

**Meža silpureņu *Pulsatilla patens* atradņu izpēte, datu
aktualizēšana un apsaimniekošanas pasākumu monitorings
2019.–2021. gadam**

Atskaite

D. Kļaviņa, E. Zviedre, G. Tabors, G. Jakobsone,
I. Akmane, D. Elferts, I. Staltmane, L. Grīnberga, D. Krasnopoļska,
V. Lazdiņa, G. Priede, I. Dubova, L. Miķelsone-Šibeika

saskaņā ar 2019. gada 11. oktobra Līgumu Nr. 7.7/258/2019, kas noslēgts starp
Dabas aizsardzības pārvaldi un Nacionālo Botānisko dārzu par monitoringa veikšanu

Nacionālais Botāniskais dārzs

Salaspils, 2021

| | |
|---|----|
| Saturs | |
| IEVADS | 3 |
| METODIKA | 4 |
| REZULTĀTI..... | 9 |
| Apsekotās atradnes Natura 2000 teritorijās..... | 9 |
| Apsekotās atradnes ārpus Natura 2000 teritorijām..... | 15 |
| <i>Pulsatilla patens</i> herbāriju datu apkopojums | 17 |
| Apsekotās atradnes no vēsturiskajiem datiem..... | 17 |
| Demogrāfija..... | 18 |
| Apsaimniekoto laukumu populācijas..... | 18 |
| Monitoringa parauglaukumu populācijas | 22 |
| Veģetācija..... | 23 |
| Pastāvīgie parauglaukumi | 23 |
| Pētījuma teritoriju raksturojums..... | 23 |
| Sugu sastopamība un to projektīvie segumi veģetācijas stāvos pastāvīgajos parauglaukumos | 26 |
| Nobīru, atmirušo augu un atklātās augsnes raksturojums parauglaukumos | 29 |
| Veģetācija apsaimniekotajos (1x1m) parauglaukumos..... | 29 |
| Pastāvīgo parauglaukumu datu statistiskā analīze..... | 30 |
| Visu parauglaukumu veģetācijas datu statistiskā analīze | 31 |
| Diskusija | 32 |
| Noēnojuma ietekme uz <i>Pulsatilla patens</i> demogrāfiskajiem parametriem..... | 32 |
| Mijiedarbība ar citām sugām lakstaugu un sīkrūmu stāvā..... | 33 |
| Sūnu stāva blīvuma un atklātās augsnes pieejamības ietekme uz <i>Pulsatilla patens</i> demogrāfiskajiem parametriem | 34 |
| Sēklu dzīvotspēja..... | 35 |
| Augsnes morfoloģiskais un ķīmiskais sastāvs..... | 37 |
| <i>Pulsatilla patens</i> stāvoklis Latvijā un iespējas to uzlabot..... | 40 |
| Secinājumi..... | 42 |
| Literatūra..... | 44 |
| Pielikums..... | 47 |

IEVADS

Pulsatilla patens ir gaismas prasīga, no traucējumiem atkarīga, daudzgadīga suga. Ilgmūžība nodrošina sugas pastāvēšanu un izplatību, jo tai trūkst noturīgas sēklu bankas (Thompson et al., 1997; Baskins, 1998 - pēc Pilt, Kukkk, 2002). Tās reģenerācija ir atkarīga ne tikai no dīgšanai piemērotiem apstākļiem, bet arī no sēklu producēšanas jebkurā konkrētā vietā un laikā. Antropogēnie traucējumi veicina izplatību ar sēklām (Pilt, Kukkk, 2002). Ilgmūžīgas sugas reaģē ievērojami lēnāk uz mainītiem apstākļiem (Eriksson, 1996 - pēc Pilt, Kukkk, 2002).

Ziedi ir termonastiski un helionastiski; zieda forma un virsmas raksturs var sekmēt saules gaismas atstarošanas zieda iekšējās daļās, kas saulainā laikā var veicināt temperatūras paaugstināšanos zieda iekšējā telpā par 8,9–10,0°C salīdzinot ar apkārtējo vidi, lai veicinātu sēklu produkciju (Sienkiewicz 2012, Weryszko-Chmielewska et al., 2017). Sēklas dīgst uz augsnes virsmas tūlīt pēc nogatavošanās.

Zema konkurētspēja ar citām pameža augu sugām, dabisku traucējumu trūkums meža ekosistēmās (Uotila 1996 - pēc Kalliovirta et al. 2006), dzīvnieku veikta ziedu un augļu dzinumu iznīcināšana (Juśkiewicz-Swaczyna 2010a) ir iemesli, kāpēc *P. patens* populācijas ir apdraudētas. *P. patens* augšanai labvēlīgi ir gadi, kad dominē kontinentālais klimats (Uotila 1996 - pēc Wojtowicz, 2004, Juśkiewicz-Swaczyna, Grzybowski, 2013). *P. patens* ir šaurāka tolerances amplitūda attiecībā uz mitruma pieejamību (Uotila, 1969) un tā dod priekšroku mitrākām vietām nekā *P. pratensis* (Pilt, Kukkk, 2002).

Saskaņā ar Kalamees et al. (2005), svarīgi faktori, kas ietekmē dīgtpēju un *P. patens* populāciju izveidi, ir cikliski, dabiski vai kontrolēti ugunsgrēki, kas maina gaismas intensitātes apstākļus un iznīcina sūnu un nobiru slāņus. Turklāt mežu ugunsgrēku rezultātā augsnē uzkrājas kokogles, kas inaktīvā fitotoksiskus fenola savienojumus, kuri var ierobežot *P. patens* atjaunošanos dabā (Juśkiewicz-Swaczyna 2010).

P. patens tiek aizsargāta kā strauji sarūkoša suga visās Eiropas valstīs, kurās tā sastopama. Iespējams, ka sugas samazināšanās lielā mērā ir saistīta ar izmaiņām zemes izmantošanā (Kalamees et al., 2005). Lopu ganīšanas pārtraukšana, mūsdienīga mežsaimniecības prakse un īpaši efektīva ugunsgrēku novēršana ir noveduši pie pameža veģetācijas saslēgšanās mežos. *P. patens* veiksmīgai reprodukcijai ir svarīga biotopu heterogenitātes uzturēšana un pameža veģetācijas saslēgšanās novēršana (Kalliovirta et al., 2006). Konstatēts, ka nobiru uzkrāšanās ir galvenais faktors, kas ietekmē sējeņu attīstību un populāciju izdzīvošanu (Kalliovirta et al., 2006). Meža kailcirtes, kuru apjoms pēdējo gadu laikā ir ievērojami palielinājies, ir noteicošais faktors, kas iznīcina *Pulsatilla* sugu biotopus. Smagā tehnika iznīcina sakneņus, pārveidotā augsne veicina ruderālu sugu vai gaismas prasīgu graudzāļu invāziju, veidojot blīvu veģetācijas segumu, zem kura nav iespējams izdzīvot *Pulsatilla* dīgšiem (Pilt, Kukkk, 2002). Papildu faktori, kas ierobežo populāciju, ir arī smilšu ieguve, kā arī mežacūku rakumi (Coisek et al., 2016).

P. patens populāciju dzīvotspēju nepārprotami apdraud zemsedzes seguma pieaugums dabisko vai antropogēno traucējumu trūkuma dēļ (Kalliovirta et al., 2006). Saslēgtās veģetācijas atvēršanu var veikt manuāli retinot kokus un noņemot zemsedzes slāni, vai veicot kontrolētu dedzināšanu, kas vislabāk simulē iepriekšējo periodu dabiskos traucējumus - meža ugunsgrēkus (Kalliovirta et al., 2006). Mūsdienās, ņemot vērā boreālajā zonā dominējošo intensīvo mežu apsaimniekošanu (kopšanas cirtes, kailcirtes), selektīvs un labi plānots traucējumu režīms, kas izmanto uguni, var būt vienīgā patiesā garantija sugas izdzīvošanai (Kalamees et al., 2005).

Visā Polijā šī suga pakāpeniski izzūd – valsts vidienē ir samazinājies gan teritoriju skaits, gan konkrētu populāciju lielums, savukārt rietumos un dienvidos šī suga pēdējo

desmit gadu laikā ir zaudējusi lielāko daļu biotopu (Ciosek, 1999; Nowak et al., 2000; Chmura 2003; Wojtowicz, 2004; Zych, 2007 - pēc Juškiewicz-Swaczyna and Grzybowski; 2013; Ciosek et al., 2016).

Ģenētiskie faktori var ietekmēt ziedēšanu. Tas ir tāpēc, ka neliels īpatņu skaits var izraisīt ģenētisku eroziju un depresiju, kas atspoguļojas vairākos kvalitātes rādītājos, kā ziedēšanā, sēklu ražošanā un sējeņu izdzīvošanā (Ellstrand, Elam, 1993; Dudash and Fenster, 2000; Oostermeijer et al., 2003 – pēc Kalliovirta et al., 2006). *P. patens* populāciju ģenētiskās analīzes liecina, ka augu ģenētiskā daudzveidība populācijām sarūkot ir zema un ir augsts inbrīdīngs līmenis. Tas noved pie augu labsajūtas un dzīvotspējas ievērojamas samazināšanās mazās populācijās (Szczecińska et al., 2016).

Lai noskaidrotu *P. patens* stāvokli Latvijā Dabas aizsardzības pārvaldes pasūtījuma projekta ietvaros paredzēta atradņu izpēte un datu aktualizēšana kā arī apsaimniekošanas pasākumu monitorings. Projektā paredzēts apkopot vēsturisko informāciju par *P. patens* un veikt monitoringu Natura 2000 teritorijās, kā arī atradnēs ārpus Natura 2000 teritorijām. Atradņu apsaimniekošanas pasākumu monitoringam izmantoti iepriekš ierīkoti (2017., 2018. gada DAP līgums ar NBD - Kļaviņa u. c., 2018) un no jauna izveidoti parauglaukumi, kuros bija paredzēta zemsedzes kontrolētā dedzināšana vai cita līdzvērtīga sugas atradnes apsaimniekošana.

METODIKA

Parauglaukumi

Pētījuma - apsaimniekošanas pasākumu monitorings - ietvaros izmantoti 2017. gadā ierīkoti 18 demogrāfiskās uzskaites parauglaukumi (10x10 m) ar *P. patens*: Gaujas Nacionālajā parkā (GNP) - 7, dabas parkā Ogres Zilie kalni (OZK) – 11, kā arī 2015. gadā Rīgā pie dzelzceļa stacijas Dārziņi (Dārziņi, D) ierīkoti divi laukumi (DAP pasūtījums – “Meža silpuruņu *Pulsatilla patens* atradņu Gaujas Nacionālajā parkā un dabas parkā “Ogres Zilie kalni” ietekmējošo faktoru vērtējums un apsaimniekošana” atskaite Kļaviņa u.c., 2018). 2019. gadā tika izveidoti trīs 10x10 m lieli pastāvīgie parauglaukumi apsaimniekošanas pasākumu monitoringam Ķemeru Nacionālajā parkā (ĶNP) ar *P. patens* un četri bez *P. patens*, kā arī 9 kontroles laukumi bez *P. patens* jau trijās iepriekš pētītajās teritorijās (1. tabula). 2020. gadā ĶNP, gatavojoties meža apsaimniekošanai ar dedzināšanu, tika ierīkoti papildus septiņi parauglaukumi (4 ar *P. patens* un 3 bez *P. patens*). Līdz ar to teritorijās ir atšķirīgs parauglaukumu skaits to izveides laiks, veģetācija, antropogēnā ietekme, teritorijā veiktie apsaimniekošanas pasākumi, kā arī atšķirīga lieluma un vitalitātes *P. patens* atradnes.

Katrā apsaimniekojamajā pastāvīgajā laukumā ar tika veidoti laukumi, kur noņemta zemsedze (sūnas, lakstaugi, sīkkrūmi) 1x1 m platībā (izņemot ĶNP Smārdē un GNP pie Sveķupītes, kur bija paredzēta kontrolētā dedzināšana). Mazie laukumi attīrīti ar rokām, nogriežot ar nazi cietākās augu daļas un iezīmēti ar koka mietiņiem laukuma stūros. Novāktās augu daļas iznestas ārpus parauglaukuma. Mazie parauglaukumi izvietoti dažādās lielā laukuma vietās. OZK, ĶNP un Dārziņos, veidojot mazos laukumus, katrā lielajā laukumā tika ierīkoti divi apsaimniekotie laukumi, bet GNP veidojām trīs mazos laukumus, lai būtu lielāka iespēja uztvert kādu *P. patens* sēklu. Mazie parauglaukumi tika ierīkoti dažādos laikos: OZK un Dārziņos 2017. gada 19. un 22. jūnijā no veģetācijas atbrīvoti divi 1 m² laukumi, bet GNP - katrā trīs (1.-5. laukumā 11.10. 2017.; 7.,8. laukumā – 7.05.2018.); ĶNP – 2019. gada 29. aprīlī – katrā divi. Kopā ierīkots un

apsekots 51 mazais 1 m² parauglaukums (Dārziņos un ĶNP katrā pa četri, GNP – 21, OZK – 22).

Uz uzskaites laiku lielie parauglaukumi tika norobežoti ar četriem lieliem koka mietiem (pa vienam katrā stūrī), kuri tika savienoti ar auklu. Pēc uzskaites veikšanas aukla tika novākta un lielie mieti aizvietoti ar nelieliem nekrāsota koka mietiņiem, lai nodrošinātu atkārtotu precīzu parauglaukuma atrašanu nākamajās uzskaitēs.

1.tabula. Pastāvīgie parauglaukumi apsaimniekošanas pasākumu monitoringam.

| Teritorija Saīsinātais apzīmējums | Izveidošanas gads | Nr., apzīmējums, t.sk. K - kontrole | Skaitis | Apsaimniekošana: 1m ² lauk. skaits* vai dedzin** | Laukuma veids |
|--|----------------------|--|-----------------------|--|------------------|
| Rīga, Dārziņi (Dārziņi, D) | 2015 | 1, 2 | 2 | 2 | ar Pp |
| | 2019 | K | 1 | | bez Pp |
| Dabas parks Ogres Zilie kalni (OZK) | 2017 | 1-11 | 11 | 2 | ar Pp |
| | 2019 | K1, 2, 3 | 3 | | bez Pp |
| Gaujas Nacionālais parks (GNP) | 2017 | 1-5 | 5 | 3 | ar Pp |
| | 2018 | 7, 8 | 2 | 3 | ar Pp |
| | 2019 | K1, K2, K5, K7 K3 | 4 1 | dedzin. | bez Pp |
| Ķemeru Nacionālais parks (ĶNP) | 2019 | Smārde 3 Iskopi 1 Tīreļi 1 | 3 | dedzin. 2 2 | ar Pp |
| | 2019 | Smārde K1, K2, K4; Iskopi K2 | 3 1 | dedzin. 2 | bez Pp |
| | | 2020 | Smārde 5, 8, 9, 10 | 4 | dedzin. |
| | 2020 | Smārde K6, K7, K11 | 3 | dedzin. | bez Pp |

* Katrā 10x10 m parauglaukumā izveidoto 1 m² laukumu (mazie laukumi) skaits, kuros noņemta zemsedze.

**Laukumi iezīmēti ar metāla mietiem, sagatavoti kontrolētai dedzināšanai, kas netika realizēta.

Pētījuma – atradņu izpēte un datu aktualizēšana – ietvaros 2020.-2021. gadā apsekotas 36 Natura 2000 teritorijas un 30 teritorijas ārpus tām. Tika izveidoti 15 demogrāfiskās uzskaites un izpētes parauglaukumi (10x10 m) Natura 2000 teritorijās: Krustkalnu DR, Teiču DR, DP Silene, Rāznas NP, DP Laukezers, DL Čertoka ezers, DL Posolnīca, AAA Augšdaugava – Rozaliķu loks, Ververu loks, DL Lubāna mitrājs - pa vienam laukumam, DP Driksnas sils – divi, DP Numernes valnis - trīs laukumi. Ārpus Natura 2000 vietām izveidoti 18 parauglaukumi: Žagarkalns (Pope), Popes ML, Vēžezers, Rīga pie kinostudijas, Bergi, Plānupe, Daugmale, Smiltene-Silva ceļš, Seda-Strenči c., Medņu Rubeņi, Ideņa, Ančupāni, Andrupene, Turku ML, Steķu c. – pa vienam laukumam; Gaigalavas ML – trīs laukumi. Kopā šos 33 parauglaukumus aprakstījām vienu reizi. Jēdzienu “atradne” lietojām divās nozīmēs, kā tas ir saskaņā ar latviešu valodas skaidrojošo vārdnīcu: 1) par atradni uzskatījām katru apsekoto punktu

jeb *P. patens* atrašanās vietu, ja to fiksējām ar koordinātēm, un 2) kādā vietā (plašākā) esošo *P. patens* kopumu, piemēram, visas parauglaukumā uzskaitītās *P. patens*.

Demogrāfijas datu ievākšana

Apsaimniekojamajos 27 parauglaukumos ar *P. patens* katrs īpatnis marķēts ar plastmasas etiķeti. Katru gadu divas reizes veikta demogrāfiskā uzskaitē – pavasarī uzskaitīti ģeneratīvie īpatņi un ziedu skaits katram, vasarā – lapu skaits katram īpatnim, ietverot arī pavasarī neuzskaitītos veģetatīvos īpatņus. Ja attālums starp lapu rozetēm ir līdz 10 cm, tad tās tiek skaitītas kā viens indivīds, ja attālums lielāks, tad tie ir atsevišķi indivīdi (Kalliovitrtta et al., 2006). Sugas dinamikas salīdzināšanai apsaimniekotajās teritorijās izmantoti piecu gadu dati (ietverot datus no mūsu izstrādātā DAP pasūtījuma projekta 2017., 2018. gadā), bet *P. patens* Dārziņu populāciju NBD pēta kopš 2010. gada.

Projekta 1. daļā paredzētajos 33 parauglaukumos uzskaitē parasti veikta tikai vienu reizi nemarķējot augus. Dažos gadījumos šie laukumi apsekoti atkārtoti. 2020. gadā šo laukumu izveide bija pieskaņota iespējai uzskaitīt visus – arī veģetatīvos īpatņus un sēklu nogatavošanās laikam: maija beigās - jūnija 1. dekāde (pēc 2019.gada pieredzes). Lai atvieglotu vasaras darbu un veiksmīgāk atrastu vietas laukumu ierīkošanai, septiņus parauglaukumus 2020. gadā ierīkojām jau ziedēšanas laikā, veicot arī ziedu uzskaiti. 2021. gadā seši parauglaukumi ierīkoti *P. patens* ziedēšanas laikā (23.04.; 03., 04. 05.; 10.05.). Visām apsekotajām atradnēm aizpildītas monitoringa anketas (iesniegtas DAP) - dati reģistrēti sugu anketā un sugas atradnes papildanketā (Papildanketa augu sugām Nr.1 Sauszemes lakstaugi).

Apsekojamo vietu dati iegūti, pārskatot LVM, DDPS Ozols un anketu datus kā arī visu Latvijā esošo publisko herbāriju kolekcijas. Lai apkopotu vēsturiskos meža silpuresnes izplatības un sastopamības datus, tika apsekots LU Bioloģijas institūta (LATV), LU Botānikas muzeja (RIG), Alfrēda Rasiņa (RAS), Latvijas Nacionālā dabas muzeja (LDM) un Daugavpils Universitātes Dzīvības zinātņu un tehnoloģiju institūta (DAU) herbārijs. Vadoties pēc šiem datiem, projekta tehniskās specifikācijas un projekta dalībnieku atrastām jaunām vietām izveidojās apsekoto atradņu kopums. Apsekojamās vēsturiskās vietas saskaņotas ar DAP, punkti pēc GPS koordinātēm apsekoti dabā.

Parauglaukumu veģētācijas datu ievākšana

Pastāvīgie apsaimniekotie parauglaukumi, pēc izveidošanas, tika apsekoti divreiz sezonā – *P. patens* ziedēšanas laikā un vasarā. Parauglaukumos tika vērtēti sekojoši parametri:

- noteikti sugu un veģētācijas stāvu (koku, paaugas/pameža, lakstaugu, sīkkrūmu un sūnu/ķērpju) projektīvie segumi procentos;
- noteikts nobiru, atmirušo augu un atklātās augsnes laukumu segums procentos. Veicot atklātās augsnes novērtējumu, netika uzskaitīti projekta ietvaros izveidotie atklātās augsnes laukumi.

ĶNP pirms veģētācijas noņemšanas mazajos 1 m² parauglaukumos tika noteikts sugu projektīvais segums procentos. Sugu projektīvo segumu apraksti tika veidoti vasarā kopā ar lielo parauglaukumu aprakstiem, kā arī 2021. gada pavasarī.

Projekta 1. daļā noteiktā monitoringa 15 parauglaukumu veģētācija Natura 2000 teritorijās un 18 parauglaukumu veģētācija ārpus Natura 2000 vietām aprakstīta vienu reizi.

Sēklu dzīvotspējas analīze

Meža silpuru sēklu dzīvotspējas noteikšanai no 2019. līdz 2021. gadam kopumā ievākta un analizēta 271 augļkopa no 25 atradnēm. 2019. gadā sēklu savākšanai izmēģināti izolatori (Pielikums 12. att.). Sēklu dzīvotspējas analīzēm 2019., 2020. un 2021.g. kopumā ievākti 27 paraugi no 10 Natura 2000 atradnēm (DL Čertoks, DP Driksnas sils, Gaujas NP, Krustkalnu DR, Ķemeru NP, DP Numernes valnis, DP Ogres Zilie kalni, DL Posolnīca, Rāznas NP, DP Silene un Teiču DR) un 37 paraugi no 15 citām atradnēm, arī apsaimniekotajiem parauglaukumiem Gaujas NP, Ķemeru NP, DP Ogres Zilie kalni un Dārziņiem (Rīga). No četrām atradnēm sēklas analizētas divus gadus: Dārziņi – 2019. un 2021.g., Ķemeru NP – 2020. un 2021.g., DP Ogres Zilie kalni – 2019. un 2021. g. un Gaigalavas ML – 2020. un 2021.g. Kopumā analizēti 64 paraugi (parauglaukumi un papildus vietas). Ievāktās sēklas pilnībā izskaitītas katrā augļkopā, tad šķirotas, atlasot lidmatīņus, uzskaitot vizuāli konstatējamas neatīstītas sēklas un testiem ņemot vizuāli attīstītas sēklas. Tās analizētas pilnībā visas. Paraugi, kas ievākti ar absolūti nenobriedušām sēklām, netika analizēti. 2021.g. tādi bija 9 (Ķentes kalns, OZK 1. parauglaukums, ceļmala Seda–Strenči un DP Salacas ieleja). Pielietots 1% 2,3,5-trifeniltetrazolija hlorīda (TTH jeb tetrazolija) tests, kas izstrādāts orhidejām (Ramsey and Dixon, 2003) un aprobēts silpuru sēklām (G. Jakobsone, NBD, Augu ekofizioloģijas nodaļas dati). Lai veiktu testu, sēklas vispirms iemērca slēgtos trauciņos (svarglāzītēs ar vāciņu) destilētā ūdenī un ievietoja termostatā tumsā 28 °C uz 2 dn. Pēc tam ūdeni nolēja, nosusināja un katrai sēklai zem mikroskopa tika iešķelts sēklapvalks. Sekojoši, svarglāzītē ar šādi sagatavotiem paraugiem uzliets 1% 2,3,5-trifeniltetrazolija hlorīds un paraugi ievietoti atpakaļ termostatā tumsā 28 °C uz 2 dn. Pēc šīs ekspozīcijas šķīdums tika atdalīts piltuvē uz filtrpapīra un sēklas skalotas ar ūdeni. Filtrpapīru ar sēklām ievietoja Petri plātītē un katru sēklu pārbaudīja zem mikroskopa, nodalot sēklapvalku. Dzīvotspējīgās sēklas krāsojas sarkanas, nedzīvās palika baltas vai bija iekrāsojušās viegli rozā. Atsevišķi uzskaitītas sēklas, kurām bija tikai labi attīstīts sēklapvalks. Rezultāti doti gan kā dzīvotspējīgo sēklu skaits katrā augļkopā (DZSg), gan kā % no kopējā sēklu skaita (DZS%). Aprēķināti vidējie rādītāji katrai vietai.

Augsnes tipa noteikšana un augsnes paraugu ievākšana ķīmiskai analizēšanai

Augsnes izpētei katrā no mūsu ierīkotajiem parauglaukumiem tika izmantots augsnes urbis (1,20 cm garš). Ar augsnes urbja palīdzību noteicām augsnes horizontus (1. att.), to dziļumus un granulometrisko sastāvu. Urbšana tika veikta līdz tika sasniegts cilmiezis, kas ir augsnes veidošanās izejmateriāls, un kurš nosaka tālākos augsnes veidošanās procesus. Pēc iegūtiem augsnes horizontu parametru datiem veicām augsnes tipu un apakštipu noteikšanu (Kārklīšs, 2008).



