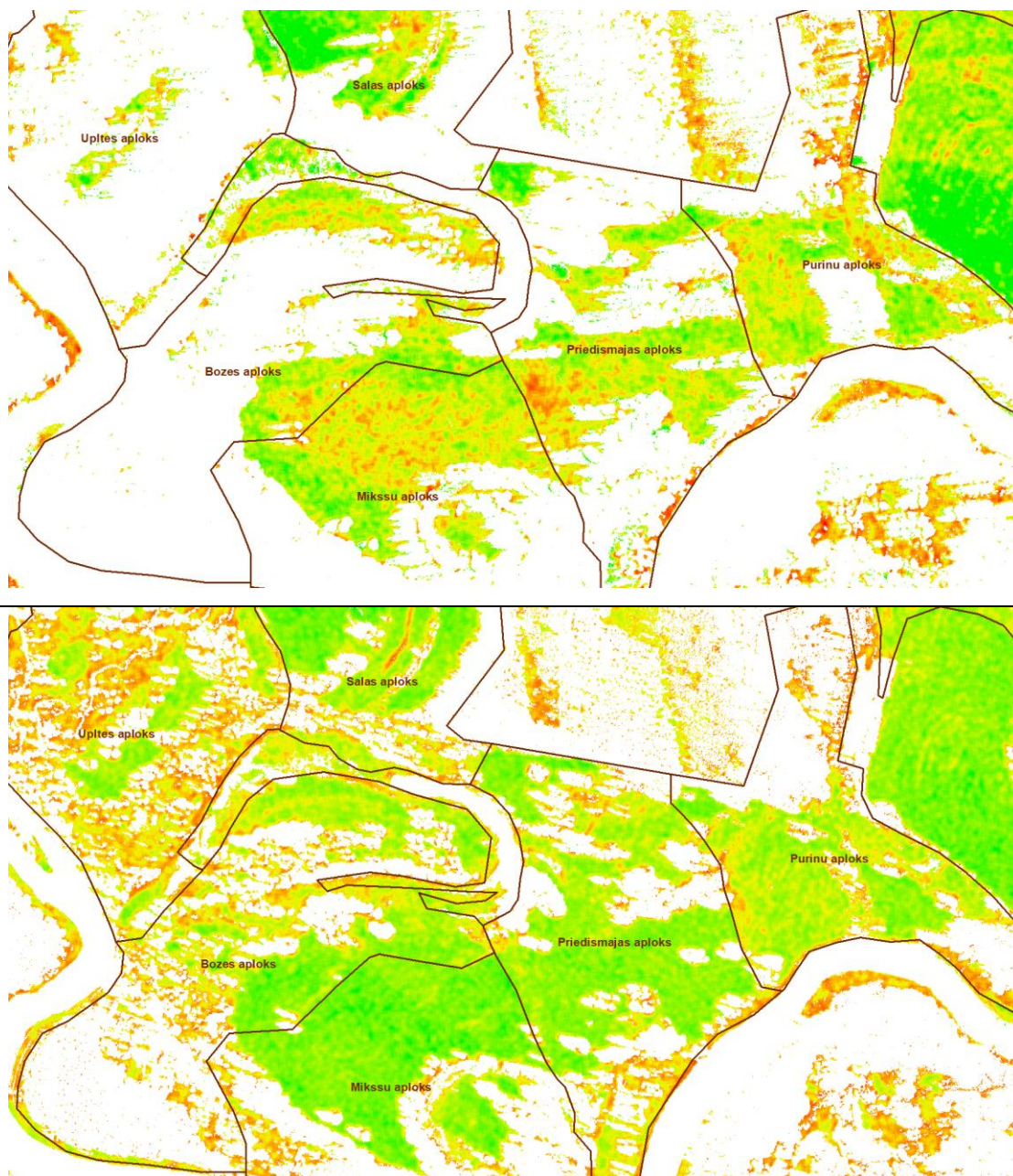


5.13. att. Lakstaugu stāva blīvums (pa kreisi) un lakstaugu stāva homogenitāte (pa labi) klajos zālajos (Filipovs, Abaja, 2022).

Visi rādītāji Krastiņu klajos zālajos (citi šajā nodaļā nav apskatīti, jo tajos kokaugu nozāģēšanai bija lielāka ietekme uz veģetāciju nekā ganīšanai) būtiski pieauga (Vilkoksona ranku tests saistītām paraugkopām, $p < 0.05$). Lakstaugu stāva homogenitātei 2014. gadā bija izteiktāka telpiskā nevienādība un tā vienlīdz izteikta kā sausos, tā slapjos zālajos (5.14. att.). Piemēram, ļoti zema homogenitāte vērojama gan Augusta Rennī (slapjš grīšļu zālājs Priedīsmājas aploka rietumu malā), gan Mācītājkalta pļavā (sausss zālājs Mikšu aplokā).

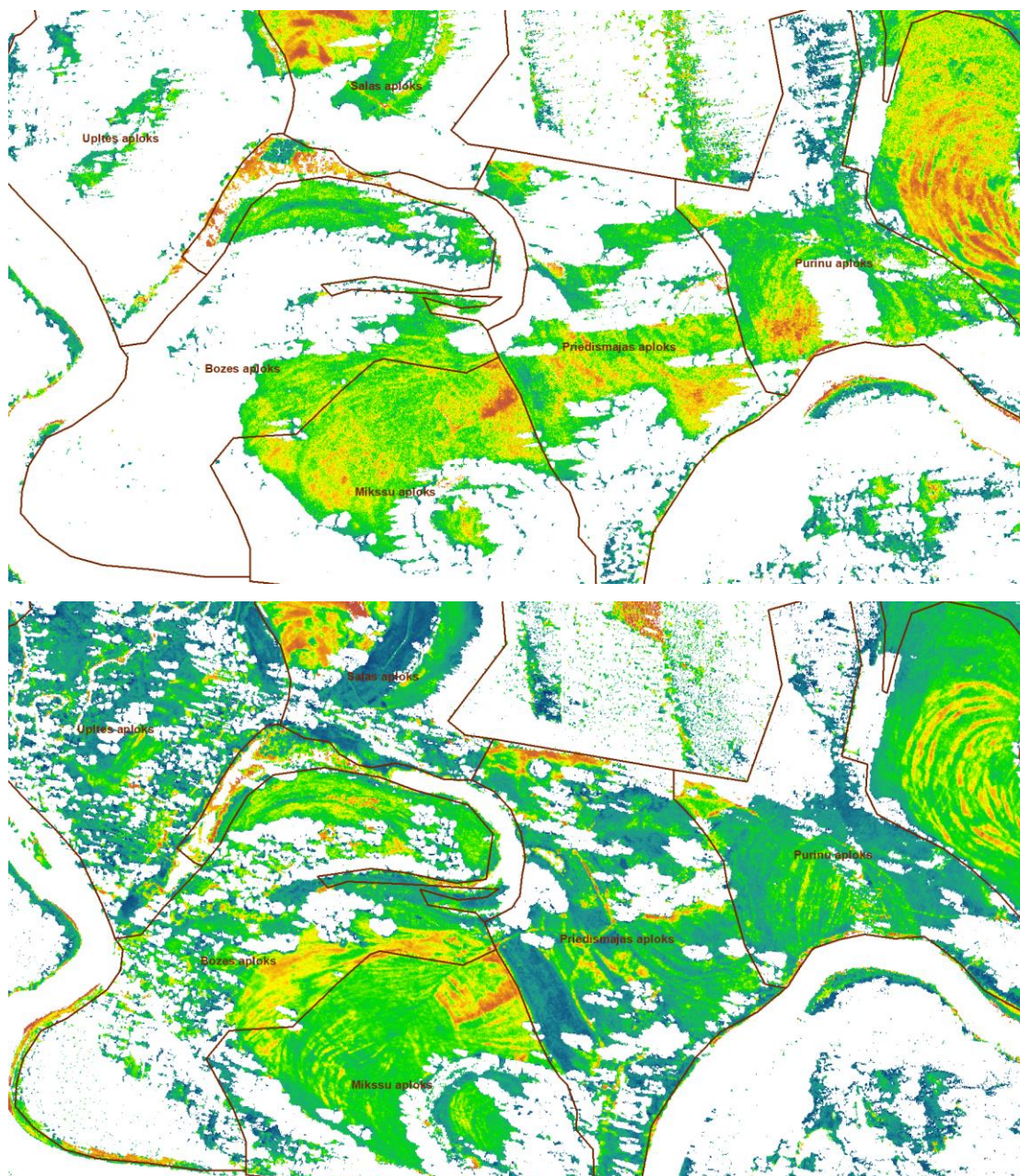
Savukārt, 2022. gadā homogenitāte daudz augstāka gan kopumā ainavā, gan konkrētu poligonu ietvaros. Adaptīvās ganīšanas laikā zelmenis tiek noganīts vienmērīgāk, nav izteiktu plankumu ar zemu vai augstu zāli, kā arī mazāks ir zāles nobradāšanas efekts. Tāpat, aplokos, kuros ganību dzīvnieki dotajā laika periodā neuzturas, zāle ataug samērā vienmērīgi, un veģetācija ir homogēna. Attālās izpētes laikā atpūtā bija Mikšu aploks, kur dzīvnieki bija ganījušies jūnijā, bet uz attālās izpētes laiku aploks tika atpūtināts jau otro nedēļu. Attālās izpētes laikā ganību dzīvnieki uzturējās Bozes aplokā. Aploka ziemeļu malā ir Bozes pļava, kas vienīgā

