



PĀRSKATS

Bioloģiskās daudzveidības novērtēšana nacionālā meža monitoringa ietvaros

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

DARBA KOORDINATORS: Jānis Donis

Salaspils, 2020

Saturs

Kopsavilkums.....	3
Ievads.....	3
1. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis (D. Ruņģis).....	6
Materiāls un metodika.....	6
Rezultāti.....	9
2. Meža sugu un ekosistēmu līmeņa monitorings.....	14
2.1 Ģeobotāniskais apraksts un epifītu novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos (A. Treimane, L. Gerra-Inohosa).....	14
2.1.1. Ievads.....	14
2.1.2. Materiāls un metodika.....	14
2.1.3. Rezultāti.....	16
Secinājumi.....	24
Literatūras saraksts.....	25
Atmirusī koksne (J. Donis).....	25
Materiāls un metodika.....	25
Rezultāti.....	25
Ar kokiem saistītu bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings (J. Donis).....	26
Materiāls un metodika.....	26
Rezultāti.....	32
3. Ainavu monitorings (J. Donis).....	35
Materiāls un metodika.....	35
Rezultāti.....	36
Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums.....	36
Meža savienojamības novērtējums.....	38

Kopsavilkums

Latvijas Valsts mežzinātnes institūta "Silava" (LVMI Silava) veiktais meža bioloģiskās daudzveidības monitorings (MBDM) uzsākts ar mērķi nodrošināt meža nozari ar informāciju par atsevišķiem svarīgiem meža bioloģiskās daudzveidības aspektiem un papildina Vides un reģionālās attīstības ministrijas Vides monitoringa programmas ietvaros veikto Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmu.

MBDM tiek uzsākts 2019. g. un tas ietver sekojošas programmas:

Ģenētiskā līmeņa monitorings

Ģenētisko resursu audzēs

Sēklu plantāciju sēklu ražas

Bioloģiskās daudzveidības monitorings: sugu un ekosistēmas līmenis

Augu sabiedrību un epifītu novērtējums meža statistiskās inventarizācijas (MSI) parauglaukumos

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūras novērtējums MSI parauglaukumos

Atmirusī koksne

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes

Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums

Meža savienojamības novērtējums

2019. gadā veikti novērtējumi 2 no 34 ģenētisko resursu audzēm un novērtētas 4 sēklu plantāciju ražas 3 sēklu plantācijās no 58. Konstatēts, ka meža dabiskā atjaunošanās nodrošina ģenētiskās daudzveidības saglabāšanu parastās priedes ģenētisko resursu audzēs, un pārbaudīto paraugkopā sēklu plantāciju klonu skaits neietekmē kopējo ģenētisko daudzveidību un reto alēļu skaitu pēcnācējos.

Augu sabiedrību un epifītu novērtējums MSI parauglaukumos veikts 53 no kopā plānotajiem 600 parauglaukumiem, tādēļ pašlaik būtiski secinājumi vēl nav izdarāmi. Analizējot veģetācijas parauglaukumus, redzams, ka mežaudzēs ar mezotrofām, mezoitrofām vai eitrofās augsnēm vērojama lielāka lakstaugu daudzveidība kā oligotrofās augsnēs. Iegūtie rezultāti rādīja, ka gandrīz 1/3 no visiem apsekotajiem parauglaukumiem uzskaitīti epiksīli uz kritālām.

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūras novērtējums veikts 1936 MSI parauglaukumos, kuros konstatēti dzīvi koki, kā arī sausokņi, stubeņi vai kritālas. Sākotnēji rezultāti liecina, ka atmirusī koksne mežaudzēs un izcirtumos vidēji ir $20.67 \pm 0.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, un vislielāko krāju veido vidēja sadalījuma pakāpē (klase 2–4) kritālas ar caurmēra grupā līdz 6–30 cm ($4.96 \pm 0.43 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes konstatētas 5.5 % koku un 58 % kritālu un stubeņu. Uz kokiem mikrodzīvotnes konstatētas 44.9% mežaudžu, savukārt uz kritālām un stubeņiem 53.7% mežaudžu.

Bioloģiskās daudzveidības monitoringam ainavas līmenī sagatavota rastra karte ar mežaudžu, kas augstākas par 5 m, telpisko izvietojumu. Aprēķināta mežaudžu platību īpatsvars sadalījumā pa telpiskā raksta klasēm, un konstatēts, ka tas pie vieniem sākotnējiem datiem ir ievērojami atšķirīgs atkarībā no izmantotā pikseļu lieluma (20 m vai 100 m), kā arī izvēlētās mežmalas platuma definējuma (40 m vai 100 m). Novērtējot savietojamību, konstatēts, ka mežs ir dominējošs (60% \leq) 59% 0.5 km² "logos", 1.7 km² "logos" mežs ir dominējošs 50% gadījumu, 7.3 km² "logos" mežs ir dominējošs 37% gadījumu, 65 km² "logos" mežs ir dominējošs 19% gadījumu, savukārt 590 km² "logos" mežs ir dominējošs 6% gadījumu.

Ievads

Konvencijā "Par bioloģisko daudzveidību" bioloģiskā daudzveidība definēta kā "dzīvo organismu formu dažādību visās vidēs, tai skaitā sauszemes, jūras un citās ūdens ekosistēmās un

ekoloģiskajos kompleksos, kuru sastāvdaļas tās ir. Tā ietver daudzveidību sugas ietvaros, starp sugām un starp ekosistēmām”.

Bioloģisko daudzveidību parasti izvērtē trijos līmeņos:

- ģenētiskā daudzveidība (augu, dzīvnieku, sēņu, mikroorganismu gēnu dažādība, kas novērojama vienas sugas robežās);
- sugu daudzveidība;
- ekosistēmu daudzveidība (dažādas ekosistēmas).

“Ekosistēma” nozīmē augu, dzīvnieku un mikroorganismu sabiedrību un to nedzīvās vides dinamisku kompleksu, kurš mijiedarbojas kā funkcionāla vienība.

Lai nodrošinātu meža apsaimniekošanas un mežsaimniecības ilgtspēju, atbilstoši Ministru kabineta noteikumiem Nr. 248 (2013. gada 7. maijā) “Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas novērtēšanas kārtība”, to veic, ievērojot Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritērijus un indikatorus. Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatori ir doti atbilstošo MK noteikumu pielikumā. 0.1. tabulā atspoguļoti Kritērija “Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana” indikatori. To indikatoru informācija, par kuriem kā atbildīgā institūcija ir nosaukta LVMI Silava vai Zemkopības ministrija, būtu uzskatāma par minimālo programmu, kas būtu jāveic nacionālās meža monitoringa sistēmas ietvaros.

0.1. tabula

“Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana” indikatori

Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatori

(izvilkums no pielikuma grozīts ar MK [30.07.2013.](#) noteikumiem Nr. 434)

Nr. p.k.	Kritēriji un to indikatori	Mēr-vienība	Datu avots
4.	Kritērija “Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana” indikatori:		
4.1.	koku sugu sastāvs (meža platību sadalījums pēc koku sugu skaita mežaudzē)	ha	LVMI Silava
4.2.	meža atjaunošana (dabiski un mākslīgi atjaunotās mežaudzes)	ha, %	Valsts meža dienests
4.3.	mežaudžu dabiskums (cilvēka neskartu ³ , daļēji dabisku un plantāciju ⁴ mežaudžu platība)	ha	Valsts meža dienests
4.4.	introducētās koku sugas (mežaudžu platība, kurā valdošā ir introducētā koku suga)	ha	Valsts meža dienests
4.5.	atmirusi koksne (atmirušas koksnes apjoms mežā sadalījumā pa atmiruma veidiem (stāvoša, kritusi koksne) un sadalījumā pa caurmēra grupām (6–30 cm, 30 cm un vairāk))	m ³ /ha	LVMI Silava
4.6.	ģenētiskie resursi (mežaudžu platība meža koku sugu ģenētisko resursu (<i>in situ</i> un <i>ex situ</i>) saglabāšanai un sēklu ieguvei)	ha	Valsts meža dienests
4.7.	ainavas raksts (meža ⁵ iedalījums telpiskā raksta klasēs ⁶ un meža savienojamība ⁷)	%	Zemkopības ministrija

4.8.	apdraudētās meža augu un dzīvnieku sugas (valsts monitoringos iegūto meža augu un dzīvnieku sugas sadalījumā pa sugu grupām ⁸ un IUCN ⁹ kategorijām ¹⁰ saskaņā ar Vadlīnijām IUCN Sarkanā saraksta kritēriju piemērošanai reģionālos un nacionālos līmeņos)	%	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
4.9.	aizsargātie meži (īpaši aizsargājamo dabas teritoriju, mikroliegumu un to buferzonu un mežu pilsētu administratīvajās robežās platība un aizsargājamo teritoriju sadalījums pa saimnieciskās darbības aprobežojumu veidiem (aizliegta galvenā cirte, aizliegta galvenā un kopšanas cirte, aizliegta vienlaidus atjaunošanas cirte, aizliegta mežsaimnieciskā darbība))	ha, %	Valsts meža dienests

¹ Koksnes ieguvei nepieejamā meža platība – meža platība, kurā tiesiskie, ekonomiskie vai konkrētie vides aizsardzības ierobežojumi nepieļauj galveno cirti, kopšanas cirti un mežsaimniecisko darbību.

³ Cilvēka neskarts mežs – dabiska meža ekosistēma (ar dabisku mežaudzes attīstības gaitu, koku sugu sastāvu, atmirumu un atjaunošanās gaitu), kurā ilgu laiku nav būtiski iejaucies cilvēks.

⁴ Plantācija – ieaudzēta, īpašiem mērķiem paredzēta un Meža valsts reģistrā reģistrēta mežaudze.

⁵ Mežs – mežs ar vismaz piecus metrus augstu mežaudzi.

⁶ Telpiskā raksta klases – kodolzona, sala, ārējā mala, iekšējā mala, zars un savienotājs.

⁷ Meža savienojamība – pakāpe, kādā ainava atvieglo sugu kustību vai citas ekoloģiskās plūsmas.

⁸ Sugu grupas – putni, zīdītāji, citi mugurkaulnieki, bezmugurkaulnieki, vaskulārie augi, sēnes un ķērpji.