1. att. Augsnes urbis un virsējie četri augšnes horizonti: O (nedzīvā zemsega), Ah (trūdvielu akumulācija mežā), E (eluviālais jeb izskalošanās), B (iluviālais 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 uz LU BI Augu minerālās barošanās laboratoriju, kur tika noteikti sekojoši parametri: N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Na, pH, EC, organiskās vielas daudzums.

Datu matemātiskā apstrāde

Tika analizēti dažādu demogrāfisko parametru (ziedošo augu skaits, neziedošo augu skaits, vidējais ziedu skaits augam, kam ir ziedi, vidējais lapu skaits, lielo īpatņu (virs 10 lapām) skaita) korelācija ar visu *Pulsatilla patens* īpatņu skaitu. Lapu skaita analīzei izmantots lineārais jaukta efekta modelis, bet ziedu skaitu analīzei izmantots vispārējais lineārais jaukta efekta modelis ar Puasona atlikuma struktūru. Modeļos parauglaukumu ID izmantots kā nejaušais efekts. Modeļi veikti divos veidos: (a) no datiem izslēgti KNP dati un ņemti pieci gadi (izmantojot iepriekšējā projektā iegūtos datus: DAP pasūtījums – “Meža silpuruņu *Pulsatilla patens* atradņu Gaujas Nacionālajā parkā un dabas parkā “Ogres Zilie kalni” ietekmējošo faktoru vērtējums un apsaimniekošana” atskaite -

Kļaviņa u.c., 2018); (b) ņemtas visas vietas, bet no 2019. gada (tikai šī projekta dati). Lapu skaita dati log transformēti, lai padarītu sadalījumu tuvāku normālajam.

Veģetācijas datu analīzei veiktas divu veidu analīzes - izveidots veģetācijas DCA attēls, kā arī veikta ADONIS analīze, lai secinātu vai pastāv būtiska atšķirība starp veģetācijas kopumu. Papildus aprēķinātas izmaiņas sugu segumos no stāvokļa "pirms" līdz 2021. gadam.

Silpuresnes parametru korelācijai ar augsnes parametriem un ar dažādiem veģetācijas parametriem izmantota Spirmena korelācijas metode, jo dažādi silpuresnes parametri neveido normālo sadalījumu. Analīze balstās uz tiem parauglaukumu datiem, kur parauglaukumā ir pieejami gan veģetācijas dati, gan silpuresnes dati (iekļauj gan ilgstošos parauglaukumus, gan arī jaunus).

REZULTĀTI

Apsēkotās atradnes Natura 2000 teritorijās

Krustkalnu dabas rezervāts

Krustkalnu dabas rezervātā (LV0100400) apsektas četras *P. patens* vietas un atrasti 149 augi. Vietā ar lielāko augu koncentrāciju – 132 augi, izveidots parauglaukums (10x10 m) ID 678820. Biezā sūnu slāņa un, iespējams, arī reljefa un daļēja noēnojuma dēļ šajā vietā ziedēšana aizkavējas - 21.04. 2020. daudzi augi vēl bija ciešos pumpuros un neziedošie augi, kas bija 56% no kopskaita (08.06.2020.) vēl nebija pamanāmi. Dominē mazi ceri (laukumā vidēji ar 6,5 lapām), kas liecina par jauniem augiem vai viduvēju vitalitāti. Vietas apsaimniekojot vēlams nepieļaut blīva, noēnojoša pameža izveidi (krūklis, kārklis), *P. patens* apdraud arī biezs sūnu slānis un laukuma zemsedzē dominējošā *Convallaria majalis*. Invazīvās *Amelanchier spicata* klātbūtne sugas atradnes anketā novērtēta ar 4 ballēm.

Teiču dabas rezervāts

Teiču dabas rezervātā (LV0100500) apsektas 6 vietas, tai skaitā viens poligons, konstatētas 380 meža silpuresnes. Ierīkots viens parauglaukums (10x10 m) sausā priežu mežā ar blīvu sūnu segumu. Visas apsektās vietas ir tuvu ceļam vai dzelzceļam. Vienā poligonā veikta totālā uzskaitē ziedēšanas laikā (23.04.2021.), saskaitīti 322 ziedoši augi (746 ziedi) un 23 neziedoši augi. Poligons aizņem ap 70x~10 m klaju laukumu starp dzelzceļu un mežu, kurā nesen veikti kārtējie kopšanas darbi – daļa meža silpuresņu aplauzta. Salīdzinot ar D. Vasiļevskas uzrādīto augu skaitu 2017. gadā augu skaits ir samazinājies par 33 %. Bez šī poligona, un mūsu apsekotām vietām 2017. g. monitoringā D. Vasiļevska konstatējusi vēl 256 meža silpuresnes 18 vietās.

Gaujas Nacionālais parks

Gaujas Nacionālajā parkā (LV0200100) apsektas astoņas *P. patens* atradnes, sešās no tām tika ierīkoti parauglaukumi, veikta apsekošana un veģetācijas un demogrāfiskā uzskaitē divas reizes sezonā kopš 2018. gada. Īpatņu skaits atsevišķā atradnē no 1-15, īpatņu kopskaits 44, kas konstatēti ļoti plašā GNP teritorijā. 2021. gadā gan konstatēta auga bojāeja elektrolīnijas kopšanas darbos un to kopskaits samazinājies par vienu augu (kopā 43). Tas var atjaunoties, jo saknes, iespējams, ir saglabājušās. Apdraudošais faktors mežā ir biezs sūnu segums. 2015. gada apsekošanā 36 iepriekš zināmās atradnēs

suga vairs netika konstatēta, bet 8 citās kopā bija konstatēti 25 *P. patens* augi. Projekta laikā konstatēta augu izrakšana un bojāeja elektrolīnijas kopšanas darbos.

Ķemeru Nacionālais parks

Ķemeru Nacionālais parkā (LV0200200) izveidoti 7 laukumi (10x10 m) ar *P. patens* no 1-73 īpatņiem, kopā 93 augi. Liela daļa *P. patens* ir neziedošas - 74-82% (svārstās pa gadiem). Smārdē atrastas arī vēl 4 punktveida atradnes ar 7 augiem un Tīreļos pie parauglaukuma ceļa malās 60 īpatņi. Sugas situāciju ĶNP varētu uzlabot ar kontrolētu dedzināšanu, kas bija paredzēta bet projekta laikā neizdevās. Ieteicams nepieļaut blīva, noēnojoša pameža izveidi, sugas pastāvēšanu un izplatību apdraud arī biezs sūnu slānis.

Dabas parks “Daugavas ieleja”

Dabas parkā Daugavas ieleja (LV0300100) veikts apsekojums divās punktveida atradnēs, kurās suga netika konstatēta. Atradnes dabiski izzudušas, jo biotops aizaudzis ar lapu kokiem. Meža nogabalā, kurā norādītas vēsturiskās atradnes, bijusi aktīva kara darbība – izrakts tranšeju tīkls. Tas, iespējams, veicinājis priežu meža aizaugšanu ar lapu kokiem, galvenokārt lazdām un kļavām. Potenciāli piemērots biotops *P. patens* augšanai saglabājies gar Daugavas krastu, bet 2021. gadā ziedoši augi netika konstatēti.

Dabas parks “Silene”

Dabas parkā Silene (LV0300400) apsekotas 18 *P. patens* atradnes, 7 no tām (t. sk., 4 vēsturiskajās) suga netika konstatēta, pārējās 11 vietās kopā 70 augi. Izveidots parauglaukums ar 9 augiem mežā pie Sila ezera. Lielākais eksemplāru skaits – 16 un 17 – pie takas gar Riču ezeru. Kopumā konstatēts ap 2 reizes vairāk augu nekā iepriekš ES sniegtos datos. Vairumā gadījumu biotopa stāvoklis ir apmierinošs. Svarīgi nepieļaut blīva pameža izveidi, kas negatīvi ietekmēs sugu, veidojot noēnojumu. Vienā gadījumā punkts ir atpūtas vietas tuvumā.

Dabas parks “Tērvete”

Tērvetes dabas parkā (LV0300700) konstatēti divi *P. patens* neziedoši eksemplāri priežu meža malā, lielā noēnojumā zem lazdas. Atradne ir liela ceļa malā, to var skart ceļa apsaimniekošana. Populācija uzskatāma kā ļoti izolēta un zemās vitalitātes dēļ kā nenozīmīga.

Dabas parks “Istras pauguraine”

Dabas parkā Istras pauguraine (LV0301300) *P. patens* netika konstatēta - mežu daļā liels noēnojums – egle pirmajā un otrajā stāvā. Apsekojot atbilstošus biotopus Istras pauguraines teritorijā (priežu mežus), konstatēts, ka mežiem ir biezs otrais stāvs, kas veido noēnojumu, visticamāk, ka suga ir izzudusi šajā teritorijā. Sugas konstatēšana ir iespējama tikai detalizētāk izpētot teritoriju.

Dabas parks “Dolessala”

Dolessalas dabas parkā (LV0300100) suga meklēta sausā priežu mežā trīs reizes, bet netika atrasta, arī zināmajām koordinātēm tuvākajā apkārtnē suga arī netika konstatēta. Toties pie koordinātu punkta manāmas rakšanas pēdas. Pat, ja kādreiz kaut ko varētu atrast, populācija uzskatāma kā nenozīmīga un ļoti izolēta. Atrastas pļavas silpures – īpaši pie elektrolīnijas.

Dabas parks “Engures ezers”

Dabas parkā Engures ezers (LV0302800) suga netika konstatēta. Tā kā nebija datu par konkrētām atradnēm, apsekoti priežu meži pie jūras starp Mērsragu un Bērzcietu. Konstatēts, ka tie ir pārāk nepiemēroti meža silpurenei, aizauguši ar krūmiem, graudzālēm. Saziņa ar eksperti L. Auniņu apstiprināja, ka, veicot veģetācijas pētījumus dabas parkā Engures ezers, meža silpures nav konstatētas un biotopi nav piemēroti to augšanai.

Dabas parks “Numernes valnis”

Dabas parkā Numernes valnis (LV0303000) atrodama bagātīgākā sugas atradne no Natura 2000 vietām. Uzskaitīti 1912 sugas eksemplāri, vairums gar P48 ceļa malu. Vairāk nekā pusei augu ir mazi ceri, vidējais ziedu skaits ziedošiem augiem 1,4–2,7 atkarībā no atrašanās vietas. Minimālais uzskaitītais eksemplāru skaits ir 14 (parauglaukums mežā), maksimālais 1469 (P48 ceļa mala). *P. patens* augu skaits mežā, tai skaitā plašā poligonā ir ievērojami mazāks nekā transektē gar ceļu. Tas biežā sūnu slāņa dēļ. Sugas populācijas stāvoklis vērtējams kā labs. Izveidoti trīs parauglaukumi (10x10 m): 1. – pie grants ceļa P48 ar 141 augu, 2. – mežā ar 14 augiem, 3. – pie meža ceļa ar vējlauzēm ar 44 *P. patens* eksemplāriem. Lai arī DP Numernes valnis nav apsekotas visas sugas atradnes, tomēr uzskaitīto īpatņu skaita ziņā ir pārsniegts 2017.g. monitoringā uzskaitītais – 1307 eksemplāri. Tomēr tie ir pavasarī ziedošie augi, un skaits vasarā, it īpaši ceļmalās, var būt ievērojami lielāks (DP Numernes valnis dažādās vietās ziedošie īpatņi bija 10-45%).

Rāznas Nacionālais parks

Rāznas Nacionālajā parkā (LV0303400) apsekotas meža silpures Mākoņkalna pagastā, Karātavu kalnā ierīkots parauglaukums (10x10 m) ar 80 augiem (93% neziedoši) un vēl konstatēti 12 eksemplāri netālu no laukuma – uz kalna plato un kalna nogāzē (71% neziedoši). Ceri ir vidēja lieluma (vidēji ar 10,3 lapām), kas liecina par labu vitalitāti, tomēr mazais ziedošo augu īpatsvars atspoguļo relatīvi lielo noēnojumu ar pameža stāvu un lapu kokiem. 2017g. citās vietās uzskaitīti vēl 70 sugas eksemplāri, bet 2021.gadā S. Balode jaunās vietās uzskaitījusi 393 cerus - īpaši degušā mežā. Tātad pēdējos gados kopā uzskaitīti 543 eksemplāri.

Dabas parks “Driksnas sils”

Dabas parkā Driksnas sils (LV0303700) apsekotas 8 vietas, konstatēti 78 augi, izveidoti divi parauglaukumi (10x10 m) ar 35 augiem (A nogāzē) un 11 augiem (osa virsotnē). *P. patens* konstatēts mazs ziedu skaits – lielākoties viens un vidējais lapu skaits augam liecina, ka dominē mazi ceri (8,7 un 5,7 lapas attiecīgi 1. un 2. laukumā). Šie demogrāfiskie parametri varētu liecināt, ka augu vitalitāte ir tikai apmierinoša vai arī šajās vietās dominē jauni augi. Apdraudošie faktori varētu būt noēnojums, pionierfāzes un citas koku sugas paaugā, *Convallaria majalis* ekspansija un sūnu slāņa seguma pieaugums. 2017. gada monitoringā apsekotajos citos punktos konstatēti 117 augi (20 punktos), bet 31 punktā augi netika konstatēti. Var secināt, ka Driksnas silā suga nav atrodama pusē no fiksētajiem punktiem.

Dabas parks “Laukezers”

Dabas parkā Laukezers (LV0304000) apsekojot plašu parka teritoriju konstatētas 6 punktveida atradnes ar 14 ziedošiem *P. patens* augiem kopā. Divos iepriekš zināmos punktos suga netika konstatēta. Ierīkots viens parauglaukums (10x10 m) ar vienu

ziedošu augu sausā priežu mežā ar egli, kas rada lielu noēnojumu, un gandrīz vienlaidus sūnu stāvu. Lai arī konstatēts vairāk augu nekā iepriekš, to saglabāšanās pakāpe vērtējama kā zema, jo atradnēs ir tikai atsevišķi augi (1-4) un tās aizaug ar papardēm, sūnām.

Dabas parks “Ogres Zilie kalni”

Dabas parkā Ogres Zilie kalni (LV0305200) veikta apsekošana 6 vēsturiskajās vietās, kur *P. patens* netika konstatēta, galvenokārt nepiemērotu augšanas apstākļu dēļ (lielu noēnojumu veido parastā egle). Pēdējo triju gadu laikā dabas parkā uzskaitītas vidēji 822 meža silpuresnes parauglaukumos un vēl kādas desmit ceļa malās ārpus laukumiem. Dabas parkā ierīkoti 11 parauglaukumi ar *P. patens*, kuros veikta apsaimniekošana (katrā pa diviem 1x1 m laukumiem ar noņemtu zemsedzi) un trīs kontroles laukumi bez silpuresnes (10x10 m). Īpatņu kopskaits laukumos svārstās pa gadiem un ir no 8-171 – 2020. gadā, 9-163 – 2021. gadā, vidēji 72,4; 77,5; 74,5 attiecīgi no 2019.–2021.g. Dabas parkā ir liels neziedošo eksemplāru skaits (ap 75 %) un mazs ziedu skaits ģeneratīvajiem īpatņiem 1,45-1,79. Septiņos laukumos lapu skaits vidēji ir mazs par 10 – tāpat dominē mazi indivīdi, trijos laukumos virs 10 – vidēji lieli ceri un vienā laukumā – lieli ceri ar vairāk nekā 30 lapām vidēji un lielāko vidējo ziedu skaitu (tie ir ceļa malā un vairākkārt rakti). OZK ir, iespējams, koncentrētākā meža silpuresņu vieta no Natura 2000 teritorijām un otra lielākā (vai pamatīgāk uzskaitītā) aiz Numernes.

Dabas liegums “Čertoka ezers”

Dabas liegumā Čertoka ezers (LV0507000) apsekotas 15 vietas, tai skaitā viens poligons, atrasti 36 eksemplāri (vidēji ar 2,5 ziediem). Trijās vietās suga netika konstatēta. Pārējās ir punktveida atradnes ar atsevišķiem augiem, izņemot poligonu ar 12 augiem, kur ierīkojām parauglaukumu (9 augi 10x10m parauglaukumā, trīs augi palika ārpus laukuma). Sugas izplatīšanos traucē biežais sūnu slānis. Labs pamats atradnes stabilitātei ir blakus esošā teritorija – ārpus ĪADT ar 68 meža silpurenēm. Sugas aizsardzībai atradnē vēlams neiejaukties dabisko procesu norisē, aizliegt kailcirti. Risks ir arī dažu punktveida atradņu atrašanās ceļu tuvumā, pa kuru notiek intensīva apmeklētāju plūsma.

Dabas liegums “Grebļukalns”

Dabas liegumā Grebļukalns (LV0510700) apsekotas 11 vietas un atrasti 16 *P. patens* eksemplāri, četros punktos suga netika konstatēta, tai skaitā divās vietās, kur iepriekš konstatēti 3 augi (2017. g.) un 2 augi (2015.g.). Bet vietā, kur 2015. gadā auga 3 eksemplāri, tagad - viens. Šai atradnē augi atrodas gar taku, kas ved pa osa kori, vietām bija izrakšanas pēdas. Teritorijai notiek dabas aizsardzības plāna izstrāde un apsaimniekošanas pasākumu izstrāde.

Dabas liegums “Lielie Kangari”

Dabas liegumā Lielie Kangari (LV0513400) apsekoti 5 vēsturiskie punkti un viens jauns. Atrastas 8 neziedošas meža silpuresnes – viena vēsturiskajā punktā (ļoti noēnota) un 7 jaunajā punktā. Šajos gravu-nogāžu mežos ar dažādu veģetāciju ir liels noēnojums, daudz lielu kritalu, vietām augsts lakstaugu stāvs, blīvi sīkkrūmi. Jaunajā vietā būtu nepieciešams augiem uzlabot gaismas apstākļus izcērtot dažas egles. Populācija vērtējama kā ļoti maza ar zemu vitalitāti un ļoti izolēta.

Dabas liegums “Pliņciema kāpa”

Dabas liegumā Pliņciema kāpa (LV0514800) suga netika konstatēta. Ir piemērots biotops, bet atradne atrodas pie intensīvi izmantota celiņa uz jūru, tādēļ ir liela antropoloģiskā slodze - nomīdīts tā, ka pat pļavas silpurene nav konstatējama maija vidū. Monitoringšajā vietā jāturpina, jo, iespējams, ziedi 2021. gadā bija norauti un augi apbiruši ar smiltīm.

Dabas liegums “Vecdaugava”

Dabas liegumā Vecdaugava LV0518300 suga netika konstatēta. Biotopi nav sugai piemēroti - aizauguši ar lapu kokiem, un iespējamā atradne būtiski pārveidota – līdzināta, rakta, daļa iežogota. Nav potenciāla meža silpurenes augšanai. 2021. gadā netika konstatēta arī pļavas silpurene.

Dabas liegums “Garkalnes meži”

Dabas liegumā Garkalnes meži (LV0527400) apsekoti 4 iepriekš zināmi punkti, suga netika konstatēta (trijos no šiem punktiem augu nebija jau 2010. gadā un arī 2017. gadā). Vienā no punktiem konstatēta aizaugšana ar invazīvo sugu *Lupinus polyphyllus*, divos punktos - ar krūmiem. Biotops ir piemērots, monitoringu ieteicams turpināt.

Dabas liegums “Klintaine”

Dabas liegumā Klintaine (LV0529300) apsekoti trīs vēsturiskie punkti un atrasts viens jauns. Divos punktos pie Piešupītes *P. patens* netika konstatēta nepiemērotu augšanas apstākļu dēļ, kur nav potenciāla sugas augšanai. Pārējos divos atrasti attiecīgi 3 (jaunais punkts) un 91 sugas eksemplārs. 2017. gadā šajā pēdējā punktā uzskaitīti 77 eksemplāri.

Dabas liegums “Motrines ezers”

Dabas liegumā Motrines ezers (LV0530600) sausi priežu meži ir sastopami nelielā daudzumā. Apsēkotas 4 vietas, trijos zināmajos punktos, tai skaitā vēsturiskajā suga netika konstatēta – tās izzudušas lielā noēnojuma dēļ – otrajā stāvā lielā daudzumā saaugusi egle. Viens augs atrasts jaunā vietā netālu no ezera - atpūtas vietas tuvumā, kas rada lielu apdraudējumu (rekreatīvā ietekme) un sugas stāvoklis vērtējams kā slikts. Teritorijā esošie priežu meži pašreiz nav piemēroti sugai, mežiem ir izveidojusies bieža egles paauga, kas rada noēnojumu. Šī iemesla dēļ suga ir gandrīz izzudusi. Ārpus ĪADT - blakus dabas liegumam atrasti 56, galvenokārt ziedoši, *P. patens* augi, kas varētu būt bāze sugas izplatībai. Lielākā daļa eksemplāru konstatēta robežjoslā starp ceļu un mežu.

Dabas liegums “Posolnīca”

Dabas liegumā Posolnīca (LV0535200) suga konstatēta nelielā daudzumā punktveida atradnēs. Ierīkots viens parauglaukums (20x5 m) paugura plato ar 4 augiem. Apsēkoti 68 iepriekš zināmi un jauni punkti; atrasts 21 *P. patens* eksemplārs 12 vietās, vairums ar vienu ziedu. Iepriekšējā apsekošanā 2017. gadā *P. patens* atrasta 21 vietā (31 eksemplārs), bet 38 vietās augi netika konstatēti. Tas liecina par sugas īpatņu skaita ievērojamu samazināšanos pēdējā laikā. Patreiz lielākā daļa DL “Posalnīca” teritorijas nav piemērota *P. patens* sugai. Priežu mežos (lāns, mētrājs), kas atbilst biotopam 9060, *Skujkoku meži uz osveida reljefa formām*, otrajā stāvā dominē parastā egle, kas veido noēnojumu un nepiemērotus apstākļus meža silpurenei. Dominē blīvs sūnu segums. Sugas atradnes ir saglabājušās atsevišķās vietās – saulainās nogāzēs, laucēs un ceļa malās.

Aizsargājamo ainavu apvidus "Augšdaugava"

Aizsargājamā ainavu apvidū Augšdaugava (LV 0600400) apsekotas 70 atradnes (tai skaitā trīs poligoni). 27 punktos *P. patens* netika konstatēta, tai skaitā 4 senos vēsturiskos punktus. Kopā uzskaitīti 496 īpatņi (divas reizes vairāk nekā iepriekšējie dati ziņojumā ES). Lielākais konstatētais eksemplāru skaits ir 194 – Rozališķu poligonā un 120 – Kaplavas pagastā, pārējās vietās konstatēti dažī līdz dažī desmiti augu. Ierīkoti divi parauglaukumi (10x10 m) Ververu lokā un Rozališķu lokā - katrā laukumā pa 4 augiem. Stāvoklis apsekotajās vietās ir ļoti atšķirīgs. Galvenie atradnes apdraudošie faktori ir aizaugšana un attiecīgi noēnojuma veidošanās, kā arī biezs sūnu segums. Suga sastopama gan mežos, gan pie meža ceļiem, gar ceļmalām vai takām.

Aizsargājamo ainavu apvidus "Ziemeļgauja"

Aizsargājamā ainavu apvidū Ziemeļgauja (LV0600700) apsekotas 5 *P. patens* atradnes, tai skaitā viena no 1975. gada zināma vēsturiska vieta. Suga netika konstatēta. Vēsturiskajā vietā aug ēnains lapu koku mežs (iespējams, norādītās koordinātes atradnei ir neprecīzas, jo priežu meži ir samērā netālu no apsekotā lapu koka meža), pārējās vietās ir piemērots biotops, bet ar biezu sūnu slāni. Vēl 2017. gadā tika konstatēti 3 eksemplāri, bet 2019. gadā – neviens. Vietējā iedzīvotāja "Kāsīšu" māju saimniece apliecināja, ka pēdējos gados meža silpurene nav redzēta.

Aizsargājamo ainavu apvidus "Ādaži"

Aizsargājamo ainavu apvidū Ādaži (LV0600800) lielas populācijas veido īpaši aizsargājamās, ES Biotopu direktīvas II pielikumā iekļautās traucējumatkarīgās sugas *Dianthus arenarius* un *P. patens*. Meža silpurene pieminēta arī AAA "Ādaži" dabas aizsardzības plānā 2015.-2025. gadam. Veicot apsekojumu 2020. un 2021. gadā suga konstatēta 13 vietās - 202 *P. patens* eksemplāri (10 reizes vairāk nekā iepriekšējie dati ziņojumā ES), 8 apsekotajās vietās suga netika konstatēta. Sugas stāvoklis vērtējams kā labs, lielākā augu koncentrācija konstatēta vietās, kur ir intensīvi traucējumi (militārās tehnikas darbības ietekme) un neveidojas bieza sūnu kārtā. Aizaugšana ar sūnām un viršiem notiek atradnēs gar Puskas upi, kur ziedošas meža silpures konstatētas izklaidus, galvenokārt ar vienu ziedu.

