

Atskaite par līgumu

Meža silpurenū *Pulsatilla patens* atradņu Gaujas Nacionālajā parkā un dabas parkā “Ogres Zilie kalni” ietekmējošo faktoru vērtējums un apsaimniekošana.

D. Kļaviņa, E. Zviedre, G. Tabors, G. Jakobsone, D. Elferts, G. Priede, L. Bērtiņa,

I. Dubova

Meža silpurenē *Pulsatilla patens* ir austrumu elements Latvijas florā, saistīta ar osu grēdām, reljefa pacēlumiem, smilšainu, grantainu augsni un kontinentālu klimatu, vairāk koncentrējas Latvijas DA daļā.

Meža silpurenē bija pirmā suga, kuru Nacionālā botāniskā dārza darbinieki sāka uzskaitīt *in situ* sakarā ar vieglo pieejamību un maģistra darba izstrādi. Uzskaitījām meža silpurenē divos 40x40 m laukumos Dārziņos; uzskaitē veikta pa 8 atsevišķām 5 m platām slejām. 2009. gadā pēc meža ciršanas fiksējām ievērojamu silpurenē skaita samazināšanos. 2010. gadā ieviesām katra auga iezīmēšanu ar individuālu etiķeti ar numuru, bet 2015. gadā abās uzskaites vietās ar lielāko silpurenē koncentrāciju ierīkojām pa vienam 10x10 m laukumam meža silpurenē maksimālās koncentrācijas vietās. Ogres Zilo kalnu dabas parkā Egita Zviedre 10 gadu periodā novērojusi šo augu ziedēšanas samazināšanos, vietas pārzināšana palīdzēja atrast un izvēlēties apsekojamās vietas. 2017. gada aprīlī apsektas 23 vēsturiskās meža silpurenē vietas GNP (M. Blaus, I. Pētersone, J. Bušs), no tām silpurenē konstatēta tikai četrās (Inčukalns, Inciems, Salmiņu mežs, Straupes pag. – elektrolīnijas trase). 2017. gada rudenī Gaujas Nacionālajā parkā DAP vecākā valsts vides inspektora Mārtiņa Blaui vadībā tika apsektas GNP vēsturiskās silpurenē vietas, kurās viņš pavasarī bija atradis šos augus: Barģu mežā vienu (mūsu apzīmējums GNP1), Salmiņu mežā – 8 (GNP2), Silciemā pie šosejas – 11 augus (Inčukalns pēc I. Čakares apraksta 2008. gadā – 30 augi) (GNP3, GNP4). Braslas mežā augus neatradām (2008. gadā -7 augi), arī izejot pie elektrolīnijas, kur pavasarī bijis viens augs, atradām tikai bedrīti. Šo vietu nolēmām apsekot pavasarī. GNP 5 atradām ar kolēģes Ineses Liepiņas palīdzību pie ceļa uz Ērgļu klintīm, kur viņa regulāri uzturas pie radiem “Aizpurvītēs”, un apliecināja, ka augu mežā bijis daudz, bet pēdējos gados tikai viens liels augs. 2018. gada 25.04. atradām 3 augus divās vietās zem elektrolīnijas (plānotais 6. laukums). 2018. gada 7.05. 6 cilvēku grupai apsekojot Braslas mežu atradām vēl divus augus (GNP7, GNP8).

MATERIĀLS UN METODIKA

Meža silpurenē izpētei ierīkoti 20 parauglaukumi (10x10 m): divi Dārziņos Rīgā (D) kopš 2015. gada; 11 - Ogres Zilo kalnu dabas parkā (OZK) 2017. gada 3. un 9. maijā; septiņi Gaujas nacionālajā parkā (GNP): četri 2017. gada 11. oktobrī, viens (GNP 5) 6. novembrī un vēl divi – GNP 7. un 8. - 2018.gada 7. maijā, veicot plašu meklēšanu vēsturiskajās vietās Braslas mežā pie pagrieziena uz Lielstraupi. Laukumi stūros marķēti ar koka mietiņiem, uzskaites laikā laukumu iezīmēja ar auklām. Šajos laukumos marķēts katrs īpatnis. GNP 6. laukums netika ierīkots, kā sākotnēji paredzēts, jo tas

atradās uz elektrolīnijas. Šāda transformēta augtene nebūtu salīdzināma ar pārējām vietām GNP.

Demogrāfijas datu ievākšana. Katru gadu divas reizes veikta demogrāfiskā uzskaitē – pavasarī skaitīja ziedus, vasarā lapas. 2017. gadā 2., 3. un 9. maijā, 2018. gadā 23., 24., 25. aprīlī un GNP papildus vēl 7. maijā uzskaitīti ģeneratīvie īpatņi un ziedu skaits katram. 2017. gada 19., 22. un 29. jūnijā un 2018. gada 11.-13. jūlijā lapu skaits katram īpatnim tā ietverot arī pavasarī neuzskaitītos veģetatīvos īpatņus. Katrā lielajā parauglaukumā noņemta zemsedze 1x1 m platībā: Ogres Zilo kalnu DP un Dārziņos 2017. gada 19. un 22. jūnijā no veģetācijas atbrīvoti divi laukumi 1m² platībā, bet GNP - katrā trīs (1.-5. laukumā 11.10. 2017., 7.,8. laukumā – 7.05.2018.). Mazie laukumi attīrīti ar rokām un nogriežot ar nazi cietākās augu daļas. Novāktās augu daļas iznestas ārpus parauglaukuma. Mazie parauglaukumi izvietoti dažādās lielā laukuma vietās: gan vietās, kur silpures nebija, gan ap meža silpures īpatņiem.

Veģetācijas datu ievākšana. Pēc Brauna-Blankē metodes novērtēts sugu sastāvs un projektīvais segums pieciem stāviem: koku I un II, pamežs un paauga, lakstaugi un sīkrūmi, sūnas un ķērpji. Noteiktas sūnu un vaskulāro augu sugas parauglaukumos. Visos OZK parauglaukumos veģetācijas projektīvais segums 100 m² noteikts trīs reizes: 2017. gada 9. maijā; 2017. gada 19. jūnijā 1.- 4. parauglaukumā un 2017. gada 22. jūnijā 5.-11. parauglaukumā; un 2018. gada 10. jūlijā visos OZK parauglaukumos.

Dārziņu parauglaukumos veģetācija aprakstīta 2017. gada 19. maijā un 27. jūnijā, kā arī 2018. gada 13. jūlijā, bet parauglaukumos GNP veģetācijas apraksti veikti vienu reizi 2018. gada 12. jūlijā.