2014. gadā bija klajš zālājs, viss pārējais bija apaudzis ar sekundāru mežu. 5.14. attēlā tas redzams kā viens no heterogēnākajiem poligoniem, tomēr ne tik heterogēns kā 2014. gadā (5.14. att.). Priedīšu un Pūrīņu aploks dotajā sezonā vispār vēl nebija ganīti, tomēr it īpaši Pūrīņu aplokā (Pūrīņu pļava) heterogenitāte 2022. gadā ir viena no lielākajām. To varētu skaidrot ar iepriekšējā gada ganīšanas režīmu. Pūrīņu pļavā lopī uzturējās no 11. oktobra līdz 7. novembrim, kur tika arī piebaroti, un 2021./2022. gada ziemā Pūrīņu kadiķos tika zāgēti koki un vesti prom, tādēļ Pūrīņu pļavā veģetācija cieta no traktortehnikas pārvietošanās un zaru dedzināšanas.



5.14. att. Lakstaugu stāva homogenitāte 2014. gadā (augšā) un 2022. gadā (apakšā) (Filipovs, Abaja, 2022). Zaļais tonis – homogenitāte augsta, sarkanais – homogenitāte zema. Baltā krāsā platība, kurā dotos parametrus nevarēja iegūt ēnu dēļ.

Ganīšanas veids ir ietekmējis arī lakstaugu stāva blīvumu (attālajā izpētē šo rādītāju veido zaļo lapu slāņa biezums un segums). 5.15. attēls rāda lakstaugu stāva blīvuma telpisko mozaīku. 2014. gadā lakstaugu stāvs pēc blīvuma ir izteikti heterogēns visu aploku teritorijās – mozaīkveidā mijās laukumi ar zemu, skraju un ar augstu un biezu veģetāciju. Savukārt, 2022. gadā kopumā lakstaugu stāvs ir blīvāks un līdzīgāka blīvuma visā platībā. Izteikti skrajāka, zemāka veģetācija sastopama Mikšu aplokā, kur pirms divām nedēļām bija ganījušies ganību dzīvnieki, un Bozes aplokā, kur ganīšanās notika attālās izpētes datu ievākšanas laikā.



5.15. att. Lakstaugu stāva blīvums 2014. gadā (augšā) un 2022. gadā (apakšā) (Filipovs, Abaja, 2022). Zilais tonis – bieza, augsta veģetācija, sarkanais – zema, skraja veģetācija. Baltā krāsā platība, kurā dotos parametrus nevarēja iegūt ēnu dēļ.

5.3. Diskusija

Adaptīvas ganīšanas ieviešana, kas ietvēra brīvas ganīšanas nomaiņu ar ganīšanu vairākos aplokos un ganību dzīvnieku nomaiņu no intensīvas uz ekstensīvu šķirni, kā arī ganīšanas laika (pavasaris, vasara, rudens), ilguma (dienas) un slodzes regulēšana ir rezultējusies vairākos augu sugu un veģetācijas daudzveidības uzlabojumos (5.1. tab.).

Mūsu rezultāti saskan ar citur Eiropā novēroto, ka brīvi ganoties, mājlopi veido mozaīku no izteikti pārganītiem laukumiem, kur tie atgriežas atkal un atkal, un nenoganītiem laukumiem, kur ieviešas ekspansīvas sugas, kas mājlopiem negaršo, var ieviesties pat krūmi un koki. Zviedrijā parkveida zālāju pētījumos secināts, ka sugu daudzveidība tradicionāli apsaimniekotās teritorijās ar pļaušanu, ganīšanu atālā un regulāru koku un krūmu ierobežošanu, tos izcērtot, bija lielāka nekā teritorijās, kas bija tikai ganītas nepārtraukti visu gadu (Mittlacher et al. 2002). Arī mūsu pētījumā sugu daudzveidība bija lielāka adaptīvas ganīšanas periodā nevis brīvas ganīšanas periodā. Tādēļ var pieņemt, ka ainavas mērogā veģetācijas daudzveidībai ir pozitīva sakarība ar lielāku veģetācijas homogenitāti.

5.1. tabula. Adaptīvas ganīšanas ieviešanas mērķis un rezultāti.

Atjaunošanas mērķis	Rezultāti
<u>Augu sugu daudzveidība</u> ir stabila vai palielinās.	Mērķis ir sasniegts. Piecu gadu periodā kopš adaptīvas ganīšanas ieviešanas (2018-2022) augu sugu skaitam bija tendence palielināties, un kumulatīvais augu sugu skaits arī nedaudz palielinājās. Sugu beta daudzveidība ainavas līmenī samazinājās tiešā atjaunošanas ietekmē, jo mežu veģetācija tika transformēta zālāju veģetācijā. Klajo zālāju parauglaukumos beta daudzveidība bija stabila.
<u>Ganīšanas slodzes indikatoru segums</u> (kodīgā un ložņu gundega, rudens vēlpiene, lielā ceļteka, maura sūrene, maura skarene, parastā brūngalvīte ul.c.) samazinās.	Mērķis ir sasniegts. Pirmajos trīs atjaunošanas gados šo sugu segums bija stabils, bet pēdējos divos gados (2021. un 2022. gads) vērojama stabila tendence uz samazinājumu. Pašlaik šo sugu seguma mediāna ir uz pusi mazāka, nekā tas bija maksimālās ganīšanas slodzes laikā 2014. gadā.
<u>Dabisko zālāju indikatoru skaits</u> un sastopamība ir stabila vai pieaugoša.	Mērķis ir sasniegts. Indikatoru skaits un kumulatīvais segums nedaudz svārstījās pa gadiem, bet nebija mazāks par situāciju 2014. gadā.

Brīvā ganīšanā ganību dzīvnieki izvairās no ganīšanās slapjās vietās, kur barības vērtība ir zemāka (Hessle, et al. 2008). To pierāda arī ganīšanās intensitātes indeksa

zemās vērtības slapjo zālāju parauglaukumos brīvās ganīšanas laikā, un indeksa pieaugums, uzsākot adaptīvo ganīšanu (2. pielikums).

Pozitīvi vērtējama arī ganību dzīvnieku šķirnes nomaiņa. Mūsu rezultāti apstiprina pētījumos konstatēto, ka mazāk intensīva šķirne pozitīvāk ietekmē veģetāciju. Salīdzinot Hailandes liellopus ar intensīvākām šķirnēm Centrāleiropā konstatēts, ka Hailandes liellopu ganībās veģetācijā ir mazāk ganīšanas intensitātes indikatoru un lielāka kopējā sugu daudzveidība (Pauler et al. 2019).