Dabas parks "Piejūra"

Dabas parkā Piejūra (LV0301700) suga netika konstatēta. 2010. gadā A. Priede Buļļupē reģistrējusi 10 eksemplārus, 2021. gadā meža silpurene netika atrasta ne norādītajā atradnē, ne tuvākajā apkārtnē piemērotos biotopos. Iespējama augu izrakšana, jo vieta atrodas ļoti intensīvi izmantota ceļa malā uz jūru. Vairākās vietās pie norādītās atradnes ir nelielas bedres, bet, tā kā šeit ļoti bieži sastopamas pļavas silpures, nevar droši apgalvot, ka izraktas meža silpures. Teritorijā jāturpina monitorings.

Dabas parks "Salacas ieleja"

Dabas parkā Salacas ieleja (LV0302200) suga konstatēta grants ceļa tuvumā un mežā pie šī ceļa - 10 punktos 29 augi. Ceļa malās tiek apsaimniekotas joslas uguns ierobežošanai. Sugai nelabvēlīgus apstākļus rada biežais sūnu slānis un noēnojums mežā, kā arī intensīva aizaugšana ar lakstaugiem (parastā kreimene, ārstniecības mugures, graudzāles). Populācija ir izolēta.

Dabas parks “Ogres ieleja”

Dabas parkā Ogres ieleja (LV0304500) suga netika konstatēta. Atradnes punkts atrodas veciem lapu kokiem apaugušā šaurā joslā starp stāvkrastu pie Ogres palienes un lauksaimniecības zemēm. Vieta ir silpurenei nepiemērota.

Dabas liegums “Sedas purvs”

Dabas liegumā Sedas purvs (LV0526800) apsektas divas iespējamās sugas atradnes. Paugurainā vietā ar skrajām priedēm un eglēm, blakus palieņu pļavām atrasti divi sugas eksemplāri paugura nogāzes lejas daļā. Otrā atradnē – mitrā eglu mežā ar sīkrūmu segumu suga netika konstatēta nepiemērotu augšanas apstākļu dēļ (2017. gadā šinī atradnē reģistrēti trīs eksemplāri, tomēr iespējams, ka koordinātes norādītas neprecīzi).

Dabas liegums “Timsmales ezers”

Dabas liegumā Timsmales ezers (LV0530200) apsektas 10 *P. patens* vietas, t. sk. 4 vēsturiskās. Vēsturiskajās un vēl divās sen zināmās vietās augi netika atrasti, galvenokārt, lielā aizauguma, noēnojuma un biežā sūnu slāņa dēļ, pārējās četrās kopā 13 augi. Trijās vietās ezera R pusē atrasti pa 2-4 augiem – 4 ziedoši ar vienu ziedu un 5 neziedoši, dažviet biežā sūnu slānī. Vietas apsekojot vēlākā laikā bija iespējams konstatēt arī neziedošos augus – to skaits atšķīra 30. 04. 2020. V. Kreiles datus no 18. 05.2021. gadā veiktā apsekojuma. Vitālākie četri augi atrasti ezera Z galā stāvā nogāzē ceļa tuvumā ar 15 ziediem. Lai dabas liegumā saglabātu meža silpurenes jánovērš blīva, noēnojoša pameža izveide un biežais sūnu stāvs vismaz augu tuvumā.

Dabas liegums “Lubāna mitrājs”

Dabas liegumā Lubāna mitrājs (LV0536600) 5 sugas atradnes. Vienā suga netika konstatēta, trijās – daži eksemplāri katrā, lielākajā atradnē ar 26 augiem ierīkots parauglaukums, tas gan atrodas māju ceļa malā un var būt neliela antropogēnā ietekme. Sugas biotopu stāvoklis vērtējams kā viduvējs, apdraud noēnojums un vietām blīvs lapu koku stāvs.

Apsekotās atradnes ārpus Natura 2000 teritorijām

Ārpus Natura 2000 teritorijām izveidoti 18 parauglaukumi, tai skaitā seši - četros *P. patens* mikroliegumos. Pārskatot datus pa uzskaites vietām kopumā var redzēt, ka lielākā populācija ar 4087 *P. patens* ir Gaigalavas ML (2. tabula), tur *P. patens* aug mežā un jaunaudzē joslā gar ceļu. Arī otra lielākā - Medņū Rubeņu populācija (1134 eks.) atrodas ceļa malā 1 km uz rietumiem no dabas lieguma “Timsmales ezers” (Pielikums 10. att.). Lielākais meža silpureņu blīvums ir ceļa malās, kur nav izveidojies tik biezs sūnu slānis, kā arī nedaudz dziļāk mežā. Nozīmīgas *P. patens* ceļmalu populācijas ir arī pie Maltas – Aglonas ceļa (719 augi), Popes ML (710 augi), ārpus ĪADT DP Numernes valnis (427), pie pagrieziena uz Valdemārpili (140), pie Madonas - Iedzēnu ceļa (120), pie Strenču – Valkas ceļa (115), Popes Žagarkalnā (105). Lielākās populācijas mežā, kas robežojas ar ceļu vai dzelzceļu apsektas Rīgā Dārziņos (816 augi), Turku ML (252), blakus Turku ML (178). Gaišās meža nogāzēs atrodas Ančupānu (909 augi), Vēžezera (130) un Adrupenes (51) populācijas. Avotiņkalna (Daugavas stāvkrasta malā) un Ķentes kalna (norakta grants kalna malā) nelielās populācijas (attiecīgi 48 un 25 eksemplāri) apdraud erozija. Apsekti arī vairāki desmiti nelielu un punktveida atradņu (nodevums – datne: Pulsatilla patens_atradnes_2019-2021).

Līvānu novadā konstatētas vairākas atradnes jaunaudzē, kur nesen bijis izcirtums - šeit būtu vērtīgi monitorēt izmaiņas augu sastopamībā, jo 2021. gadā konstatēts, ka *P. patens* sastopamas vagās, kas izvilktas meža atjaunošanai un citur, kur atsegusies augsne.

Kā būtiski apdraudēta vērtējama *P. patens* populācija Rīgā Biķernieku un Šmerļa mežā. Biķernieku mežā ierīkots parauglaukums ar 17 *P. patens*. Veicot izpēti parauglaukumā 2020. un 2021. gadā, novērota ļoti intensīva antropogēnā ietekme – plūkti augi, vieta tiek nomīdīta, izbraukāta ar velosipēdiem. Astoņās atradnēs Biķernieku un Šmerļa mežā ārpus parauglaukuma ir tikai pa 1-6 *P. patens* un tās apdraud meža eitrofikācija – mežs aizaudzis ar krūmiem un lapu kokiem, vitālākās (ar vairākiem ziediem) meža silpurenes sastopamas meža taku malās, bet tur vairākās vietās konstatēti norauti (un turpat netālu nomesti) ziedi. 2021. gada rudenī Biķernieku mežā – daļā ap Bākas kalnu – veikta krūmu un vidēji lielu lapu koku nozāģēšana. Novembrī nozāģētais nebija izvākts no meža, bet, iespējams, veiktā apsaimniekošana pozitīvi ietekmēs meža silpureņu populāciju.

Vitālā *P. patens* populācijā pie Strenču-Valkas ceļa (A3) malā 2020. gada pavasarī bija izrakti vairāki ziedoši augi. 2021. gadā vismaz vienā no bedrēm silpurene bija atjaunojusies. Dziļāk mežā augošās silpurenes aug biežā sūnu slānī, ziedu skaits augiem mazāks nekā ceļa malā augošajām.

Novērotā lielākā indivīdu koncentrācija pie ceļa malām ir skaidrojama ar augstāku gaisa un augsnes temperatūru šādās vietās (par 4 - 5⁰C). Ģeneratīvo un juvenilo *P. patens* lielāks skaits novērots līdz 2 m no ceļmalas (Sienkiewicz, 2012). Turpretī *P. patens* skaita samazināšanās un mazs ziedošu augu skaits mežos saistīts ar sūnu seguma un blīvuma pieaugumu, kas aizkavē augsnes sasilšanu un kavē ziedpumpuru attīstību (Pilt, Kuk, 2002, Kalliovittra et al., 2006).

2. tabula *Pulsatilla patens* skaits teritorijās.

| Natura 2000 teritorija | Eksemplāru skaits | Ārpus Natura 2000 teritorijas | Eksemplāru skaits |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| Krustkalnu dabas rezervāts* | 149 | Pope Žagarkalns* | 105 |
| Teiču dabas rezervāts* | 380 | Popes ML* | 710 |
| Gaujas nacionālais parks ² | 38 | Pagriez.uz Valdemārpili | 140 |
| Ķemeru nacionālais parks ² | 98 | Vēžezers* | 130 |
| Daugavas ieleja | 0 | Berģi* | 1 |
| Silene* | 70 | Rīga kinostudija* | 17 |
| Tērvete | 2 | Rīga Biķernieki, Šmerlis | 24 |
| Istras pauguraine | 0 | Rīga Dārziņi ² | 816 |
| Dolessala | 0 | Plānupe* | 25 |
| Engures ezers | 0 | Smiltene-Silva ceļš* | 19 |
| Numernes valnis*** | 1912 | Strenči-Valka ceļš* | 115 |
| Rāznas nacionālais parks* | 80 | Madonas-Iedzēnu ceļš | 120 |
| Driksnas sils** | 85 | Lēdurgas pag. | 1 |
| Laukezers* | 14 | Oleru ML | 6 |
| Ogres Zilie kalni ² | 854 | Turku ML* | 252 |
| Čertoka ezers* | 36 | Ārpus Turku ML | 178 |
| Grebļukalns | 16 | Turku ceļš | 71 |
| Lielie Kangari | 8 | Gaiņu ceļš | 23 |
| Pliņciema kāpa | 0 | Steķu ceļš* | 25 |

| | | | |
|-----------------|-----|----------------------------|------|
| Vecdaugava | 0 | Steķu jaunaudze | 30 |
| Garkalnes meži | 0 | Gaigalavas ML*** | 4087 |
| Klintaine | 94 | Skrebeļi, Rožupes pag. | 11 |
| Motrines ezers | 1 | Ideņa* | 22 |
| Posolnīca* | 21 | Ārpus ĪADT Numernes valnis | 427 |
| Augšdaugava** | 496 | Ančupāni* | 909 |
| Ziemeļgauja | 0 | Andrupene* | 51 |
| Ādaži | 202 | Maltas-Aglonas ceļš | 719 |
| Piejūra | 0 | Daugmale* | 56 |
| Salacas ieleja | 22 | Taurkalne | 115 |
| Ogres ieleja | 0 | Vecumnieki | 13 |
| Sedas purvs | 2 | Medņu Rubeņi* | 1134 |
| Timsmales ezers | 13 | Ape | 68 |
| Lubāna mitrājs* | 32 | Avotiņkalns | 48 |
| | | Garkalne (Mālpils pagr.) | 112 |
| | | Ķentes kalns | 25 |
| | | Vecumnieki -karjera tuvumā | 13 |

* izveidoti parauglaukumi; ²izveidoti apsaimniekotie parauglaukumi

***Pulsatilla patens* herbāriju datu apkopojums**

No publiski pieejamajiem herbārijiem 143 bija zināms vai bija iespējams noteikt botānisko kvadrātu un ģeobotānisko rajonu kā arī atradņu koordinātes vai arī tās bija pielīdzināmas (nodevums – datne: Pulsat_herb_ar_kordin_datu_formā_22_11), bet 157 herbārijiem ievākšanas vieta ir neprecīza vai daļēji precīza (nodevums – datne: Pulsatilla_herbarijs_neprecizie_dati). Daļa RIG seno herbāriju atradnes bija norādītas vācu valodā, tās iespēju robežās tika iztulkotas. Bieži vien senāk ievāktajiem herbārijiem norādītās ievākšanas vietas ir neprecīzas, vispārīgas vai arī tās nav iespējams pielīdzināt mūsdienu ģeogrāfiskajiem punktiem notikušo vēsturisko izmaiņu dēļ. Daļa bijušo atradņu, apsaimniekošanas vai teritoriju attīstības rezultātā ir tikušas iznīcinātas.

Ievāktā lielā herbāriju skaita dēļ, var secināt, ka meža silpurene ir saistījusi cilvēku uzmanību. Herbārijus ir ievākuši gan profesionāļi, gan ar botāniku tieši nesaistīti cilvēki. Iespējams, ka ap 1925. gadu Latvijā ir notikusi akcija, lai apzinātu šīs sugas izplatību, jo no tā laika RIG herbārijā ir saglabājušies parasti neliela izmēra herbāriji, kas pēc visa spriežot, ir sūtīti pa pastu no dažādām Latvijas vietām. Kā herbāriju ievācēji ir parakstījušies dažādu profesiju cilvēki, piemēram, skolotāji, kā arī skolēni.

Vairumā gadījumu meža silpurene ir ievākta priežu mežā (silā, damaksnī vai mētrājā), retāk citos biotopos, piemēram, izcirtumā, meža pļavā, dzelzceļa malā, uzbērumā, ceļmalā vai citur. Etiķetēs bieži norādīts, ka suga sastopama sausā biotopā.

Apsēkotās atradnes no vēsturiskajiem datiem

No apsēkotām 69 vēsturiskajām atradnēm 26 atradnes atrodas Natura 2000 teritorijās (3. tabula). 63 vēsturiskajos punktos *P. patens* netika konstatēta. Apsēkotas 33 atradnes, kam ir herbāriji no Latvijas Universitātes Bioloģijas institūta Botānikas laboratorijas (LATV), Daugavpils Universitātes (DAU) un Latvijas Universitātes Botānikas muzeja (RIG) kolekcijām – tikai trijās no tām atrasti augi: Daugavas lokos Ūdrīšu pagastā (2 augi) un Rīgā Dārziņos divās vietās pa vienam augam. 15 no apsēkotiem herbāriju punktiem atrodas Natura 2000 teritorijās, 18 – ārpus tām (nodevums – datne: Pulsatilla patens_vēsturiskās atradnes_2019.-2021).

Sešās vēsturiskajās atradnēs kopumā konstatēti 10 augi un vēl konstatētas arī divas jaunas atradnes Dārziņos (Rīga) apmēram 30 m no divām vēsturiskajām, kas, iespējams, uzskatāmas par tām pašām atradnēm. Ķentes kalnā vēsturiskais punkts ir noraksts grants ieguvei un blīvi aizaudzis ar lapu kokiem, bet atlikušajā kalnā 130 m gaisa līnijā no vēsturiskā punkta piemērotā biotopā konstatēta jauna atradne - 25 vitālas *P. patens*, kam drīzumā var draudēt erozija.

Apsekojot vēsturiskās atradnes var secināt, ka atradnēs ir notikušas lielas biotopa pārmaiņas - tas var būt saistīts ar biotopu zemo kvalitāti, mežsaimniecisko darbību vai arī dati nav precīzi. Nav arī zināms, cik lielas populācijas konkrētā teritorijā ir bijušas herbārija ievākšanas laikā.

3. tabula. *Pulsatilla patens* sastopamība apsekotajās vēsturiskajās atradnēs.

| Natura 2000 teritorija | Atradņu skaits | Augu skaits | Ārpus Natura 2000 teritorijas | Atradņu skaits | Augu skaits |
|------------------------|----------------|-------------|-------------------------------|----------------|-------------|
| AAA | 3 | 0 | Ančupāni | 1 | 0 |
| Augšdaugava | 1 | 2 | | | |
| DL Čertoka ezers | 2 | 0 | Ambeļi | 1 | 0 |
| DL Greblūkalns | 1 | 0 | Baltezers/Garkalne | 4 | 0 |
| | 1 | 3 | | | |
| DL Lielie Kangari | 4 | 0 | Kūkas | 1 | 0 |
| DL Motrines ezers | 1 | 0 | Ķentes kalns | 1 | 0 |
| DP OZK | 2 | 0 | DL Oleri | 6 | 0 |
| DL Timsmāles ezers | 6 | 0 | Rīga | 18 | 0 |
| | | | | 4 | 5 |
| DL Silene | 2 | 0 | Silciems | 1 | 0 |
| | (4 herbāriji) | | | | |
| AAA Ziemeļgauja | 1 | 0 | Taurkalne, Aklais ezers | 4 | 0 |
| | | | Ārpus DL Timsmāles ezers | 2 | 0 |

Demogrāfija

Apsaimniekoto laukumu populācijas

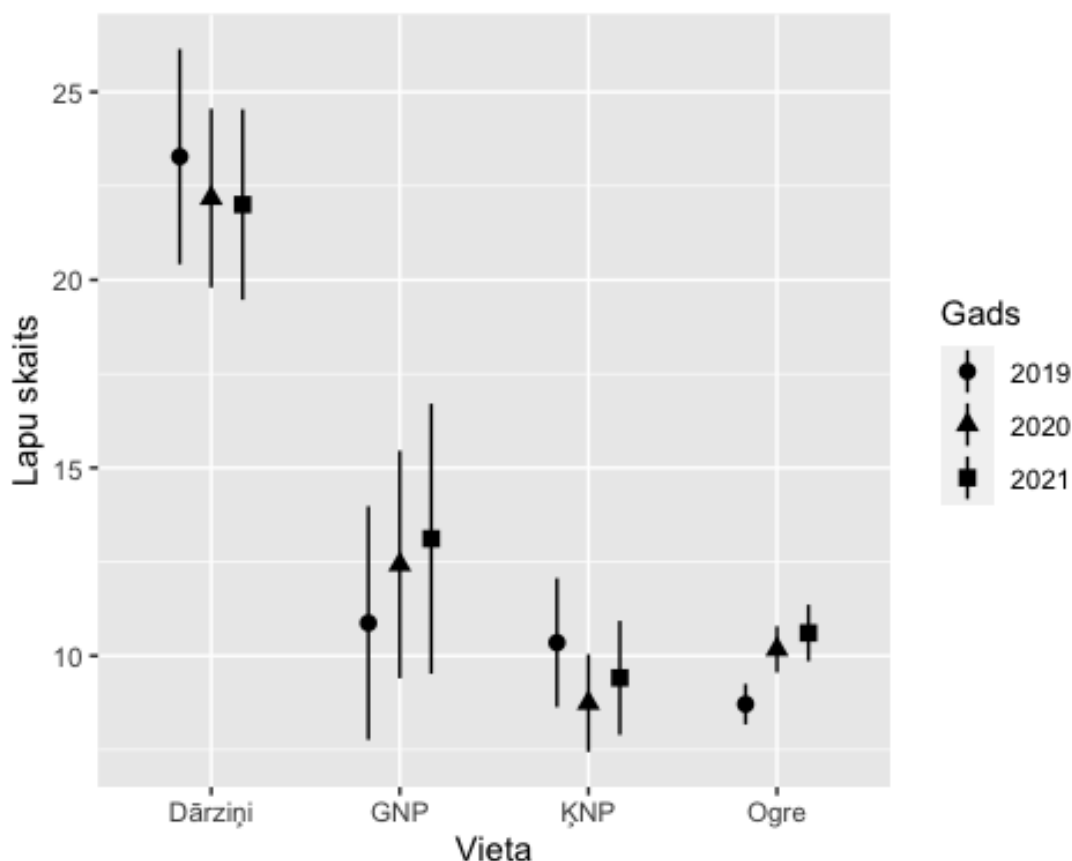
Četras pētāmās vietas bija atšķirīgas populācijas lieluma un koncentrācijas ziņā: Dārziņos uzskaitīti divi 10 x 10 m parauglaukumi kopā ar 268 *P. patens* (2021. gada dati), kas atradās dažu 100 m attālumā. DP Ogres Zilie kalni 11 laukumi ar 819 augiem izvietoti pa visu DP. Ķemeru Nacionālajā parkā septiņi parauglaukumi ar 93 *P. patens* bija vēl vairāk telpiski atdalīti viens no otra, bet Gaujas Nacionālā parka septiņi parauglaukumi ar 38 *P. patens* bija izvietoti plašā teritorijā no Silciema līdz Inciemam, Lielstraupi un Cēsīm (Pielikums 11. att.). Lai arī parauglaukumi katrā vietā ievērojami atšķiras un demogrāfiskie rādītāji mainās pa gadiem arī katrā laukumā, tomēr pētījuma vietas labi raksturo īpatņu vidējais skaits 100 m² parauglaukumā: Dārziņos – 134; OZK - 75,6; GNP - 5,6, ĶNP - 14,1. GNP un ĶNP īpatņu skaits ir statistiski būtiski mazāks nekā pārējās divās vietās, bet starp Dārziņiem un OZK atšķirības nav statistiski būtiskas.

Ievērojami atšķirās ģeneratīvo īpatņu proporcija pētījuma vietās: ņemot piecu gadu datus vidēji OZK ziedēja 14,7 % īpatņu, Dārziņos - 47,5 %, GNP - 36,8 % (četrus gadu dati), bet ĶNP - 21,1% (divu gadu dati) (4. tabula).

4. tabula. *Pulsatilla patens* vidējie demogrāfiskie rādītāji pētījuma vietās.

| Vieta | Īpatņu kopskaits | Ziedošo īpatņu skaits | Neziedošo īpatņu skaits | Ziedu kopskaits laukumā | Ziedu skaits augam | Lapu skaits augam |
|---------|------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
| OZK | 75,6 | 11,3 | 64,4 | 16,1 | 1,6 | 11,8 |
| GNP | 5,6 | 2 | 3,1 | 5,5 | 2,4 | 17,99 |
| ĶNP | 14,4 | 2,7 | 11,6 | 3,8 | 1,4 | 12,5 |
| Dārziņi | 133,9 | 63,6 | 70,2 | 218,6 | 2,8 | 18,9 |

Statistiski salīdzināts vidējais lapu skaits augam par laiku no 2017. līdz 2021. gadam (bez ĶNP) - trīs vietās piecu gadu periodā, kā arī par laiku no 2019. līdz 2021. gadam - četrās vietās trīs gadu periodā un katras vietas robežās starp gadiem. Piecu gadu periodā Dārziņos un GNP nav būtiskas atšķirības. OZK būtiski atšķiras 2017. pret 2020. gadu, 2017. pret 2021., 2018. pret 2020., 2018. pret 2021., 2019. pret 2020., 2019. pret 2021. gadu. Salīdzinot vidējo lapu skaitu par laiku no 2019. līdz 2021. gadam - četrās vietās trīs gadu periodā un katras vietas robežās starp gadiem konstatēts, ka Dārziņos, GNP un ĶNP nav būtisku atšķirību pa gadiem, bet OZK atšķiras 2019. gads pret 2020., 2019. pret 2021. gadu (2. att.).

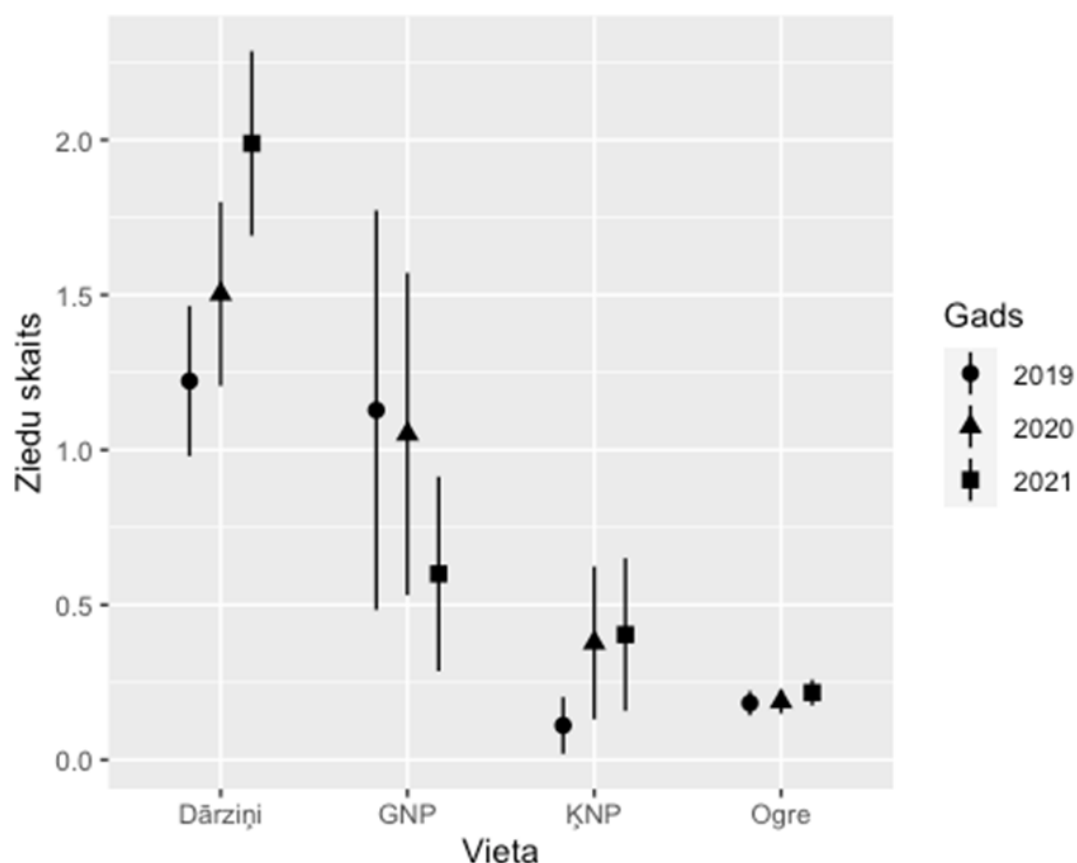


2. att. Lapu skaita rādītāji četrās pētījumu vietās triju gadu periodā.