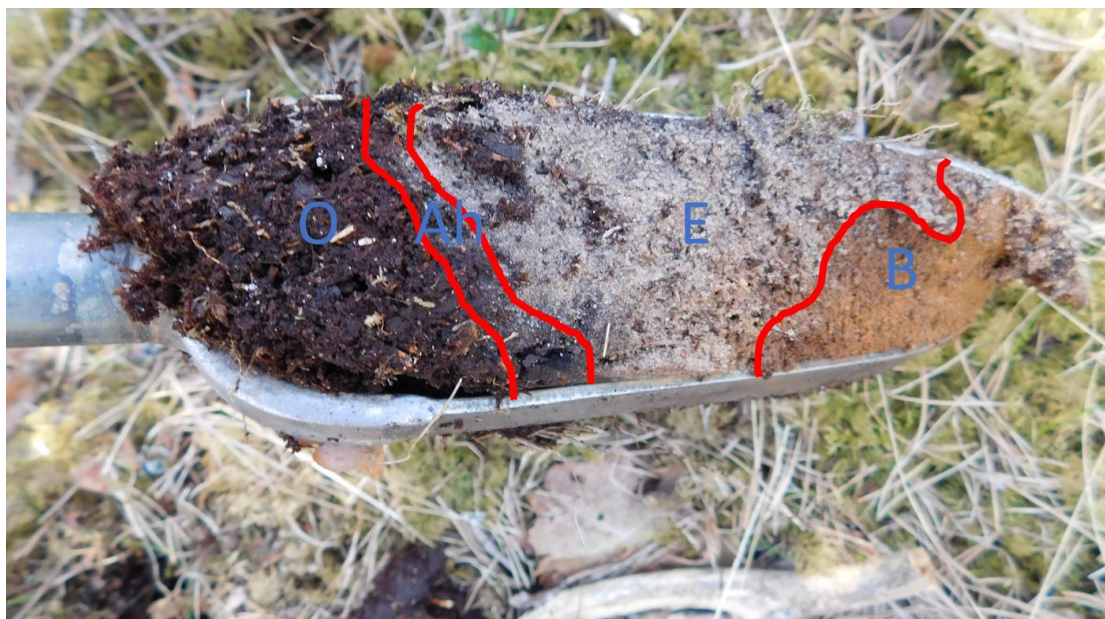
No veģetācijas attīrītajos mazajos parauglaukumos 1m² platībā, veģetācijas projektīvais segums noteikts 2018. gada vasarā, tajā pašā dienā, kad lielajos parauglaukumos.

OZK un Dārziņu parauglaukumos 2017. gada vasarā, bet GNP parauglaukumos 2018. gada vasarā 100 m² laukumos pa abām diagonālēm sešās vietās (parauglaukuma gala punktos un ik pa 2.5 metriem) veikti sūnu stāva biezuma mērījumi ar lineālu.

Meža silpuru sēklas dzīvotspējas un dīgspējas noteikšanai vāktas Dārziņos 2.06., GNP 5.06. un OZK 6.06.2018. gadā. Ievāktās sēklas (riekstiņu kopauglis) vispirms šķirotas, atdalot irbuli ar matiņiem, uzskaitot vizuāli konstatējamās neattīstītas sēklas un vizuāli attīstītas sēklas – testiem. Ja sēklu bija daudz (60 un vairāk), tad izmēģinājumi iekārtoti 2-3 atkārtojumos, ja mazāk par un ap 60, tad – vienā. Pielietots 1% 2,3,5-trifeniltetrazolija hlorīda (TTH jeb tetrazolija) tests, kas izstrādāts orhidejām (Ramsey and Dixon 2003) un aprobēts silpuru sēklām (G. Jakobsons, NBD, Augu ekofizioloģijas nodaļa), analizēti 70 paraugi. *Pulsatilla patens* dzīvotspējīgās sēklas krāsojās sarkanas, neattīstītie embriji - viegli rozā. Ja pāri palika vairāk kā 10 sēklu, bija uzlikta sēklu dīgšanas pārbaude gaismā, istabas temperatūrā Petri platēs ar mitru filtrpapīru. Sēklu dīgspēja pārbaudīta 18 paraugiem, atkarībā no sēklu skaita vienā, divos vai trijos atkārtojumos.

Augsnes morfoloģiskai izpētei katrā no ierīkotajiem parauglaukumiem tika izmantots augsnes urbis (1,20 cm garš). Ar augsnes urbja palīdzību noteica augsnes horizontus (1.attēls), to dziļumus un granulometrisko sastāvu. Urbšana tika veikta līdz tika sasniegts cilmiezis, kas ir augsnes veidošanās izejmateriāls, un kurš nosaka tālākos

augšnes veidošanās procesus. Pēc iegūtiem augšnes horizontu parametru datiem veicām augšnes tipu un apakštipu noteikšanu (Kārkliņš, 2008).



1.att. Augšnes urbis un virsējie četri augšnes horizonti: O (nedzīvā zemsega), Ah (trūdvielu akumulācija mežā), E (eluvialais jeb ieskalošanās), B (iluvialais jeb ieskalošanās).

Papildus augšnes morfoloģiskajai izpētei parauglaukumā, veicām arī augšnes paraugu ievākšanu, lai pēc tam laboratorijā varētu noteikt augšnes ķīmisko sastāvu. Augšnes paraugošana tika veikta izmantojot augšnes urbi, kura diametrs ir 7 cm. Paraugošana veikta pēc konverta metodes piecos atkārtojumos, tas ir, katrā no parauglaukuma četriem stūriem un centrā. Augšnes paraugi tika ievākti tāpat kā citos jau iepriekš aprakstītos pētījumos (Reimann et al., 2016; Cardelli et al., 2017), respektīvi, tikai no virskārtā esošā organiskā O horizonta. Ievāktie augšnes paraugi polietilēna maisiņos nogādāti LU Bioloģijas institūta Augšnes minerālās barošanās laboratorijā, kur tika noteikti sekojoši parametri: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Na, pH, EC, organiskās vielas daudzums.

Lai novērtētu apgaismojuma apstākļus izpētes vietās veikta kokaudzes vainaga atvērumu fotogrāfēšana. Hemisfēriskie uzņēmumi iegūti izmantojot digitālo fotoaparātu ar platleņķa foto objektīvu, ar kuru iegūst 180° plata redzeslauka attēlus. Fotogrāfijas uzņemtas izmantojot 1m augstu statīvu. Attēli iegūti parauglaukuma centrā un četros stūros ar skatu uz ziemeļiem. Fotogrāfijas uzņemtas kameru turot pilnīgi horizontāli ar uz augšu vērstu objektīvu, kas tika precizēts izmantojot līmeņrādi. Dati apstrādāti izmantojot programmu WinSCANOPY. Programmā ielādētas uzņemtās fotogrāfijas, norādīts, kur attēlā atrodas ziemeļi, lai nodrošinātu precīzu rezultātu iegūšanu. Norādīts attēla uzņemšanas reģions. Norādīts mākoņainums, lai koriģētu ienākošās gaismas daudzumu.

Datu matemātiskā apstrāde

Lai salīdzinātu augšnes parametrus, kopējo īpatņu skaitu, ģeneratīvo īpatņu skaitu un proporciju starp vietām, izmantota dispersijas analīze. Ja vietas ietekme bija būtiska, tad veikts TukeyHSD PostHoc tests vietu savstarpējam salīdzinājumam.