⁹ IUCN – Pasaules Dabas aizsardzības savienība.

¹⁰ IUCN kategorijas – nav apdraudēts, gandrīz apdraudēts, jutīgs, apdraudēts, kritiski apdraudēts, izzudis savvaļā un izmiris, nevērtēts, trūkst datu.

LVMI Silava veiktais meža bioloģiskās daudzveidības monitorings uzsākts ar mērķi nodrošināt meža nozari ar informāciju par atsevišķiem svarīgiem meža bioloģiskās daudzveidības aspektiem un papildina Vides un reģionālās attīstības ministrijas Vides monitoringa programmas ietvaros veikto Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmu, kuras mērķis ir:

1. sniegt informāciju par īpaši aizsargājamo sugu un biotopu stāvokli un izmaiņām *Natura 2000* vietās;
2. sniegt informāciju par sugu populāciju lieluma un biotopu platību izmaiņu tendencēm valstī;
3. noteikt dabisko un antropogēno faktoru ietekmi uz novērojamiem biotopiem un sugām.

LVMI Silava 2019. gadā uzsāktā Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķis ir iegūt fona informāciju par bioloģiskās daudzveidības stāvokli un izmaiņu novērtējums nacionālā līmenī, lai nodrošinātu ilgtspējīgu Latvijas meža apsaimniekošanu.

Tas ietver sekojošas programmas:

Ģenētiskā līmeņa monitorings

Ģenētisko resursu audzēs

Sēkļu plantāciju sēkļu ražas

Bioloģiskās daudzveidības monitorings: sugu un ekosistēmas līmenis

Augu sabiedrību un epifītu novērtējums MSIA parauglaukumos

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūras novērtējums

Atmirusī koksne

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes

Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis

1. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis (Dainis Ruņģis)

Mērķis: Ģenētiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana

Meža koku sugu ģenētiskā daudzveidība

Ziemeļeiropā, tostarp Latvijā, priede ir viena no izplatītākajām koku sugām, kas veido lielas, ģenētiski nediferencētas populācijas. Šis zemais populāciju struktūras līmenis rodas priežu vienveidīgas izplatības rezultātā, kā arī pateicoties augstajam gēnu plūsmas līmenim, ko nodrošina lielas ziedputekšņu izklīdes attālumi. Turklāt, Latvijā nav gēnu plūsmu ierobežojošu fizisku šķēršļu. Tā kā Latvija ir izstiepta ziemeļu—austrumu virzienā, klimats rietumos un austrumos ir nedaudz atšķirīgs – tas pakāpeniski pāriet no kontinentālāka austrumu reģionos, līdz piejūras klimatam rietumu reģionos, kur klimatu ietekmē Baltijas jūras tuvums. Tādēļ nav ieteicama rietumu reģiona priežu sēkļu izmantošana austrumu reģionā. Tomēr šo populāciju analīze ar selektīvi neitrāliem DNS marķieriem liecina, ka tās nav diferencētas iepriekš minētās gēnu plūsmas un blakusesošās atrašanās dēļ.

Meža selekcijas programmu rezultātā var iegūt uzlabotu meža atjaunošanas materiālu, kas nodrošina ātrāku koku augšanu un citas īpašības. Uzlabota stādmateriāla izmantošana mežaudžu atjaunošanai, var veidot veselīgākas mežaudzes ar lielāku produktivitāti. Tā kā mežaudzes ir ekosistēmas neatņemama sastāvdaļa, ģenētiskās daudzveidības uzraudzība ir būtiska, lai nodrošinātu, ka ģenētiskā daudzveidība selekcijas programmās tiek saglabāta līdzīgā līmenī kā mežos, no kuriem tika atlasīti šie labākie genotipi. Ģenētiskā daudzveidība palielina ekosistēmu noturību un pielāgošanās spēju kapacitāti, palīdzot mazināt biotisko un abiotisko stresu.

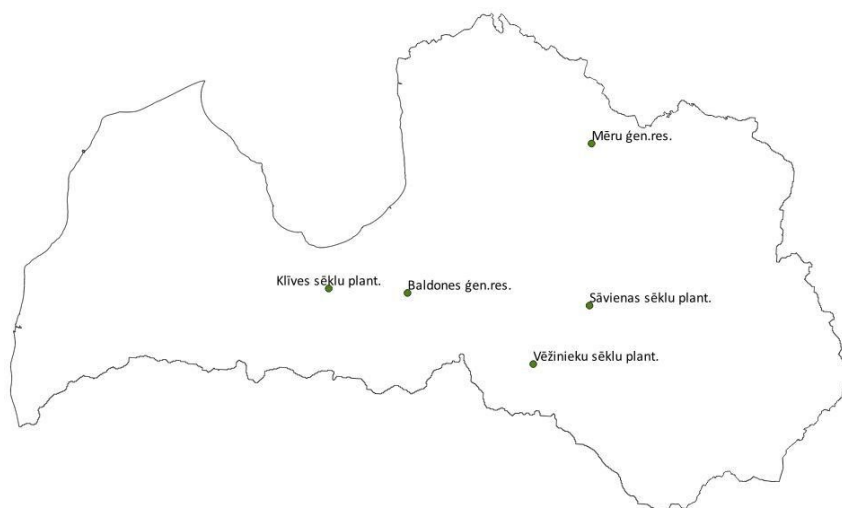
Par meža ģenētisko resursu (MGR) audzēm izvēlas vai nu dotajam reģionam tipiskas audzes, vai arī labākas kvalitātes audzes. Šīs audzes pārvalda kā ģenētiskos resursus, tās atjaunojas dabiskā ceļā, vai arī tikai ar šajā pašā audzē iegūto sēkļu materiālu. Šo ģenētisko resursu audžu kopšana nodrošina, ka populācijā tiek saglabāta ģenētiskā daudzveidība un adaptīvās variācijas.

Lietojot selektīvi neitrālus DNS marķierus var noteikt ģenētiskās daudzveidības kopējo līmeni populācijās, kā arī atšķirības starp populācijām. Ģenētiskā monitoringa mērķis bioloģiskās daudzveidības izpētes programmas ietvaros ir novērtēt meža ģenētisko resursu audzes ģenētisko daudzveidību un diferenciaciju, kā arī no sēkļu plantācijām iegūto sēkļu partiju ģenētisko daudzveidību.

Materiāls un metodika

2019. gadā tika veikta divu priedes ģenētisko resursu audžu (Baldones un Smiltenes) ģenētiskā analīze. Baldones audzes kopējā platība 50.61 ha, Smiltenes audzes kopējā platība 78.8 ha. Papildus tam, tika analizētas sēkļu partijas no Klīves, Vēžinieku un Sāvienas sēkļu plantācijām. No Sāvienas plantācijas analizētas divu ražas gadu sēkļu partijas (1999. un 2014. gada), no Klīves un Vēžinieku plantācijām viena ražas gada sēkļu partijas.

1.1. attēlā redzama ģenētisko resursu audžu un sēkļu plantāciju atrašanās vieta kartē.



1.1. attēls. 2019. gadā apsektās Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes un sēklu plantācijas.

a. Ģenētisko resursu audzes

Paraugi ievākti Baldones mežniecības Baldones priedes un Smiltenes mežniecības Smiltenes priedes (Mēri) MGR audzēs. No katras MGR audzes ievākti 96 paraugi. No pieaugušiem indivīdiem ievākti 48 koksnes paraugi un no dabīgi ieaugušiem kociņiem ievākti 48 skuju paraugi. DNS izdalīta ar CTAB metodi un paraugi genotipēti ar 13 mikrosatelītu marķieriem. Kopā analizēti 192 paraugi.

b. Sēklu plantāciju sēklu raža

Analizēti četru priežu sēklu plantāciju sēklu paraugi – Šāviena (sēklu pase 453, 1999. g.), Šāviena (sēklu pase 14178, 2014. g.), Vēžnieki (sēklu pase 14007, 2013. g.), Klīve (sēklu pase 935, 2014. g.).

No katra sēklu parauga klimata kamerā (16 stundas gaismā 22°C temperatūrā, 8 stundas tumsā 18°C temperatūrā, gaisa mitrums 65%) uz mitra filtpapīra izdiedzētas sēklas. DNS izdalīta no 196 dīgštiem no katras sēklu partijas ar CTAB metodi, un paraugi genotipēti ar 13 mikrosatelītu marķieriem. Kopā analizēti 768 paraugi.

Ar CTAB metodi izdalīta DNS no koksnes, skužām un stādiem, genotipēšana veikta izmantojot 13 mikrosatelītu marķierus (1.1. tabula). Katrs tiešais praimeris marķēts ar citu fluoroforu (6-FAM, HEX vai TMR), lai atvieglotu vizualizāciju izmantojot kapilāro elektroforēzi. Nukleāro SSR marķieru PCR reakcijas veiktas 20 μl šķīdumam, kurā bija 0.2 mM dNTPs, 2 mM MgCl₂, 0.2 μM no katra praimera 1.5 μl DNS šķīduma, 1× Taq bufera un 1U Taq DNA polimerāze (Thermo Scientific).

PCR reakcijas apstākļi uz 1 paraugu (1. praimeru komplekts):

Solis BioDyne 5× HOT FIREPol® Blend Master Mix – with 10 mM MgCl₂ – 2 μl

10 μM praimeris 4001 F* – 0.5 μl

10 μM praimeris 4001 R* – 0.5 μl

10 μM praimeris 4011 F* – 0.5 μl

10 μM praimeris 4011 R* – 0.5 μl

10 μM praimeris 3107 F* – 0.5 μl

10 μM praimeris 3107 R* – 0.5 μl

H₂O – 4 μl

DNS – 1 μl

9 μl MIX+1 μl DNS

* Praimeru komplekti:

1) PtTX4001 F/R, PtTX4011 F/R, PtTX3107 F/R

2) PtTX2146 F/R, SPAC11.6 F/R, SPAC12.5 F/R

PCR apstākļi:

95°C – 15 min.; 40 cikli: 95°C – 30 sek., 53°C – 30 sek, 72°C – 40 sek; 72°C – 10 min.