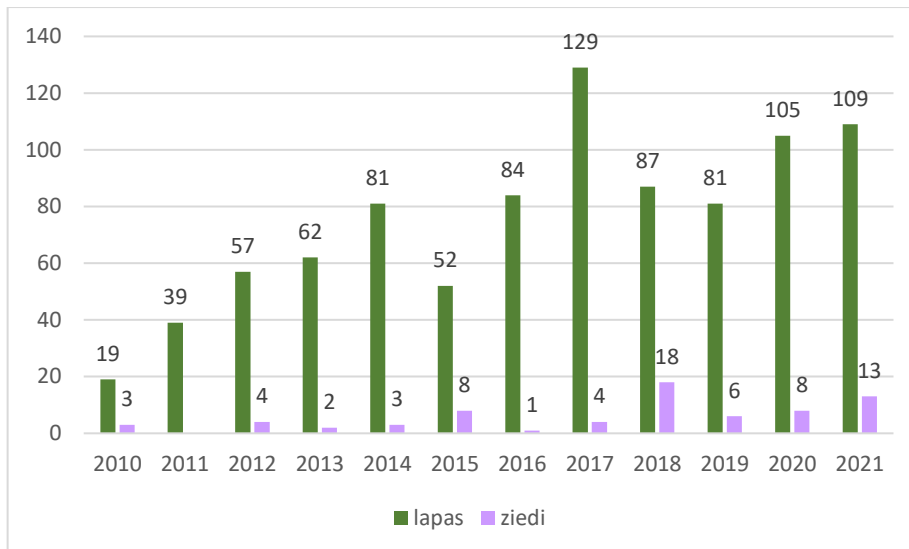
Statistiski salīdzināts vidējais ziedu skaits par laiku no 2017. līdz 2021. gadam (bez ĶNP) - trīs vietās piecu gadu periodā un katras vietas robežās starp gadiem. Dārziņos ziedu skaits būtiski atšķiras 2017. pret 2018. gadu, 2017. pret 2020., 2017. pret 2021., 2018. pret 2019., 2018. pret 2020, 2019. pret 2021., 2020. pret 2021. GNP nav būtisku atšķirību pa gadiem. OZK būtiski atšķiras 2017. pret 2018., 2017. pret 2020. gadu.

Salīdzinājums par laiku no 2019. līdz 2021. gadam rāda vidējo ziedu skaitu četrās vietās trīs gadu periodā un katras vietas robežās starp gadiem (3. att.). Dārziņos būtiski atšķiras 2019. pret 2020., 2019. pret 2021., 2020. pret 2021. gadu. ĶNP būtiski atšķiras 2019. pret 2020., 2019. pret 2021. gadu. GNP un OZK nav būtisku atšķirību. Šie dati liecina par demogrāfisko datu būtiskām svārstībām gadu gaitā. To nosaka katra īpatņa individuālie rādītāji, par ko liecina uzskaitē marķētiem augiem (4. att.). Ziedu un lapu skaita variēšana pa gadiem konstatēta arī citos pētījumos un tiek saistīta ar katra atsevišķa gada laika apstākļu variācijām (Kalliovirta et al., 2006, Juśkiewicz-Swaczyna, 2010). *P. patens* demogrāfiskie rādītāji var palielināties gados, kad prevalē kontinentāls klimats (Juśkiewicz-Swaczyna, Grzybowski, 2013). Apsaimniekotajos parauglaukumos kopā ziedu skaits vidēji visā apsekošanas laikā bija 1,9 (OZK 1,6; GNP 2,3; ĶNP 1,4; Dārziņos 2,8), bet vidējais lapu skaits – 14,3 (OZK 11,8; GNP 18,1; ĶNP 12,5; Dārziņos 18,9).

Dārziņos bija būtiski vairāk ziedošu augu uzskaites laukumā nekā GNP, ĶNP un OZK. Ziedu skaitu augam būtiski ietekmē vieta, vietas un sūnu slāņa mijiedarbība. Lielākais ziedu skaits -503 konstatēts Dārziņu 1. laukumā.



3. att. Ziedu skaita rādītāji četrās pētījumu vietās triju gadu periodā.



4. att. Lapu un ziedu skaita dinamika vienam no lielākajiem indivīdiem D1 laukumā.

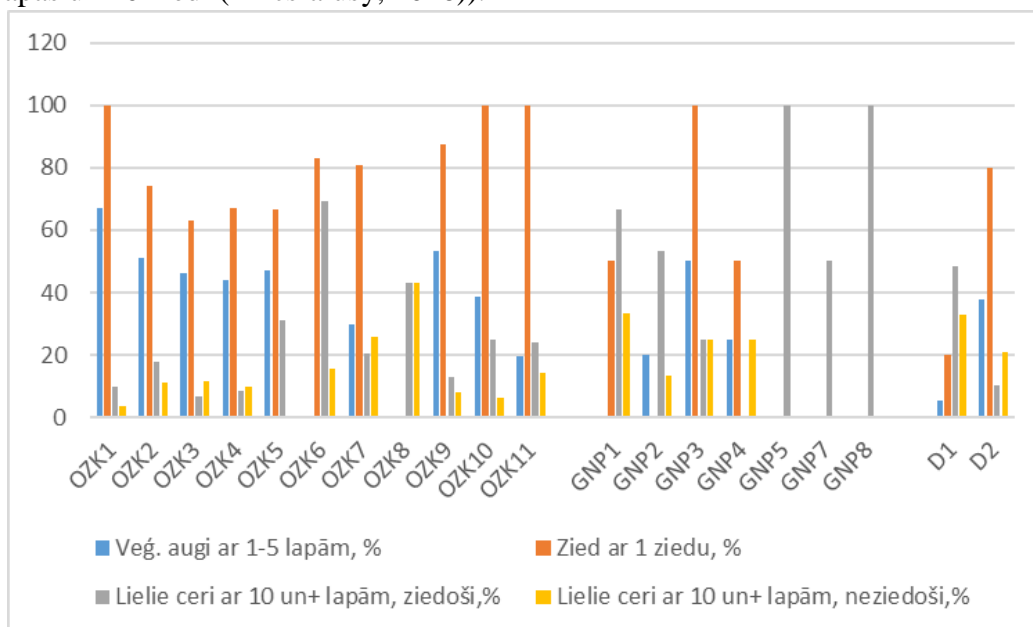
Apskatot *P. patens* demogrāfiskos rādītājus var secināt, ka 2-5 gadus apsekotajās populācijās ir atšķirīgs augu vecuma statuss. OZK dominē jauni augi ar dažām-5-10 lapām, neziedoši (juvenili) vai ar vienu ziedu (jauni ģeneratīvi īpatņi). Tikai divos OZK laukumos 6. un 8. ir pārsvarā nobrieduši ģeneratīvi augi ar lieliem ceriem (5. att.), kam raksturīga liela produktivitāte (daudz lapu un ziedu). Dārziņos ir divi ļoti atšķirīgi laukumi: D1 dominē lieli, bagātīgi ziedoši ceri – nobrieduši ģeneratīvi augi ar augstu morfoloģisko produktivitāti, bet zemu sēklu dzīvotspēju, kas liek domāt par populācijas novecošanos. Turpretī D2 laukumā lieli ceri ir 39% (2021.g.), 41 % augu nekad nav ziedējuši (galvenokārt ar maz lapām) un ir 21 % augu ar lapu skaitu zem 10, bet ziedējuši. Tas liecina par jaunu populāciju ar lielu jauno ģeneratīvo īpatņu īpatsvaru un augstu sēklu dzīvotspēju.

GNP dominē lieli īpatņi ($10 \leq \text{lapas}$) - 61 % , divos laukumos ir tikai pa vienam lielam ceram, ziedēšana nav bagātīga. Tas, iespējams, norāda uz lielāku populāciju vientuļiem pārpalikumiem un/vai ļoti ierobežotu ģenētisko potenciālu. Tikai GNP4 dominē jauni ģeneratīvie īpatņi ar mazu lapu skaitu, 75 % ir ziedējuši un ir tikai 25 % lielo ceru. GNP4 līdz ar GNP2 (dominē ģeneratīvie īpatņi tikai ar lielāku lapu skaitu un ziedu skaitu nekā GNP4) varētu būt cerīgākās GNP populācijas.

ĶNP sešos parauglaukumos dominē lieli ceri, bet vienā - Tīreļos jauni neziedoši īpatņi (40% ar 2-5 lapām) un tikai 27 % augu ir palieli ceri ar $10 \leq \text{lapām}$. Tomēr no šiem it kā lielākiem vai nobriedušiem īpatņiem 63 % triju gadu laikā nebija ziedējuši, kas varētu liecināt par ziedēšanai nelabvēlīgiem apstākļiem vai seniliem ceriem vai arī nepietiekošu novērošanas periodu.

Saskaņā ar Kricsfalusy (2016) veģetatīvā stadija *P. patens* ilgst trīs gadus, tomēr indivīds var palikt šajā attīstības pakāpē daudzus gadus nelabvēlīgos apstākļos, kā piemēram, augtenēs ar biezu nobiru slāni. Vecākiem virgināliem augiem ir 4-5 lapas, bet lielākās morfoloģiskās struktūras ontoģenēzē tiek sasniegtas nobriedušā ģeneratīvā fāzē, kas ilgst vairākas dekādes. Nelabvēlīgos apstākļos ģeneratīvie indivīdi pēc ziedēšanas var pāriet veģetatīvā stāvoklī līdz apstākļi kļūst labvēlīgāki (Kricsfalusy, 2016). Novecošana sākotnēji izraisa ziedēšanas palielināšanos, bet laika gaitā ziedēšana samazinās. Subseniliem augiem raksturīga ziedēšanas pārtraukšana. No augiem dažādā

vecumā un attīstības pakāpē sastāv arī izveidoto parauglaukumu populācijas un to attīstības tendenci var saprast tikai ilgstošākā uzskaitē. Piemēram, marķētu augu attīstībai var izsekot gadu gaitā - 4. att. parādītas atsevišķa auga pieaugšana 12 gadu laikā D1 parauglaukumā par ļoti lielu nobriedušu indivīdu. Vismaz trīs tik lieli ceri ar vairāk nekā 100 lapām uzskaitīti D1, tie gan atpaliek ziedu skaita ziņā no literatūrā aprakstītiem: lielākais *P. patens* cers ar 111 lapām un 34 ziediem (pārsniedz iepriekš zināmo, kam bija 50 lapas un 20 ziedi (Kricsfalusy, 2016)).



5. att. Demogrāfiski atšķirīgu īpatņu sastopamība parauglaukumos.

Monitoringa parauglaukumu populācijas

2020. un 2021. gadā izveidoti monitoringa parauglaukumi 15 Natura 2000 teritorijās un 18 parauglaukumi ārpus Natura 2000 vietām (Pielikums 11. att.). Krustkalnu DR parauglaukumā konstatēti 132 eksemplāri (56% nezied); Numernes DP 1. parauglaukumā – 141 (81,6% nezied), Numernes 2. – 14 (64% nezied), Numernes 3.- 44 (54,5 % nezied); Rāznas NP- 80 (94% nezied); DP Driksnas sils 1. parauglaukumā -35 (77% nezied), Driksnas 2. – 11 (54% nezied); DL Lubānas mitrājā – 26 (92 % nezied). Pārējos septiņos parauglaukumos – viens līdz deviņi *P. patens* eksemplāri ar 67 līdz 100 % ziedošu *P. patens* (daļa no tiem apsekota tikai ziedēšanas laikā).

Ārpus Natura 2000 vietām ierīkoti 18 parauglaukumi, kur veikta demogrāfiskā uzskaitē, veģetācijas un augsnes analīzes, novērtēta sēkļu dzīvotspēja. Vislielākais *P.patens* kopskaits 100 m² ir Gaigalavas ML 1. laukumā – 550 augi, seko Ančupānu laukums ar 282, Medņu Rubeņu – 259, Gaigalavas ML 2. laukums – 238, Gaigalavas ML 3. laukums – 171 ziedošs augs ar vislielāko ziedu kopskaitu no visiem 60 parauglaukumiem – 636 (vidēji cerā 3,7 ziedi). Otrs ziediem bagātākais bija Ideņas parauglaukums ar ziedu kopskaitu 186, vidēji 8,86 ziediem indivīdam un 100% lieliem ceriem. Lai arī iepriekšējā gadā augi bija zilo eļļasvaboļu bojāti un tikai nosacīti uzskaitāmu lielu lapu skaitu – vidēji 29,5 lapas cerā, tad 2021. gada 23. maijā šie augi bija ļoti vitāli un vienā rakuma bedrē bija konstatējams atjaunojies neziedošs augs. Neziedošo augu skaits citos parauglaukumos variē no 40–94%; lielo ceru skaits no 0-100 % un tas liecina par izveidoto parauglaukumu lielo dažādību.

Kopumā 33 monitoringa parauglaukumos indivīdam konstatēti vidēji 2,2 ziedi un 12,6 lapas.

Atrasta viena *P. patens* ar savdabīgu zieda formu (Pielikums 13. att.), bez iepriekš neatzīmētajām trijām.

Veģetācija

Pastāvīgie parauglaukumi

Pētījuma teritoriju raksturojums

Lai gan apsektie parauglaukumi (GNP, OZK, ĶNP un Dārziņos) ir savā starpā atšķirīgi, vairums no tiem atrodas gaišos, boreālos mežos, kur koku stāvā dominē *Pinus sylvestris*, paaugā sastopama *Betula pendula*, *Frangula alnus*, *Quercus robur* un *Sorbus aucuparia*, lakstaugu un sīkrūmu stāvā – *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris* un *Vaccinium vitis-idea*, bet sūnu stāvā dominē *Hylocomium splendens* un *Pleurosium schreberi*. Daļa no parauglaukumiem atrodas boreālos mežos bez traucējumiem un apsaimniekošanas, taču citi atrodas teritorijās, kurās ir ievērojama antropogēnā ietekme – notiek nomīdīšana vai eitrofikācija, kā arī notikuši ar projektu nesaistīti apsaimniekošanas darbi gan projekta laikā, gan pirms tam.

Gaujas Nacionālā parka (GNP) teritorijā izvietoti 12 parauglaukumi septiņās savstarpēji attālās vietās – Silciema (2), Inciema (2), Lielstraupes (3) un Cēsu (5) apkārtnē, pa vienam vai diviem lielajiem laukumiem katrā vietā. Salīdzinoši ar citām teritorijām, GNP ir mazāks pameža/paaugas (vidēji 6%) segums. Lakstaugu/sīkrūmu segums - līdz 20 %. Lai arī dažos parauglaukumos ir regulāri traucējumi, teritorijai raksturīgs izteikts sūnu segums (vidēji 80%).

Pēdējos gados teritorijā nav veikti apsaimniekošanas pasākumi. Divi no parauglaukumiem atrodas šosejas malā, viens pie elektrolīnijas un divi militārajā poligonā. Parauglaukumos, kas atrodas šosejas malā, vērojama liela antropogēnā ietekme (piesārņojums) un ceļmalas ietekme (boreālam mežam netipisks sugu sastāvs). Parauglaukumam pie elektrolīnijas vienā pusē regulāri notiek kopšanas pasākumi, kas uztur atklātu teritoriju un labvēlīgus gaismas apstākļus. Parauglaukumos militārajā poligonā notiek regulāri traucējumi militāro mācību laikā.

Ķemeru Nacionālā parka (ĶNP) teritorijā 14 parauglaukumi izvietoti trīs vietās – pie Tīreļiem, Izkopiem un Zaļā purva. Salīdzinoši mazs pameža/paaugas (vidēji 6%) un lakstaugu/sīkrūmu (vidēji 28%) stāva segums. Izteikts sūnu segums (vidēji 93%).

Lai gan daļa no *Pulsatilla patens* atradnēm atrodas meža celiņu malās, antropogēnā ietekme uz augiem ir salīdzinoši maza. Pēdējos gados teritorijā nav veikti apsaimniekošanas pasākumi, taču vienā no vietām (pie Zaļā purva) kā biotopa apsaimniekošanas pasākums plānota kontrolētā dedzināšana.

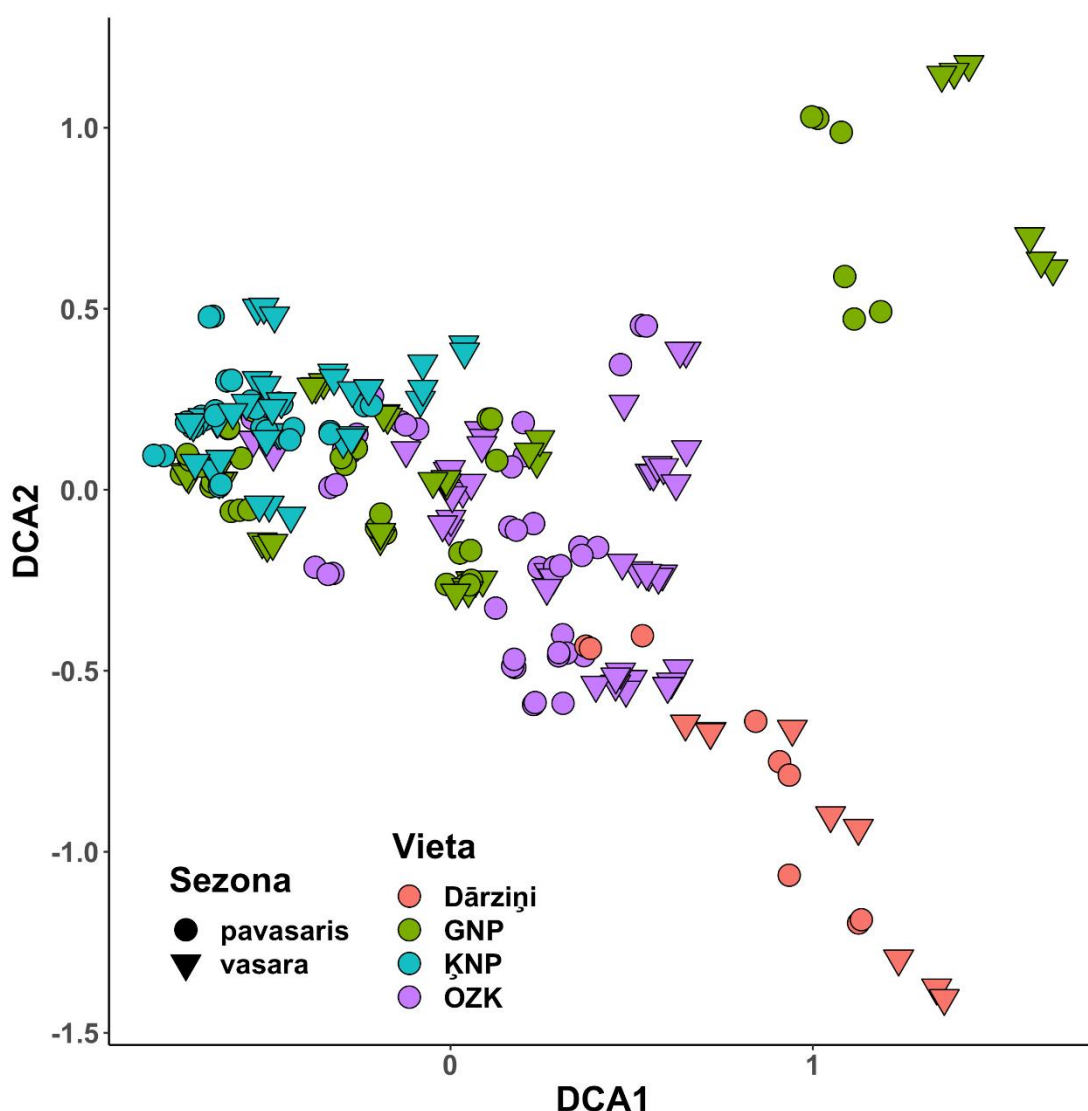
Dabas parka “Ogres Zilie kalni” (OZK) teritorijā izvietoti 14 parauglaukumi. Salīdzinoši ar citām teritorijām lielāks pameža/paaugas (vidēji 15%) stāva segums. Izteikts lakstaugu/sīkrūmu (vidēji 78%) un sūnu stāva segums (vidēji 74%).

Divi no parauglaukumiem atrodas starp dzelzceļa stigu un mineralizācijas joslu, kura intensīvi tiek izmantota rekreācijai. Šeit redzamas bedrītes pēc augu izrakšanas. Pārējie parauglaukumi atrodas pastaigu taku un meža celiņu malās vai netālu no tiem, antropogēnā ietekme uz augiem ir vidēja, pamatā nomīdīšana. Teritorijā pēdējos gados ir veikti atsevišķi apsaimniekošanas pasākumi, vienā parauglaukumā nocērtot atsevišķas priedes.

Rīgā, pie dzelzceļa stacijas “Dārziņi” (Dārziņi) izvietoti trīs parauglaukumi. Eitrofikācijas visvairāk skartā teritorija ar ļoti bagātīgu veģetāciju. Salīdzinoši ar citām

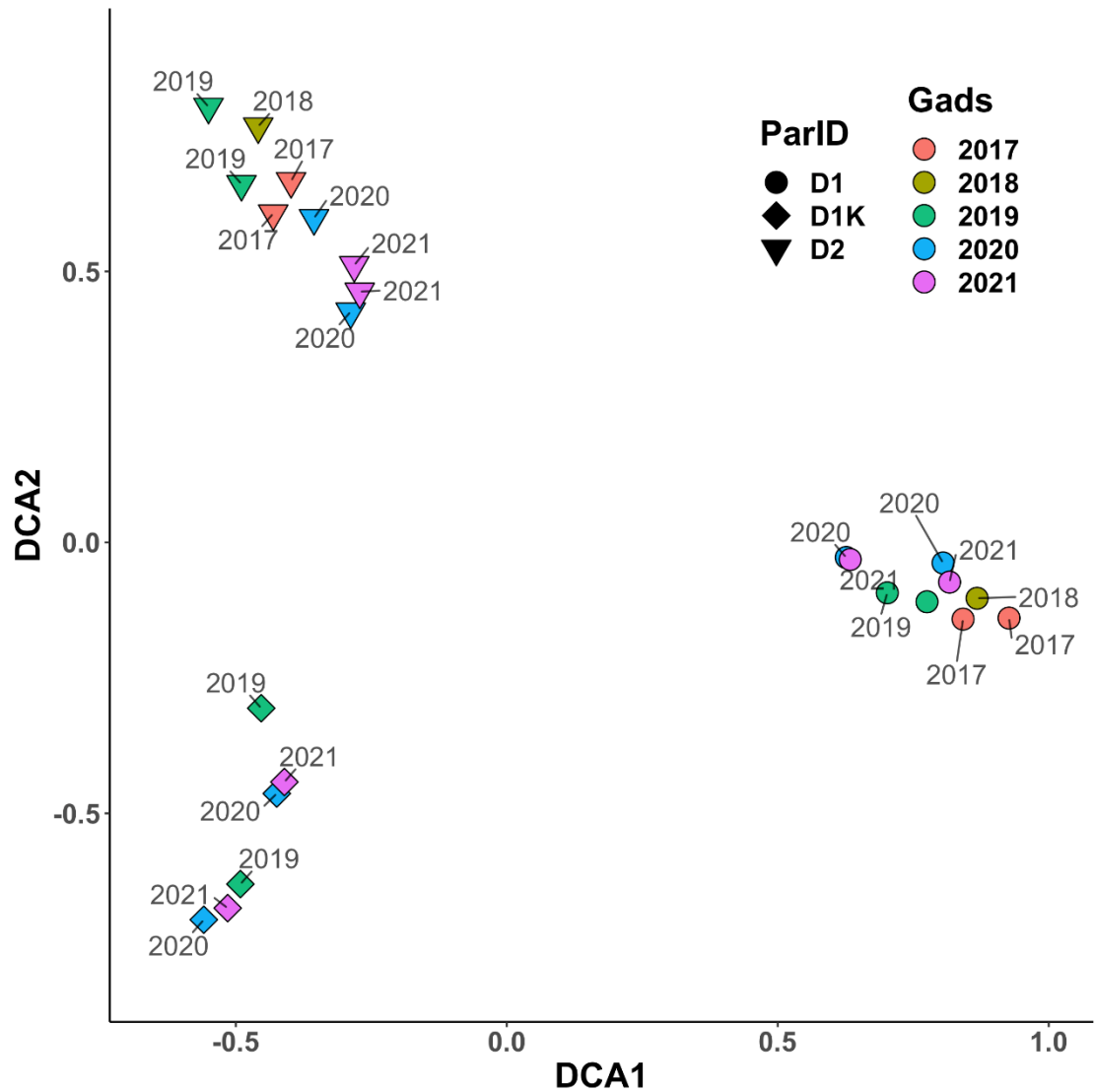
teritorijām izteikts pameža (vidēji 19%) un lakstaugu/sīkkrūmu stāvs (vidēji 79%). Parauglaukumos ir regulāri traucējumi, salīdzinoši neliels sūnu segums (vidēji 36%). Parauglaukumi un *P. patens* atradnes atrodas dzelzceļa stacijas “Dārziņi” tuvumā, netālu no gājēju celiņiem, novērojama ievērojama antropogēna slodze – novērojami ziedkāti pēc ziedu plūksšanas (arī dzīvnieku nokosti) un bedrītes pēc mēģinājumiem izrakt augus pārstādīšanai. Dārziņu apkārtnē 2009. gadā tika veikti meža kopšanas cirte – retināšana. 2017. gada vasarā – pameža ciršana, būtiski samazinot *Amelanchier spicata* segumu. Pie Dārziņi 2 parauglaukuma 2019. gadā, atjaunojot stigu, tika nocirstas dažas lielas priedes, kas samazināja koku stāva noēnojumu parauglaukumā.