Adaptīva ganīšana teorētiski nodrošina lielāku barības apjomu dažādiem apputeksnētājiem, jo daļa aploku tiek noganīta tikai vasaras otrajā pusē, kamēr agrāk noganītie aploki jau ir ziedoši pēc vairāku nedēļu atpūtas. Veģetācijas monitoringā netika fiksētas augu fenoloģiskās fāzes, taču fotomonitoringa rezultāti liecina, ka tā tas ir bijis arī Krastiņu teritorijā. Netieši to apliecina lielā savvaļas bišu daudzveidība Krastiņu zālajos 2021. gadā (Gailis, 2021) un lielā tauriņu sugu daudzveidība visos adaptīvās ganīšanas gados (Spunģis, 2022). Diemžēl, kukaiņu monitorings nav veikts intensīvās ganīšanas periodā, tādēļ nav salīdzināmu datu, lai varētu apgalvot, ka adaptīvā ganīšana ir radījusi būtiskas pozitīvas izmaiņas kukaiņu daudzveidībā.

5.4. Secinājumi

Brīvās ganīšanas nomaiņa ar adaptīvu ganīšanu un ganāmpulka nomaiņa uz mazintensīvu šķirni ir apturējusi intensīvās brīvās ganīšanas ietekmē notiekošo sugu daudzveidības samazinājumu un augu sabiedrību vienkāršošanu.

Klajos zālajos tā ir veicinājusi kopējo augu sugu daudzveidību – vidējais dabisko zālāju indikatorsugu kumulatīvais segums ir palielinājies, noganīšanas slodzes indikatorsugu īpatsvars ir samazinājies un beta daudzveidības kritums ir apturēts.

Atjaunotajā sekundāro mežu platībā adaptīvā ganīšana un it īpaši izvēlētā liellopu šķirne ir veicinājusi dabisko zālāju raksturīgo augu sugu ienākšanu veģetācijā un palīdzējusi ierobežot krūmu atvases.

Turpmāk jāseko līdzi ekspansīvas sugas parastās vīgrieces izplatībai, jo adaptīvās ganīšanas periodā tās daudzums ainavā ir palielinājies un var negatīvi ietekmēt augu sugu daudzveidību.

Fotomonitoringa rezultāti liecina, ka ainavā ilgāku laiku un lielākā apjomā salīdzinājumā ar intensīvu brīvu ganīšanu bija ziedoši vai augļus/sēklas ražojoši augi, kas ir nozīmīgs faktors dzīvnieku daudzveidības palielināšanā un uzturēšanā.

Literatūra

- AREI, 2019. Latvijas Lauku attīstības programmas 2014.-2020. gadam ietekme uz bioloģisko daudzveidību: ES nozīmes aizsargājamo zālāju biotopu botāniskā daudzveidība. Agrosursu un ekonomikas institūts, Rīga.
https://enrd.ec.europa.eu/sites/default/files/evaluation_publications/lap_2020_novertejums_zalaji_19072019_0.pdf
- Bisteau, E., Mahy, G. 2005. Vegetation and seed bank in a calcareous grassland restored from a Pinus forest. *Applied Vegetation Science* 8: 167-174
- Block W.M., Franklin A.B., Ward J.P.Jr., Ganey J.L., White G.C. 2001. Design and implementation of monitoring studies to evaluate the success of ecological restoration on wildlife. *Restoration Ecology* vol. 9, 3: 293-303
- De Deyn, G.B., Shiel, R.S., Ostle, N.J., McNamara, N.P., Oakley, S., Young, I., Bardgett, R.D. 2011. Additional carbon sequestration benefits of grassland diversity restoration. *Journal of Applied Ecology*, 48: 600–608.
- Dengler, J., Boch, S., Filibeck, G., Chiarucci, A., Dembicz, I., Guarino, R., Henneberg, B., Janišova, M., Marceno, C., Naqinezhad, A., Polchaninova, N., Vassiliev, K., Biurrun, I. 2016. Assessing plant diversity and composition in grasslands across spatial scales: the standardised EDGG sampling methodology. *Bulletin of the Eurasian Dry Grassland Group*, 32: 13-30.
- Emadodin, I., Corral, D.E.F., Reinsch, T., Kluß, C., Taube, F. 2021. Climate Change Effects on Temperate Grassland and Its Implication for Forage Production: A Case Study from Northern Germany. *Agriculture*, 11, 232.
- Filipovs, J., Abaja, R. 2022. Atskaite par zālāju atjaunošanai būtisku faktoru novērtēšanu ar aviācijā bāzētu attālo izpēti. Vides Risinājumu institūts. Atskaite ir sagatavota Eiropas Savienības LIFE programmas līdzfinansēta projekta "GrassLIFE: Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana" (LIFE16NAT/LV/262) ietvaros.
- Firere, A.M. 2021. Mitruma apstākļu ilgtermiņa ietekme uz dabisko ganību apsaimniekošanu kompleksā palienes ainavā. Maģistra darbs (vad. Solvita Rūsiņa, Ivo Vinogradovs). Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Vides zinātnes nodaļa. Rīga.
- Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aroson, J., Nelson, C. R., Johnson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverria, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decler, K., Dixon, K. W. 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology*. 27 (1), 1-46.
- Haboudane, D., Miller, J.R., Pattey, E., Zarco-Tejada, P.J. and Strachan, I.B. 2004. Hyperspectral vegetation indices and novel algorithms for predicting green LAI of crop canopies: Modeling and validation in the context of precision agriculture. *Remote sensing of environment*, 90(3), pp.337-352.
- Herrick, J.E., Schuman, G.E., Rango, A. 2006. Monitoring ecological processes for restoration projects. *Journal of Nature Conservation* 14: 161-171.
- Hessle, A., Rutter, M., Wallin, K. 2008. Effect of breed, season and pasture moisture gradient on foraging behaviour in cattle on semi-natural grasslands. *Applied Animal Behaviour Science*, 111, 1-2: 108-119.
- Hill, D., Fasham, M., Tucker, G., Shewry, M., Shaw, P. (eds.) *Handbook of Biodiversity Methods. Survey, Evaluation and Monitoring*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Lawson, C.S., Ford, M.A., Mitchley, J. 2004. The influence of seed addition and cutting regime on the success of grassland restoration on former arable land. *Applied Vegetation Science*, 7: 259-266.
- Lindborg, R., Eriksson, O. 2004. Effects of Restoration on Plant Species Richness and Composition in Scandinavian Semi-Natural Grasslands. *Restoration Ecology*, 12, 3: 318-326.
- LDF 2020. Z/s "Krastiņi" dabisko zālāju atjaunošanas plāns 2020–2028. II daļa. Sagatavots LIFE programmas projekta Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana (LIFE16NAT/LV/000262, 2017–2023) ietvaros. Sagatavoja Solvita Rūsiņa, Lauma Gustiņa, Viesturs Lārmanis, Zane Līkā, Baiba Strazdiņa. Latvijas Dabas fonds, Rīga.