Lapu skaita analīzei izmantots lineārais jaukta efekta modelis, bet ziedu skaitu analīzei izmantots vispārējais lineārais jaukta efekta modelis ar Puasona atlikuma struktūru. Lapu skaita dati log transformēti, lai padarītu sadalījumu tuvāku normālajam. Sēklu dzīvotspējas analīzei izmantots binārais loģistiskais jaukta efekta lineārais modelis. Vainaga atvērums (WinScanopy) datu analīzei izmantots lineārais jaukta efekta modelis, lai salīdzinātu vērtības starp vietām. Visos modeļos parauglaukuma numurs izmantots kā nejausais faktors.

Matemātiskai analīzei izmantoti veģētācijas dati (segums procentos) ar lielajiem parauglaukumiem un mazajiem parauglaukumiem.

Veiktas divu veidu analīzes - izveidots veģētācijas DCA attēls, kā arī veikta ADONIS analīze, lai secinātu vai pastāv būtiska atšķirība starp veģētācijas kopumu. Analīzes veiktas šādos variantos:

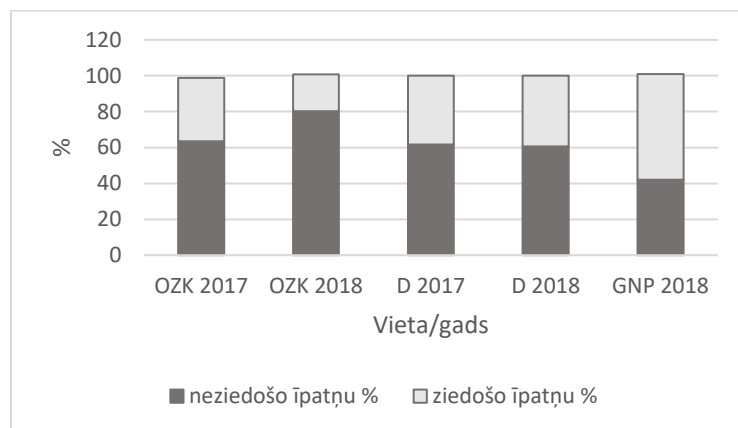
- (1) Mazie parauglaukumi - salīdzinātas vietas savā starpā,
- (2) Lielie parauglaukumi - salīdzinātas vietas savā starpā (tikai 2018. gada dati)
Ogres datu analīze - salīdzināta veģētācija starp laikiem (trīs uzskaites laiki: 09. 05. 2017, 19. -22. 06. 2017, un 10. 07. 2018).

REZULTĀTI

Demogrāfija.

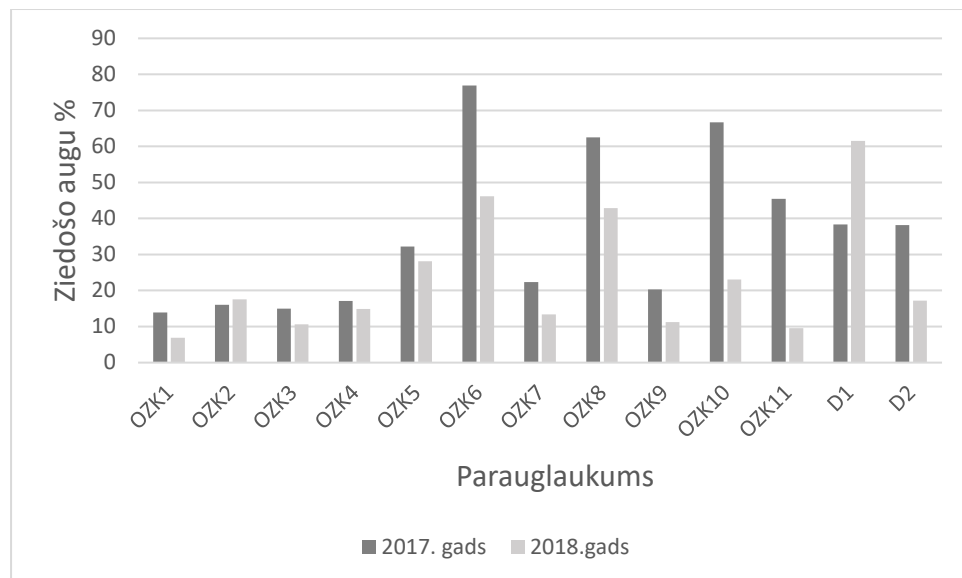
Trīs pētāmās vietas bija atšķirīgas populācijas lieluma un koncentrācijas ziņā: 2018. gadā Dārziņos dažu 100 m attālumā esošajos divos laukumos 200 m² uzskaitīti 256 īpatņi, OZK laukumi kopumā bija vairāk telpiski atdalīti viens no otra un aptvēra 1100 m² ar 797 īpatņiem, bet GNP 700 m² ar 38 īpatņiem bija izvietoti plašā teritorijā no Silciema līdz Inciemam, Lielstraupei un Cēsīm. Šīs vietas var raksturot ar īpatņu vidējo skaitu parauglaukumā: Dārziņos – 128, OZK – 72,5, GNP- 5,4. GNP īpatņu skaits ir statistiski būtiski mazāks nekā pārējās divās vietās, bet starp Dārziņiem un OZK nav būtiskas atšķirības. Salīdzinot atsevišķas vietas savā starpā konstatēta būtiska atšķirība starp GNP un Dārziņiem ($p=0,013$), Ogrī un GNP ($p=0,025$).

Ievērojami atšķirās ģeneratīvo īpatņu proporcija pētījuma vietās: 2018. gadā GNP ziedēja vairāk nekā puse visu īpatņu 58.8%, bet OZK tikai 19,8%, Dārziņos 39,7% (2. attēls), būtiska atšķirība ir starp GNP un OZK.



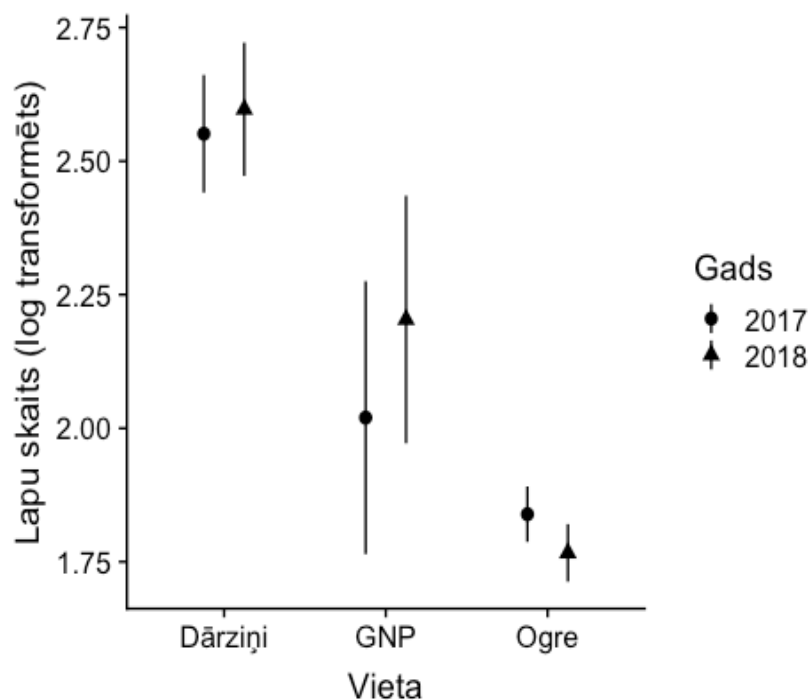
2. att. Vidējais neziedošo un ziedošo īpatņu % vienā parauglaukumā (2018. gadā būtiski atšķiras GNP un OZK).