PCR reakcijas apstākļi uz 1 paraugu (2. praimeru komplekts):

Solis BioDyne 5× HOT FIREPol® Blend Master Mix – with 10 mM MgCl₂ – 2 µl

10 µM praimeris psy12 F* – 0.3 µl

10 µM praimeris psy12 R* – 0.3 µl

10 µM praimeris psy118 F* – 0.3 µl

10 µM praimeris psy118 R* – 0.3 µl

10 µM praimeris psy142 F* – 0.3 µl

10 µM praimeris psy142 R* – 0.3 µl

H₂O – 5.2 µl

DNS – 1 µl

9 µl MIX+1 µl DNS

* Praimeru komplekti:

1) psy12 F/R, psy118 F/R, psy142 F/R

2) psy116 F/R, psy125 F/R, psy144 F/R

PCR apstākļi:

95°C – 15 min.; 35 cikli: 95°C – 30 sek., 55°C – 30 sek., 72°C – 40 sek.; 72°C – 10 min.

PCR reakcijas apstākļi uz 1 paraugu (3. praimeru komplekts):

Solis BioDyne 5× HOT FIREPol® Blend Master Mix – with 10 mM MgCl₂ – 2 µl

10 µM praimeris psy117 F – 0.3 µl

10 µM praimeris psy117 R – 0.3 µl

10 µM praimeris psy119 F – 0.3 µl

10 µM praimeris psy119 R – 0.3 µl

10 µM praimeris psy136 F – 0.3 µl

10 µM praimeris psy136 R – 0.3 µl

H₂O – 5.2 µl

DNS – 1 µl

9 µl MIX+1 µl DNS

PCR apstākļi:

95°C – 15 min.; 35 cikli: 95°C – 30 sek., 55°C – 30 sek, 72°C – 40 sek; 72°C – 10 min.

Tikai vienam marķierim (SPAC11.6), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija mazāks par 90%. Četriem marķieriem informācijas indekss bija mazāks par 1 (psy12, psy118, psy125, psy144).

1.1. tabula

Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

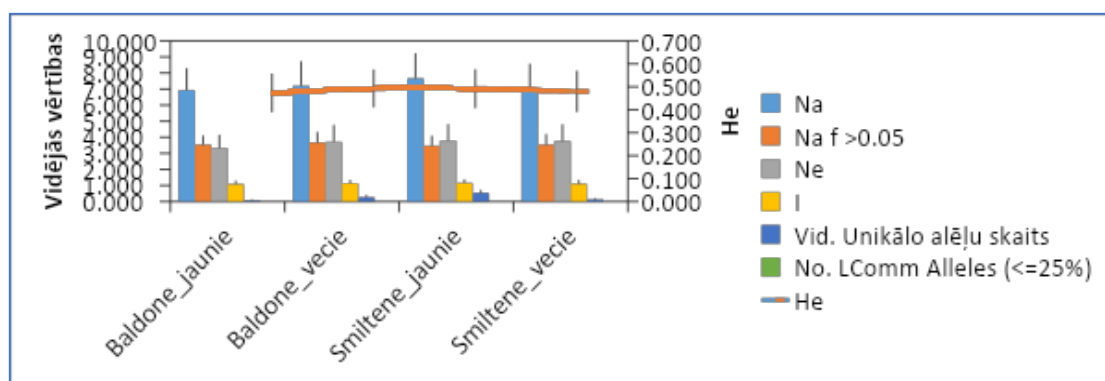
Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu daudzveidība (He)	Novērotā heterozigotāte (Ho)	Inbrīdīngs koeficients (F)
SPAC11.6	26	68	2.752	0.921	0.227	0.753
SPAC12.5	33	99	3.051	0.944	0.863	0.085
PtTX2146	18	99	1.760	0.758	0.712	0.060
PtTX3107	10	97	1.612	0.742	0.452	0.390
PtTX4001	17	97	2.128	0.829	0.737	0.110
PtTX4011	6	95	1.261	0.630	0.444	0.295
psy12	7	98	0.471	0.202	0.178	0.119

psyl16	13	93	2.174	0.865	0.595	0.311
psyl18	5	98	0.244	0.105	0.099	0.061
psyl25	3	94	0.033	0.010	0.008	0.219
psyl42	6	98	1.232	0.685	0.698	-0.020
psyl44	4	90	0.132	0.047	0.043	0.081
psyl57	7	97	1.100	0.529	0.531	-0.006
psyl17	10	94	1.533	0.755	0.614	0.188
psyl19	7	95	0.330	0.137	0.134	0.023
psyl36	5	95	0.661	0.326	0.302	0.072

Rezultāti

Meža ģenētisko resursu audzes

Ģenētisko resursu audzes analizētas izmantojot 15 marķierus – psyl16 tika atmests, jo tam bija nesagaidīts amplifikācijas fragmentu skaits un garumi, un nebija iespējams noteikt precīzos genotipus. Ģenētiskās daudzveidības parametri tika salīdzināti starp pieaugušiem kokiem un dabiski ieaugušiem kociņiem katrā no šīm audzēm (1.2. attēls, 1.2. tabula).



1.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums parastās priedes ģenētisko resursu audzēs.

Kopējie ģenētiskie rādītāji bija līdzīgi starp parastās priedes ģenētisko resursu audzēm, kā arī starp dažādām paaudzēm vienas audzes ietvaros. Kopējais alēļu skaits, kā arī vidējais alēļu skaits liecina, ka ģenētiskās daudzveidības vērtības ir līdzīgas visas analizētajās populācijās. Aptuveni puse alēļu bija ar sastopamības frekvenci zem 0.05, kas apstiprina ģenētisko daudzveidību un liecina, ka ģenētisko resursu audzes nav izolētas no apkārtējām parastās priežu audzēm.

Ģenētiskās daudzveidības salīdzinājums starp paaudzēm katrā audzē rāda, ka Baldones ģenētisko resursu audzē, dabīgi atjaunojušās paaudzes indivīdiem bija nedaudz zemāki rādītāji, bet Smiltenes audzē jaunākajai paaudzei bija augstāki rādītāji. Tomēr šīs atšķirības ir standartklūdas ietvaros.

1.2. tabula

Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp pieaugušiem kokiem un dabīgi ieaugušiem kociņiem, iekavās norādīta standartklūda

	Baldone jaunie	Baldone vecie	Smiltene jaunie	Smiltene vecie
Kopējais alēļu skaits	104	108	115	105
Vidējais alēļu skaits (15 marķieri) (Na)	6.933 (1.531)	7.200 (1.531)	7.667 (1.570)	7.000 (1.586)

Kopējais reto alēļu skaits (f<0.05)	51	55	63	58
Vidējais alēļu skaits (Na f> 0.05)	3.533 (0.667)	3.667 (0.667)	3.467 (0.631)	3.533 (0.675)
Vidējais efektīvo alēļu skaits (Ne)	3.331 (1.064)	3.712 (1.064)	3.790 (1.033)	3.762 (1.051)
Informācijas indekss (I)	1.087 (0.220)	1.131 (0.220)	1.162 (0.227)	1.106 (0.234)
Kopējais unikālo alēļu skaits	1	4	8	2
Vidējais unikālo alēļu skaits	0.067 (0.153)	0.267 (0.153)	0.533 (0.192)	0.133 (0.091)
Gēnu daudzveidība (He - sagaidāmā heterozigotāte)	0.473 (0.083)	0.493 (0.083)	0.492 (0.085)	0.480 (0.090)

Audzū ģenētiskā diferenciacija

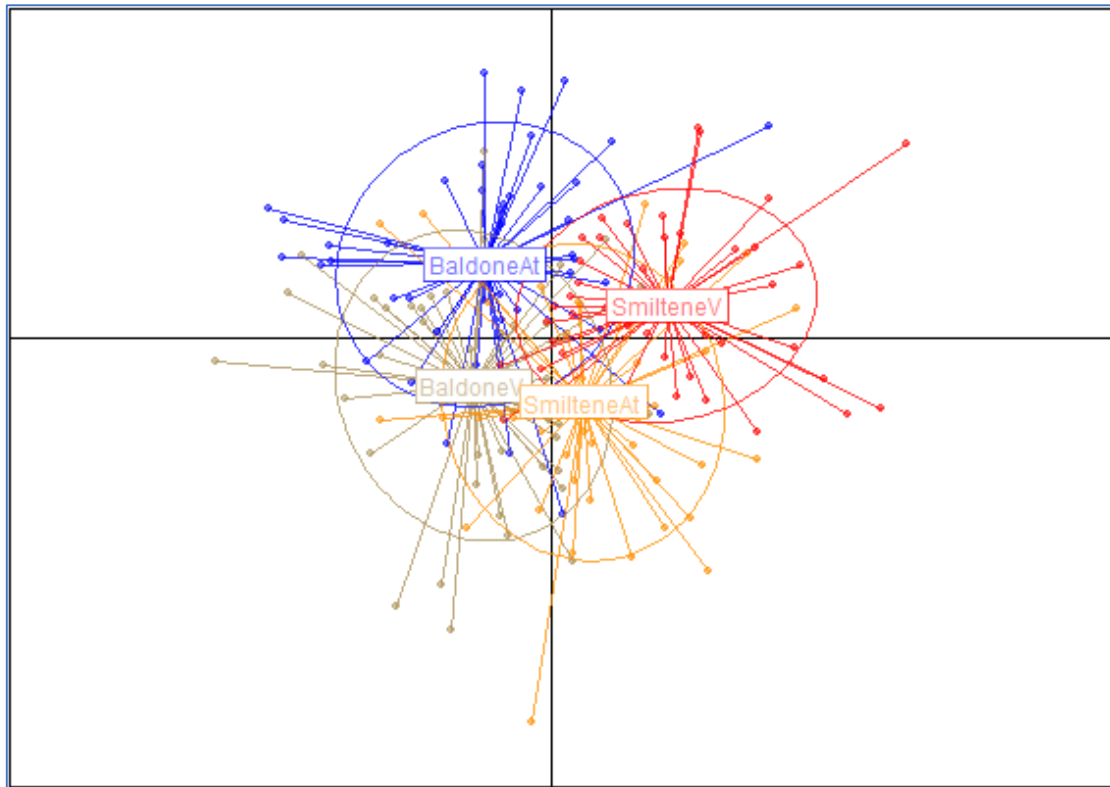
Ģenētisko resursu audzes nebija diferencētas, kā arī nebija diferencētas jaunās un vecās paaudzes. Ģenētiskās diferenciacijas rādītājs Fst, bija zem 0.05 starp visām analizētajām populācijām (1.3. tabula). Salīdzinot populācijas, savstarpējās Fst vērtības zem 0.05 liecina, ka nav ģenētiskās diferenciacijas un populācijas nav ģenētiski izolētas.