- LVAEI, 2013. Bioloģiski vērtīgo zālāju monitoringa metodika. BVZ monitoringa veikšanas instrukcija. Dabas aizsardzības pārvalde. Metodikas izstrāde tiek finansēta no ELFLA Latvijas Lauku attīstības programmas 2007.-2013. gadam atbalsta pasākuma „Tehniskā palīdzība” finanšu līdzekļiem aktivitātes „Latvijas Lauku attīstības programmas 2007.-2013.gadam pasākuma „Agrovides maksājumi” apakšpasākuma „Bioloģiskās daudzveidības uzturēšana zālajos” atbalsttiesīgās platības aktualizācija” (Zemkopības ministrijas un Dabas aizsardzības pārvaldes 2012. gada 30. novembra Līgums Nr. 2012/135).
- Midolo G., Herben T., Axmanová I., Marcenò C., Pätsch R., Bruelheide H., Karger D.N., Ačić S., Bergamini A., Bergmeier E., Biurrin I., Bonari G., Čarni A., Chiarucci A., De Sanctis M., Demina O., Dengler J., Dziuba T., Fanelli G., Garbolino E., Giusso del Galdo G., Goral F., Güler B., Hinojos-Mendoza G., Jansen F., Jiménez-Alfaro B., Lengyel A., Lenoir J., Pérez-Haase A., Pielech R., Prokhorov V., Rašomavičius V., Ruprecht E., Rūsiņa S., Šilc U., Škvorc Ž., Stančić Z., Tatarenko I. & Chytrý M. (2023) Disturbance indicator values for European plants. *Global Ecology and Biogeography* 32: 24–34.
- Mitlacher K., Poschlod P., Rosén E., Bakker J. P. 2002. Restoration of wooded meadows – a comparative analysis along a chronosequence on Öland (Sweden). *Applied Vegetation Science* 5: 63–73.
- Nikodemus, O., Kaupe, D., Kukuļs, I., Brūmelis, G., Kasparinskis, R., Dauškane, I., Treimane, A. 2020. Effects of afforestation of agricultural land with grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench) on soil chemical properties, comparing two contrasting soil groups. *Forest Ecosystems*, 7: 38.
- Pauler, C.M., Isselstein, J., Braunbeck, T., Schneider, M.K. 2019. Influence of Highland and production-oriented cattle breeds on pasture vegetation: A pairwise assessment across broad environmental gradients. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 284: 106585.
- Reinsch, T., Loges, R., Kluß, C., Taube, F. 2018. Effect of grassland ploughing and reseeded on CO2 emissions and soil carbon stocks. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 265, p. 374-383.
- Rūsiņa, S. 2017a. *Outstanding semi-natural grassland sites in Latvia: biodiversity, management, restoration*. University of Latvia, Riga.
- Rūsiņa S. 2017b. Aizsargājamo biotopu saglabāšanas vadlīnijas Latvijā. 3. sējums. Dabiskās pļavas un ganības. Dabas aizsardzības pārvalde, Sigulda, 427 lpp.
- Spuņģis, V. 2022. Dienas tauriņu monitorings zālajos 2019.-2022. gadā. Atskaite projekta GrassLIFE Nr. LIFE16 NAT/LV/000262 “Zālāju atjaunošana un to dažādas izmantošanas veicināšana” aktivitātes A.1 “Datu ievākšana pirms biotopu atjaunošanas” ietvaros.
- Torok, P., Brudvig, L.A., Kollmann, J., Price, J.N., Tothmeresz, B. 2021. The present and future of grassland restoration. *Restoration Ecology*, 29, S1, e13378.
- Walker, K.J., Stevens, P.A., Stevens, D.P., Mountford, J.O., Manchester, S.J., Pywell, R.F. The restoration and re-creation of species-rich lowland grassland on land formerly managed for intensive agriculture in the UK. *Biological Conservation*, 119: 1-18.
- Yang, Y., Tilman, D., Furey, G., Clarence, L. 2019. Soil carbon sequestration accelerated by restoration of grassland biodiversity. *Nature Communications* 10, 718.

	Suga	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Suga	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	Galvas dati	E3, %											ACINO ARV										
E2, %												AGRIM EUP											
E2, m												ANTEN DIO											
E1, %												BOTRY LUN											
E1.vid., cm												BRIZA MED											
E1.mak., cm												CAMPA ROT											
E1.min., cm												CARDA PRA											
E0, %												CAREX CAR											
Kūļa, %												CAREX FLC											
Kūļa, cm												CAREX HAR											
Zeme, %												CAREX ORN											
Eksp.sug. %											CAREX PAN												
Inveziķs sugas	ACER NEG											CIRSI ACA											
	AMELA SPI											DACTY SPP											
	BUNIA ORI											DIANT DEL											
	ECHIN LOB											EPIPA PAL											
	HERAC SOS											FILIP VUL											
	IMPAT GLA											FRAGA VIR											
	LUPIN POL											GALIU BOR											
	MEDIC SAT											GALIU VER											
	OENOT SPP											GERAN PAL											
	RUMEX CON											GERAN SAN											
	SAPON OFF											HELIC PRA											
	SOLID CAN											KOELE GLA											
	SORBA SOR											LATHY PAL											
												LEONT HIS											
												LINUM CAT											
	Ekspanzivs sugas	AEGO POD											NARDO STR										
ANTHR SYL												OPHIO VUL											
CALAM EPI												PARNA PAL											
CHAERO ARO												PHLEU PHL											
CIRSI ARV												PIMPY SAX											
DACTY GLO												PLANT MED											
ELYTR REP												PLATA BIF/CHL											
EQUIS SPP												POLYG AMA											
FILIP ULM												POLYG COM											
PHLEU PRA												POLYG VUL											
PHRAG AUS												PRIMU FAR											
PTERI AQU												PRIMU VER											
RUBUS CAE												RANUN AUR											
TARAX OFF												SCORZ HUM											
TRIFO MED												SEDUM ACR											
URTIC DIO												SESLE CAE											
											SIEGL DEC												
											STACH OFF												
Pārgenitānas ID sugas	AGROS STO											STELL PAL											
	BIDEN TRI											SUCCI PRA											
	CAPSE BUR											THYMU OVA											
	LEONT AUT											THYMU SER											
	PLANT MAJ											TRIFO MON											
	POA ANN											TROLL EUR											
	POTEN ANS											VERON SPI											
	POLYG ARE											VIOLA RUP											
	POLYG HYD											VISCA VUL											
	PRUNE VUL											6270-3, 6490											
	RANUN REP											ALOPE PRA											
	SENEC JAC											ARRHE ELA											
	RUMEX SPP											CALAM CAN											
											CALTH PAL												
Potenciālās ID sugas	ALCHEMILLA											CAMPA PAT											
	ANGEL SYL											CARDA SPP											
	ANTHYLLIS											CAREX ACU											
	ARTEM CAM											CAREX ACUT											
	CAMPA GLO											CAREX CES											
	CIRSI HET											CAREX DIS											
	EUPHRASIA											CAREX HOS											
	GEUM RIV											CAREX NIIG											
	INULA SAL											CAREX VES											
	LISTE OVA											CARUM CAR											
	ORIGA VUL											CENTA JAC											
	POLYG BIS											CNIDI DUB											
	POTEN ERE											CREPI BIE											
	RHINANTHUS											DESCH CES											
	SAXIF GRA											FESTU PRA											
	SELIN CAR											FILIP ULM											
	SILENE NUT											GALIU ALB											
	TRAGO PRA											GALIU PAL											
												GALIU ULI											
											HELIC PUB												
											HERAC SIB												
											KNAUT ARV												
											LATHY PRA												
											LYTHR SAL												
											MOLIN CAE												
											PASTI SAT												
											PEUCE PAL												
											PHALA ARU												
											POA PAL												
											POA PRA												
											POA TRI												
											THALI FLA												
											THALI LUC												
											TRISE FLA												
											VALER OFF												
											VERON LON												
											VIOLA PER												
6270, 6510	AGROS TEN																						
	ANTHO ODO																						
	ARRHE ELA																						
	CALLU VUL																						
	CAMPA PAT																						
	CAREX PILUL																						
	CARUM CAR																						
	CENTA JAC																						
	CREPI BIE																						
	CYNOS CRI																						
	FESTU OV1																						
	FESTU PRA																						
	FESTU RUB																						

2. pielikums. Saimniecības "Kraștiņi" adaptīvās ganišanas teritoriju zālāju biogrāfijas projekta ieviešanas laikā

Pūrīna kadiķi (sekundāri meži, parauglaukumi: A1)

2004-2007

Sekundāra priežu audze. 2004. gadā uzsākta Šarolē/Hereford šķirnes gaļas liellopu ganišana.

A1 2006. g.



A1 2020. g.



2008-2017

Samazinās krūmu stāva biežība, nedaudz palielinās lakstaugu stāva segums, turpina pastāvēt priežu mežs.

A1 2011. g.



A1 2021. g.