Vietas ietvaros bija lielas atšķirības starp parauglaukumiem (3. attēls). Tā, piemēram, OZK 6. laukumā bija lielākais ziedošo augu īpatsvars abos gados un lielākais vainaga atvērums OZK 40,6%.



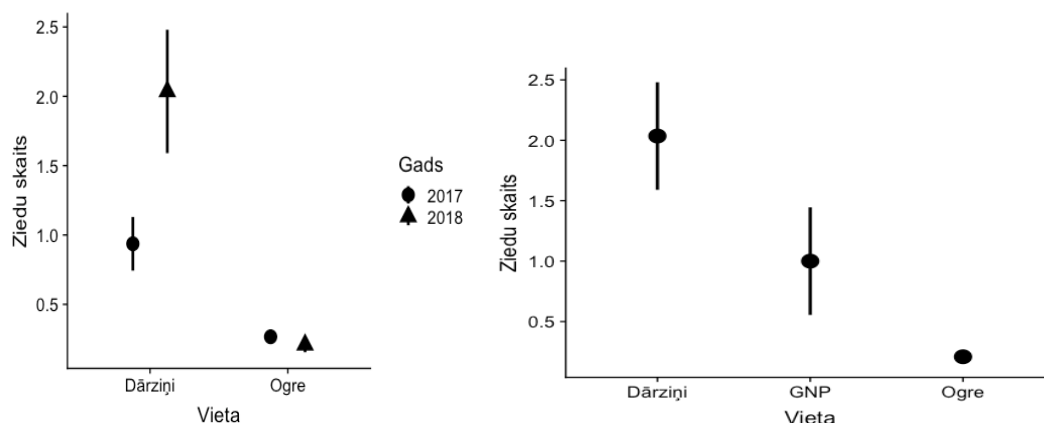
3. att. Ziedošo augu % atsevišķos Ogres zilo kalnu un Dārziņu parauglaukumos.

Lapu skaits vidēji abos pētījuma gados vienam augam bija: Dārziņos 18.1; GNP – 12.4; OZK – 10.9. Matemātiski analizējot lapu skaitu visās trijās vietās 2017. un 2018. gadā, lapu skaits Dārziņos un GNP bija lielāks 2018. gadā, bet OZK - lielāks 2017. gadā (4.attēls). Tomēr būtiski vidējais lapu skaits mainījies tikai OZK. Lapu skaitu neietekmē sūnu slāņa biezums, bet ietekmē gads un vieta.



4. att. Lapu skaita salīdzinājums 2017. un 2018. gadā visās trijās pētījuma vietās.

Ziedu skaits būtiski atšķīrās 2017. un 2018. gadā un starp Vietas:Gada kombinācijām (bez GNP). No visām salīdzinātajām kombinācijām, neatšķiras tikai Dārziņi no Ogres 2017. gadā, kā arī Dārziņi 2017. no Ogres 2018.



5. att. Viena auga vidējais ziedu skaits: salīdzināts pa gadiem (pa kreisi) un trijās izpētes vietās 2018. gadā (pa labi).

Ziedu skaitu augam būtiski ietekmē vieta, vietas un sūnu slāņa mijiedarbība.

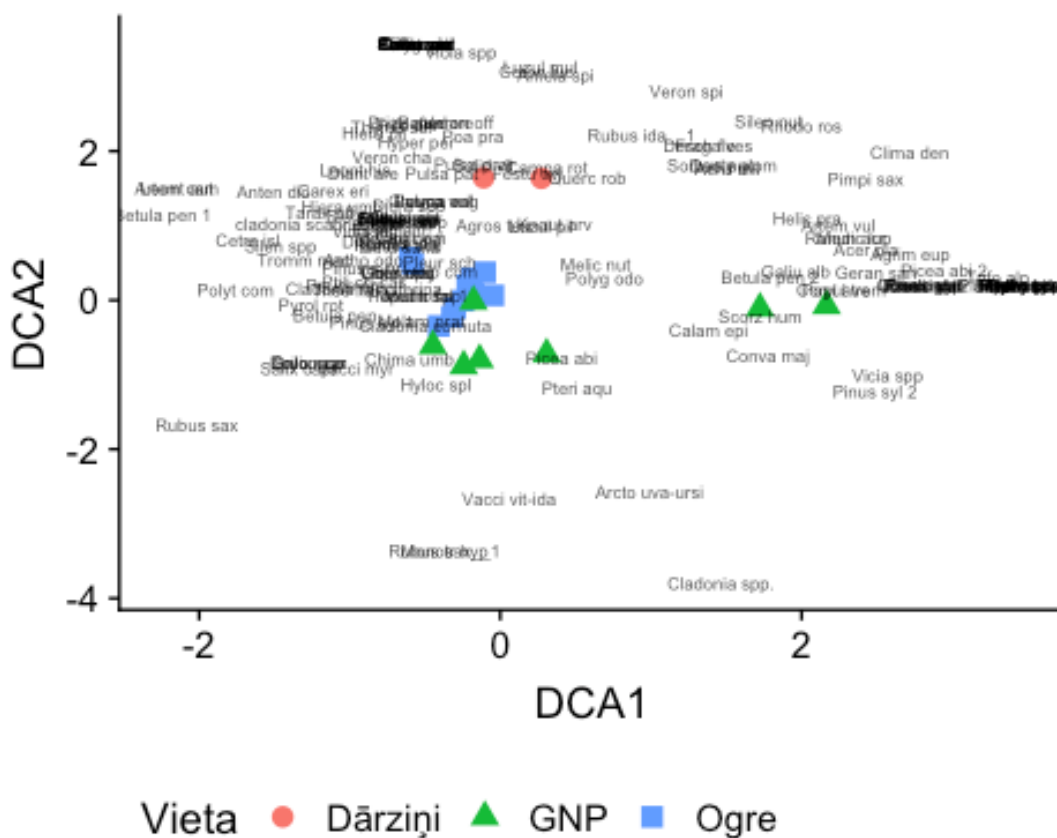
Ziedošo augu skaits parauglaukumā 2017. gadā atšķīrās starp Dārziņiem un OZK, 2018. gadā būtiska atšķirība ir starp GNP un Dārziņiem kā arī OZK un Dārziņiem; Dārziņos bija būtiski vairāk ziedošu augu uzskaites laukumā nekā GNP un OZK.

Silpureņu vietās bija vērojami neattīstīti ziedi, ziedu un lapu nograušana (9. attēls).

Veģetācija

Veģetācija lielajos (10x10m) parauglaukumos

Kopumā veģetācija starp pētītajām vietām būtiski atšķiras. Starp OZK un Dārziņiem kā arī starp GNP un OZK veģetācija būtiski atšķiras. Starp GNP un Dārziņiem nav konstatēta būtiska atšķirība, tomēr jāņem vērā, ka rezultātus var ietekmēt nepietiekamais (divi parauglaukumi) parauglaukumu skaits Dārziņos (6. attēls).