1.3. tabula

Savstarpējās Fst vērtības zem diagonāla, P vērtības (999 atkārtojumi) virs diagonāla

	Baldone_ jaunie	Baldone_ vecie	Smiltene_ jaunie	Smiltene_ vecie
Baldone_ jaunie	-	0.677	0.273	0.023
Baldone_ vecie	0.007	-	0.319	0.051
Smiltene_ jaunie	0.007	0.008	-	0.472
Smiltene_ vecie	0.011	0.011	0.007	-

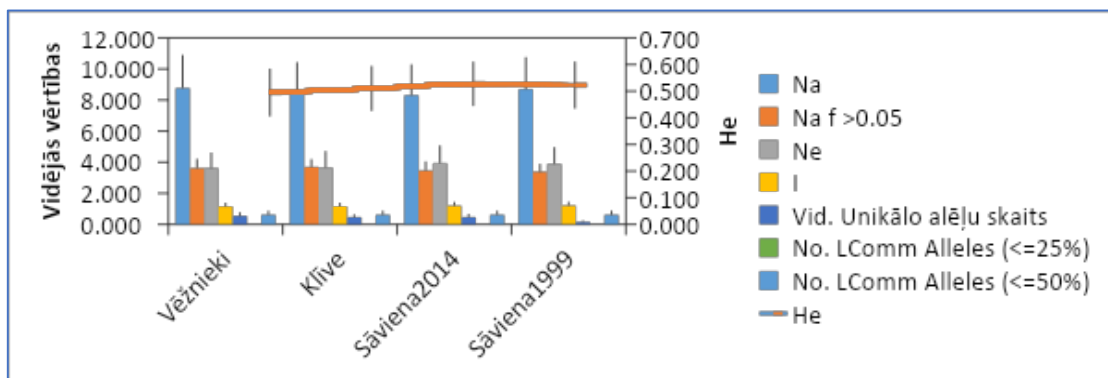
Ģenētisko diferenciaciju analizēja izmantojot DAPC (Discriminant Analysis of Principal Components) metodi (1.3. attēls). Rezultāti apstiprina Fst analīzes, ka analizētās populācijas nav diferencētas un ģenētiskā daudzveidība populācijas ietvaros ir lielāka nekā starp populācijām.



1.3. attēls. DAPC izkļiendes diagramma. Punkti norāda indivīdus, apli – 95% ticamības robežas.

Sēkļu plantācijas pēcnācēju analīze

Sēkļu plantāciju pēcnācēji analizēti ar 13 mikrosatelītu marķieriem – psyl16, psyl25 un 4001 netika iekļauti turpmākajā analīzē, jo tie bija vai nu ar neskaidriem genotipiem (papildus pīķi vai nesagaidītos garumos) vai arī analizētajos paraugos tie bija viendabīgi.



1.4. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums parastās priedes sēkļu plantāciju pēcnācējos.

Kopējie ģenētiskie rādītāji bija līdzīgi starp dažādiem parastās priedes sēkļu plantāciju pēcnācējiem, kā arī starp sēkļu partijām, kuras tika ievāktas no Sāvienas plantācijas dažādos gados (1999. g. un 2014. g.). Kopējais alēļu skaits, kā arī vidējais alēļu skaits, liecina, ka ģenētiskās daudzveidības vērtības ir līdzīgas visās analizētajās populācijās. Vairāk kā puse alēļu bija ar sastopamības frekvenci zem 0.05, kas apstiprina ģenētisko daudzveidību un liecina, ka putekšņu daudzveidība ir liela, apputeksnēšanu nodrošina visi vai vairums no plantācijā esošiem kloniem un putekšņu plūsma no apkārtējām parasto priežu audzēm ir augsta.

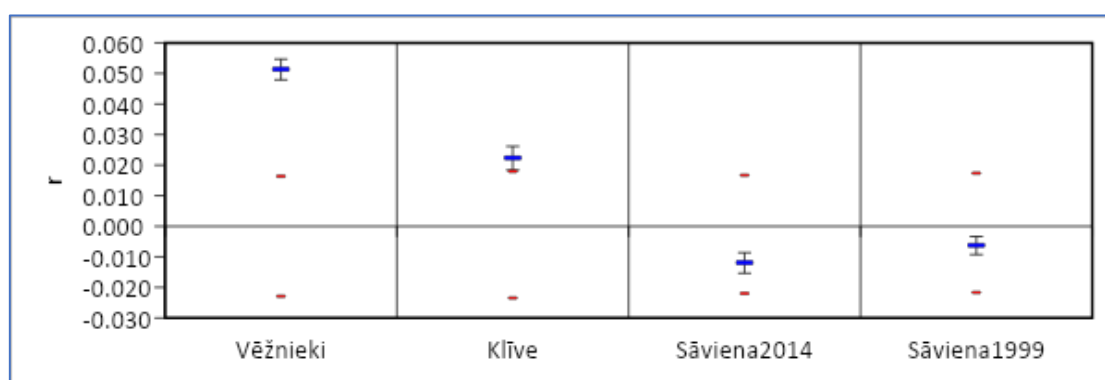
Sēklu partijās, kuras tika ievāktas no Sāvienas plantācijas dažādos gados, netika atrastas atšķirības daudzveidības rādītājos. Abās Sāvienas sēklu partijās tika konstatētas unikālās alēles, kas apstiprina putekšņu plūsmu no sēklu plantācijas ārpusē. Putekšņu plūsma nodrošina ģenētiskās daudzveidības un reto alēļu uzturēšanu.

1.4. tabula

Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp sēklu plantāciju pēcnācējiem, iekavās norādīta standartklūda

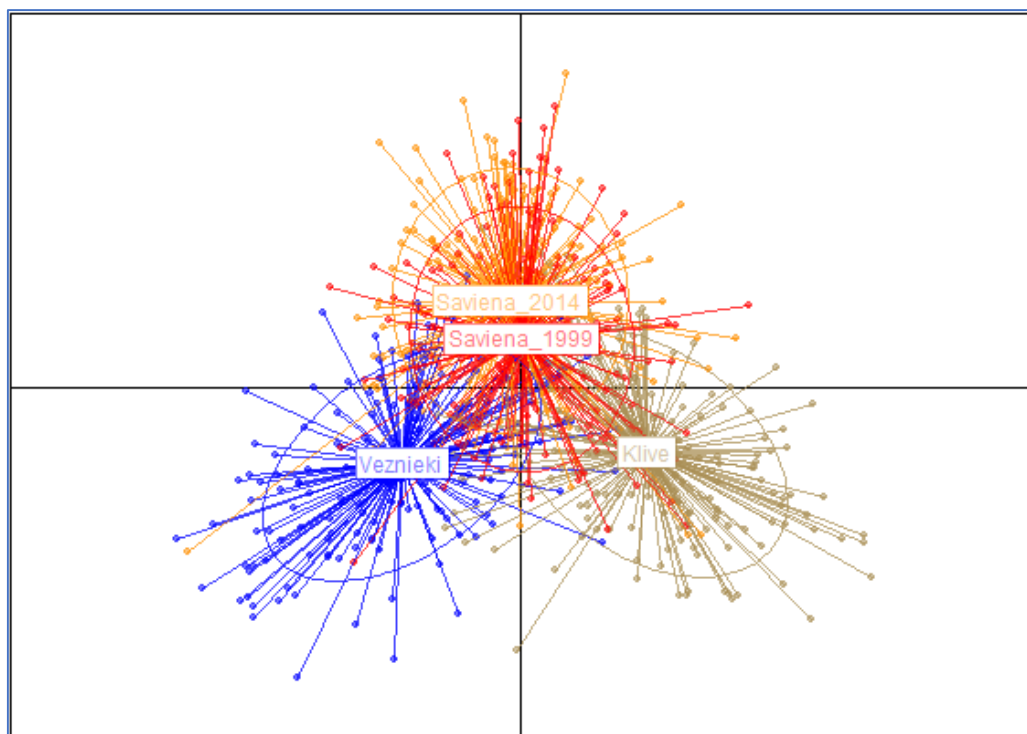
	Vēžinieki	Klīve	Sāviena2014	Sāviena2014
Kopējais alēļu skaits	114	111	108	113
Vidējais alēļu skaits (13 marķieri) (Na)	8.769 (2.137)	8.538 (1.903)	8.308 (1.995)	8.692 (2.074)
Kopējais reto alēļu skaits (f<0.05)	67	63	63	69
Vidējais alēļu skaits (Na f> 0.05)	3.615 (0.605)	3.692 (0.511)	3.462 (0.595)	3.385 (0.513)
Vidējais efektīvo alēļu skaits (Ne)	3.621 (1.005)	3.651 (1.075)	3.933 (1.152)	3.887 (1.083)
Informācijas indekss (I)	1.152 (0.241)	1.162 (0.229)	1.204 (0.238)	1.214 (0.244)
Kopējais unikālo alēļu skaits	7	6	6	2
Vidējais unikālo alēļu skaits	0.538 (0.243)	0.462 (0.183)	0.462 (0.215)	0.154 (0.104)
Gēnu daudzveidība (He – sagaidāmā heterozigotāte)	0.495 (0.090)	0.510 (0.085)	0.528 (0.084)	0.523 (0.089)

Tika aprēķināta savstarpējā radniecība katras sēklu partijas ietvaros (1.5. attēls). Savstarpējā radniecība bija augstāka Vēžinieku un Klīves sēklu partiju pēcnācējos. Savstarpējo radniecību ietekmē klonu skaits, un zemais klonu skaits Vēžinieku un Klīves sēklu plantācijās, visticamāk, ietekmēja augstāku savstarpējo radniecību. Kopējais un vidējais alēļu skaits, kā arī reto alēļu skaits ir līdzīgs salīdzinot ar Sāvienas plantāciju, kuras sastāvā ir lielāks klonu skaits. Mazāks klonu skaits ietekmē efektīvo alēļu skaita rādītāju, kas ir zemāks Vēžiniekos un Klīvē, salīdzinot ar Sāvienas plantāciju. Vairums apputeksnēšanās gadījumu notiek plantācijas ietvaros, un mazāks klonu skaits ietekmē savstarpējo radniecību un efektīvo alēļu skaitu. Tomēr putekšņu plūsma no sēklu plantāciju ārpusē nodrošina kopējo alēļu skaitu un reto alēļu atrašanos plantāciju pēcnācējos.