Salīdzinot veģētāciju pastāvīgajos parauglaukumos pavasarī un vasarā, kopumā konstatēta būtiska atšķirība starp pētījumu teritorijām (6. att.). GNP un Dārziņos, kur ir lielāks lakstaugu segums, nav konstatēta būtiska atšķirība starp pavasara un vasaras veģētāciju, bet ĶNP un OZK atšķirība ir būtiska. Savstarpēji atšķirīgākie ir ĶNP un Dārziņu parauglaukumi.

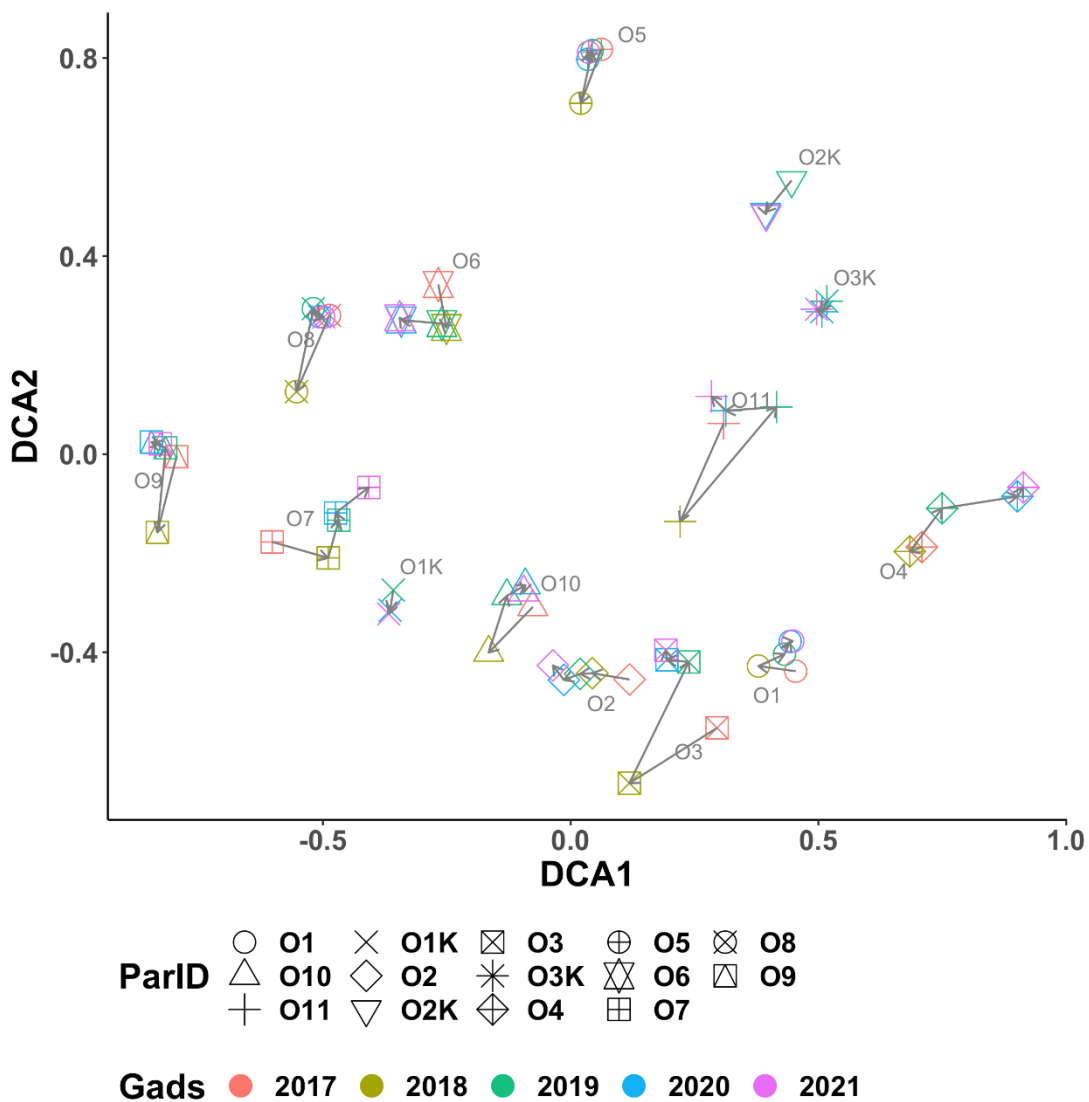


6. att. Pastāvīgo parauglaukumu savstarpējās atšķirības pavasarī un vasarā.

Pārbaudītas arī veģētācijas izmaiņas Ogres un Dārziņu parauglaukumos. Attēlos redzams (7. att., 8. att.), ka parauglaukumu novietojums laika gaitā ir minimāli mainījies, tātad pētījuma laikā ievērojamas izmaiņas nav notikušas. (Visu parauglaukumu veģētācijas dati apkopoti nodevumā – datnē: Pulsatilla_pauglaukumi_veget_16.11.)



7. att. DCA ordinācija Dārziņu parauglaukumiem laika posmā no 2017. līdz 2021. gadam.



8. att. DCA ordinācija OZK parauglaukumiem laika posmā no 2017. līdz 2021. gadam.

Sugu sastopamība un to projektīvie segumi veģētācijas stāvos pastāvīgajos parauglaukumos

Koku stāvā dominē skuju koki. Koku stāva vidējais projektīvais segums parauglaukumos ar *P. patens* pieaug vasarā lapu koku dēļ, bet kontroles parauglaukumos bez *P. patens* nemainās, jo tur koku stāvā lapu koku nav.

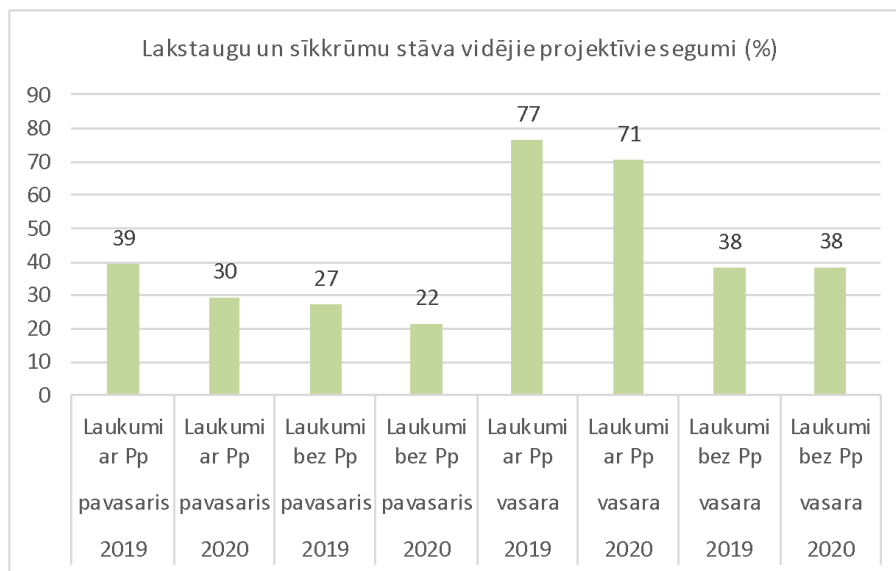
Koku stāva projektīvais segums parauglaukumos ar *P. patens* svārstās no 8% līdz 73%. Tas atšķiras arī starp teritorijām, piemēram, GNP vasarā tas bija no 15% līdz 58%, ĶNP – no 22% līdz 45%, OZK – no 8% līdz 75%, bet Dārziņos – no 10% līdz 40%.

Lapu koki koku stāvā sastopami tikai 8 parauglaukumos – GNP (3 parauglaukumos, maksimālais segums 25%) un OZK (5 parauglaukumos, maksimālais segums 35%).

Paaugas/pameža stāva projektīvais segums parauglaukumos svārstās no <1% līdz 53%. Tas atšķiras arī starp teritorijām, piemēram GNP tas bija no 2% līdz 19%, ĶNP tas bija no <1% līdz 36%, OZK tas bija no 2% līdz 53%, bet Dārziņos tas bija no 18% līdz 26%. Sezonālās izmaiņas parauglaukumu paaugas/pameža stāvā rada vasarzaļie koki un krūmi, kuri pavasara uzskaišu laikā vēl nav saplaukuši.

Lakstaugu/sīkkrūmu stāvā dominē sīkkrūmu sugas *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idea*. Sīkkrūmu stāva kopējais segums līdz 88%, bet parasti mazāks. Lakstaugu segums līdz 117%. Lieli projektīvie segumi lakstaugiem un sīkkrūmiem bagātākajās teritorijās norāda, ka augi veido stāvojumu.

Lakstaugi, kas sasniedz lielākos projektīvos segumus ir *Convallaria majalis* (līdz 60%), *Deschampsia flexuosa* (līdz 30%), *Melampyrum pratense* (līdz 25%) un *Festuca ovina* (līdz 20%). Parauglaukumos ar *P. patens* lakstaugu/sīkkrūmu stāvs lielāks (9. att.), tajos vairāk lakstaugu, kuru projektīvie segumi izteikti svārstās, atkarībā no sezonas.



9. att. Lakstaugu un sīkkrūmu stāva vidējie projektīvie segumi parauglaukumos ar *Pulsatilla patens* 2019. un 2020. gada pavasarī un vasarā.

Sūnu/kērpju stāvā *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi* ir atrodamas visos parauglaukumos – parauglaukumos bez *P. patens* sūnu stāva segums vidēji par 20% lielāks nekā parauglaukumos ar *P. patens*, nav lielu atšķirību starp pavasara un vasaras datiem.

Sūnu stāva projektīvais segums svārstās no 14% līdz 98%. Tas ievērojami atšķiras starp teritorijām, GNP tas bija no 25% līdz 95%, ĶNP – no 78% līdz 98%, OZK – no 46% līdz 96%, bet Dārziņos – no 14% līdz 40%.

Parauglaukumos ar *P. patens* visbiežāk sastopamās sugas ir *Pinus sylvestris*, *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*, kuras sastopamas visos parauglaukumos. Bieži sastopamas arī *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Festuca ovina* un *Dicranum polysetum*. Septiņos parauglaukumos ar *P. patens* sastopama invazīva suga *Amelanchier spicata*, bet 22 parauglaukumos – *Convallaria majalis*, kas var sasniegt pat 50% projektīvo segumu.

Parauglaukumos biežāk sastopamas boreāliem mežiem raksturīgas sugas (5. tabula), piemēram, koku stāvā dominē *Pinus sylvestris*, lakstaugu/ sīkkrūmu stāvā sastopama *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idea*, taču ir arī netipisks parauglaukums, kurā dominē *Populus tremula* ar 35% projektīvo segumu.

5. tabula. Biežāk sastopamās augu sugas un sugas ar lielākajiem projektīvajiem segumiem parauglaukumos ar *Pulsatilla patens* 2020. gada vasarā.

| Biežāk sastopamās augu sugas, to maksimālie projektīvie segumi un parauglaukumu skaits (iekavās), 2020. g. vasara | | | | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------------|----------|----------|-------------|----------|
| Stāvs | Suga | GNP (7) | ḲNP (7) | OZK (11) | Dārziņi (2) | |
| Koku | <i>Pinus sylvestris</i> | 45 (7) | 45 (7) | 50 (11) | 40 (2) | |
| | <i>Picea abies</i> | 15(2) | 3 (1) | 5 (1) | - | |
| | <i>Populus tremula</i> | - | - | 35 (1) | - | |
| | <i>Betula pendula</i> | 6 (2) | - | 15 (4) | - | |
| | <i>Quercus robur</i> | 15 (1) | - | - | 3 (1) | |
| | <i>Acer platanoides</i> | 10 (1) | - | - | - | |
| | Pameža, paaugas | <i>Pinus sylvestris</i> | 2 (6) | 0.25 (2) | 15 (9) | 0.25 (2) |
| <i>Juniperus communis</i> | | 3 (5) | 10 (1) | 15 (6) | 0.25 (1) | |
| <i>Picea abies</i> | | 7 (5) | 5 (6) | 2 (1) | - | |
| <i>Amelanchier spicata</i> | | 1 (1) | - | 1 (4) | 15 (2) | |
| <i>Betula pendula</i> | | 1 (4) | 0.25 (2) | 15 (9) | 1 (1) | |
| <i>Frangula alnus</i> | | 0.25 (2) | 10 (5) | 6 (10) | - | |
| <i>Corylus avellana</i> | | 10 (1) | 0.25 (2) | 4 (5) | - | |
| <i>Populus tremula</i> | | 10 (1) | - | 7 (3) | - | |
| <i>Quercus robur</i> | | 3 (7) | 5 (4) | 6 (11) | 5 (2) | |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | | 2(4) | 0.25 (3) | 2 (9) | 4 (1) | |
| Lakstaugu, sīkkrūmu | | <i>Vaccinium myrtillus</i> | 40 (7) | 60 (7) | 5 (6) | - |
| | <i>Calluna vulgaris</i> | 20 (5) | 7 (7) | 40 (11) | 6 (2) | |
| | <i>Vaccinium vitis-idea</i> | 20 (7) | 15 (7) | 35 (8) | - | |
| | <i>Thymus serpyllum</i> | 0.25 (1) | 1 (2) | 2 (6) | 7 (1) | |
| | <i>Festuca ovina</i> | 5(6) | 7 (7) | 15 (11) | 15 (2) | |
| | <i>Deschampsia flexuosa</i> | 5 (2) | - | 1 (3) | 25 (2) | |
| | <i>Calamagrostis epigeios</i> | - | - | 15 (6) | - | |
| | <i>Agrostis tenuis</i> | 1 (2) | 0.25 (1) | 7 (8) | 5 (1) | |
| | <i>Sieglingia decumbens</i> | - | 1 (1) | 7 (11) | 2 (2) | |
| | <i>Convallaria majalis</i> | 50 (6) | 15 (6) | 30 (10) | - | |
| | <i>Melampyrum pratense</i> | 7 (5) | 3 (7) | 20 (11) | 1 (2) | |
| | <i>Fragaria vesca</i> | 5 (2) | 2 (3) | 10 (7) | 5 (2) | |
| | <i>Hieracium pilosella</i> | 0.25 (1) | - | 5 (9) | 10 (1) | |
| | <i>Pulsatilla patens</i> | 1 (7) | 2 (7) | 10 (11) | 8 (2) | |
| | <i>Polygonatum odoratum</i> | 1 (3) | 5 (2) | 5 (11) | 0.25 (1) | |
| | <i>Pulsatilla pratensis</i> | - | - | 5 (8) | 2 (2) | |
| | <i>Solidago virgaurea</i> | 1 (5) | 0.25 (6) | 3 (10) | 1 (2) | |
| | <i>Luzula pilosa</i> | 0.25 (3) | 0.25 (4) | 3 (11) | 0.25 (2) | |
| | Sūnu, ķērpju | <i>Hylocomium splendens</i> | 80 (7) | 80 (7) | 65 (11) | 1 (2) |
| | | <i>Pleurosim schreberi</i> | 40 (7) | 25 (7) | 50 (11) | 25 (2) |

| | | | | | |
|--|----------------------------------|----------|--------|---------|-------|
| | <i>Dicranum polysetum</i> | 5 (5) | 3 (7) | 30 (11) | 2 (2) |
| | <i>Ptilium crista-castrensis</i> | 0.25 (1) | 20 (5) | 2 (3) | - |

Nobiru, atmirušo augu un atklātās augsnes raksturojums parauglaukumos

Atmirušie augi ir ievērojami vairāk parauglaukumos ar *P. patens* (pavasārī 13%, vasarā 14 %) nekā parauglaukumos bez *P. patens* (pavasārī 5%, vasarā 4%).

Nobiru segums parauglaukumos ar *P. patens* svārstās no 20% līdz 80%, atmirušo augu segums svārstās no <1% līdz 40%. Nobiru un atmirušo augu summārais segums svārstās no 30% līdz 95%. Ievērojamas atšķirības var redzēt arī starp teritorijām.

Atklātās augsnes laukums parauglaukumos atkarībā no sezonas un teritorijas svārstās no 0% līdz 15%. Jāuzsver, ka 11 parauglaukumos ar *P. patens* (no 27) atklātās augsnes laukums ir <1%, bet parauglaukumos bez *P. patens* atklātās augsnes laukums bija mazāks.

Atklātās augsnes laukums atšķiras arī dažādās teritorijās, piemēram, 2020. gada vasarā GNP tas bija <1% – 7%, ĶNP tas bija 0% – 3%, OZK tas bija <1% – 2%, bet Dārziņos abos parauglaukumos ar *P. patens* atklātā augsne bija 5%.

Veģētācija apsaimniekotajos (1x1m) parauglaukumos

Tā kā mazie parauglaukumi ir ierīkoti dažādos gados, tie nav savstarpēji salīdzināmi, bet iespējams novērot to aizaugšanas tendences. Apsaimniekoto parauglaukumu veģētācijas atjaunošanās sēkas no malām, brīvo vietu sāk aizņemt sūnas, sīkkrūmi, retāk – lakstaugi. Atjaunošanās notiek arī pārējā laukuma platībā un kā pirmie atjaunojas daudzgadīgie augi, kuru pazemes daļas ir saglabājušās augsnē pēc veģētācijas noņemšanas. Mehāniski noņemot augus, daudzgadīgo augu sugu sastāvs, kas atjaunojas, ir atkarīgs no sugu sastāva pirms apsaimniekošanas. Pirmajā vasarā parauglaukumā sāk augt arī jauni sūnu īpatņi, kuru segums ir neliels un dažos gadījumos arī viengadīgie augi.

Salīdzinot veģētāciju GNP, OZK un Dārziņos pirmajos gados pēc tās noņemšanas secināts, ka tā būtiski atšķirās mazajos 1m² laukumos starp vietām kopumā un starp visām trim vietām savā starpā. Veģētācijas atšķirības novērotas starp GNP un Dārziņiem un starp OZK un Dārziņiem, kā arī starp GNP un OZK. OZK un GNP parauglaukumos gadu pēc veģētācijas noņemšanas, no daudzgadīgajām sugām labi atjaunojas parastā kreimene *Convallaria majalis*, tās segumam sasniedzot līdz 50 %, brūklene *Vaccinium vitis-idaea* (līdz 20 %). No viengadīgajiem augiem, sastopams pļavas nārbulis *Melampyrum pretense*. 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 %) (Kļaviņa u.c., 2018). ĶNP pirmā gada laikā labi atjaunojās niedru ciesa *Calamagrostis arundinacea* (līdz 10 %), klinšu kaulene *Rubus saxatilis* (līdz 40 %), zemā raudupe *Scorzonera humilis* (līdz 20 %). No sūnām pirmās atjaunojās *Aulacomnium palustre* un *Hylocomium splendens* (līdz 10 %).

Trīs gadu laikā GNP apsaimniekotajos parauglaukumos, kuros sākotnēji labi atjaunojās *Convallaria majalis*, tās projektīvais segums vairāk nepalielinājās, bet nereti pat samazinājās (līdz 20 %). Aizaugot brīvajai platībai, nepalielinājās arī *Melampyrum pretense* segums. Vairumā gadījumu *Vaccinium vitis-idaea* segums laika gaitā turpināja palielināties un stabilizējās otrajā vai trešajā gadā pēc apsaimniekošanas.

Novērojama tendence, ka ja lielajā parauglaukumā ir liels sūnu segums, tad apsaimniekotajos parauglaukumos sūnu segums atjaunojas vidēji trīs gadu laikā, bet pēc tam izmaiņas var notikt dažādos virzienos – to segums var palielināties, palikt aptuveni tāds pats vai samazināties. Trešajā gadā pēc apsaimniekošanas, parauglaukumi vizuāli ir līdzīgi apkārtējai veģētācijai.

ĶNP iegūtie dati ļauj salīdzināt veģetācijas atjaunošanās dinamiku salīdzinot parauglaukumus pirms apsaimniekošanas (2019. gada pavasarī) un 2021. gada pavasarī. Divu gadu laikā, mazajos parauglaukumos joprojām nav atjaunojies sākotnējais kopējais projektīvais sūnu segums un tas ir pat par 80 % mazāks nekā pirms apsaimniekošanas. Salīdzinot visu teritoriju lakstaugu un sīkkrūmu segumu, redzams, ka parasti tas ir lielāks vasaras aprakstos nekā pavasarī veiktajos. Sukcesijas gaitā sākotnēji iespējama izteikta šo augu savairošanās, kas laika gaitā samazinās, bet iespējams arī vienmērīgs lakstaugu un sīkkrūmu projektīvā seguma pieaugums.

Mazajos parauglaukumos novērota parastās priedes *Pinus sylvestris* un retāk parastās egles *Picea abies* atjaunošanās, tomēr īpatņu skaits parauglaukumos laika gaitā mainās. Tā kā apsaimniekotās platības sākotnēji ir ar mazāku kopējo veģetācijas segumu un ir vairāk pakļautas laikapstākļu ietekmei, tad iespējams, sējeņi sausuma un/vai sala dēļ bieži iet bojā, bet to vietā iesējas citi.

Mazajos parauglaukumos augošās *P. patens* OZK un Dārziņos novērojumu laikā neuzrādīja demogrāfiskas atšķirības no lielajā laukumā augošajām. Četrās vietās reģistrēti 5 dīgsti OZK 2, 5, 7 un D 2. Tās visas ir vietas ar relatīvi augstu sēklu dzīvotspēju un īpatņu kopskaitu no 30-150. Tomēr OZK 2 un D2 2020. gadā novērotie dīgsti 2021. gadā vairs netika konstatēti, turpretī OZK 7 divi dīgsti novēroti divus pēdējos gadus, bet OZK 5 – viens dīgsts – kopš 2018. gada.

Pastāvīgo parauglaukumu datu statistiskā analīze

Pastāvīgo parauglaukumu analīzei, balstoties uz to, ka veģetācija parauglaukumos kopumā laika gaitā nav būtiski mainījies, izmantoti 2019.-2020. gada dati.

Izmantojot Spirmena korelācijas analīzi tika analizēti *P. patens* demogrāfiskie parametri – ziedu skaits un ziedošo augu skaits pavasarī un pavasara veģetācijas dati, projektīvais segums, lapu skaits, augu skaits un neziedošo augu skaits vasarā un vasaras veģetācijas dati. Pieņemot, ka noēnojumam vasarā varētu būt ietekme uz ziedēšanu pavasarī, tika veikta arī korelācija starp ziedošo augu un ziedu skaitu pavasarī un veģetācijas parametriem vasarā.

Analizējot **koku stāva** korelāciju ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem, tika apskatīts gan kopējais koku stāva segums, gan atsevišķi skuju un lapu koki, kā arī *Pinus sylvestris*, kas sastopama visos parauglaukumos. Rezultātos parādās statistiski nozīmīga negatīva korelācija starp koku stāva projektīvo segumu un ziedošajiem augiem pavasarī (-0.298, $p=0.0359<0,05$) un ziedu skaitu (-0.368, $p=0.0085<0,01$), kā arī augu projektīvo segumu (-0.275, $p=0.0056<0,01$) un lapu skaitu (-0.328, $p=0.0201<0,05$) vasarā.

Neparādās lapu koku projektīvā seguma korelācija ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem, bet skuju koku segumam ir negatīva korelācija ar ziedošo augu skaitu pavasarī (-0.346, $p=0.0138<0,05$) un ziedu skaitu (-0.408, $p=0.0033<0,01$), kā arī projektīvo segumu vasarā (-0.322, $p=0.0011<0,01$). *Pinus sylvestris* korelācijas ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem ir vai nu vājākas nekā koku stāva projektīvajam segumam, vai vājākas nekā skuju koku projektīvajam segumam.