6. att. DCA attēls lielajiem parauglaukumiem visās pētījuma vietās.

Visās apsektotajās teritorijās meža pirmo stāvu veido parastā priede *Pinus sylvestris*. Tās projektīvais segums OZK variē no 5-50%, GNP no 15-40%, bet Dārziņos no 5-40%. Pirmajā stāvā sastopams arī āra bērzs *Betula pendula*, parastā apse *Populus tremula*. Otrais stāvs konstatēts OZK un GNP parauglaukumos, tā projektīvais segums neliels, līdz 10%.

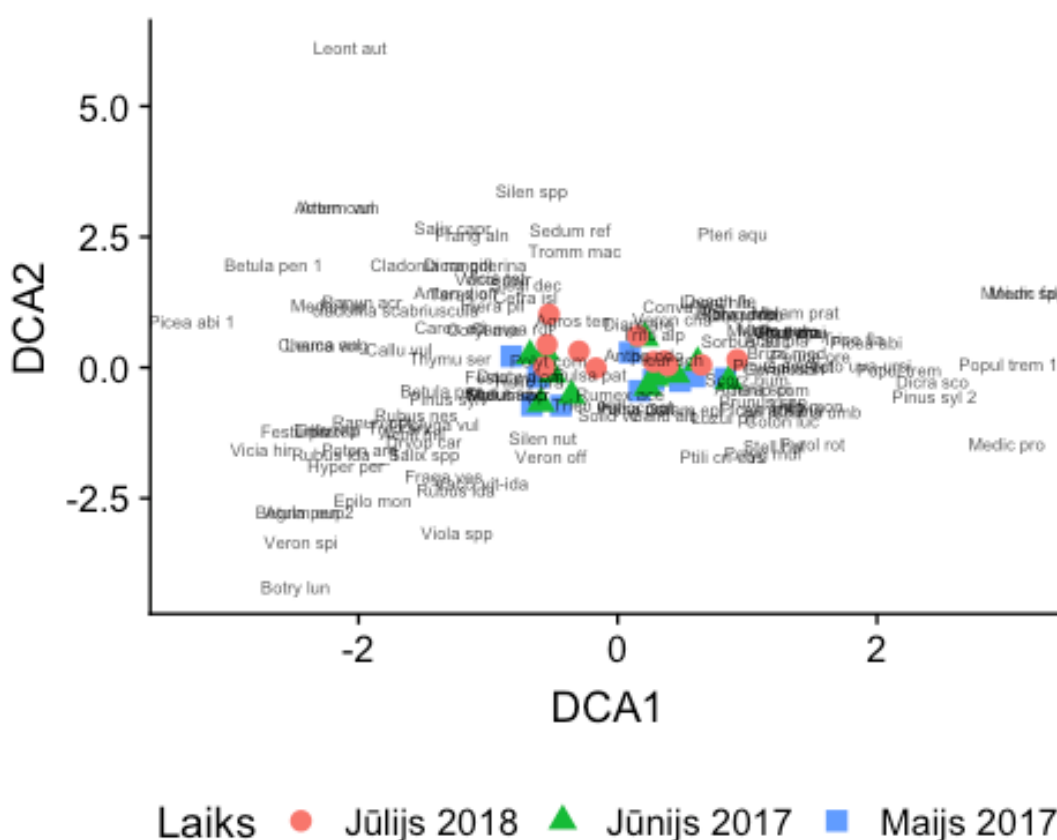
Pameža un paaugas stāvs ir atšķirīgs dažādos parauglaukumos visās teritorijās. OZK parauglaukumos lielākie projektīvie segumi (līdz 15%) konstatēti *Pinus sylvestris*, *Betula pendula*, parastajam kadiķim *Juniperus communis*, bet līdz 7% parastajam ozolam *Quercus robur*. GNP pameža un paaugas stāvs ir ar nelielu segumu, izņemot GNP 4. parauglaukumu, kurā segums ir 27%. Dārziņu parauglaukumos pameža un paaugas projektīvie segumi ir līdz 27 %, tajos novērota liela invazīvo sugu – spožās klintenes *Cotonoaster lucidus* (līdz 13%) un vārpainās korintes *Amelanchier spicata* (līdz 10%) klātbūtne. Pārkrūmošanās ir uzskatāma par boreālo un skujkoku mežu uz osveida reljefa formām apdraudošo faktoru.

Lakstaugu un sīkrūmu stāvs OZK parauglaukumos ir no 54 līdz 126 %, GNP no 36 līdz 113%, Dārziņu parauglaukumos segums bija mazāks (no 52 līdz 73%). Projektīvie segumi, kas pārsniedz 100%, liecina, ka veģetācija ir izkārtojusi vairākos stāvos, līdz ar to apēnojums ir lielāks. OZK un GNP parauglaukumos bieži ar salīdzinoši lielu (līdz 40 %) projektīvo segumu novērota parastā kreimene *Convallaria majalis*. Piecos OZK parauglaukumos sila virša *Calluna vulgaris* projektīvais segums ir no 10 līdz 40%. Parauglaukumos un mežā novērota potenciāli

ekspansīva suga slotiņu ciesa *Calamagrostis epigeious*. Liela kādas sugas klātbūtne var traucēt meža silpuresnes attīstībai, to noēnojot vai izspiežot no dzīvotnes.

Nav konstatēta būtiska korelācija starp lakstaugiem ar silpuresnes projektīvo segumu, augu skaitu, lapu skaitu, ziedu skaitu.

Veģetācija OZK parauglaukumos būtiski atšķiras, ja salīdzina parauglaukumus, kas aprakstīti dažādos laikos (2017. gada maiju un jūniju un 2018. gada jūliju). Tas izskaidrojams ar veģetācijas sezonālītāti. Maija sākumā, piemēram, pļavas nārbulis *Melampyrum pratense* ir vēl dīglapu stadijā, bet vasarā aizņem jau līdz 15 % no parauglaukuma. Laikapstākļu atšķirības varētu būt galvenais faktors, kas ietekmēja augu sugu sastāva izmaiņas vasarā aprakstītajos parauglaukumos. 2017. un 2018. gada vasaras bija ļoti atšķirīgas laikapstākļu ziņā. 2017. gada vasara bija vēsa un lietaina, bet 2018. gada vasara bija karsta un sausa (7.attēls).



7. att. DCA attēls OZK lielo (10x10m) parauglaukumu veģetācijai 2017.-2018. gadā.

Sūnu un ķērpju kopējais projektīvais segums OZK parauglaukumos variē no 55 līdz 95 %, GNP no 21-100%, bet Dārziņos stāvs neizteikts, ar projektīvo segumu no 13-34%. Lielākie segumi konstatēti spīdīgajai stāvainei *Hylocomium splendens* un Šrēbera rūšainei *Pleurozium schreberii*. Desmit OZK parauglaukumos konstatēta viļņainā divzobe *Dicranum polysetum* (līdz 30%).