1.5. attēls. Savstarpējā radniecība katrā sēklu partijā un salīdzinājums ar sagaidāmajām 95% robežām, analizējot visas partijas kopā. Zilā svītra – vidējā radniecība, sarkanās svītras – 95% ticamības intervāls.

Ģenētisko diferenciaciju analizēja izmantojot DAPC (Discriminant Analysis of Principal Components) metodi (1.6. attēls). Rezultāti norāda, ka ģenētiskā daudzveidība populācijas ietvaros ir lielāka nekā starp populācijām, bet tomēr novērojama sēkļu plantāciju pēcnācēju neliela diferenciacija. Zemo ģenētisko diferenciaciju arī norāda savstarpējās F_{st} vērtības, kuras visas bija mazākas par 0.05 (1.5. tabula).



1.6. attēls. DAPC izkliedes diagramma. Punkti norāda individuālus, apļi – 95% ticamības robežas.

1.5. tabula

Savstarpējās F_{st} vērtības zem diagonāla, P vērtības (999 atkārtojumi) virs diagonāla

	Vēžinieki	Klīve	Sāviena2014	Sāviena1999
Vēžinieki	-	0.001	0.001	0.001
Klīve	0.013	-	0.001	0.001
Sāviena2014	0.012	0.009	-	0.001
Sāviena1999	0.009	0.008	0.005	-

Secinājumi

Iegūtie dati par ģenētisko resursu audzēm dos iespēju turpmāk salīdzināt selekcijas materiāla un citu parastās priedes audžu daudzveidību ar ģenētisko resursu audzēm.

Dabiskā atjaunošanās nodrošina ģenētiskās daudzveidības saglabāšanu parastās priedes ģenētisko resursu audzēs.

Sēkļu plantāciju klonu skaits neietekmē kopējo ģenētisko daudzveidību un reto alēļu skaitu pēcnācējos. Sēkļu plantācijās, kurās atrodas apmēram 20 kloni, pēcnācējiem ir augstāka savstarpējā radniecība un zemāku efektīvo alēļu skaitu. Turpmākas analīzes salīdzinās dažādas sēkļu partijas no plantācijām ar zemu klonu skaitu. Tas dos iespēju noteikt atšķirības starp sēkļu ražas gadiem. Augstāka savstarpējā radniecība varētu nodrošināt lielāku selekcijas efektu, tomēr ir nepieciešamas papildu analīzes, lai to apstiprinātu.

2. Meža sugu un ekosistēmu līmeņa monitorings

2.1. Ģeobotāniskais apraksts un epifītu novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos (Agita Treimane, Linda Gerra-Inohosa)

2.1.1. Ievads

Lai veiktu ilglaicīgu ekoloģisko un ekonomisko meža ekosistēmu vērtību novērtējumu, meža monitoringa pētījumā ietver ne tikai meža struktūru uzskaiti, bet arī bioloģiskās daudzveidības uzskaiti. Bioloģiskās daudzveidības monitoringam tiek izvēlētas organismu grupas, kas cieši saistītas ar meža dinamiku. Šajā meža monitoringa programmā paredzēta veģetācijas, kā arī sūnu un ķērpju sugu uzskaitē uz dzīviem kokiem un kritālām. Sūnas un ķērpji ir indikatori gan meža struktūrām un meža dinamikai, gan apkārtējiem vides apstākļiem (Ek et al., 2002). Augu sugu uzskaitē (veģetācijas monitorings) ļauj iegūt datus par izmaiņām mežaudzes florā (veģetācijā) noteiktā laika periodā, kā arī novērtēt dažādus – dabiskas izcelsmes vai saimnieciskās darbības ietekmes rezultātus. Ilgtermiņā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa dati atspoguļotu sugu daudzveidību dažādos meža tipos, vecumgrupās, kā arī reģionālās atšķirības.

Monitorings uzsākts 2019. gadā un atkārtotu sugu uzskaiti monitorējamajos parauglaukumos plānots veikt ik pēc pieciem gadiem. Šajā pētījumā ir veikta pirmējo datu apstrāde.

2.1.2. Materiāls un metodika

Monitoringam atlasītās mežaudzes

Nacionālā meža monitoringa ietvaros meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai – veģetācijas aprakstiem un epifītisko un epiksīlo ķērpju un sūnu uzskaitē, parauglaukumi izvēlēti balstoties uz trim pamatuzstādījumiem.

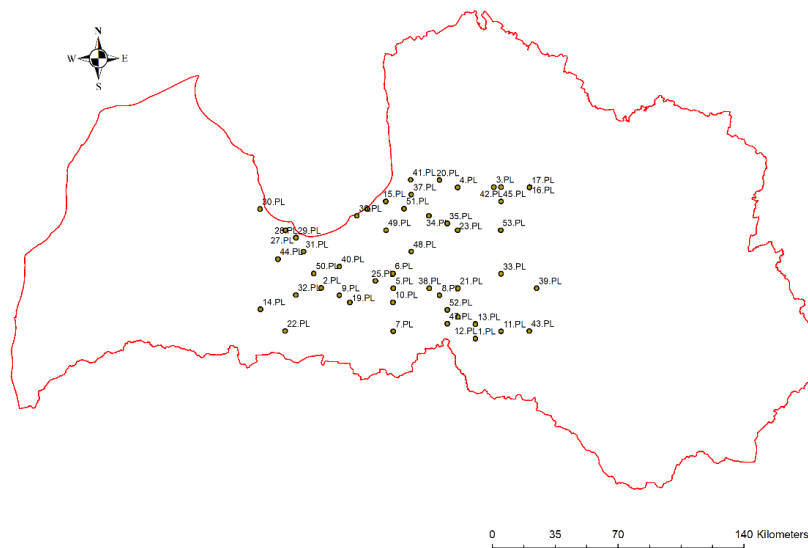
Pirmkārt, datu uzskaites laukumi izvietoti visā valsts teritorijā tā, lai tie aptvertu (reprezentētu) dabas apstākļu dažādību reģionālā dimensijā. Pastāvīgo parauglaukumu tīklam mežaudžu bioloģiskās daudzveidības monitoringam izmantota K. Ramana ainavzemju sistēma.

Otrkārt, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāprezentē meža reģiona (ainavzemes) meža tipu struktūra, to proporcionālais sadalījumus, kā arī meža tipu sadalījums visā Latvijas teritorijā kopumā.

Treškārt, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāprezentē valdošās kokaudzes sugu struktūra un vecuma struktūra.

Jāuzsver, ka 2019. gada jeb pirmajā monitoringa gadā, apsekoto parauglaukumu tīklojums netika vienmērīgi izvietots visā Latvijas teritorijā, jo atlasīti tikai parauglaukumi, kas K. Ramana izdalītajā ainavzemju sistēmā ietver Piejūras, Austrumkursas, Rietumzemgales, Austrumzemgales, Augšzemes Dienvidvidzemes, Gaujaszemes un Vidzemes augstienes apvidus jeb Rīgas apkaimes reģionā. Visi meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumi atlasīti pēc nejaušības principa, bet ievērojot audžu proporcionālo sadalījumu pa meža tipiem, pēc valdošās sugas un vecumgrupas. Jāpiemin, ka minimālais atlasītais mežaudzes vecums bija 15 gadi, pieņemot, ka daļa no apsekotajām audzēm varētu būt vienlaidus atjaunošanas cirtes. Izvēlētie parauglaukumi atrodas gan valstij, gan privātpašniekiem, kā arī pašvaldībām un citiem īpašniekiem piederošās mežaudzēs.

2019. gadā, kas ir arī monitoringa pirmais gads, atlasīti un apsekoti 53 MSI parauglaukumi (2.1. attēls), kuru pārmērīšanas gads bijis 2018. vai 2019. gads.



2.1. attēls. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā apsektoto parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā.

Veģetācijas uzskaitē

Katrā no atlasītajām un apsekotajām audzēm veģetācijas novērtēšanai (sugu uzskaitē un projektīvā seguma noteikšanai) ierīkots sugu sastāva inventarizācijas 400 m² (20×20 m) liels laukums. Ģeobotāniskā apraksta parauglaukuma centrs sakrīt ar MSI parauglaukuma centru, atrodoties tā diagonāļu krustpunktā.

Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija veikta četros mežaudzes pamatstāvos pēc Brauna-Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964):

- Koku stāvā (E₃);
- Krūmu stāvā (E₂);
- Lakstaugu un sīkkrūmu stāvā (E₁);
- Sūnu un ķērpju stāvā (E₀).

Koku stāvu veido visi kokaugi, augstāki par 5 m. Krūmu stāvā ietilpst visi jaunie kociņi (paauga) un krūmi (pamežs), kuri ir augstāki par vidējo lakstaugu/sīkkrūmu stāva līmeni un sniedzas līdz 5 m augstumam. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvu veido lakstaugi, stiebrzales un sīkkrūmi. Veicot sugu inventarizāciju, lakstaugu stāvā uzskaitīti arī jaunie koku dīgsti. Sūnu un ķērpju stāvā ietilpst augsnes sūnas un ķērpji (epigeīdi).

Atsevišķu stāvu projektīvo segumu novērtēja pēc acumēra, procentos, tāpat arī katrā stāvā uzskaitīto sugu projektīvo segumu. Ja sugas projektīvais segums novērtēts mazāks par procentu, tad sugu ar nelielu segumu atzīmēja ar “+” zīmi.

Epifītu un epiksīlu uzskaitē

Lai novērtētu epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidību, izmantoti MSI parauglaukumi. Kopumā, katrā parauglaukumā izvēlēti četri dzīvi koki no dominējošām pirmā un otrā stāva koku sugām ar caurmēru ≥ 10 cm.