Pameža/paaugas stāva korelācija ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem rezultātos parādās statistiski nozīmīga pozitīva korelācija starp pameža/paaugas stāva projektīvo segumu un ziedošo augu skaitu pavasarī (0.427, $p=0.0020<0,001$) un ziedu kopskaitu (0.400, $p=0.0040<0,01$), kā arī *P. patens* projektīvo segumu (0.532, $p=0.0001<0,001$), augu kopskaitu (0.559, $p=0.0001<0,001$), jo īpaši neziedošo augu skaitu (0.566, $p=0.0001<0,001$), vasarā.

Lakstaugu un sīkkrūmu stāvu analizējot tika apskatīts gan kopējā sugu projektīvā seguma, gan arī bieži sastopamu sīkkrūmu – *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* un vietām ekspanzivās *Convallaria majalis* projektīvo segumu korelācija ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem. Lakstaugu un sīkkrūmu stāva

projektīvajam segumam ir nozīmīga pozitīva korelācija ar ziedošo augu skaitu pavasarī (0.350, $p=0.0126<0,05$), kā arī ziedu skaitu (0.387, $p=0.0055<0,01$), augu kopskaitu (0.344, $p=0.0144<0,05$) un augu projektīvo segumu (0.419, $p=0.0001<0,001$) vasarā. Lakstaugu un sīkkrūmu stāva projektīvajam segumam vasarā ir vēl nozīmīgāka pozitīva korelācija ar ziedošo *P. patens* augu skaitu pavasarī (0.381, $p=0.0063<0,01$).

Neparādās *Vaccinium vitis-idea* korelācija ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem, taču *Calluna vulgaris* parādās nozīmīga pozitīva korelācija ar ziedu skaitu (0.399, $p=0.0041<0,01$), lapu skaitu (0.299, $p=0.0352<0,05$) un *P. patens* projektīvo segumu (0.301, $p=0.0024<0,01$) vasarā. *Vaccinium myrtillus* ir nozīmīga negatīva korelācija ar augu skaitu (-0.545, $p=0.0001<0,001$) un augu projektīvo segumu (-0.390, $p=0.0001<0,001$) vasarā. *Vaccinium myrtillus* projektīvajam segumam vasarā ir nozīmīgāka negatīva korelācija ar ziedošo *P. patens* skaitu pavasarī (-0.527, $p=0.0001<0,001$) un ziedu skaitu (-0.478, $p=0.0004<0,01$). *Convallaria majalis* ir nozīmīga negatīva korelācija ar *P. patens* lapu skaitu vasarā (-0.328, $p=0.0200<0,05$).

Analizējot **sūnu stāva** korelāciju ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem, tika apskatīts gan kopējais sūnu stāva segums, gan arī divas biežāk sastopamās sugas - *Hylocomium splendens* un *Pleurozium schreberi*, jo tās parādās visos parauglaukumos. Rezultātos parādās statistiski nozīmīga negatīva korelācija starp sūnu stāva segumu un ziedošo augu skaitu pavasarī (-0.457, $p=0.0008<0,001$), kā arī ziedu kopskaitu (-0.442, $p=0.0013<0,01$), augu kopskaitu (-0.340, $p=0.0005<0,001$) un projektīvo segumu (-0.299, $p=0.0351<0,05$) vasarā.

No sūnām *Hylocomium splendens* ir negatīva korelācija ar neziedošo augu skaitu parauglaukumos (-0.313, $p=0.0269<0,05$), taču *Pleurozium schreberi* ir pozitīva korelācija gan ar ziedošo augu skaitu (0.311, $p=0.0280<0,05$) un ziedu kopskaitu pavasarī (0.373, $p=0.0077<0,01$), kā arī augu kopskaitu (0.357, $p=0.0110<0,05$) un projektīvo segumu (0.308, $p=0.0018<0,01$) vasarā.

Nobiru segumam ir nozīmīga pozitīva korelācija ar *P. patens* projektīvo segumu (0.326, $p=0.0161<0,05$) vasarā. **Atmirušo augu** segumam ir nozīmīga pozitīva korelācija ar ziedošo augu skaitu (0.543, $p=0.0034<0,01$), kā arī augu kopskaitu (0.502, $p=0.0076<0,01$) un projektīvo segumu (0.347, $p=0.0103<0,01$) vasarā. Vēl izteiktāka pozitīva korelācija ir **nobiru un atmirušo augu summārajam segumam** – gan ar ziedošo augu skaitu (0.454, $p=0.0175<0,05$), gan augu kopskaitu (0.620, $p=0.0006<0,001$) un projektīvo segumu (0.441, $p=0.0008<0,001$) vasarā.

Atklātai augsnei ir nozīmīga pozitīva korelācija tikai ar *P. patens* lapu skaitu (0.539, $p=0.0037<0,01$) vasarā.

Visu parauglaukumu veģetācijas datu statistiskā analīze

Izmantojot Spirmena korelācijas analīzi tika analizēti visu *P. patens* īpatņu skaita korelācija ar visu veģetācijas stāvu kopējo segumu, kā *Calluna vulgaris*, *Convallaria majalis*, *Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi* segumu, ar nobirām, brīvo platību bez veģetācijas un atmirušajām augu daļām.

Analizējot **koku stāva** un **pameža/paaugas stāva** korelāciju ar *P. patens* sastopamību un veģetāciju, tika analizēts gan kopējais koku stāva segums, gan atsevišķi skuju un lapu koki, kā arī *Pinus sylvestris*, kas sastopama visos parauglaukumos. Rezultātos neparādās statistiski nozīmīgas korelācijas starp koku stāvu projektīvajiem segumiem un augu sugām kā arī kopējiem veģetācijas stāvu segumiem.

Analizējot **lakstaugu un sīkkrūmu stāvu**, tika apskatīts gan kopējā sugu projektīvā seguma, gan arī bieži sastopamu sīkkrūmu – *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* un *Convallaria majalis* projektīvo segumu korelācija ar *P. patens*

īpatņu skaitu. Ar kopējo sīkrūmu stāvu korelācija netika konstatēta, bet lakstaugu projektīvajam segumam ir nozīmīga pozitīva korelācija ar *P. patens* kopējo īpatņu skaitu (0.38, $p=0.0046<0,05$) un negatīva korelācija ar *Vaccinium myrtillus* (-0.406, $p=0.0023<0,05$).

Analizējot **sūnu stāva** korelāciju ar *P. patens* kopējo īpatņu skaitu, tika apskatīts gan kopējais sūnu stāva segums, gan arī divas biežāk sastopamās sugas – *Hylocomium splendens* un *Pleurosium schreberi*. Tika konstatēta statistiski nozīmīga negatīva korelācija starp *P. patens* kopējo īpatņu skaitu un sūnu stāva kopējo segumu (-0.356, $p=0.008<0,05$) kā arī *Hylocomium splendens* segumu (-0.293, $p=0.0318<0,05$).

Nobiru segumam un atmīrušo augu segumam netika konstatēta korelācija ar *P. patens* kopējo īpatņu skaitu, bet **atklātai augsnei** ir konstatēta nozīmīga pozitīva korelācija (0.281, $p=0.0412<0,01$).

Diskusija

Kā divi galvenie *P. patens* augšanu ierobežojošie faktori pētījumos, kur *P. patens* aug mežos, tiek minēti sūnu slāņa blīvums, atklātas augsnes trūkums un koku stāva radītais noēnojums (Kalamees et al., 2005; Kalliovirta et al., 2006). Šinī pētījumā iegūtie rezultāti apstiprināja sākotnējos pieņēmumus par sūnu seguma un veģetācijas radītā noēnojuma ietekmi uz *P. patens* augšanu un ziedēšanu – gan sūnu segums, gan koku stāva projektīvais segums pastāvīgajos laukumos negatīvi korelēja ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem – ar ziedošo augu skaitu, ziedu skaitu, projektīvo segumu un lapu skaitu.

Daļēji apstiprinājās pieņēmums par nobiru un atmīrušo augu seguma (Kalliovirta et al., 2006) un atklātās augsnes laukumu trūkuma ietekmi. Nobiru un atmīrušo augu summārajam segumam, pretēji gaidītajam, bija pozitīva korelācija ar tādiem *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem kā ziedošo augu skaits, augu kopskaits un projektīvie segumi. Lai arī atklātās augsnes laukumam ar gandrīz visiem *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem pastāvīgajos parauglaukumos korelācijas bija pārāk vājas un nozīmīga pozitīva korelācija veidojās tikai ar lapu skaitu, tomēr analizējot visu 60 parauglaukumu datus, konstatēta nozīmīga pozitīva korelācija atklātas augsnes laukumiem ar demogrāfiskajiem parametriem.

Noēnojuma ietekme uz Pulsatilla patens demogrāfiskajiem parametriem

Mēģinot atrast faktoros, kas varētu ietekmēt ziedēšanu pavasarī un lapu augšanu vasarā, kā viena no iespējām tika analizēti citos pētījumos (Kalliovirta et al., 2003, 2006) minētie gaismas apstākļi pavasarī un vasarā, ko ietekmē koku stāvs. Atšķirībā no citiem pētījumiem (Kalliovirta et al., 2003), netika izmantota gaismas apstākļu četru kategoriju skala, bet, analizējot datus no pastāvīgajiem parauglaukumiem, tika vērtēta koku stāva kopējā projektīvā seguma ietekme uz *P. patens* sastopamību un demogrāfiskajiem parametriem. Atsevišķi tika analizēta arī lapu koku ietekme un skuju koku ietekme, jo *P. patens* zied pirms lapu plaukšanas kokiem. Rezultāti apstiprināja sākotnējo pieņēmumu, ka koku stāva projektīvais segums apgriezti korelē ar vairākiem demogrāfiskajiem rādītājiem – ziedošajiem augiem un ziedu skaitu pavasarī, kā arī ar lapu skaitu un projektīvo segumu vasarā. Turklāt skuju kokiem tas ir vēl izteiktāks nekā koku stāvam kopumā – ar ziedošo augu skaitu pavasarī, ziedu kopskaitu, projektīvo segumu. Tā kā *Pinus sylvestris* bija sastopama visos parauglaukumos, tā tika analizēta arī atsevišķi, tomēr netika konstatētas vērā ņemamas atšķirības no skuju koku projektīvā seguma.

Lapu koku ietekme uz *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem netika konstatēta. Lai gan dažos parauglaukumos tie veido ievērojamu projektīvo segumu (līdz 35%), šādi parauglaukumi ir izņēmums. Tomēr, ņemot vērā, ka paaugā bieži sastopama *Betula*

pendula un *Quercus robur*, turpinoties netraucētiem sukcesijas procesiem, lapu koku negatīvā ietekme uz *P. patens*, iespējams, varētu pieaugt. Tomēr analizējot lielāku paraugkopu – visus 60 parauglaukumus koku stāva projektīvo segumu korelāciju ar *P. patens* sastopamību būtiskas korelācijas netika konstatētas.

Pameža/paaugas stāva projektīvā seguma pozitīvā korelācija pastāvīgajos parauglaukumos ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem (ziedošo augu skaitu, ziedu kopskaitu, augu projektīvo segumu, augu kopskaitu, neziedošo augu skaitu), šķiet, ir pretrunā ar noēnojumu kā vienu no *P. patens* augšanu ierobežojošiem faktoriem. Jāņem vērā, ka paaugu pozitīvi ietekmē gaismas un barības vielu pieejamība (Dormann, 2020), kā arī traucējumu trūkums, tādēļ, kamēr pameža/paaugas noēnojums nekļūst ļoti blīvs, apstākļi, kas koku stāva daļēja noēnojuma dēļ labvēlīgi pamežam, labvēlīgi arī *P. patens*. Kā piemēru var minēt *P. patens* bagātīgākajā atradnē (Dārziņos) parauglaukuma teritorijā 2017. gadā veiktos meža apsaimniekošanas pasākumus, kuru laikā tika izvākts pamežs/paauga, tai skaitā invazīvā *Amelanchier spicata*, kas iepriekš veidoja būtisku segumu. Jau 2019. gadā *Amelanchier spicata* atkal veidoja 12% projektīvo segumu, bet 2020. gada vasarā –15%, 2021. gada vasarā jau 20% projektīvo segumu. Līdz ar to, lai arī dažas no atradnēm ir īpatņiem bagātas ir nepieciešams veikt regulārus apsaimniekošanas darbus, lai tās saglabātu piemērotas *P. patens*.

Mijiedarbība ar citām sugām lakstaugu un sīkkrūmu stāvā

Analizējot lakstaugu un sīkkrūmu stāvu, tas tika apskatīts gan kā konkurējošs faktors par gaismu un barības vielām, gan kā iespējams izmaiņu avots augsnē (piemēram, sīkkrūmu izdalītie fenoli) (Kalamees et al., 2005). Pretēji prognozētajam, lakstaugu un arī sīkkrūmu stāva projektīvais segums pastāvīgajos parauglaukumos parādīja pozitīvu saistību ar ziedošo augu un ziedu skaitu pavasarī un augu skaitu un projektīvo segumu vasarā. Lakstaugu un sīkkrūmu stāva projektīvajam segumam vasarā statistiski nozīmīgāka pozitīva korelācija ar ziedošo *P. patens* augu skaitu pavasarī. Vienīgi *Convallaria majalis* konstatēta negatīva korelācija ar *P. patens* lapu skaitu vasarā. Tas varētu norādīt, ka lakstaugu/sīkkrūmu stāvā savstarpējai konkurencei par barības vielām un apgaismojumu nav būtiska nozīme, ja vien tie neveido izteikti blīvas audzes un noēnojumu kā *Convallaria majalis*.

Tā kā ēriku dzimtas sīkkrūmi izdala augsnē fenolus (Kalamees et al., 2005), kas var ierobežot *P. patens* augšanu, tika analizēta parauglaukumos biežāk sastopamo sugu – *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* – saistība ar *P. patens* sastopamību un demogrāfiskajiem parametriem. Tā kā *Vaccinium myrtillus* pavasara uzskaitē vēl nav saplaukusi, ne vien projektīvais segums pavasarī, bet arī vasarā tika salīdzināts ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem. Lai gan *Vaccinium vitis-idea* var aizņemt parauglaukumā ievērojamu laukumu (līdz 35%), neparādās nozīmīga saistība ar *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem. Turpretī *Calluna vulgaris*, kas minēts kā nozīmīgs *P. patens* izplatības ierobežotājs (Kalamees et al., 2005), pastāvīgajos parauglaukumos parāda nozīmīgu pozitīvu saistību ar ziedu un lapu skaitu un augu projektīvo segumu vasarā. Turpretī *Vaccinium myrtillus*, kas vasarā var sasniegt pat 60% projektīvo segumu, ir negatīva saistība ar *P. patens* ziedošo augu skaitu un ziedu skaitu pavasarī, kā arī kopējo *P. patens* skaitu visos parauglaukumos.

Šķietamā pretruna varētu tikt skaidrojama ar atšķirīgiem *Calluna vulgaris*, *Vaccinium vitis-idaea*, *Vaccinium myrtillus* augšanas apstākļiem – ja *Calluna vulgaris* un *Vaccinium vitis-idaea* ir sugas, kam nepieciešams vairāk apgaismojuma (Ojeda et al., 2000), tad *Vaccinium myrtillus* ir ēncietīgāka suga (Ihalainen et al., 2001). Līdz ar to var pieņemt, ka ierobežots gaismas daudzums *P. patens* augšanu ietekmē vairāk nekā sīkkrūmu izdalītie fenoli augsnē. Arī Juškiewicz-Swaczyna (2010) pētījumā bagātīgākās *P. patens* atradnes atrodas virsējā.

Jāņem vērā, ka lakstaugu/sīkkrūmu projektīvais segums ir atkarīgs no uzskaites veikšanas laika – dažām sugām veģetācijas periods ir ļoti īss. Piemēram, *Melampyrum pratense* projektīvais segums var būtiski atšķirties atkarībā no laika, kad tiek veikta uzskaitē – pavasara uzskaitē aprīlī tas var būt tikai sācis dīgt, bet vasaras uzskaitē jūlijā tika novērots, ka tas jau ir sācis atmirt, zaudējot lielu daļu projektīvā seguma.

Sūnu stāva blīvuma un atklātas augsnes pieejamības ietekme uz Pulsatilla patens demogrāfiskajiem parametriem

Sūnu stāva blīvums un atklātas augsnes trūkums ir vides faktors, kas minēts (Kalliovirta et al., 2003, 2006, Kalamees et al., 2005) kā *P. patens* izplatību ierobežojošs. Tas apgrūtina sēklu iesēšanos augsnē, jo tās ir salīdzinoši lielas un paliekot uz sūnu slāņa iet bojā. *P. patens* sēklas arī salīdzinoši ātri sāk dīgt (Kalliovirta et al., 2003) un salīdzinoši īsu laiku saglabā dīgspēju (Priede, Kļaviņa, 2011). Biezs sūnu slānis arī kavē ziedu un lapu augšanu – apsekojot pastāvīgos (10 x 10 m) parauglaukumus vairākiem iepriekš uzskaitītiem augiem nepilnīgi attīstīti ziedi un lapas bija palikuši biežā sūnu slānī. Sūnu slānim ir arī *P. patens* augšanu veicinoša ietekme, jo tas stabilizē mitrumu augsnē un padara vidi labvēlīgāku sēklu dīgšanai (Kalliovirta et al., 2006, Huber et al., 2020).

Pastāvīgo parauglaukumu korelāciju analīzē iegūtie rezultāti atbilda iepriekš pieņemtajam, ka liels sūnu segumu traucē *P. patens* augšanu. Sūnu stāvs, kurš parauglaukumos sasniedza pat 98% segumu, negatīvi korelēja ar ziedošo augu skaitu pavasarī, kā arī ziedu skaitu, augu kopskaitu un projektīvo segumu vasarā. Tā kā visos parauglaukumos bija satopamas divas sūnu sugas – *Hylocomium splendens* (projektīvais segums līdz 80%) un *Pleurosium schreberi* (projektīvais segums līdz 50%) – to korelācija ar *Pulsatilla patens* demogrāfiskajiem parametriem tika aprēķināta katrai sugai atsevišķi. Ja *Hylocomium splendens* bija negatīva korelācija ar neziedošo augu skaitu, kā tas bija gaidāms, tad *Pleurosium schreberi* pastāvīgajos laukumos bija pozitīva korelācija gan ar ziedošajiem augiem un ziedu skaitu pavasarī, gan arī ar augu skaitu un projektīvo segumu vasarā, kas ir pretrunā ar sākotnējo pieņēmumu.

Pētījumos, kuros tika analizēta sūnu seguma ietekme (Kalliovirta et al., 2003, 2006), netika analizēta atsevišķu sūnu sugu ietekme uz *P. patens*, tomēr, ņemot vērā veģetācijas atjaunošanos mazliet vairāk nekā gada laikā mazajos parauglaukumos ar noņemto veģetāciju, kur otrajā vasarā *Hylocomium splendens* un *Pleurosium schreberi* projektīvie segumi sasniedza 10% un 5%, var pieņemt, ka *Hylocomium splendens* daudz ātrāk aizņem brīvos augsnes laukumus, kas radušies kāda traucējuma rezultātā, nekā *Pleurosium schreberi*. Līdz ar to *Pleurosium schreberi* varētu mazāk apgrūtināt jaunu augu iesēšanos. Arī sūnu slāņa biezuma pieaugums *Hylocomium splendens* ir daudz lielāks nekā *Pleurosium schreberi* (Zechmeister, 1995). Iespējams, ka arī esošo augu dīgšanu *Pleurosium schreberi* mazāk apgrūtina. Tomēr ņemot vērā visu parauglaukumu analīzi, kur netika konstatēta kopējo *P. patens* īpatņu skaita korelācija ar šo sugu, nevar pieņemt, ka *Pleurosium schreberi* būtu *P. patens* augšanai labvēlīga – arī šī suga var veidot biezu sūnu slāni, kas apgrūtina gan sēklu iesēšanos, gan augu dīgšanu, bet vietās, kur tā veiksmīgi konkurē ar *Hylocomium splendens*, augšanas apstākļi ir mazāk nelabvēlīgi *P. patens*.

Atklātās augsnes laukumu pozitīvā korelācija pastāvīgajos laukumos ar *P. patens* lapu skaitu un visu 60 parauglaukumu pozitīva korelācija ar šo faktoru, atbilda pieņēmumam par atklātās augsnes laukumu būtisko lomu. Jāņem vērā, ka atklātās augsnes laukums vairuma parauglaukumos ir salīdzinoši neliels – lai arī dažos parauglaukumos tas var sasniegt pat 15%, tomēr parasti tas mazāks par <1%.

Ņemot vērā ierobežoto *Pulsatilla patens* sēklu izplatības attālumu (Kricsfalusy, 2016) un to, ka ne visi atklātās augsnes laukumi atradās tiešā *P. patens* tuvumā, kā arī straujo sūnu ienākšanu traucējuma rezultātā radušos atklātās augsnes laukumos, var pieņemt, ka atklātās augsnes parauglaukumos ir pārāk maz, lai nozīmīgi ietekmētu *Pulsatilla patens* augšanu. Tieši tādēļ sūnu slāņa fragmentācijai būtu jābūt vienam no nozīmīgākajiem apsaimniekošanas mērķiem.

Vides faktors, kas arī ietekmē atklātās augsnes daudzumu, ir nobiru un atmirušo augu segums (Kalliovirta et al., 2006; Pfenner, 2001; Röder et al., 2005). Lai gan parasti tas tiek uzskatīts par traucējošu faktoru, šajā pētījumā analizējos pastāvīgajos parauglaukumos, konstatēta pozitīva korelācija ar dažiem *P. patens* demogrāfiskajiem parametriem. Iespējams, ka pozitīvā korelācija ar atmirušajiem augiem un nobirām pastāvīgajos laukumos, varētu tikt skaidrota ar to, ka arī lakstaugu/sīkkrūmu stāvu un pamežu/paaugu, kas veido atmirušo augu segumu un lielu daļu nobiru, arī ietekmē blīvs noēnojums. Tomēr analizējot visu parauglaukumu datus, šāda kopsakarība netika konstatēta.

Sēklu dzīvotspēja

Analizēta 271 auglīga no 25 atradnēm ar vidēji 139,6 sēklām katrā (nodevums – datne: Pulsat_sēklu dzīvotspēja_2019.-2021). 2019.g. sēklas vāktas maija beigās - jūnija pašā sākumā. Projekta darbi 2020.g. bija plānoti sēklu nogatavošanās periodā (pēc 2019. gada pieredzes) tā, lai sēklu ievākšana būtu vienlaicīgi ar datu ievākšanu populācijās. 2020.g. novērota sēklu nogatavošanās aizkavēšanās, daļa atvesto paraugu bija auglīgas ar negatīvām, nenobriedušām sēklām. Nobriedušas sēklas bija, sākot ar jūnija vidu, bet tās sēklas, kas bija ievāktas agrāk, bija negatīvas. 2021.g. vairumā gadījumu sēklas vāktas pēc 10.06. un uzrādīja normālu dzīvotspēju. Lai ļoti precīzā laikā ievāktu sēklas, silpures ir jāvēro uz vietas, kad tās ir nobriedušas, bet vēl nav aizlidojušas.

Rezultāti ir ļoti atšķirīgi un, diemžēl, ar daļu no tiem nevaram rēķināties. 2020.g. Avotiņkalnā, Daugmalē, Numernes valnī, Silva, Taurkalnē un Teiču DR parauglaukumā ievāktās sēklas neuzrādīja vai tikpat kā neuzrādīja dzīvotspēju. Iemesli varētu būt sekojoši: kamēr potenciāli dzīvotspējīgas sēklas nav pilnībā nobriedušas, tās žāvēšanas procesā atmirst, dzīvotspējīgas paliek tās, kuras ir nobriedušas. Tas ir svarīgi sēklu izdzīvošanai *in situ*. Literatūrā minēts, ka sēklu noturība ir sēklu izdzīvošana vidē, kad tās ir sasniegušas briedumu un tā ļauj sugai, populācijai vai genotipam izdzīvot ilgi pēc vecāku augu bojāejas, tādējādi nodrošinot ģenētisko daudzveidību laika gaitā (Long et al., 2015).

Katrā Latvijas vietā un atšķirīgos gados sēklu pilngatavība iestājas atšķirīgos laikos. Pētījumos ar *Pulsatilla vernalis* līdzīgi konstatēts, ka sēklas, kas ievāktas no dažādām populācijām, uzrāda būtiskas atšķirības sēklu dzīvotspējā atkarībā no ievākšanas vietas un atšķirīgos gados (Zielinska et al., 2021). Mūsu gadījumā (2020.g.) sēklas bija ievāktas maija beigās - jūnija sākumā, kad 2019.g. jau bija gatavas sēklas. 28.05.2020. DP Numernes valnis ievāktās sēklas 4 vietās uzrādīja 0 dzīvotspēju, no Numernes 2. parauglaukuma ņemtajām auglīgajām bija vidēji 2 dzīvotspējīgas sēklas. Vēl 03.06.2020. Īdeņā bija tikai 11 jeb 8% dzīvotspējīgo sēklu, 08.06.2020. Krustkalnu DR – 2,7 jeb 1,9%. Savukārt pie Madonas-Iedzēnu ceļa, Maltas-Aglonas st. ceļmalā un Medņu Rubeņos attiecīgi 53,3 jeb 36,5%; 58,2 jeb 33,1% un 56–103 jeb 53,8–70%. Šīm vietām raksturīgi labi, saulaini gaismas apstākļi. Medņu Rubeņu populāciju varētu raksturot kā jaunu un augošu (parauglaukumā lielie ceri tikai 16% un 56% jaunu augu ar 2-5 lapām, kas varētu liecināt par labu sēšanos).