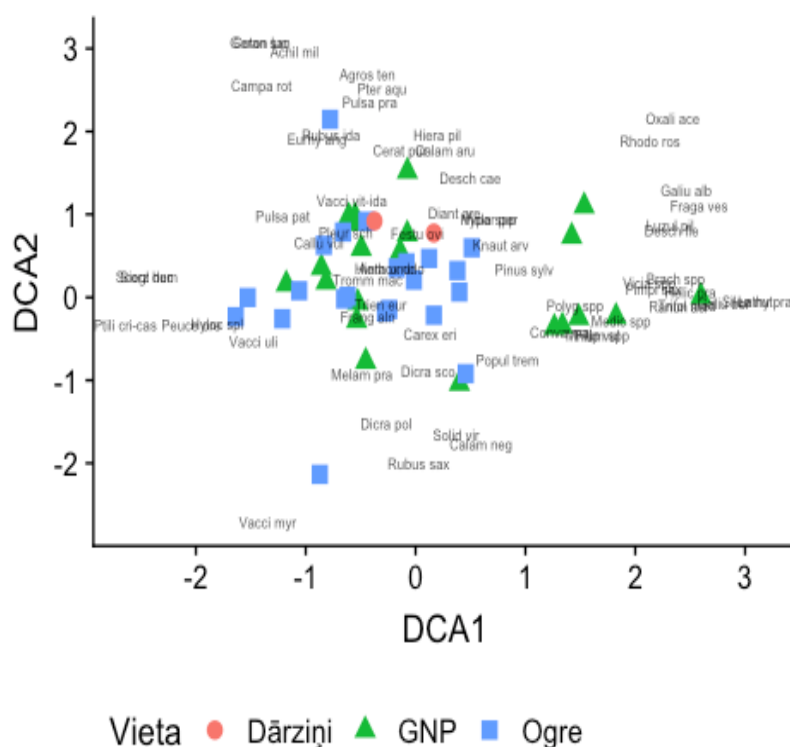
Nav konstatēta statistiski būtiskas korelācija starp sūnu stāva projektīvo segumu un meža silpuresņu projektīvo segumu, silpuresnes augu skaitu, silpuresnes vidējo lapu skaitu, silpuresnes vidējo ziedu skaitu. Tāpat nav būtiskas korelācijas starp

parauglaukumos dominējošām sūnu sugām *Hylocomium splendens*, *Pleurozium shreberi* un silpureses segumu, silpureses augu skaitu, lapu skaitu vai ziedu skaitu.

Tomēr analizējot *Hylocomium splendens*, *Pleurozium shreberi* projektīvā seguma saistību ar vidējo sūnu biežumu parauglaukumā, konstatēts, ka nav būtiskas korelācijas starp *Pleurozium shreberi* projektīvo segumu un sūnu slāņa biežumu, bet ir konstatēta būtiska pozitīva saistība starp *Hylocomium splendens* projektīvo segumu un sūnu slāņa biežumu. Veicot pētījumu, novērojām, ka bieži biežajā sūnu slānī meža silpuresnei ir traucēta lapu attīstība. Tās ir maza izmēra, bieži lapas nav pat izaugušas virs sūnu slāņa. Lai arī mūsu pētījumā nav pierādīta sūnu slāņa negatīvā ietekme uz meža silpureses attīstību, tomēr šis faktors varētu būtiski ietekmēt silpureses attīstību. Turpmākajos pētījumos nepieciešams veikt sūnu slāņa un sugas noteikšanu pie konkrētiem augiem nevis lielajos parauglaukumos. Šādi dati varētu precīzāk raksturot sūnu slāņa biežuma, sūnu sugas ietekmi uz meža silpuresi.

Veģetācija mazajos (1x1m) parauglaukumos

Mazajos parauglaukumos pētītajās teritorijās veģetācija būtiski atšķiras (8. attēls).



8. att. DCA attēls mazajiem parauglaukiem.

Veģetācija būtiski atšķīrās mazajos 1m² laukumos starp vietām kopumā un starp visām trim vietām savā starpā. Starp GNP un Dārziņiem un starp OZK un Dārziņiem, kā arī starp GNP un OZK veģetācija mazajos (no veģetācijas 2017. gadā attīrītajos) parauglaukumos būtiski atšķiras. OZK un GNP parauglaukumos gadu pēc veģetācijas noņemšanas, no daudzgadīgajām sugām labi atjaunojas parastā kreimene *Convallaria majalis*, tās segumam sasniedzot līdz 50 %, brūklene *Vaccinium vitis-idaea* (līdz 20

%). No viengadīgajiem augiem līdz 20 %, sastopams pļavas nārbulis *Melampyrum pratense*.

GNP mazajos parauglaukumos novērota laba *Pinus sylvestris* atjaunošanās (līdz 17 gab.) No sūnām vislabāk atjaunojas *Hylocomium splendens* (līdz 65 %), OZK parauglaukumos labi atjaunojas *Dicranum polysetum* (līdz 20%).

Sēklu dzīvotspēja

Sēklu dzīvotspēja būtiski atšķīrās starp vietām. Vidēji augstākā dzīvotspēja bija OZK – 80,8 % un tā būtiski atšķīrās no abām pārējām vietām, kur sēklu dzīvotspēja bija ievērojami zemāka: GNP - 35,9 %, Dārziņos - 32,7 %. GNP un Dārziņu sēklu dzīvotspēja savā starpā būtiski neatšķīrās. Dārziņu 1. laukumā - populācijā ar lielāko augu blīvumu no visiem 20 pētījumā iekļautiem laukumiem sēklu vidējā dzīvotspēja bija tikai 0,93%. Sēklu dzīvotspējas noteikšanu būtu nepieciešams atkārtot, jo iegūti tikai viena gada dati. GNP, kur ziedošu augu bija maz, no četriem laukumiem sēklas neizdevās ievākt, t.sk. vienā noplūkts vienīgais ziedošais augs. Dīgšanas pārbaudē konstatēts, ka sēklas sāka dīgt pēc nedēļas no diedzēšanas sākuma, divu nedēļu laikā dīgšana bija visintensīvākā un vairums sēklu uzdīga triju nedēļu laikā (dīgšanas dinamikas attēls Excel failā Pp_sēklu dzīvotspēja). Dabā meža silpuru sēklas var dīgt tiklīdz izsējas (Kalliovitrtta et al., 2003).

Augsnes analīzes

Pēc augsnes tipoloģijas pētījumiem apskatot visu triju teritoriju augsnes konstatēts, ka augsnes ļoti ievērojami neatšķiras. Kopā trijās teritorijās konstatējām tikai divus augsnes tipus un trīs apakštipus – tipiskais podzols un iluviālā humusa podzols - apakštīpi no Podzola tipa, un velēnu podzolaugsnes apakštīps no Podzolaugsnes tipa. OZK dominē velēnu podzolaugsne, bet tikai divās vietās ir tipiskais podzols, savukārt GNP ir otrādi. Praktiski tas nozīmētu, ka acīmredzot OZK teritorijā augsnes cilmiezis ir nedaudz bagātāks ar barības vielām, kas ietekmē veģetācijas attīstību, kas savukārt nodrošina trūdvielu akumulācijas A horizonta veidošanos. Esošā A horizonta klātbūtne nozīmē to, ka pēc augsnes klasifikācijas tiek noteikta kā velēnu podzolaugsne.