Pirmkārt, par prioritāti uzskatītas pirmā stāva koku sugas. Otrkārt, izvēlēti koki ar lielāko caurmēru. Parauglaukumos, kuros pirmais un otrais stāvs nebija pārstāvēti ar vismaz četrām koku sugām, attiecīgi

lielāks aprakstītais koku skaits izvēlēts no dominējošās koku sugas. Epifītiskā veģetācija raksturota uz katra izvēlēta koka. Uzskaitītas visas sūnu un ķērpju sugas, norādot to segumu procentos. Dzīvā koka stumbrs sadalīts 20 mazākos laukumos (parauglaukumos). Pirmkārt, nodalīta koka ziemeļu (Z), rietumu (R), dienvidu (D) un austrumu (A) puse. Katrā noteiktajā debess pusē epifīti uzskaitīti, izmantojot 10×50 cm lielu rāmi, to sīkāk iedalot piecos 10×10 cm lielos laukumos. Rāmja īsākā mala (10 cm) horizontāli piestiprinātā pie koka 1,3 m augstumā. Epifītu veģetācija uz kokiem ar caurmēru ≤ 20 cm, noteikta tikai Z un D pusēs. Kopumā, sadalot koku piecos laukumos Z, D, R un A pusēs, epifītiskās sugas un to procentuālais segums noteikts atsevišķi 20 mazākos parauglaukumos uz katra izvēlēta koka. Savukārt, uz izvēlēta koka ar caurmēru ≤ 20 cm, attiecīgi 10 parauglaukumos.

Lai novērtētu sūnu un ķērpju sugu bagātību uz krītalām, izmatotas veģetācijas uzskaitē novilktais transektes. Visas sūnu un ķērpju sugas uzskaitītas uz krītalām, kuras šķērsoja dotās transektes un kuru caurmērs ≥ 20 cm.

Lielākā daļa sugu noteiktas dabā. Ievāktie sugu paraugi noteikti laboratorijas apstākļos balstoties uz makro, mikro morfoloģiskajām un ķīmiskajām īpašībām. Kategorijā indikatorsugas iekļautas dabisko meža biotopu indikatorsugas un specifiskās sugas (Ek et al., 2002).

Datu apstrāde

Katra parauglaukuma datu procentuālais segums noteikts pēc Brauna-Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964) piecu balļu skalā (1 balle – 0<5%; 2 balles – 5–25%; 3 balles – 25–50%; 4 balles – 50–75%; 5 balles – 75–100%), kuros uzskaitītas visas lakstaugu un sūnu stāva sugas, ieskaitot ķērpju sugas.

Augu sugu daudzveidības analīzei izmantots Šenona-Vīnera (Shannon-Wiener) daudzveidības indekss, kas raksturo sugu daudzveidību, respektīvi, jo lielāka indeksa vērtība, jo noteiktā parauglaukumā augstāka sugu daudzveidība. Turpmākajos uzskaites posmos Šenona-Vīnera daudzveidības indekss norādītu konkrētā mežaudzes parauglaukumā kopējo sugu dinamiku laika gaitā.

Datu statistiskajā analīzē izmantota programma ar PC-ORD 7.07 (Peck, 2010), kurā veikta sugu daudzveidības analīze detrendētajā korespondentanalīzē (DCA). Ordinācijā izmantoti sugu projektīvā seguma dati un to interpretācijai lietotas Ellenberga ekoloģiskās vērtības (Ellenberg et. al., 1992), kas rēķinātas katram parauglaukumam. Vaskulāro augu klasifikācija aprakstīta atbilstoši Englera sistēmai (sēkļaugi), bet paparžaugiem – pēc Bobrova klasifikācijas (Gavrilova un Šulcs, 1999). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u. c., 2015).

2.1.3. Rezultāti

Pirmajā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa novērtēšanas gadā atlasīti un apsekoti 53 MSI parauglaukumi, iekļaujot gandrīz visus meža tipus, izņemot Av, Gs, Kp (2.1. tabula).

2.1. tabula

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā apsekoto parauglaukumu raksturojums

PL nosaukums	Novads	Pagasts	MT	Vecums	Suga	Ainavzeme
1.PL	Jaunjelgavas n.	Daudzeses pagasts	Ks	100	E	Austrumzemgale
2.PL	Ozolnieku n.	Cenu pagasts	As	149	P	Austrumzemgale
3.PL	Vecpiebalgas n.	Drabešu pagasts	Ln	1	P	Vidzemes augstiene
4.PL	Līgatnes n.	Līgatnes pagasts	Gr	69	B	Dienvidvidzeme
5.PL	Baldones n.	Baldones l.t.	Lk	68	Ma	Austrumzemgale

6.PL	Baldones n.	Baldones l.t.	Ln	129	P	Austrumzemgale
7.PL	Bauskas n.	Dāviņu pagasts	Ks	89	P	Austrumzemgale
8.PL	Ķeguma n.	Birzgales pagasts	Ln	22	P	Daugavzeme
9.PL	Ozolnieku n.	Sidrabenes pagasts	Am	94	P	Austrumzemgale
10.PL	Vecumnieku n.	Vecumnieku pagasts	Grs	26	B	Austrumzemgale
11.PL	Jaunjelgavas n.	Sunākstes pagasts	Mrs	92	P	Austrumzemgale
12.PL	Jaunjelgavas n.	Daudzeses pagasts	Vrs	87	B	Austrumzemgale
13.PL	Jaunjelgavas n.	Daudzeses pagasts	Vr	71	B	Austrumzemgale
14.PL	Dobeles n.	Auru pagasts	Ks	78	P	Austrumkursā
15.PL	Ādažu n.	Ādažu pagasts	Mr	15	P	Piejūra
16.PL	Vecpiebalgas n.	Dzērbenes pagasts	Vr	54	E	Vidzemes augstiene
17.PL	Vecpiebalgas n.	Dzērbenes pagasts	Vr	156	E	Vidzemes augstiene
18.PL	Carnikavas n.	Carnikavas pagasts	Sl	58	P	Piejūra
19.PL	Ozolnieku n.	Sidrabenes pagasts	Ap	43	Ma	Austrumzemgale
20.PL	Krimuldas n.	Krimuldas pagasts	Vr	66	B	Gaujaszeme
21.PL	Lielvārdes n.	Jumpravas pagasts	Km	84	B	Dienvidvidzeme
22.PL	Jelgavas n.	Zaļenieku pagasts	Ln	148	P	Rietumzemgale
23.PL	Mālpils n.	Mālpils pagasts	Vr	1	A	Dienvidvidzeme
24.PL	Engures n.	Lapmežciema pagasts	Grs	80	B	Piejūra
25.PL	Baldones n.	Baldones l.t.	Lk	73	Ma	Austrumzemgale
26.PL	Jūrmalas pil.	Jūrmala	Ks	72	B	Piejūra
27.PL	Jūrmalas pil.	Jūrmala	Gr	72	B	Piejūra
28.PL	Jūrmalas pil.	Jūrmala	Db	97	E	Piejūra
29.PL	Jūrmalas pil.	Jūrmala	Db	104	B	Piejūra
30.PL	Tukuma n.	Sēmes pagasts	Ln	46	P	Piejūra
31.PL	Jelgavas n.	Valgundes pagasts	Ap	73	B	Piejūra
32.PL	Jelgavas n.	Līvberzes pagasts	Vr	90	E	Austrumzemgale
33.PL	Ogres n.	Menģeles pagasts	Dms	43	E	Dienvidvidzeme
34.PL	Siguldas n.	Allažu pagasts	Kv	28	P	Dienvidvidzeme
35.PL	Mālpils n.	Mālpils pagasts	Grs	29	B	Dienvidvidzeme
36.PL	Rīgas pil.	Rīga	Sl	36	P	Piejūra
37.PL	Sējas n.	Sējas pagasts	Ks	1	E	Ziemeļvidzeme
38.PL	Ķeguma n.	Ķeguma l.t.	Mr	120	P	Daugavzeme
39.PL	Plaviņu n.	Vietalvas pagasts	Vr	66	E	Dienvidvidzeme
40.PL	Olaines n.	Olaines pagasts	Kv	50	P	Piejūra
41.PL	Sējas n.	Sējas pagasts	Vr	52	Ba	Ziemeļvidzeme

42.PL	Cēsu n.	Vaives pagasts	Nd	55	B	Vidzemes augstiene
43.PL	Salas n.	Sēlpils pagasts	Nd	118	P	Augšzeme
44.PL	Tukuma n.	Džūkstes pagasts	Ap	69	A	Austrumkursā
45.PL	Amatas n.	Amatas pagasts	Vr	17	E	Vidzemes augstiene
46.PL	Jaunjelgavas n.	Sērenes pagasts	Pv	129	P	Austrumzemgale
47.PL	Vecumnieku n.	Kurmenes pagasts	Mr	29	P	Austrumzemgale
48.PL	Ogres n.	Tīnūžu pagasts	Dm	53	B	Dienvidvidzeme
49.PL	Garkalnes n.	Garkalnes pagasts	Ln	15	P	Piejūra
50.PL	Jelgavas n.	Valgundes pagasts	Am	65	P	Piejūra
51.PL	Inčukalna n.	Inčukalna pagasts	Sl	46	P	Piejūra
52.PL	Ķeguma n.	Birzgales pagasts	Dm	64	P	Austrumzemgale
53.PL	Amatas n.	Zaubes pagasts	Nd	97	P	Vidzemes augstiene

Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos

Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, kopumā 53 apsektajos monitoringa parauglaukumos 2019. gadā uzskaitīti 246 lakstaugu taksoni (ieskaitot lakstaugu stāvā konstatētās kokaugu sugas), krūmu un koku stāvā (E2) uzskaitīti 32 taksoni, bet kopējais sūnu un ķērpju taksonu skaits apsektajos parauglaukumos sasniedza 63 (1. pielikums). Vislielākais lakstaugu un sūnu sugu skaits pirmreizējā monitoringa ietvaros noteikts vērī "13.PL", kas atradās ekotona zonā, līdz ar to vērojams liels neraksturīgo sugu īpatsvars vēra meža tipam. Visizplatītākās jeb biežāk sastopamās lakstaugu sugas – *Vaccinium myrtillus* (sastopama 32 parauglaukumos), *Vaccinium vitis-idaea* un *Maianthemum bifolium* (28 parauglaukumos). Visbiežāk sastopamās sūnas – *Pleurozium schreberi* (37 parauglaukumos), *Hylocomium splendens* (35 parauglaukumos). Liela daļa no vaskulāro augu sugām konstatētas tikai vienā parauglaukumā (114 taksoni) (1. pielikums).