Daļa sēklu bija vizuāli normālas, bet tām bija tikai labi attīstīts sēklapvalks. Iespējams, tās varētu būt veidojušās apputeksnētāju trūkuma dēļ.

Rezultāti doti gan kā dzīvotspējīgo sēklu skaits katrā auglīkopā (DZSg), gan kā % no kopējā sēklu skaita (DZS%). No Natura 2000 teritorijām šajos trijos gados labākā sēklu dzīvotspēja konstatēta OZK vairākos parauglaukumos, visvairāk 9. parauglaukumā 04.06.2019. – 95,7 DZSg un 65,4 DZS% un Ķemeru NP Tīreļos ārpus parauglaukuma 15.06.2021. – 57,3 DZSg un 44,5 DZS%. Ja DL Čertoks parauglaukuma paraugā 2021.g. bijušas dzīvotspējīgas tikai 26 sēklas (ievākta gan tikai 1 auglīkopa), tad ārpus ĪADT Čertoka – 169,8 DZSg un 71,9 DZS% 11.06.2021., kas ir ceļa mala ar daudziem (ap 100) augiem. Izcili rādītāji ir bijuši augiem no ceļa malas pie Apes – 61,3 DZSg un 44,7 DZS% 18.06.2021., no Medņu Rubeņu ceļmalas – 103 DZSg un 70 DZS% 08.06.2020., kā arī no Rīgas Dārziņiem pie stacijas (D2) 16.06.2021. – 65,4 DZSg un 45 DZS%. Rezultātos atspoguļoti dati gan dzīvotspējīgo sēklu skaitā auglīkopā, gan procentos no kopējā sēklu skaita auglīkopā. Svarīgāks rādītājs populācijas raksturošanai varētu būt tieši sēklu skaits – DZSg.

Ja rezultāti iegūti pa vienai-divām auglīkopām no apsekotās vietas, ir grūtāk vispārināt šos datus uz konkrēto populāciju un veikt rezultātu analīzi. Varam piezīmēt, ka Dārziņos katrā no trim vietām analīzēm ņemtas 9–10 auglīkopas un DZSg D1 variē no 3–52, vid. 18; DZS% - no 2,2–29,7, vid. 12,45; D2 DZSg variē no 32–108, vid. 65,4; DZS% - no 20,4–79,3. Ja mums būtu tikai viena auglīkopa no šīs populācijas, tad rezultāti neatspoguļotu reālo ainu.

Rezultātu analīze un ieteikumi

Somu zinātnieku pētījumos *P. patens* konstatētas vidēji $103 \pm 24,9$ sēklas katrā auglīkopā un sēklu/seklaizmetņu attiecība 0,62 (Kalliovirta, et al., 2006). Arī citām *Pulsatilla* sugām atzīmēta līdzīga sēklu produkcija – 50% no sēklaizmetņu skaita (Weryszko-Chmielewska et al., 2017). Salīdzinoši, apsekotajās *P. patens* atradnēs Latvijā sēklu skaita svārstības atsevišķos augos ir ļoti lielas: no 70 (ĶNP - Tīreļi) līdz 285 (Daugavas loki).

Pēc literatūras datiem (Howitt, 2013) meža silpuresnes pozitīvi ietekmē augšana un attīstība uz lēzenām nogāzēm, kas mūsu gadījumā attiektos uz Ogres Zilajiem kalniem un populāciju Dārziņos aiz dzelzceļa (D2), atšķirībā no Dārziņu populācijas daļas starp dzelzceļu un šoseju (D1). Pēdējā uzrāda ļoti mazu sēklu dzīvotspēju gan 2021.g. (5,8 DZS%), gan pētījumā 2018.g. (0,93 DZS %) – iepriekšējā meža silpuresnes monitoringa līgumā. Interesanti, ka D2 parauglaukuma paraugiem 2018. gadā konstatēja 64,4 DZS%, 2019.g. – 57,1 un 2021.g. 45 DZS%. D1 un D2 parauglaukumi atrodas pāri simts metrus viens no otra, tā kā nekādi krasi atšķirīgi klimatiskie faktori nav ietekmējuši sēklu dzīvotspējas rezultātus. Pirms pāris gadu desmitiem šī meža vieta cieta meža ugunsgrēkā. Savukārt D1 pirms dažiem gadiem bija veikti mežsaimniecības darbi. Agroķīmiskās analīzes abos Dārziņu parauglaukumos uzrāda lielu atšķirību Fe un Cu saturā atšķirību: D2 laukumā šo elementu ir attiecīgi 5,7 un 3,8 reizes vairāk. Papildus pētījumi ir nepieciešami, lai noskaidroti šo elementu ietekmi uz sēklu veidošanos.

Novecojušiem īpatņiem var attīstīties atsevišķi nepilnvērtīgi ziedi, kas veido maz sēklu vai neveido sēklas (Kricsfalusy, 2016). Tas varētu daļēji izskaidrot zemo dzīvotspējīgo sēklu skaitu daļā analizēto paraugu, tai skaitā D1 parauglaukumā.

No mūsu rezultātiem izriet, ka augstākais sēklu dzīvotspējas procents ir meža silpuresnēm ārpus ĪADT DL Čertoka ezers (169,8 DZSg un 71,9 DZS%), Medņu Rubeņos (103 DZSg un 70 DZS %), Dārziņos D2 (58 DZSg un 57,1 DZS %), Ogres Zilajos kalnos, īpaši 9. parauglaukumā (95,7 DZSg un 65,4 DZS %), kas ir jāņem vērā, ja ir jāievāc sēklas populāciju papildināšanai.

Augsnes morfoloģiskais un ķīmiskais sastāvs

Augsnes morfoloģiskās un ķīmiskās analīzes dati apkopoti nodevumā - datnē: Pulsatilla p_ laukumu augsnes_KOPSAVILKUMS. Visa projekta laikā kopumā esam apsekojuši 68 parauglaukumus, kuros ievākti augsnes paraugi un noteikti augsnes tipi un apakštīpi. Pēc augsnes tipoloģijas pētījumiem, apskatot visus 68 parauglaukumus konstatēts, ka augsnes pēc tipoloģijas ļoti ievērojami neatšķiras, jo konstatējam tikai trīs augsnes tipus un četrus apakštīpus, tas ir, tipiskā podzola un iluviālā humusa podzola apakštīpi no Podzola tipa, velēnu podzolaugsnes apakštīps no Podzolaugsnes tipa un apraktā iluviālā humusa podzols no Antropogēnās augsnes tipa. Apskatot augsnes granulometrisko sastāvu noskaidrots, ka pilnīgi visos parauglaukumos tā ir smilts (smalka, vidēja un rupja smilts). Podzola tips ir tāds, kurā augsnes trūdvielu akumulācijas Ah horizonts nav izveidojies vai arī tas ir līdz 5 cm biežumam, podzolaugsnes tips ir tāds, kuram atšķirībā no podzola tipa augsnes veidošanās procesā ir izveidojies trūdvielu akumulācijas Ah horizonts un tā biežums ir lielāks par 5 cm. Savukārt trešais mūsu projektā konstatētais tips - antropogēnais augsnes tips, tas ir tāds, kuram ir konstatētas cilvēka ietekmes sekas - augsnes erozijas un aprakšanas process, kas radies cilvēka darbības rezultātā, tāpēc arī ir konstatēta apraktā augsne un apakštīps ir apraktā iluviālā humusa podzols. Podzola tipa divu apakštīpu, t.i., tipiskā podzola un iluviālā humusa podzola apakštīpi, galvenā atšķirība ir tāda, ka iluviālā humusa podzola apakštīpam iluviālais horizonts ir tumši brūnā vai iesarkani brūnā krāsā, jo ir dzelzs un alumīnija kompleksie savienojumi ar humusvielām, kas savukārt netiek konstatēts tipiskā podzola augsnes apakštīpam. Konstatētajam podzolaugsnes tipa velēnu podzolaugsnes apakštīpam ir izteikts Ah horizonts un organisko saturs vidēji ir no 1.5 - 4.0 procentiem, taču ne vairāk par 10 %.

Ogres Zilajos kalnos (OZK) dominē velēnu podzolaugsne, bet tikai divās vietās ir tipiskais podzols. Papildus izveidoti arī trīs kontroles parauglaukumi, kuros konstatētais augsnes apakštīps ir tipiskais podzols. Savukārt Gaujas Nacionālajā parkā (GNP) situācija ir pilnīgi pretēja, jo GNP pārsvarā parauglaukumu augsnes apakštīps ir tipiskais podzols. Tas nozīmē, ka, acīmredzot, OZK teritorijā augsnes cilmiežis ir nedaudz bagātāks ar barības vielām, kas ietekmē veģetācijas attīstību, kas savukārt nodrošina trūdvielu akumulācijas A horizonta veidošanos, jo OZK teritorijā vidējais A horizonta biežums ir 13,14 cm, bet GNP teritorijā tas vidēji ir tikai 2,83 cm biežs. Esošā A horizonta klātbūtne nozīmē to, ka pēc augsnes klasifikācijas tiek noteikta kā velēnu podzolaugsne. Kā vēl viena nozīmīga izpētītā teritorija bija Ķemeru Nacionālais parks (ĶNP). Veicot augsnes pētījumus ĶNP, nosakot augsnes piederību kādai no klasifikācijas vienībai un konstatēts, ka galvenokārt dominēja tipiskais podzols no podzola tipa, izņemot vienu parauglaukumu (Tīreļos), kurā konstatēta velēnu podzolaugsnes apakštīps, kas klasifikācijā pieder pie podzolaugsnes tipa, jo šajā augsnes apakštīpā bija izteikts trūdvielu akumulācijas horizonts (6 cm biežs). Tomēr kopumā vidējais trūdvielu akumulācijas horizonta biežums ir 1,57 cm, kas ir daudz plānāks nekā OZK un GNP teritorijās, attiecīgi par 88% un 45%.

Dārziņu teritorijā tika ierīkoti divi parauglaukumi: viens - tuvāk šosejai, bet otrs - aiz dzelzceļa līnijas. Dārziņos aiz dzelzceļa esošā parauglaukumā ir augsne ar iluviālā humusa podzolu, tā ir ar vāji izteiktu augsnes nedzīvās zemsegas O horizontu (2 cm biežs), kā arī ar izteiktu dzelzs akumulācijas horizontu (Bs). Šajā parauglaukumā O horizontā ir ļoti liela Fe koncentrācija (2950 mg/l), ja salīdzinām ar kopējo (pa visiem citiem parauglaukumiem kopā) esošo vidējo Fe koncentrāciju (627 mg/l). Esošo situāciju varētu skaidrot arī ar palielināto organisko vielu daudzumu (14.10 %). 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. Papildus Dārziņu teritorijā ierīkots kontroles laukums bez meža silpuresnes. Nosakot augsni šajā laukumā noskaidrots, ka augsnes apakštīps ir velēnu podzolaugsne, kurā trūdvielu akumulācijas horizonta biezums ir 12 cm.

Papildus projekta ietvaros parauglaukumi izvietoti ap Rīgu, Kurzemē, kā arī Vidzemē un Latgalē. Galvenokārt augsnes apakštīps bija tipiskais podzols: divos no trim laukumiem Rīgas tuvumā un Kurzemē, visos Vidzemes visos laukumos, un Latgalē 11 no 19 parauglaukumiem. Tas liecina par to, ka meža silpuresne tomēr nedaudz vairāk tiek konstatēta laukumos, kuros ir tipiskais podzols un nevis velēnu podzolaugsne. Tā kā tipiskam podzolam, salīdzinot ar velēnu podzolaugsni nav izteikts trūdvielu akumulācijas horizonts (attiecīgi vidējie rādītāji ir 0,84 cm un 13,22 cm), kurš ir ar barības vielām bagātāks, tad tas varētu būt viens no iemesliem labvēlīgākiem apstākļiem meža silpuresnes augšanai.

Organisko vielu sadalīšanās tempi ir visai līdzīgi visās priežu audzes teritorijās, kuros tika izveidoti parauglaukumi, jo arī meža tipi (mētrājs, lāns) bija līdzīgi. To, ka trūdvielu akumulācijas horizonts Ah GNP teritorijā atšķiras no OZK (atšķirības ir statistiski būtiskas, jo $p < 0.01$) varētu izskaidrot ar to, ka Ogrē ir ļoti 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. 13,14 cm) nekā GNP (vid. 2,83 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.

Virskārtā esošā augsnes nedzīvās zemsegas O horizonta biezuma starpības nav ievērojamas, tomēr nelielas atšķirības horizonta biezumā gan ir novērojamas. O horizonta vidējais biezums KNP ir 8,43 cm, kas ir lielākais, salīdzinot ar, piemēram, GNP (5,42 cm), OZK (4,00 cm) un Dārziņiem (3,00 cm), uz ko norāda arī veiktie statistikas aprēķini. Rezultāti parāda, ka šīs atšķirības ir arī statistiski būtiskas ($p < 0.01$). 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. Arī Rīgas laukumos (Berģi, pie kinostudijas Biķernieku meža) esošā O horizonta biezums ir neliels (3 cm), kas izskaidrojams ar to, ka šajos laukumos slikti uzkrājas nobiras, tām ātri sadaloties, vai arī ir papildus traucējumi (antropogēnie, bioloģiskie), kas neļauj uzkrāties organiskajām vielām.

Papildus augsnes morfoloģiskajiem datiem pētījumā tika novērtēti arī augsnes ķīmiskie parametri (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B, Na, pH, EC, organiskās vielas daudzums).

Izvērtējot iegūtos ķīmisko parametru rezultātus redzam, ka parauglaukumi dažkārt ļoti atšķiras. Apskatot augsnes pH konstatēts, ka zems pH ir vienā no GNP laukumiem Salmiņu mežā (3,24), bet augsts 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 regulāri notiek armijas mācības, varētu būt tā, 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. Arī Greblukalnā augsnes pH ir tuvu neitrālai reakcijai – 5,97, tomēr šajā laukumā augsnes pH ir lielāks dēļ tā, ka augsnes apakštīps ir velēnu podzolaugsne un augsnē ir izteikts trūdvielu akumulācijas horizonts (31 cm biezs), kas rada arī palielinātu Ca un Mg koncentrāciju,

attiecīgi, 9130 mg/l un 3409 mg/l, un tas ir krietni virs vidējās koncentrācijas (attiecīgi, 826 mg/l un 178 mg/l), ja apskatām visus pētījumā izanalizētos parauglaukumus.

Īpaši atšķirīgs parauglaukums pēc izvietojuma tika ierīkots GNP Barģu 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 (4,66 cm), ja apskatam visus pētījumā iekļautos parauglaukuma 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 28,01 un 60,99 mg/l.

Palielinātās Zn, N, S un Cu koncentrācijas augsnē konstatētas Dārziņu teritorijas parauglaukumos, un tas varētu arī norādīt uz nelielu piesārņojumu, kas ir šajā teritorijā. Palielināts N daudzums augsnē var radīt eitrofikācijas procesus, tāpēc arī varam teikt, ka Dārziņu teritorija, kur N vidējā koncentrācija ir 71,33 mg/l, ir ar lielāku eitrofikācijas risku, nekā, piemēram, ĶNP, GNP un OZK, kur vidējās N koncentrācija ir attiecīgi 46,57; 36,83 un 36,79 mg/l.

Izvērtējot ĶNP parauglaukumus un tajos esošos augsnes ķīmisko analīžu datus konstatēts, ka Tīreļu parauglaukumā augsnes virskārtā ir augsts pH skaitlis – 3.78, kur ir atšķirīgs augsnes apakštips – velēnu podzolaugsne, savukārt pārējos sešos ĶNP parauglaukumos ir tipiskais podzols, kur nav izteikts trūdvielu slānis. Kopumā vidējais augsnes pH ĶNP parauglaukumos ir 3.32. To, ka Tīreļos ir lielāks augsnes pH, norāda arī Ca koncentrācija, kas Tīreļos ir 570 mg/kg, un, salīdzinot ar vidējo rādītāju (400 mg/kg), kas ir par visiem ĶNP laukumiem kopā, tas ir par 70% vairāk tieši Tīreļos. Arī Mg un Fe, kas var ietekmēt organisko vielu veidošanos augsnē, lielākās koncentrācijās ir tieši Tīreļu parauglaukumā, attiecīgi par 48% un 38% vairāk nekā vidējie rādītāji Ķmeros kopumā. ĶNP, salīdzinot ar citās vietās pētīto teritoriju augsnēm, augsnes pH rādītāji ir viszemākie, tas ir, visskābākā augsne, jo vidēji tas ir 3.32, jo citās pētījuma vietās vidējie rādītāji bija robežās no 3,70 Kurzemē līdz pat 4.66 Dārziņos. Tas varētu būt arī saistīts ar to, ka organisko vielu daudzums, kas izteikts procentos, lielākais bija tieši ĶNP (39.56%). Iespējams, ka notiekot organisko vielu (augu atlieku, skuju un lapu) sadalīšanās procesiem Ķmeros augsnes tiek intensīvāk paskābinātas. Uz šo viedokli varētu norādīt arī tas, ka arī ĶNP teritorijā ir samēr biezs vidējais augsnes nedzīvās zemsegas O horizonts (8.4 cm). Turpretim citās pētītajās teritorijās augsnes nedzīvās zemsegas O horizonta biezums bija robežās no 3 cm līdz 5,4 cm. O horizonta biezums norāda uz nobiru slāņa veidošanos, kā arī uz vielu aprites ātrumu. Fosfors, salīdzinot ar citu pētīto teritoriju vidējo koncentrāciju (60,99 mg/kg), Ķmeros ir ar zemāku koncentrāciju (28,14 mg/kg), un tas varētu liecināt par to, ka Ķmeros ir mazāka eitrofikācija. Tomēr, ja veicam statistikas būtiskuma aprēķinus, tad konstatējam, ka fosfora koncentrācijas dati Ķmeru teritorijā būtiski atšķiras tikai no Vidzemes un Latgales teritorijas ($p < 0.01$).

Papildus varam apskatīt un salīdzināt Kurzemes teritoriju ar Vidzemi un Latgali. Pēc morfoloģiskiem un ķīmiskiem datiem redzams, ka auglīgākas teritorijas ir Vidzemē un Latgalē, salīdzinot ar Kurzemes parauglaukumu datiem. Vispirms jau konstatējam, ka Kurzemē augsnes nedzīvā zemsega ir biežāka nekā Latvijas austrumu daļā (5,33 cm pret 3,96 cm), bet trūdvielu akumulācijas Ah horizonts, kas jau norāda uz augsnes auglības rādītāju ir tāda, ka Kurzemē tas ir plānāks nekā Latvijas austrumu daļā, attiecīgi, 2,00 cm pret 3,38 cm. Izanalizējot augsnes ķīmiskos parametrus redzam, ka augsnes pH zemāks, tātad skābākas augsnes ir Kurzemē, 3,70 pret 4,29. Sekojoši tam Kurzemē

zemākas koncentrācijas ir arī augsnes auglības rādītāju elementiem – Ca, Mg, K, P, attiecīgi par 18-77%.

Veicot augsnes ķīmisko parametru salīdzinājumus ar dispersijas analīzi konstatēts, ka nav būtiskas atšķirības starp visām augsnes paraugu ievākšanas vietām šādiem ķīmiskiem parametriem – K, Ca, Mg, Fe un pH. Visi parametri augsnes parametri ir vairāk saistīti ar augsnes auglību. Tātad kā jau rezultātu analizēšanas sākumā minēju par augsnes tipiem un apakštipiem, kuri būtiski neatšķiras, kā arī par to, ka augsnes granulometriskais sastāvs visos parauglaukumos ir smilts, tad varam secināt, ka augsnes auglība visās teritorijās ir samērā līdzvērtīga. Izvērtējot Zn un Cu koncentrāciju dispersijas analīzi konstatēts, ka Dārziņu teritorija būtiski atšķiras no GNP, ĶNP, OZK un Vidzemes-Latgales teritorijām. Tas varētu liecināt par Dārziņu teritorijas nelielo antropogēno piesārņojumu, jo abi ir smagie metāli. Vēl būtiska atšķirība ir, ja salīdzinām Kurzemi ar GNP, OZK un Vidzemes-Latgales teritorijām, kad tiek novērtēts Na koncentrācijas būtiskums, veicot dispersijas analīzi. Te mēs, acīmredzot, varam spriest par jūras tuvumu un aerosolo sāļu emisiju no jūras.

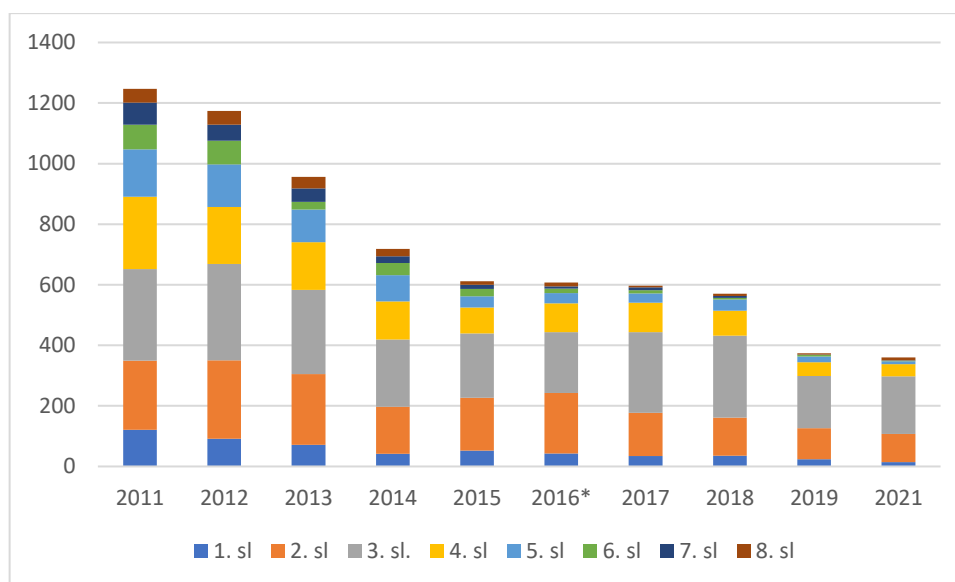
Papildus veikta arī augsnes ķīmisko un morfoloģisko parametru korelācijas ar silpureņu datiem – kopējais augu skaits, ziedošo un neziedošo augu skaits, vidējais ziedu skaitu augiem, kam ir ziedi un vidējais lapu skaits. Tādi augsnes parametri kā Ca, Mg, B, pH un O horizonta biezums būtiski (Spīrmēna korelācijas metode) korelē ar kopējo ziedu skaitu, kā arī ar ziedošo un neziedošo augu skaitu. Te varētu secināt, ka viens no ātrākajiem nosakāmajiem parametriem ir augsnes nedzīvās zemsegas O horizonta biezuma mērījumi, ko var veikt lauka apstākļos. Šī virskārtas horizonta biezums ir viens no tiem, kas varētu ietekmēt auga esamību vai neesamību. Iespējams, ka biezs virskārtas horizonts var būtiski ietekmēt meža silpurenes izplatību un attīstību. Otrs būtisks faktors ir zem O horizonta esošā Ah horizonta (trūdvielu akumulācijas horizonts) esamība vai neesamība. Ja ziedošo augu skaits nekorelē ar Ah horizontu, tad neziedošo augu skaits korelē. Tas varētu liecināt par to, ka, ja tiek konstatēts Ah horizonts, tad liela ir varbūtība, ka augam nebūs ziedu, bet tas varētu būt viens no perspektīvā pētāmiem jautājumiem, kuram nepieciešami detalizētāki pētījumi. Izvērtējot vidējo ziedu skaitu konstatēts, ka nav būtiskas korelācijas ar augsnes parametriem. Tātad augsne neietekmē ziedu skaitu, un tas ir jāskata kontekstā ar auga veselības stāvokli, auga fizioloģiju vai kādiem citiem ar augsni nesaistītiem faktoriem. Vidējais lapu skaits būtiski korelē vienīgi ar K un Cu, un tas, domājams, ir saistīts ar fizioloģiskiem procesiem augā, jo, piemēram, K ir nozīmīgs faktors augu fizioloģiskos procesos. Vienīgi var pieminēt, ka K ir viens no kustīgākajiem elementiem, kam ir lielas pārvietošanās spējas starp augsni un augu (no augu saknēm uz lapām).