2018-2022

2018. gadā Šarolē/Hereford šķirnes lopu ganās agri pavasarī un ganišanās turpinās līdz 30.augustam. 2019.gadā ganišana sākas tikai 15. augustā un 2020. gadā ganišana sākas tikai rudenī. Priedes nozāģētas 2021. gadā.

A1 2018. g.

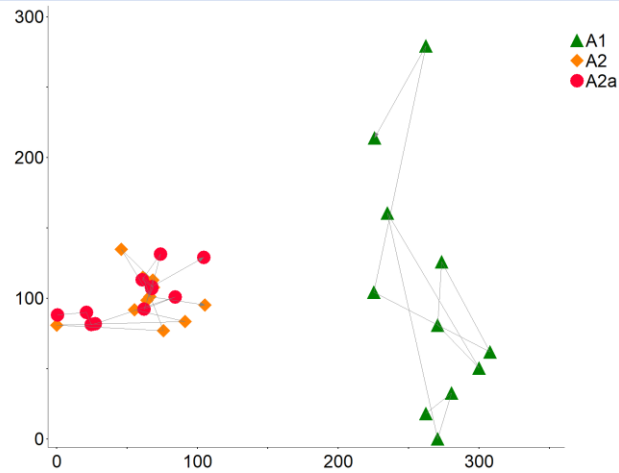


A1 2022. g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



A1 parauglaukums ir sekundārais priežu mežs. Ordinācijā tas atrodas atstatus no blakus esošiem sausa zālāja laukumiem (A2, A2a, Pūrīna pļava), kas norāda, ka tā veģetācija ir ļoti atšķirīga no zālāja veģetācijas. Pirmajos gados tas saistīts galvenokārt ar kokaugu stāva esamību, bet pēdējo gadu laukumu novietojums liecina, ka lakstaugu veģetācija vēl ir ļoti atšķirīga no sausā zālāja un vēl nav notikusi augu sabiedrību tuvināšanās (konverģence).

Pārupes baltalkšņi (sekundāri meži, parauglaukumi: B3)

2004-2007

Sekundārs baltalkšņu mežs.

2008-2017

Ganību slodzes ietekmē izzūd zemu krūmu stāvs, bet koku stāvs tik biezs, ka zemsedze gaismas trūkuma dēļ neveidojas. Ganību dzīvnieki mežā uzturas un arī nobradā un nograuzņ tur esošo skrajo lakstaugu stāvu.

2018-2022

Pēc baltalkšņu nozāģēšanas un sakņu frēzēšanas pirmajā gadā savairojas viengadīgas ruderālas sugas, tās nomaina daudzgadīgas ruderālas sugas, bet pēdējos divos gados jau izveidojusies zālāja veģetācija, lai arī vēl dominē plašas ekoloģijas sugas, bet dabisko zālāju raksturīgo sugu īpatsvars vēl neliels.

B3 2007. g.



B3 2014. g.



B3 2019. g.



B3 2020. g.



B3 2021. g.

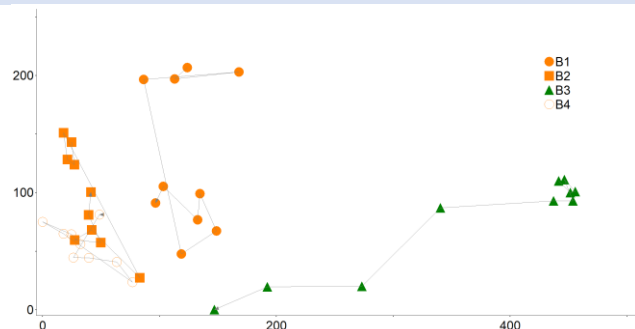


B3 2022. g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

NMS ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



Baltalkšņu meža parauglaukums (B3) vairākus gadus pēc veģetācijas sastāva ir gandrīz nemainīgs. Laukumi atrodas ordinācijas telpā ciešā grupā un stipri atstāvis no trim blakus esošiem klajā zālāja parauglaukumiem (Pārupes tīrumīts). Pēc kokaugu nozāģēšanas 2019. gadā notiek straujas veģetācijas sastāva izmaiņas. 2022. gada baltalkšņu meža parauglaukums ordinācijas telpā atrodas cieši pie klajā zālāja parauglaukumiem, kas liecina, ka notiek acīmredzama konverģence (sugu sastāva līdzības palielināšanās) ar klajā zālāja veģetāciju.

Pūrīna pļava (sausī zālāji, parauglaukumi: A2, A2a)

Zālāja biogrāfija līdz 2004. gadam: Pūrīna pļava ir sena pļava, kas nav bijusi arta vismaz 100 gadus. Apsaimniekošana pārtraukta 1990. gadu sākumā un pļava bija pamesta līdz 2004. gadam, kad uzsākta ganīšana.

2004-2007

Ar sīkām priedēm aizaugošas dabiskas pļavas.

Kailā pļavauzīte dominē un veido ciņainu struktūru. 2004. gadā uzsākta Šarolē/Hereford šķirnes gaļas liellopu ganīšana. Pļavas veģetācija mainās uz ganību veģetāciju.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

2008-2017

Ganību slodze palielinās, kailās pļavauzītes segums samazinās, ciņi izzūd, arvien vairāk parādās ganīšanas indikatorsugas (mazā brūngalvīte, ložņu āboliņš, lielā ceļteka, šaurlapu ceļteka) kopumā veģetācijā pieaug mēreni mitru ganību sugu daudzums (margrietīņa, pļavas dzelzene, parastā smilga), bet samazinās tipiskas sausu pļavu sugas (kailā pļavauzīte, lipīgā sveķene u.c.).



2018-2022

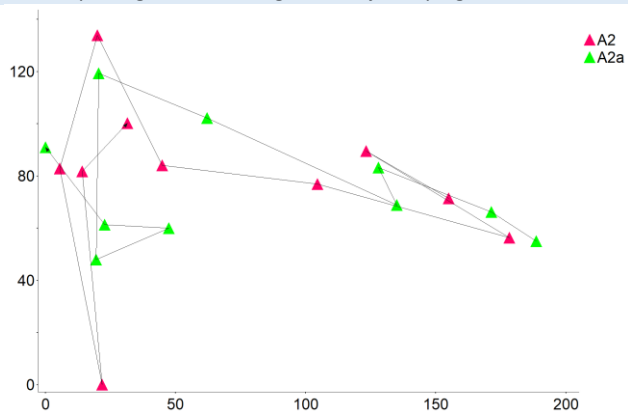
2018. gadā Šarolē/Hereford šķirnes lopu ganās agri pavasarī un ganīšanās turpinās līdz 30. augustam

2019. gadā ganīšana sākas tikai 15. augustā un 2020. gadā ganīšana sākas tikai rudenī.

Tendence samazināties ganīšanas indikatorsugu īpatsvaram.



CD ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



NMS ordinācijā 2004.-2007. gadā parauglaukumi atšķiras no pārējiem un to lielie attālumi ordinācijas telpā liecina par sugu sastāva straujām izmaiņām. 2011.-2018. gadā parauglaukumi grupējas cieši, tātad veģetācija kļuvusi homogēnāka un pa gadiem mazāk variabla. Nav vērojams, ka veģetācijas sastāvam būtu tendence atgriezties sākotnējā izskatā, jo ordinācijas telpā pēdējie gadi nepietuvinās pirmajiem uzskaišu gadiem. Laika gaitā ir mainīties dominējošu sugu sastāvs, un arī adaptīvās ganīšanas ietekmē tas saglabājas tāds, kā izveidojies ap 2014. gadu.

Pūrīna rennis, Augusta rennis, Jaunās pļavas ieplakas (slapji palieņu zālāji, parauglaukumi: A3, A5, B5)

2004-2007

Grīšļu ieplakas ar izteiktu monodominantu augāju.

A3 2005. g.



A5 2006. g.



2008-2017

Ganību slodze palielinās, augājs kļūst zemāks, sugu daudzveidība palielinās, bet vizuāli samazinās atšķirība starp ieplaku un tās lēzeno nogāzi.