Apsēkotajos monitoringa parauglaukumos konstatētas gan aizsargājamās sugas – *Euonymus verrucosa*, *Dactylorhiza maculata*, *Platanthera sp.*, *Huperzia selago*, *Lycopodium annotinum*, gan arī invazīvās sugas – *Swida alba*, *Amelanchier spicata*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Solidago canadensis*, *Parthenocissus quinquefolia* (1. pielikums).

Šenona-Vīnera indekss

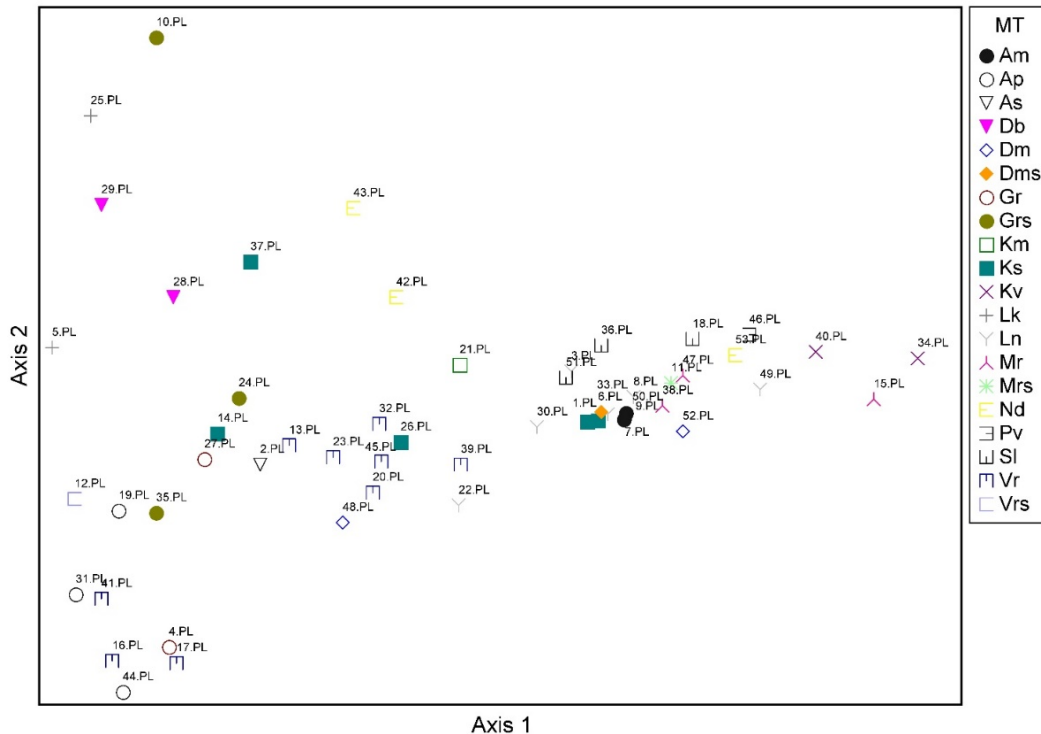
Pēc pirmā gada datiem, aprēķināts katra parauglaukuma daudzveidības indekss dažādos meža tipos. Augstākās Šenona-Vīnera indeksa vērtības novērotas slapjajā gāršā "24.PL" (3,722), gāršā "29.PL" (3,575) un vērī "13.PL" (3,617), zemākā – lāna audzē "6.PL" (1,591) (2. pielikums). Jāuzsver, ka gan dabiskie traucējumi, gan arī cilvēka radītie traucējumi, piemēram, vienlaidus atjaunošanas cirte, palielina sugu skaitu noteiktajam meža tipam saistībā ar neraksturīgo sugu, galvenokārt pioniersugu, īpatsvaru.

Detrendētā korespondentanalīze (DCA)

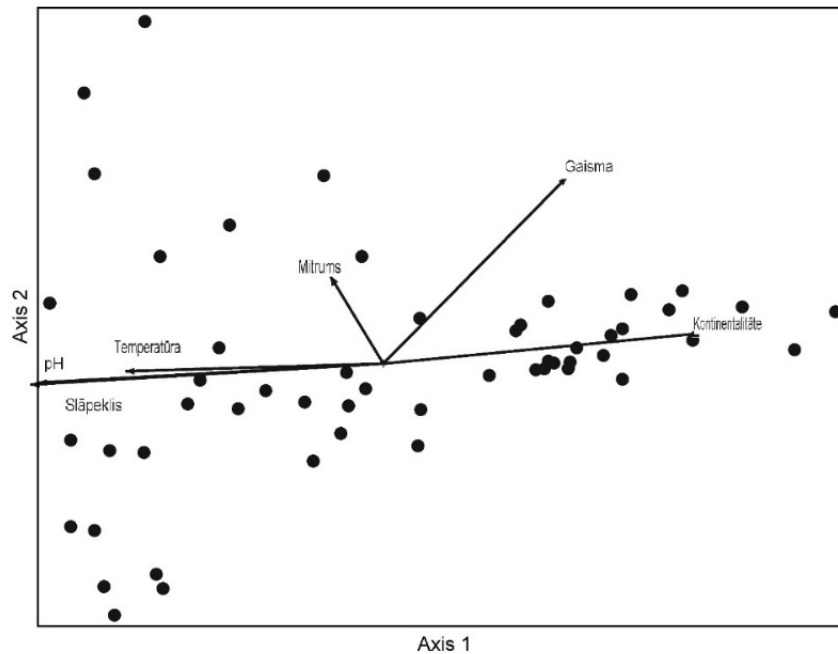
Veicot DCA ordināciju, redzama sugu sastāva līdzības/atšķirības starp apsektajiem meža tipiem (2.2. attēls). Viena meža tipa parauglaukumu izvietojums nereti grupējas vienkopus, piemēram, dumbrājam, viršu kūdrenim, silam. Tomēr vairums no 2019. gada apsektajiem parauglaukumiem viena meža tipa audzes ietvaros negrupējas vienkopus. Šāds iegūtais rezultāts varētu būt skaidrojams ar to, ka parauglaukumos notikusi saimnieciskā darbība, proti, kopšanas cirtes vai vienlaidus atjaunošanas cirtes –

kā piemēri minami parauglaukumi “3.PL”, “23.PL”, “37.PL”. Papildus to varētu skaidrot ar parauglaukumu atšķirīgo reģionālo novietojumu un valdaudzes atšķirīgo koku sugu struktūru.

Veģētācijas sugu sastāva saistība ir būtiska ar izvēlētajām Ellenberga vērtībām. Sugu sastāva galvenie ietekmējoši faktori – pH jeb augsnes reakcija, slāpekļis. Šie faktori ir svarīgi meža tipu augu sabiedrībām, kas atrodas uz mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofās augsnēm (2.3. attēls). DCA ordinācijā izdalās grupas – oligotrofo mežu grupas, kur sugu sastāvam raksturīgas gaismprasīgas sugas (piemēram, vairums *Cladonia* ģints sugas, *Calluna vulgaris*, *Chamaenerion angustifolium*) un kontinentālās sugas (*Vaccinium myrtillus*, *Hylocomnium splendens*, *Polytrichum commune*, *Pinus sylvestris*, *Rubus saxatilis*).

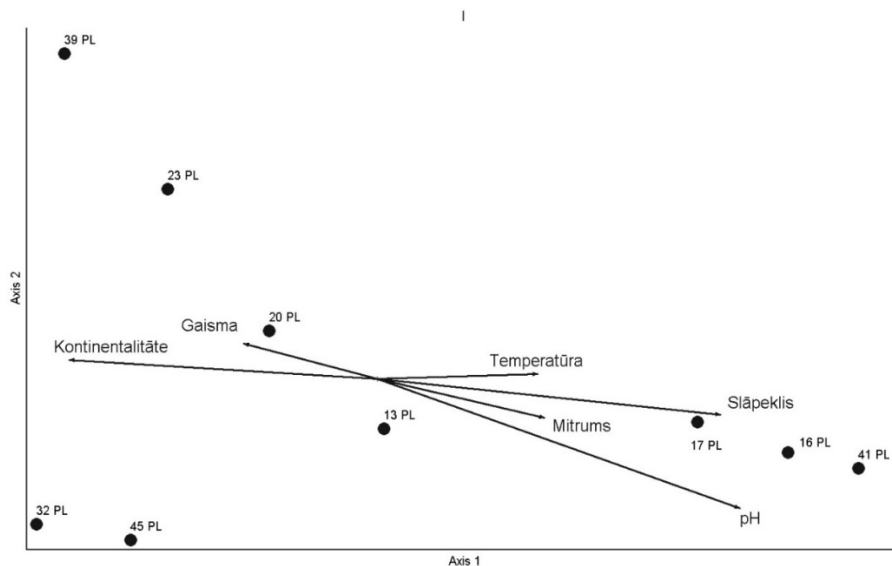


2.2. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem 53 meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem.



2.3. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem 53 MSI parauglaukumiem.