Veicot augsnes ķīmisko parametru salīdzinājumus ar dispersijas analīzi konstatēts, ka nav būtiskas atšķirības starp trim paraugu ievākšanas vietām – Dārziņi, OZK un GNP, šādiem parametriem: P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Mo, pH_{KCl}, EC, organiskās vielas daudzums un arī O horizonta biezums. Statistikas dati par N, S, Fe un Cu rāda, ka to koncentrācijas būtiski atšķiras starp Dārziņu teritoriju un abu pārējo teritoriju (OZK un GNP) augsnes datiem. Dārziņos bija divi parauglaukumi: viens - tuvāk šosejai D1, bet otrs - aiz dzelzceļa D2. Tikai D2 parauglaukumā ir augsne ar iluviālā humusa podzolu, tā ir ar vāji izteiktu augsnes nedzīvās zemsegas O horizontu, kā arī ar izteiktu dzelzs akumulācijas horizontu. Šajā parauglaukumā ir ļoti liela Fe koncentrācija (2950 mg/l), ja salīdzinām ar citos parauglaukumos esošo Fe koncentrāciju (290-1150 mg/l). Šo situāciju varētu skaidrot arī ar palielināto organisko vielu daudzumu (14.10 %), salīdzinot ar visu pārējo parauglaukumu vidējo rādītāju (7,92 %). Organiskām vielām sadaloties, tās skalojas uz leju pa augsnes horizontiem, un augsnes procesos radušās humusvielas akumulējas augsnes dziļākos horizontos, kur arī izveidojas nedaudz sacementēts slānis. Tas tad arī nosaka to, ka augsnes apakštīps ir iluviālā humusa podzols.

Mūsu iegūtie dati rāda, ka organisko vielu daudzums starp visām teritorijām statistiski būtiski neatšķiras. Tas liecina arī par to, ka organisko vielu sadalīšanās tempi ir visai līdzīgi visās priežu audzes teritorijās, jo arī meža tipi (mētrājs) bija līdzīgi. To, ka trūdvielu akumulācijas horizonts Ah GNP laukumos atšķiras no OZK varētu izskaidrot ar to, ka Ogrē ir daudz parauglaukumu, kuros šis Ah horizonts ir sajaucies ar citiem blakus esošiem horizontiem, piemēram, ar podzola (E) vai ieskalošānās (B) horizontu un tāpēc arī kopīgais horizonta biezums ir krietni lielāks (vid. 15,9 cm) nekā GNP (vid. 3,1 cm). Esošā situācija varētu būt skaidrojama arī ar kādiem traucējumiem vai arī ar salīdzinoši jauniem mežiem OZK, kad augsne vietām vēl līdz galam nav noformējusies.

O horizonta biezuma starpības nav būtiskas, tomēr nelielas atšķirības horizonta biezumā tomēr ir. O horizonta vidējais biezums GNP ir 5.1 cm, kas ir lielākais salīdzinot ar abām pārējām teritorijām – OZK ir 3.5 cm un D 2.5 cm. Šie rezultāti norāda uz to, kādi ir nobiru uzkrāšanās un sadalīšanās tempi. Jo biežāks O horizonts – nedzīvās zemsegas slānis, jo lielāki ir augu nobiru uzkrāšanās tempi un arī organisko vielu sadalīšanās ātrums ir zemāks, un līdz ar to, arī vielu aprites tempi ir zemāki.

Nedaudz palielinātas Zn, N, S un Cu koncentrācijas ir Dārziņu laukumos, un tas varētu arī norādīt uz nelielu piesārņojumu, kas ir šajā teritorijā.

Palielināts N daudzums augsnē var radīt eutrofikācijas procesus, tāpēc arī var uzskatīt, ka Dārziņi, kur N vidējā koncentrācija ir 73 mg/l, ir ar lielāku eutrofikācijas risku, nekā GNP un OZK, kur vidēji N ir attiecīgi 34.14 un 31.7 mg/l.

Izvērtējot iegūtos ķīmisko parametru rezultātus redzam, ka parauglaukumi dažkārt ļoti atšķiras. Apskatot augsnes pH konstatēts, ka zemākais pH ir GNP 2 (Salmiņu mežā) (3,24), bet augstākais pH 5,98 un 6,27 ir Silciema abos parauglaukumos. Atšķirība starp abiem šiem mežiem ir tāda, ka Salmiņu mežā augsne bija visnabadzīgākā, arī trūdvielu akumulācijas horizonts netiek konstatēts, bet organiskās vielas % ir viens no lielākajiem (12.00 %). Salmiņu mežā, kur notiek armijas mācības, iespējams, ka augsnes virskārta nedaudz ir mehāniski izjaukta. Toties Silciemā veģetācija ir blīva, konstatēts arī labi attīstīts trūdvielu akumulācijas horizonts. Šajā gadījumā veģetācija ir tā, kas pilnībā nodrošina trūdvielu akumulācijas horizontu.

Īpaši atšķirīgs parauglaukums pēc izvietojuma tika ierīkots GNP Bargu mežā, kurš atradās liela paugura virsotnē, kurš no ģeoloģiskā aspekta atrodas osu paugurā. Esošā teritorija parāda atšķirības ne tikai no ģeoloģiskā aspekta, bet arī no augsnes veidošanās un augsnes ķīmiskā sastāva. Augsnes tips ir tipiskais podzols, un augsnes virsējais nedzīvās zemsegas O horizonta biezums (6 cm) ir virs vidējā (4 cm), ja apskatām visus pētījumā iekļautos parauglaukumu datus. Tātad nobiru sadalīšanās ātrums ir visai minimāls, uz ko norāda arī tas, ka augsnē esošā N koncentrācija (13 mg/l) un P koncentrācija (39 mg/l) ir zemākas nekā vidējās koncentrācijas mūsu pētījumā, attiecīgi 37 un 58 mg/l.

Vainaga atvērums

Apstrādājot vainaga atvēruma datus izvērtēti tādi parametri kā Openness, kas procentuāli norāda atvērto laukumu daudzumu (laukumi, kurus nesedz vainagi), PPFDDirectUnderPerDay, kas vidēji dienā norāda tiešo fotosintētiski aktīvo radiāciju zem koku vainagiem, PPFDDiffuseUnderPerDay, kas norāda vidēji dienā netiešo

fotosintētiski aktīvo radiāciju zem koku vainagiem un PPFDTotalUnderPerDay kas ir dienā vidējais kopējais fotosintētiski aktīvās radiācijas daudzums zem vainagiem.