A3 2014. g.



A5 2011. g.



2018-2022

Adaptīvā ganīšana nozīmīgas izmaiņas neienes. Daudz lielāka nozīme ir paliem un mitruma apstākļiem veģetācijas sezonā.

A3 2022. g.



A5 2022. g.



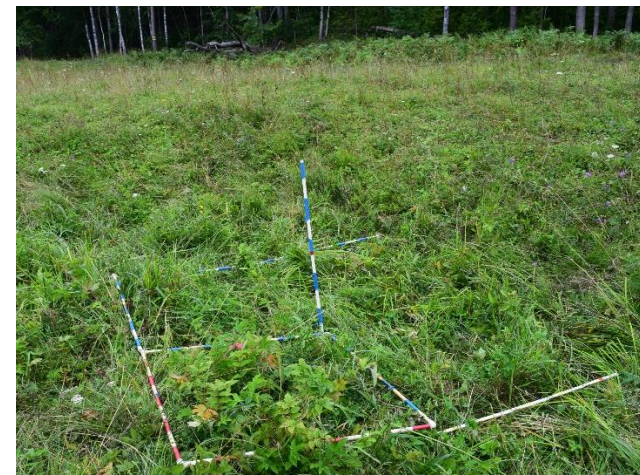
B5 2006. g.



B5 2011. g.

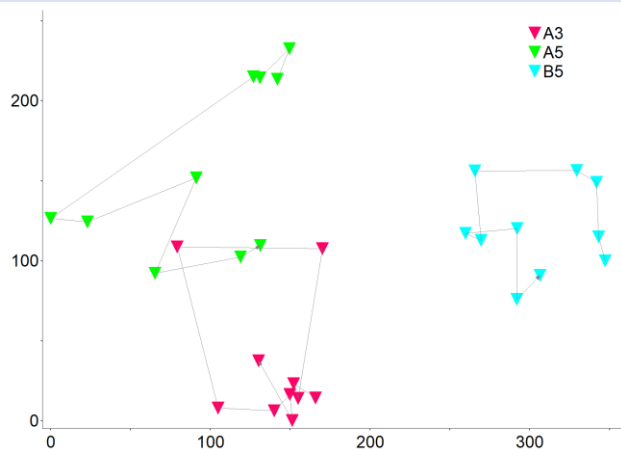


B5 2022.g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



Slapjo zālāju veģetācijas izmaiņas pavisam atšķiras no citiem zālājiem. Tās nav tik secīgas laikā un šķiet haotiskākas. Tas skaidrojams ar to, ka ganīšanās šos zālājus ietekmēja mazāk, jo dzīvnieki tajos ganīties izvēlējās mazāk nekā pārējā teritorijā. Augusta reņņa (A5) un Pūrīna reņņa (A3) veģetācija bija savstarpēji līdzīgāka ar izteiktāku grīšļu pārsvaru pār citām sugām, bet Jaunās pļavas ieplaka (B5) ordinācijas telpā atrodas atstatus – tās veģetācija bija citāda – grīšļi gan bija sastopami, tomēr lielāko segumu veidoja platlapji (parastā vīgrieze, vītoliu staģe u.c.) un graudzāles (parastā ciņusmilga, mārsmilga, miežabrālis un iesirmā ciesa).

Apsišu tīrums, Mācītājmuižas atmata (sausā kaļķains zālājs, parauglaukumi: A4, A6)

2004-2007

Ar bērzu, apsi un krūmiem aizaugoša sausa-mēreni mitra pļauta atmata. Daudz kūlas un ekspansīvo sugu – meža suņburkšķis, ložņu vārpata, Sibīrijas latvānis.

2008-2017

Samazinās ekspansīvo sugu segums, pieaug ganišanas slodzes indikatoru segums. Izzūd un gandrīz neveidojas kūlas slānis. Krūmus ganiņu dzīvnieki nograuž, tie neatjaunojas.

2018-2020

Samazinās ganišanas slodze. Veģetācijā saglabājas noganišanas indikatoru liels īpatsvars – matainā vēlpiene, rudens vēlpiene, mazā brūngalvīte, bet ar lielāku īpatsvaru atgriežas arī augu sugas, kas bija samazinājušās intensīvas noganišanas periodā – kailā un pūkainā pļavauzīte, parastā ziepenīte.

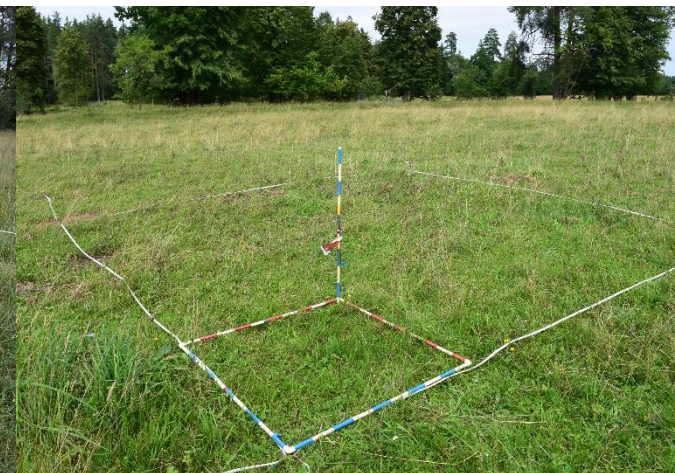
A4 2006. g.



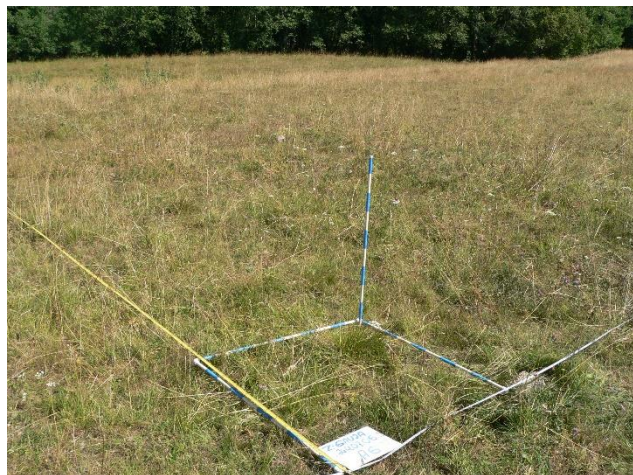
A4 2014. g.



A4 2022. g.



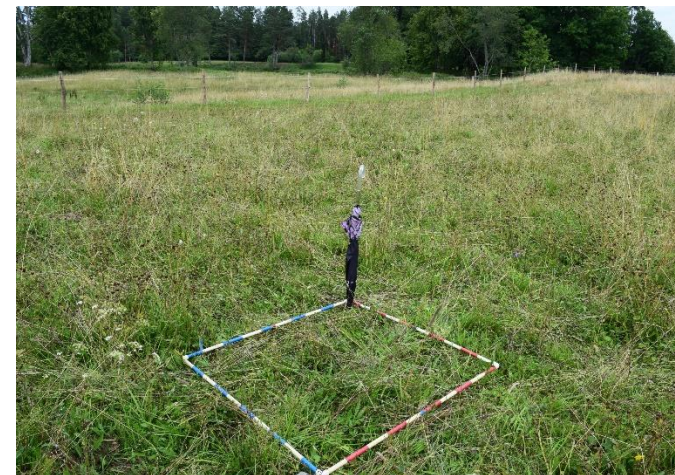
A6 2006. g.



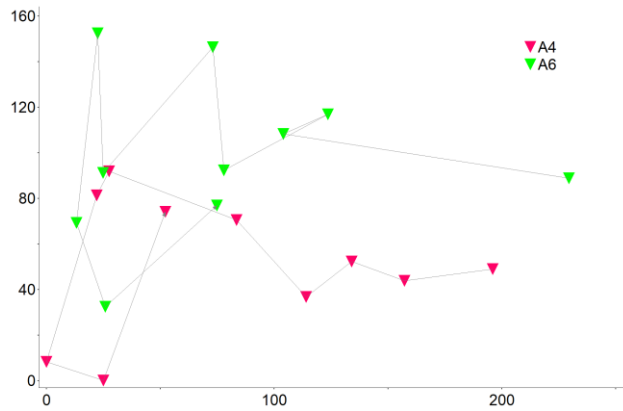
A6 2011. g.