***Pulsatilla patens* stāvoklis Latvijā un iespējas to uzlabot**

P. patens kā kontinentāla klimata sugas lielākās atradnes atrodamas Latvijas austrumu un vidus daļā (Pielikums 10. att.). Rietumlatvijā *P. patens* izplatīta salīdzinoši retāk. Desmit apsekojamās Natura 2000 teritorijās suga netika konstatēta. Četrās teritorijās konstatēti 1 - 8 eksemplāri; astoņās – 13 - 38 eksemplāri; piecās – 70 - 98 eksemplāri; trijās – daži simti eksemplāru, bet lielākais *P. patens* eksemplāru skaits Natura 2000 teritorijās konstatēts DP Numernes valnis (1912), DP Ogres Zilie kalni” (854) un AAA Augšdaugava (496) (Pielikums 10. att.). Sugas lielākās atradnes un ar labāku sēklu kvalitāti ir gar autoceļiem, gar meža ceļiem un takām – labāk apgaismotās

vietās. Tas saskan ar citu pētnieku konstatējumu, ka labos gaismas apstākļos populācijas ir lielākas un ar lielāku ziedu un augļu kopskaitu, lielāku ziedu skaitu cerā (Juśkiewicz-Swaczyna, Grzybowski, 2013). Mežos *P. patens* eksemplāru ir mazāk un ar mazāku ziedu skaitu, bieži vien sūnās ieauguši. Dabisku mežu sukcesijas procesā tie ir bagātinājušies ar barības vielām un aizaug un apstākļi kļūst sugai nepiemēroti, piemēram, DL Motrines ezers, DL Posolnīca, DL Sedas purvs, AAA Ziemeļgauja. Pietiekošos gaismas apstākļos augi ir ziedoši, var veidot arī lielus cerus un, ja ir piemēroti apstākļi, arī ieaudzēt jaunus sējeņus.

Situācija Latvijas mežos labi parādās ilgstošā monitoringā Dārziņu mežā iezīmētā laukumā 40x40 m (sadalītā astoņās 5x40 m slejās paralēli šosejai), kur redzams kā slejās ar lielākiem kārtas numuriem, kur apgaismojums ir mazāks un pieaug pameža un sūnu segums pa gadiem strauji samazinās silpureņu skaits (9. att.).



9. att. *P. patens* skaita izmaiņas 10 gados Dārziņos 40x40 m laukuma astoņās 5 m platās slejās (2., 3. slejas *P. patens* bagātākajā galā ierīkots D1 parauglaukums).

Kontrolēta dedzināšana tiek uzskatīta par labāko paņēmieni *P. patens* augšanas apstākļu uzlabošanai. Tā likvidē sūnu slāni un likvidē vai samazina augsnes nedzīvās zemsegas horizontu un organisko vielu daudzumu, kam bija konstatēta negatīva ietekme uz *P. patens* augšanu. ĶNP salīdzinot ar citām *P. patens* vietām ir lielākais organiskās vielas % un biezs O horizonts (nedzīvā zemsega). Organiskajām vielām sadaloties notiek augsnes paskābināšanās - tas izskaidro zemo pH ĶNP. Līdzīgi apsvērumi par labu kontrolētai dedzināšanai ir arī GNP. Dedzināšana varētu uzlabot *P. patens* augšanas apstākļus (samazināts sūnu slānis, palielināts augsnes pH) un daļēji likvidētu arī noēnojumu no pameža stāva. Latvijā *P. patens* augtenēs pH ir ievērojami zemāks nekā Igaunijā (5,1-8,4 - Pilt, Kuk, 2002).

Dedzināšanai ir svarīgs efekts uz augsnes īpašību atjaunošanu - nobiru un organiskās vielas sadalīšanu, katjonu pieejamības uzlabošanu, augsnes mikroorganismu aktivitātes uzlabošanu, N aprites un pH paaugstināšanu (Wardle et al. 1998 - pēc Kalamees et al., 2005). Svarīgs dedzināšanas efekts ir arī radušos ogļu un pelnu ietekme uz augsnes ķīmiskiem procesiem, tajā skaitā palielinās augsnes pH, kas uzlabo augu dīgšanu un

ieaugšanos (Kalamees et al., 2005). Turklāt mežu ugunsgrēku rezultātā augsnē uzkrājas kokogles, kas inaktivē fitotoksiskus fenola savienojumus, kuri var ierobežot *P. patens* atjaunošanos dabā (Juśkiewicz-Swaczyna 2010).

Ar **mehanizētu zemsedzes noņemšanu** ir iespēja samazināt trūdvielu akumulācijas slāni, kas nelabvēlīgi ietekmē *P. patens* augšanu un kas kontrolētā dedzināšanā netiek likvidēts. Sukcesijai ir negatīva ietekme uz *P. patens* izplatību, tā palielina dzīvā un nedzīvā organiskā materiāla blīvumu meža zemsedzē, padarot to auga dīgšiem nepārvaramu vai samazinot dīgsta iespējas izdzīvot (Kalamees et al., 2005). Tomēr **samazinot pameža stāvu** jāatceras, ka *P. patens* bieži vien koncentrējas ap nelieliem pameža elementiem (egļītēm, kadiķiem, ozoliņiem, pīlādžiem), kas rada labvēlīgu mikroklimatu un vismaz sākotnēji ir jāatstāj.

Atklātu augsnes laukumu veidošana veicina *P. patens* izplatību, ja pieejams kvalitatīvs sēklu materiāls. Dedzināšana veicina nobiru slāņa samazināšanos un līdz ar to atklātu augsnes laukumu veidošanos ar uzlabotām augsnes īpašībām (sk. iepriekš). Risinājums var būt arī zemsedzes noņemšana ar rokām, kas augtenei ir mazāk traumatiska salīdzinot ar mehanizēto, bet grūtāka izpildītājiem (laikietilpīga un nepieciešami lieli cilvēkresursi), jo sevišķi, ja grib noņemt augsnes organiskās vielas slāni. Ja apkārt ir biezs sūnu slānis, jāreķinās, ka šādi laukumi ātri aizaug un tie jāveido lielāki par 1x1 m un jāizvieto mozaikā augtenes dažādās vietās. Tādās vietās kā GNP un KNP, kur augu ir maz, atklātie laukumi jānodrošina ar sēklām, kam laba dzīvotspēja vai jāstāda podos ieaudzēti stādi. Pēdējais paņēmieni ir drošāks (var ieaudzēt visas dzīvotspējīgās sēklas), bet darbietilpīgāks. Sēklas dīgst uz augsnes virsmas uzreiz pēc nogatavošanās, bet jāreķinās, ka sēšana *in situ* nav efektīva metode *P. patens* populāciju stiprināšanai, jo dīgstu parādīšanās un izdzīvošana ir ļoti zema (Bochenková et al., 2012).

Secinājumi

1. Uzskaitīti 15483 *Pulsatilla patens* īpatņi, apsekojot 620 atradnes. Lielākā daļa augu uzskaitīti meža ceļa malās, kur ir mazāka konkurence un labāki gaismas apstākļi. Mežos augi sastopami izklaidus un mazā skaitā - reti sastopami lieli ceri, kuru lapu skaits pārsniedz 20.
2. Izveidotos parauglaukumus raksturo liela demogrāfiska dažādība, ievērojami atšķiras ģeneratīvo īpatņu un lielo ceru proporcija pētījuma vietās, kas liecina par augiem dažādās ontogēneses stadijās.
3. Meža silpuresnes *P. patens* sastopamību Latvijā būtiski pozitīvi ietekmē kopējais lakstaugu stāva segums. *P. patens* mēdz augt gaišos priežu mežos, kas ir lakstaugu sugām bagāti un kur šie augi veido lielu projektīvo segumu, tomēr pastāv liels risks, ka sukcesijas gaitā sugai *P. patens* augšanas apstākļi kļūs nepiemēroti un šādos biotopos būs vērojama īpatņu un ziedu skaita samazināšanās.
4. *P. patens* sastopamību būtiski negatīvi ietekmē kopējais sūnu stāva segums un *Hylocomium splendens* sastopamība, jo šī sūnu suga veido biezu un blīvu segumu, caur kuru nevar iesēties sēklas un dažkārt arī izspraukties ziedi un lapas.
5. Atklātas augsnes laukumiem ir pozitīva ietekme uz *P. patens* kopējo īpatņu skaitu, bet veģetācijas atjaunošanās notiek strauji, ienākot no laukuma malām, atjaunojoties no augu pazemes daļām, kā arī iesējoties.

6. Atmirušo augu un nobiru segumam netika konstatēta negatīva ietekme uz *P. patens* augšanu un vairošanos, kas būtu skaidrojama ar to, ka atmirušo augu segumu un lielu daļu nobiru veido lakstaugu/sīkkrūmu stāvs un pamežs/paauga, kurus arī negatīvi ietekmē izteikts noēnojums.

7. 1x1 m lieli apsaimniekotie parauglaukumi aizaug apmēram trīs gadu laikā. Lai arī tie vizuāli vairs nav atšķirami no apkārtējās veģetācijas, tomēr daudzos laukumos (GNP) joprojām turpinās sugu projektīvā seguma izmaiņas. OZK sūnu un lakstaugu/sīkkrūmu seguma projektīvajā kopējā segumā nav vērojamas nozīmīgas izmaiņas.

8. *P. patens* iesēšanās apsaimniekotajās platībās ir lēns process, dīgstu izdzīvošana ir problemātiska un tos varētu sagaidīt tikai vietās, kur to sēklām ir laba dzīvotspēja. Populācijas atjaunošanās nav iespējama no atradnē pārpalikušiem dažiem eksemplāriem.

9. No vairākām vietām ceļmalās ievāktie sēklu paraugi uzrādīja labu sēklu dzīvotspēju, turpretī boreālos mežos ar biezu sūnu slāni sēklu dzīvotspēja bija ievērojami mazāka no dažiem procentiem līdz 10%.

10. *P. patens* Latvijā aug augsnēs ar plašu pH diapazonu 3,20-6,27; 60 parauglaukumu vidējais pH ir 3,85.

11. Augsnes ķīmiskie parametri (Ca, Mg, B, pH), kā arī mežā esošā augsnes virskārtā esošā augsnes nedzīvās zemsegas horizonta (O horizonts) biezums būtiski negatīvi korelē ar *P. patens* kopējo ziedu skaitu, un arī ar ziedošo un neziedošo augu skaitu, savukārt trūdvielu akumulācijas horizonts (Ah horizonts) būtiski negatīvi korelē ar neziedošo augu skaitu, kas nosaka to, ka, ja ir Ah horizonts (korelācija būtiska), tad ir liela varbūtība, ka augi būs neziedoši.

12. Lai nodrošinātu *P. patens* augšanai labvēlīgus apstākļus un kavētu meža sukcesijas procesus, nepieciešama mežu apsaimniekošana, veidojot atklātas augsnes laukumus, kuros tiek aizvākta veģetācija, un samazinot noēnojumu.

Projekta rezultāti ir prezentēti četrās starptautiskās konferencēs:

1. LU 78. starptautiskā zinātniskā konference, sekcija “Dabas zinātnes” – “Augu selekcija un introdukcija” LU Botāniskajā dārzā, 2020.gada 30. janvārī. Pulsatilla patens (L.) Mill. sēklu dzīvotspējas raksturojošo rādītāju izvēle. G. Jakobsone, D. Kļaviņa, A. Dūda.

2. LU 78. starptautiskā zinātniskā konference - Botānikas un Ekoloģijas sekcija LU BF, 2020. gada 5. februārī. Pulsatilla patens (L.) Mill. sēklu dzīvotspēja atsevišķās Latvijas populācijās. G. Jakobsone, D. Kļaviņa, E. Zviedre, G. Tabors, G. Priede, I. Dubova, V. Lazdiņa.

3. LU 79. starptautiskā zinātniskā konference – Botānikas un ekoloģijas sekcija, 2021. gada 23. martā. Meža silpuresnes *Pulsatilla patens* demogrāfiju ietekmējošie faktori. D. Kļaviņa, E. Zviedre, I. Staltmane, G. Tabors, D. Elferts, G. Priede, V. Lazdiņa, I. Dubova, L. Miķelsone-Šibeika, I. Akmane

4. 29th Conference of European Vegetation Survey, online conference, 6–7 September 2021. Factors affecting the occurrence and demographical parameters of

Pulsatilla patens in Latvia. E. Zviedre, I. Staltmane, D. Kļaviņa, G. Tabors, D. Elferts, G. Priede, V. Lazdiņa, I. Dubova, L. Miķelsone-Šibeika, I. Akmane

Projektā ir izstrādāts Ievas Staltmanes maģistra darbs (vad. E. Zviedre) “Meža silpuresnes *Pulsatilla patens* (L.) Mill. demogrāfiskos parametrus ietekmējošie faktori”.

Pateicības

Projekta dalībnieki sirsnīgi pateicas Sabīnei Adelei Bleierei par sadarbību veģetācijas uzskaitē; Vijai Kreilei, Mārtiņam Blauam, Vitai Caunei, Diānai Margai, Baibai Galniecei, Sintijai Balodei, Sanitai Putnai, Ievai Mārdegai, Dacei Vasiļevskai, Laumai Krišānei un Inesei Liepiņai par palīdzību un sadarbību atradņu apzināšanā.

Pateicamies LU BI Augu minerālās barošanās laboratorijas kolektīvam un īpaši Anitai Osvaldei, Andim Karlsonam un Inesei Veinbergai par augsnes paraugu sagatavošanu, analīzi un vērtīgām diskusijām.

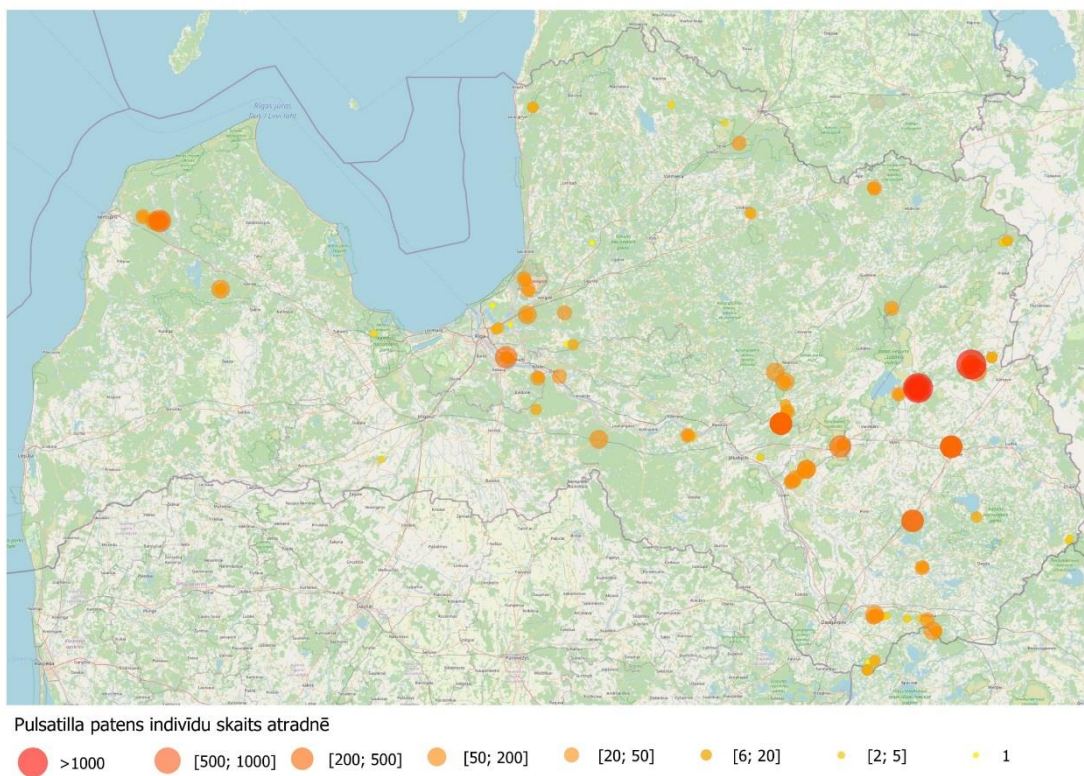
Literatūra

- Bochenková M., Hejzman M., Karlík P. 2012. Effect of plant community on recruitment of *Pulsatilla pratensis* in dry grassland. *Scientia agriculturae bohemica*, 43, (4): 127–133
- Dormann C. F., Bagnara M., Boch S., Hinderling J., Janeiro-Otero A., Schäfer D., Schall P., Hartig F. 2020. Plant species richness increases with light availability, but not variability, in temperate forests understorey. – *BMC Ecology* volume 20, Article number: 43.
- 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.
- Ciosek M. T., Piórek K, Sikorski R. & Trębicka A. 2016. Population Dynamics of *Pulsatilla patens* (L.) Mill. in a New Locality in Poland. *Biodiv. Res. Conserv.* 41: 61–68.
- Ihalainen M., Pukkala T. 2001. Modelling Cowberry (*Vaccinium vitis-idaea*) and Bilberry (*Vaccinium myrtillus*) Yields from Mineral Soils and Peatlands on the Basis of Visual Field Estimates. – *Silva Fennica* 35(3): 329-340.
- Howitt N. 2013. Assessing the Status of Sensitive Plant Species Prairie Crocus (*Pulsatilla patens* L.) in Response to Fragmentation in the Northeast Swale, Saskatoon. Project Submitted to the College of Graduate Studies and Research in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Sustainable Environmental Management in the School of Environment and Sustainability University of Saskatchewan, Saskatoon, 55 pp.
- Juśkiewicz-Swaczyna B. 2010. Population structure of *Pulsatilla patens* in relation to the habitat quality. – *Tuexenia* 30: 457–466. Göttingen.
- Juśkiewicz-Swaczyna B, Grzybowski M. 2013. Effect of environmental factors on the structure of populations of *Pulsatilla patens* (L.) Mill. *Pol. J. Natur. Sc.*, Vol 28(3): 349–362,

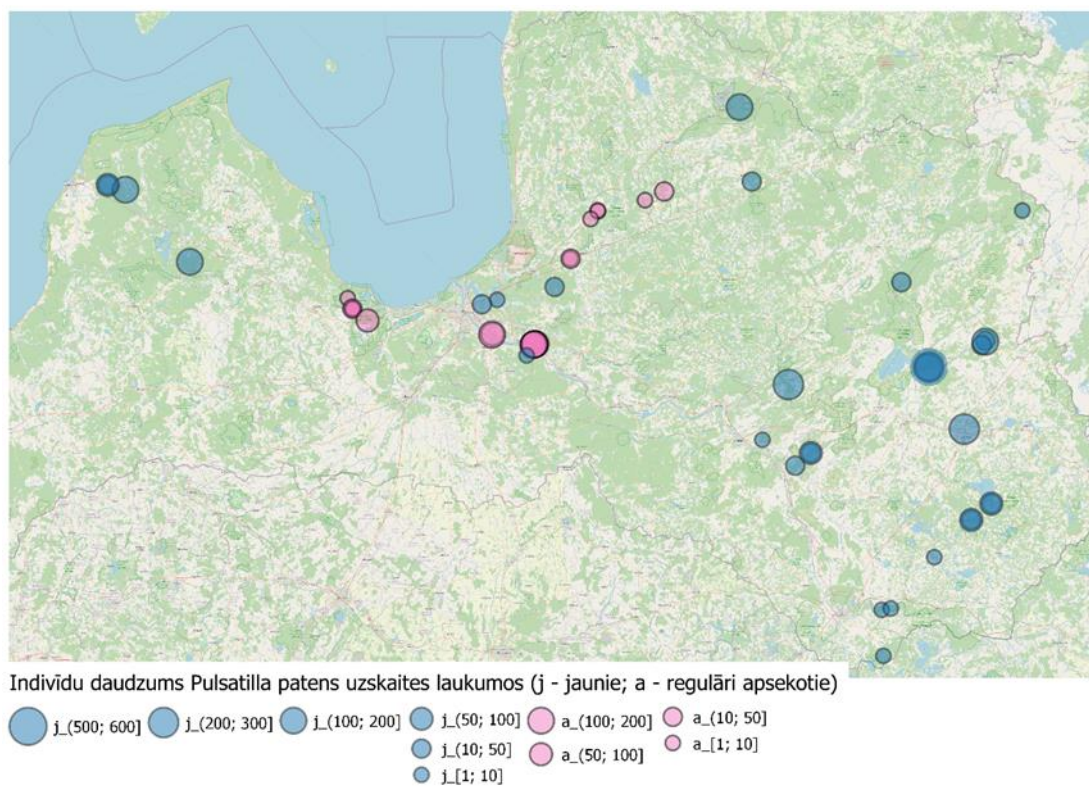
- Kalamees R., Püssa K., Vanha-Majamaa I., Zobel K. 2005. The effects of fire and stand age on seedling establishment of *Pulsatilla patens* in a pine-dominated boreal forest. –Can. J. Bot. 83: 688–693
- Kalliovirta M., Kukk Ü., Rytteri T. 2003. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. . In: Rytteri T., Kukk Ü., Kull T., Jäkäläniemi A. and Reitalu M. (eds), Monitoring of Threatened Vascular Plants in Estonia and Finland – Methods and Experiences pp. 37–47. Finnish Environment 659: 1–122.
- Kalliovirta M., Rytteri T., Heikkinen R. K. 2006. Population structure of a threatened plant, *Pulsatilla patens*, in boreal forests: modelling relationships to overgrowth and site closure Biodiversity and Conservation 15: 3095–3108. DOI 10.1007/s10531-005-5403-z
- Kārklīņš A. 2008. Augsnes diagnostika un apraksts. LLU augsnes un augu zinātņu institūts. Jelgava: LLU, 336 lpp.
- Kļaviņa D., Zviedre E., Tabors G., Jakobsons G., Elferts D., Priede G., Bērtiņa L., Dubova I. 2018. Meža silpureņu *Pulsatilla patens* atradņu Gaujas Nacionālajā parkā un dabas parkā “Ogres Zilie kalni” ietekmējošo faktoru vērtējums un apsaimniekošana. Atskaite par līgumu: http://petijumi.mk.gov.lv/sites/default/files/title_file/Daba_petij_2018_meza_silpurenu_Zinojums_0.pdf
- Kricsfalusy V. 2016. Variations in the life cycle of *Anemone patens* L. (Ranunculaceae) in wild populations of Canada. – Plants 2016, 5, 29: 1-17, doi:10.3390/plants5030029
- Long R.L., Gorecki M.J., Renton M., Scott J.k., Colville L., Goggin D.E., Commander L.E., Westcott D.A., Cherry H., Finch-Savage W.E. 2015. The ecophysiology of seed persistence: a mechanistic view of the journey to germination or demise. *Biological Reviews* 90 (1): 31-59. <https://doi.org/10.1111/brv.12095>
- Ojeda J., Arroyo J., Marañón T. 2000. Ecological distribution of four co-occurring Mediterranean heath species. – *Ecography* 23(1): 148 – 159.
- Pfadenhauer J. 2001. Some remarks on the socio-cultural background of restoration ecology. – *Restor. Ecol.* 9: 220–229.
- Pilt I., Kukk Ü. 2002. *Pulsatilla patens* and *Pulsatilla pratensis* (Ranunculaceae) in Estonia: distribution and ecology. *Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol.*, 51, 4, 242–256.
- Priede G., Kļaviņa D. 2011. In vitro cultivation and root initiation of the endangered plant *Pulsatilla patens*. – *Environmental and Experimental Biology* (2011) 9: 71–74.
- 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.
- Röder D., Kiehl K. 2006. Population structure and population dynamic of *Pulsatilla patens* (L.) Mill. in relation to vegetation characteristics. *Flora* 201: 499-507.

- Sienkiewicz A. 2012. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. in the Knyszynska Forest on background of abiotic disorders. In: Biological diversity from cell to ecosystem, ed. Laska G. Polish Botanical Society, Bialystock, p. 104-117.
- Szczecińska M., Sramko G., Wołosz K., Sawicki J. 2016. Genetic diversity and population structure of the rare and endangered plant species *Pulsatilla patens* (L.) Mill in East Central Europe. PLoS One. 11(3): e0151730 doi:10.1371/journal.
- Weryszko-Chmielewska E., Sulborska A., Żuraw B., Chyżewska R., Sawidis T. 2017. Ecological aspects of the floral structure and flowering in *Pulsatilla* species. Acta Agrobot 70(3): 1-16. DOI: 10.5586/aa.1715
- Zechmeister H. G. 1995. Growth rates of five pleurocarpous moss species under various climatic conditions. – Journal of Bryology 18(3): 455-468
- Zielinska K.M., Kazmierczak A., Michalska E. 2021. Short-term cell death in tissues of *Pulsatilla vernalis* seeds from natural and ex situ conserved populations. www.nature.com/scientificreports

Pielikums



10. att. Apsekotās *Pulsatilla patens* atradnes un konstatētais indivīdu skaits 2020.-2021. gadā



11. att. *Pulsatilla patens* monitoringa un apsaimniekotie parauglaukumi 10x10 m.



12. att. *Pulsatilla patens* sēklu savākšanai lietotie izolatori.



13. att. *Pulsatilla patens* forma.