No iegūtajiem datiem var secināt, ka parametri PPFDDirectUnderPerDay, PPFDDiffuseUnderPerDay un PPFDTotalUnderPerDay pētītajām teritorijām būtiski neatšķiras, taču parametrs Openness būtiski atšķiras OZK salīdzinājumā ar Dārziņiem un GNP. Ogrē vidējais procentuālais atvērums ir mazāks (35,35 %), nekā Dārziņu (48,12 %) un GNP (42,60 %) augtenēs, kuru rādītāji ir samērā līdzīgi. Tas varētu liecināt, ka Ogrē mežs ir bagātīgāks, iespējams, vecāks, kā rezultātā vainags ir paspējis vairāk saslēgties, izveidojies krūmu stāvs, kā arī to, ka šajā teritorijā nav veikti meža apsaimniekošanas darbi. Dārziņu teritorijā, kur izveidoti divi parauglaukumi, parametrs openness ir vislielākais, kas ir skaidrojams ar to, ka viens no parauglaukumiem (pie šosejas) ir ticis apsaimniekots – apzāģēti koku zari, izzāģēti daži koki un teritorijā saglabājušās zaru kaudzes.

KOPSAVILKUMS

Silpuresnes kopējais īpatņu skaits atšķīrās būtiski starp vietām. GNP īpatņu skaits ir statistiski būtiski mazāks nekā pārējās divās vietās. Salīdzinot vietas savā starpā konstatēta būtiska atšķirība starp GNP un Dārziņiem, OZK un GNP.

Silpuru skaits un ziedošo silpuru skaits pa parauglaukumiem ievērojami atšķīrās. Kopumā ņemot ģeneratīvo augu īpatsvars GNP bija būtiski lielāks nekā pārējās vietās un statistiski būtiski atšķīrās no OZK. Tātad GNP augu ir maz un lielākā daļa zied.

Silpuresnes lapu skaits mainās pa gadiem un tas bija atšķirīgs trijās pētījuma vietās, vislielākais vidējais lapu skaits vienam augam bija Dārziņos. Lapu skaitu neietekmēja sūnu slāņa biežums.

Ziedu skaitu augam būtiski ietekmēja vieta, vietas un sūnu slāņa mijiedarbība.

Visaugstākā sēklu dzīvotspēja bija OZK, zemākā Dārziņos. Sēklu dīgtspējas pārbaude parādīja, ka sēklas piemērotos apstākļos uzdīgst trijās nedēļās.

Veģetācija ir būtiski atšķīrās starp visām pētītajām teritorijām, savukārt augsnes ķīmiskie parametri (N, S, Fe un Cu) būtiski atšķīrās Dārziņu parauglaukumos, kas ir antropogēni ietekmēti. Par antropogēno ietekmi liecina augstā N koncentrācija, kā arī nomīdītā zemsedze un invazīvo sugu *Cotonoaster lucidus* un *Amelanchier spicata* klātbūtne.

Nav konstatētas būtiskas korelācijas starp veģetācijas sastāvu un meža silpuresnes projektīvo segumu, īpatņu, lapu un ziedu skaitu.

Konstatēta būtiska pozitīva saistība starp *Hylocomium splendens* projektīvo segumu un sūnu slāņa biežumu, kas iespējams ietekmē meža silpuresnes parametrus, jo ir viena no sūnu sugām ar lielāko projektīvo segumu.

Koku vainagu atvērumi ir būtiski mazāki OZK parauglaukumos, salīdzinot ar Dārziņu un GNP parauglaukumiem.

Gadu pēc veģetācijas noņemšanas, mazajos parauglaukumos labi atjaunojas daudzgadīgās sugas – *Convallaria majalis*, *Vaccinium vitis-idaea*, un viengadīgajā suga – *Melampyrum pratense*. No sūnām vislabāk atjaunojas *Hylocomium splendens*

un *Dicranum polysetum*, kas liecina, ka zemsedzes atbrīvošana no augiem, potenciāli neveicina šo sugu seguma samazināšanos.

Pētījumā iezīmējās vairāki būtiski ar meža silpurenes sastopamību saistīti faktori kā vietas un sūnu slāņa mijiedarbība, *Hylocomium splendens* ātrā atjaunošanās pēc veģetācijas noņemšanas un šīs sugas būtiska saistība ar sūnu slāņa biezumu. Tā kā meža silpurene vairojas gandrīz tikai ar sēklām (Kalliovitrtā et al., 2003) un sūnu slānis gan OZK, gan GNP laukumu vairumā bija ar lielu sūnu segumu, tad domājams, ka tas ir viens no būtiskiem iemesliem kādēļ silpurenes populācijas skaitliski samazinās. Tādi laukumi ar bagātīgu sūnu segumu atrodami arī Dārziņos, kur gadiem novērots mazs augu skaits un kopš 2011. gada tur īpatņu skaits ir samazinājies 6,6 reizes. Novēroti gan neattīstīti ziedi, gan kropli un bojāti spraucoties caur sūnām (9. attēls).

Mazais silpureņu skaits un lielie attālumi starp īpatņiem GNP noved arī pie ģenētiskā erozijas. Par to netieši liecina augu morfoloģiskā vienveidība GNP salīdzinot ar OZK un īpaši Dārziņiem (10. attēls).

Apsverams aspekts, kas iezīmējas pētījumā un prasa tālāku skaidrojumu, ir resursu patēriņš. Tas parādās salīdzinot vidējo augu OZK un Dārziņos (GNP augi ir pa vidu). OZK augam ir mazāk lapu un mazāk ziedu, bet sēklu dzīvotspēja ir augsta un vairāk nekā divas reizes pārsniedz abas pārējās vietas. Sēklas var dīgt tūlīt pēc iesēšanas vai nelabvēlīgos apstākļos – nākošā pavasarī (Kalliovitrtā et al., 2003). Vajadzētu izmantot laukumus, kur novākta zemsedze: tos uzraudzīt vai pat iesēt tajos meža silpurenes.

Literatūra

Cardelli V., Weindorf D.C., Chakraborty S., Li B., De Feudis M., Cocco S., Agnelli A., Choudhury A., Ray D.P., Corti G.. 2017. Non-saturated soil organic horizon characterization via advanced proximal sensors. *Geoderma* 288: 130–142.

Kalliovitrtā M., Kukk U., Rytteri T. 2003. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. In: Rytteri T., Kukk U., Kull T., Jakalaniemi A., Reitalu (eds.) *Monitoring of threatened vascular plants in Estonia and Finland – methods and experiences*. Helsinki, Finish Environment Institute, 659: 37-47.

Kārklīņš A. 2008. *Augsnes diagnostika un apraksts*. LLU augsnes un augu zinātņu institūts. Jelgava: LLU, 336 lpp.

Ramsey M. and Dixon K.W. 2003. Propagation Science, Recovery and Translocation of Terrestrial Orchids. In: Dixon K.W., Kell S.P., Barrett R.L., Cribb P.J.ed. *Orchid conservation*. Kota Kinabalu, Malaysia: Natural History Publications (Borneo), pp.259–288.

Reimann C., Fabian K., Flem B., Schilling J., Roberts D., Englmaier P. 2016. Pb concentrations and isotope ratios of soil O and C horizons in Nord-Trøndelag, central Norway: Anthropogenic or natural sources? *Applied Geochemistry* 74: 56-66.



9. att. Neattīstīti, bojāti un dzīvnieku apgrauzti meža silpurenes īpatņi.



10. att. Meža silpurenes formu daudzveidība Dārziņos un Ogres zilajos kalnos.