A6 2022. g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.



DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)

Abi zālāji pēc sugu sastāva ir līdzīgi un līdzība saglabājas visu novērojumu periodu. Veģetācijas izmaiņas ir samērā lielas (1. ass garums – 2 standartnovirzes) un tās ir interpretējamās kā ekspansīvo lakstaugu sugu samazināšanās (suņburkšķis, Sibīrijas latvānis, zirgu āboliņš) un pakāpeniska ganību slodzes indikatoru īpatsvara veģetācijā palielināšanās. Pēdējos gados veģetācijā saglabājas noganīšanas indikatoru liels īpatsvars – matainā vēlpiene, rudens vēlpiene, mazā brūngalvīte, bet ar lielāku īpatsvaru atgriežas arī augu sugas, kas bija samazinājušās intensīvas noganīšanas periodā – kailā un pūkainā pļavauzīte, parastā ziepenīte. Pēdējo gadu parauglaukumu izkārtojums liecina, ka veģetācija attīstības trajektorija ir mainījusies – tā neturpina attālināties no sākotnējā stāvokļa, bet drīzāk notiek fluktuācijas un sugu sastāvs kļūst stabilāks.

Jaunā pļava un Pārupes tīrumi (sausu pļavu veidošanās par ganībām, parauglaukumi: B1, B2, B4)

Zālāja biogrāfija līdz 2004. gadam: Jaunā pļava ir sena pļava, kas nav bijusi arta vismaz 100 gadus. Apsaimniekošana nav pārtraukta nekad. Pārupes tīrumi bijis arts divus gadus (1970. gadi), vēlāk pļauts.

2004-2007

Veģetācija raksturīga ilglaicīgām sausām pļavām ar homogēnu zelmeni un augstu sugu piesātinājumu. Jaunajā pļavā izteiktas ieplakas, kurās aug mēreni mitru un mitru vietu augi, bet Pārupes tīrumī ieplakas seklākas, tur nav slapju vietu sugu, bet tikai mitru vietu sugas mozaikā ar sausū vietu sugām

2008-2017

Līdz 2008. gadam lopi šajās pļavās neganījās, jo nebija atraduši Kaičupītes šķērsošanas vietu. Pirmā ganīšanās reģistrēta 2008. gadā. Ganību slodze pamazām palielinājās, un perioda beigās pļavu veģetācijas pazīmes bija nomainījušies ar tipisku ganību zelmeni (zemu un stipri noganītu).

2018-2020

2018. gadā Šarolē/Hereford šķirnes lopi ganās agri pavasarī un ganīšanās turpinās līdz 30. augustam. 2019. gadā Pārupes tīrumi tiek noganīti sākot ar 15. augustu. Jaunā pļava netiek ganīta un tiek augstu applauta un siens nav vākts. 2020. gadā Pārupes tīrumī ganīšana sākas tikai rudenī. Jaunā pļava tiek noganīta ar 13. jūniju līdz 9. septembrim 25 HA lopi uz 17 ha Tendence samazināties ganīšanas indikatorsugu īpatsvaram. Veģetācija kļūst augstāka un ar variējošu zelmeņa augstumu.

B4 2007. g.



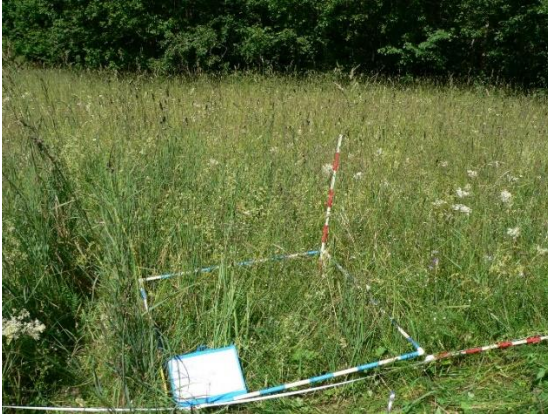
B4 2014. g.



B4 2021. g.



B1 2007. g.



B1 2014. g.



B1 2019



B1 2020. g.



B1 2021. g.



B1 2022. g.



B2 2007. g.



B2 2014. g.



B2 2018. g.



B2 2019. g.



B2 2020. g.

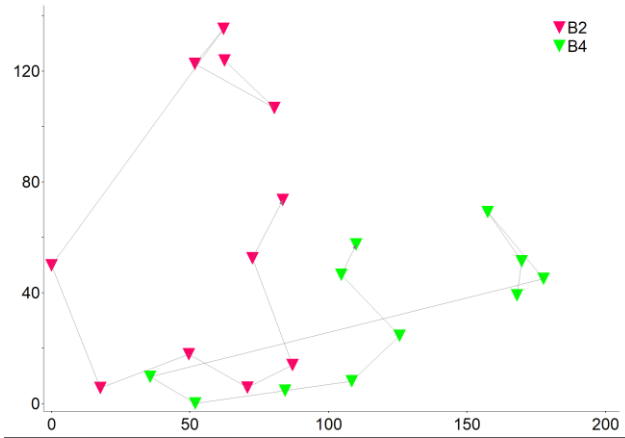


B2 2022. g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vекtori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



DCA ordinācijā parauglaukumu secīgs izkārtojums no ordinācijas telpas augšējās daļas uz apakšējo daļu (virzienā uz 2. ass 0 punktu) liecina par abu parauglaukumu vienādu veģetācijas izmaiņu gaitu no pļavai raksturīga zelmeņa uz ganību zelmeni. Ja sākotnēji (2004-2007) abi parauglaukumi pēc veģetācijas bija samērā atšķirīgi, tad intensīvas ganīšanas periodā tie satuvinās pilnība bet pēdējo divos gados adaptīvas ganīšanas posmā atkal nedaudz atšķiras, turklāt, veģetācija kļūst līdzīgāka sākotnējam stāvoklim. Laika gaitā dabisko zālāju indikatorsugu īpatsvars zelmenī samazinās, bet palielinās ganību indikatorsugu īpatsvars, jo palielinās ganību slodze. Paralēli šīm izmaiņām notiek arī zelmeņa mezofitizācija – samazinās sausu vietu sugu daudzums, bet pieaug mēreni mitru un slāpekli vairāk mīlošu sugu īpatsvars. Šāda veģetācijas attīstība notiek līdz 2018. gadam, bet jau 2019. un 2020. gadā veģetācija atkal sāk mainīties un tā nedaudz tuvinās pļavu veģetācijai. Tātad 2018. gadā uzsāktā adaptīvā ganīšana ir pozitīvi ietekmējusi augu daudzveidību.

Jaunzemes pļava (mitri zālāji, parauglaukumi: B6, B7)

2004-2007

Mitra pļava ar parastās vīgriezes dominanci. 2004. gadā pirmo reizi pēc vairāku gadu pamestības noganīta.



2008-2017

Pakāpeniski samazinās parastās vīgriezes īpatsvars. No pļavas malām arvien samazinās koku un krūmu segums, tādēļ apgaismojuma apstākļi uzlabojas.



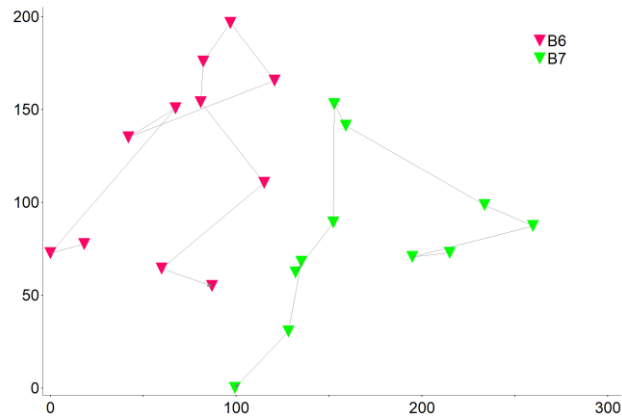
2018-2022

2018. gadā Šarolē/Hereford šķirnes lopī ganās agri pavasarī un ganīšanās turpinās līdz 30. augustam. 2019.gadā tiek noganīts tikai no decembra. Jaunzemes tīrums nopļauts un novākts. 2020. gadā nogana ar 13. jūniju līdz 9.septemgim 25 Hailandes liellopi uz 17 ha. Viena nedēļa atpūta un tad ganās 13 lopī līdz oktobra beigām.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vекtori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



Sākotnēji abi parauglaukumi samērā atšķirīgi (ordinācijas telpā 2004.-2007. gada parauglaukumi ir visatstatāk viens no otra). Palielinoties ganīšanas ietekmei, veģetācija kļūst savstarpēji līdzīgāka, samazinās ekspansīvo sugu īpatsvars (kamolzāle, suņburkšķis, parastā vīgrieze), bet pieaug ganīšanas indikatoru īpatsvars (dziedniecības pienene, ložņu gundega, mazā brūngalvīte). Adaptīvās ganīšanas ieviešana veicina veģetācijas maiņu jaunā virzienā. Tā daļēji virzās uz sākumperioda stāvokli, samazinoties ganīšanas indikatoru īpatsvaram. Tomēr notiek arī izmaiņas sugu daudzveidības palielināšanās virzienā.

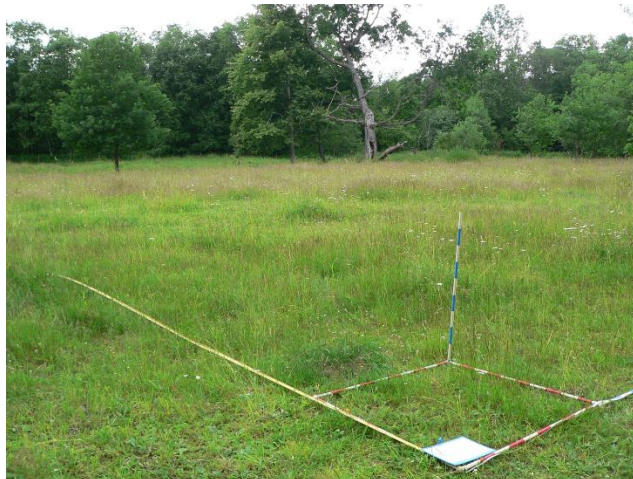
Jaunzemes tīrums (mēreni mitri zālāji, parauglaukumi: B8, B9)

2004-2007

B8 2007. g.



B9 2007. g.



2008-2017

B8 2014. g.



B9 2014. g.



2018-2020

B8 2022. g.

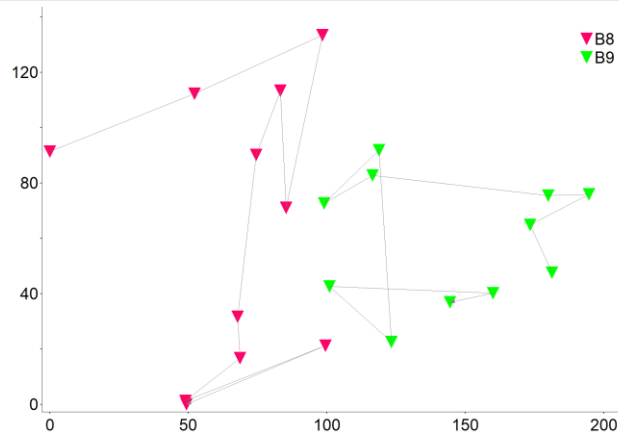


B9 2022. g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.

DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)



2004. gadā abi parauglaukumi samērā atšķirīgi. B8 ir normāla mitruma apstākļos un ar tipisku pļautas atmatas veģetāciju, kurā dominēja graudzāles (pļavas timotiņš, kamolzāle, sarkanā auzene, parastā smilga) un atmatām raksturīgi platlapji – dziedniecības pienene, raspodiņš. B9 bija nedaudz sausāks, tajā dominēja parastā smaržzāle, parastā smilga, sarkanā auzene. Ganību slodzes ietekmē abi parauglaukumi kļūst līdzīgāki, veģetācijā sāk dominēt ganību indikatori un tas īpaši izteikti B8 parauglaukumā – palielinās parastās smilgas īpatsvars, savairojas ciņusmilga (B8), mazā brūngalvīte, lielā ceļteka, ložņu gundega, rudens vēlpiene, šaurlapu ceļteka. Adaptīvā ganīšana atkal maina veģetāciju un samazinās minēto ganīšanas indikatoru īpatsvars, bet parauglaukumi saglabā līdzību. Palielinās smaržzāles, pļavas dzelzenes un raspodiņa īpatsvars, bet samazinās ložņu āboliņa un mazās brūngalvītes īpatsvars.

Bozes pļava (sausš zālājs un ozolu jaunaudze, parauglaukumi: B10, B11)

2004-2007

2004. gadā abi parauglaukumi ir vienādi – aizaugošs sausš zālājs. Aizaug ar ozolu, priedi, liepu un krūmiem (pabērzs)

B11 2005. g.



2008-2017

B10 laukums tiek noganīts un ganīšanas intensitāte arvien pieaug, kokaugi tiek nozāģēti un mazos krūmus nograuz ganību dzīvnieki.

B11 parauglaukums tiek iežogots un tur veidojas ozolu jaunaudze, samazinās apgaisojums lakstaugu stāvam un tas izteikti pārveidojas.

B11 2011. g.



2018-2020

B11 laukumā žogs tiek noņemts, ganību dzīvnieki sāk ganīšanos, 2021. gada ziemā vairums koku tiek nozāģēti, atstāti parkveida ainava potenciāli biokoki.

B11 2018. g.



B11 2019. g.



B11 2021. g.



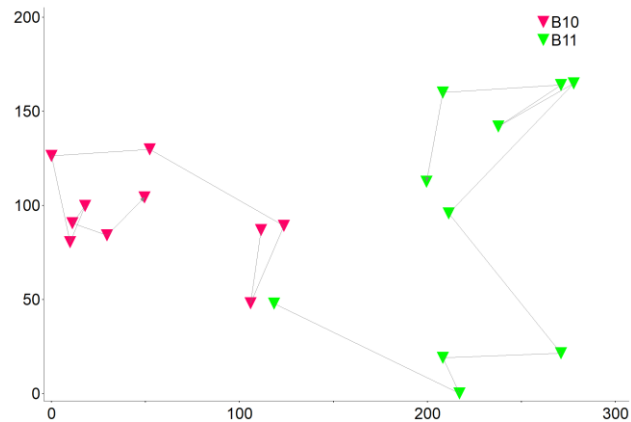
B11 2022. g.



B10 2006. g.



Parauglaukumu izvietojums DCA ordinācijas telpā. Vektori norāda parauglaukumu secīgu izkārtojumu pa gadiem.



B10 2014. g.



B10 2019. g.



DCA ordinācijas interpretācija (19 gadu laikā notikušo veģetācijas izmaiņu kopsavilkums)

2004. gadā abi parauglaukumi ir gandrīz identiski. Taču jau nākamajos divos gados notiek nozīmīgas izmaiņas. B10 laukums kļūst pēc veģetācijas arvien atšķirīgāks un virzās ganīšanas slodzes palielinājuma virzienā, bet B11 laukums veidojas par mežu. Adaptīvā ganīšana B10 parauglaukumā radījusi nelielas izmaiņas, kas interpretējamas kā fluktuācijas, un būtībā veģetācija pēdējo piecu gadu laikā ir stabila. B11 laukumā sugu sastāvs vēl nav būtiski mainījies, jo kokaugu nozāģēšana notika tikai 2021/2022.g. ziemā, un 2022.gada uzskaitēs lakstaugu stāvā vēl saglabājās iepriekš sastopamās sugas.