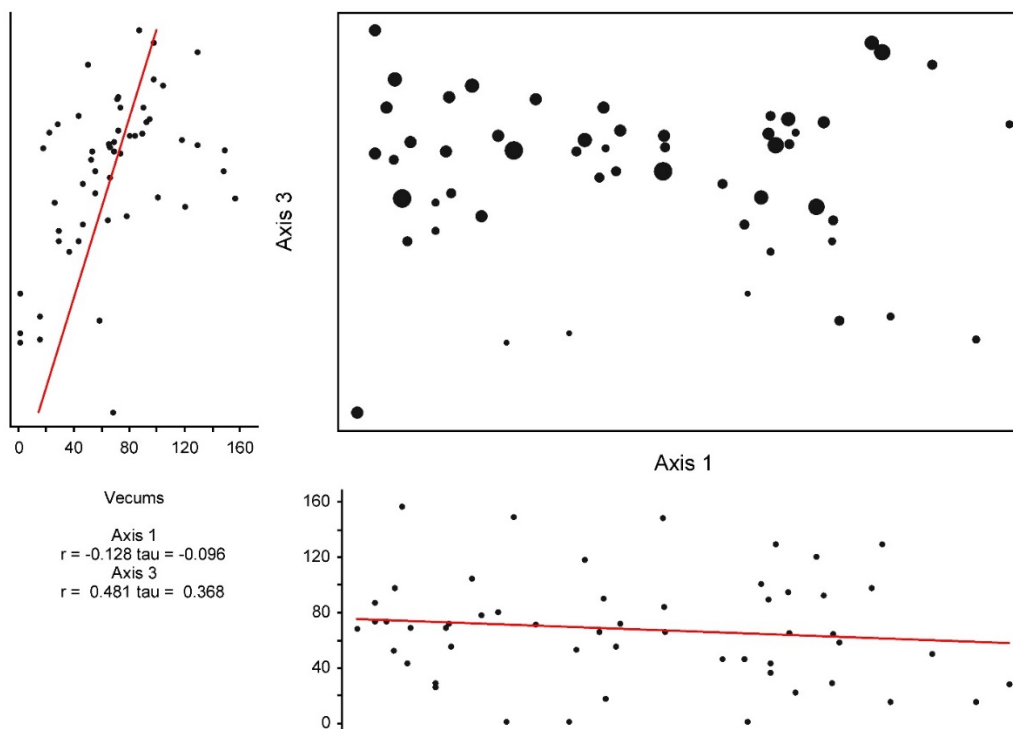
2019. gadā apsekoti dažādi meža tipi, bet mazā atkārtotamībā. Kā izņēmums jāmin vēris – biežāk sastopamākais meža tips Latvijā, apsekots deviņos parauglaukumos. Aplūkojot DCA ordināciju, novērota liela augu sabiedrības izkliede viena meža tipa ietvaros. Katra audze, lai gan meža tipoloģijā apzīmēta kā vēris, pakļauta dažādu faktoru ietekmei – gan mitruma režīma, augsnes īpašību, saimnieciskās darbības, kā arī parauglaukumu ģeogrāfiskajam novietojumam, kas savukārt ietekmē sugu sastāvu viena meža tipa ietvaros (2.4. attēls).



2.4. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem parauglaukumiem vērim.

DCA analīzes rezultāti parādīja, ka pastāv savstarpēja saistība starp sugu sastāvu un audzes vecumu, atsevišķi izdalot parauglaukumus trešās ass apakšpusē. Tas skaidrojams ar pioniersugu (*Rubus*

idaeus, *Molinia caerulea*, *Galeopsis* ģints) sastopamību apsektajos parauglaukumos ar mazāku audzes vecumu (2.5. attēls). Jāuzsver, ka arī jaunaudzēs, atkarībā no koku augšanas apstākļiem, augu sabiedrības var būt dažādas.



2.5 .attēls. DCA ordinācija 53 meža statistiskās inventarizācijas parauglaukiem un vecumam.

Epifītisko un epiksīlo sugu daudzveidība

Sūnu un ķērpju sugas un to projektīvais segums uz dzīviem kokiem noteikts 48 parauglaukumos, savukārt sugu skaits uz kritālām attiecīgi 15 parauglaukumos (3. pielikums). Piecos parauglaukumos, no kuriem trīs bija izcirtumi (“3.PL”, “23.PL”, “37.PL”) un divas jaunaudzēs (“15.PL”, “49.PL”) epifītu un epiksīlu uzskaitē netika veikta.

Kopumā sūnu un ķērpju sugu daudzveidība noteikta uz 192 dzīviem kokiem, kas piederēja 12 koku sugām. Ņemot vērā izvēlēto metodiku, visvairāk apsektās koku sugas bija: *Pinus sylvestris* (69 koki), *Picea abies* (43 koki), *Betula pendula* (37 koki) un *Alnus glutinosa* (14 koki) (3. pielikums). Pārējo koku sugu sadalījums bija sekojošs: *Quercus robur* – 8 koki, *Populus tremula* – 4 koki, *Fraxinus excelsior* – 4 koki, *Alnus incana* – 4 koki, *Sorbus aucuparia* – 3 koki, *Tilia cordata* – 3 koki, *Acer platanoides* – 2 koki un *Salix caprea* – 1 koks (3. pielikums). Bioloģiskās daudzveidības monitoringa ietvaros, sūnu un ķērpju sugas apsektajos parauglaukumos uzskatītas arī uz 24 kritālām (3. pielikums). Apsektoto kritālu skaits parauglaukumos variēja no viena līdz diviem substrātiem.

Kopumā uz dzīvajiem kokiem uzskatītas 66 epifītu sugas, no kurām 26 sūnaugi un 40 ķērpju taksoni (4. pielikums). Visizplatītākās sūnu sugas bija *Dicranum montanum*, *Hypnum cupressiforme* (katra suga konstatēta 22 parauglaukumos). Plaši sastopama sūnu suga bija arī *Radula complanata* (18 parauglaukumos). No ķērpju sugām visbiežāk sastopamās bija *Lepraria* ģints sugas, kas noteiktas visos apsektajos parauglaukumos (48 parauglaukumos). Bieži konstatētas arī ķērpju sugas: *Cladonia coniocrea* (36 parauglaukumos), *Hypogymnia physodes* (29 parauglaukumos) un *Phlyctis argena*

(24 parauglaukumos). Trīsdesmit viens epifīts konstatēts tikai uz viena substrāta, no tiem 14 sūnu sugas un 18 ķērpju sugas (4. pielikums).

Apsekotajās teritorijās uz izvēlētajiem kokiem noteiktas arī retās un aizsargājamās sugas, proti, trīs sūnu sugas un sešas ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamās bija dabisko meža biotopu ķērpju indikatorsugas – *Graphis scripta* (11 parauglaukumos) un *Arthonia spadicea* (9 parauglaukumos), bet no sūnu sugām – *Ulota crispa* (3 parauglaukumos). Uzskaitītas trīs dabisko meža biotopu specifiskās sugas: sūnu suga – *Frullania tamarisci* (konstatēta vienā parauglaukumā) un ķērpju sugas: *Arthonia byssacea* (konstatēta vienā parauglaukumā) un *Pertusaria pertusa* (konstatēta vienā parauglaukumā) (4. pielikums) (Auniņš, 2013).

Epifītu daudzveidība

Lielākā epifītisko sugu bagātība konstatēta parauglaukumos gāršā “4.PL” un lieknā “25.PL” (katrā 17 sugas), kā arī šaurlapju kūdrenī “26.PL” (15 sugas) un slapjajā vērī “12.PL” (14 sugas). Jau iepriekš minētie parauglaukumi “25.PL” un “26.PL” bija ar lielāko konstatēto epifītisko sūnu sugu skaitu – attiecīgi 10 un 11 sūnaugi. Savukārt “4.PL”, dumbrajā “29.PL” un purvajā “46.PL” bija parauglaukumi ar lielāko epifītisko ķērpju sugu bagātību – attiecīgi 10 ķērpju sugas katrā parauglaukumā. Visbagātākās audzes ar sūnu un ķērpju indikatorsugām bija parauglaukumos slapjajā vērī “12.PL” un platlapju ārenī “31.PL” – trīs sugas katrā parauglaukumā (2.2. tabula).

2.2. tabula

Sūnu un ķērpju sugu skaits apsekotajos parauglaukumos

PL no-saukums	Meža tips	Epi fīti	Epifītiskās sūnas	Epifītiskie ķērpji	Epifītiskās indikatorsugas	Epi-ksīli	Epiksīlās indikatoraugas
4.PL	Gr	17	7	10	2	3	
25.PL	Lk	17	10	7	2		
26.PL	Ks	15	11	4	2	6	
12.PL	Vrs	14	6	8	3	18	1
27.PL	Gr	13	4	9	1	11	
31.PL	Ap	12	4	8	3	10	
19.PL	Ap	12	7	5	1	10	
35.PL	Grs	12	7	5			
29.PL	Db	12	2	10	2	11	
51.PL	Sl	12	3	9			
28.PL	Db	11	3	8	2	16	
16.PL	Vr	11	7	4	1		
46.PL	Pv	10		10			
2.PL	As	10	6	4			
5.PL	Lk	10	4	6	1	16	1
11.PL	Mrs	9	2	7			
41.PL	Vr	9	2	7	2	5	
47.PL	Mr	9		9			
44.PL	Ap	9	3	6	2		
17.PL	Vr	9	1	8		4	
13.PL	Vr	9	3	6	1	17	1
8.PL	Ln	9	2	7			
39.PL	Vr	8	4	4			

PL nosaukums	Meža tips	Epifiti	Epifītiskās sūnas	Epifītiskie ķērpji	Epifītiskās indikatorsugas	Epiksīli	Epiksīlās indikatorsugas
48.PL	Vr	8	1	7			
20.PL	Vr	8	4	4			
1.PL	Ks	8	3	5		9	
18.PL	Sl	8		8			
14.PL	Ks	8				6	1
22.PL	Ln	7	3	4			
32.PL	Vr	7	4	3	1		
24.PL	Grs	7	3	4		2	
42.PL	Nd	6	2	4			
9.PL	Am	6		6			
30.PL	Ln	6		6			
21.PL	Km	6	2	4			
6.PL	Ln	6	1	5			
53.PL	Nd	5	1	4			
36.PL	Sl	5	1	4			
7.PL	Km	5		5			
34.PL	Kv	5		5			
50.PL	Am	4		4			
43.PL	Nd	4		4			
33.PL	Dms	4		4			
52.PL	Dm	4		4			
10.PL	Grs	3		3			
40.PL	Kv	3		3			
38.PL	Mr	3		3			
45.PL.	Vr	1		1			

Epiksīlu daudzveidība

Apsekotajos parauglaukumos uz kritalām uzskaitītas 45 epiksīlās sugas, no kurām 35 sūnu sugas un 10 ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamās sūnu sugas bija *Hypnum cupressiforme* (12 parauglaukumos) un *Hylocomnium splendens* (9 parauglaukumos). Savukārt visizplatītākā ķērpju suga uz apsekotajām kritalām bija *Cladonia fimbriata* (4 parauglaukumos). Liela daļa no sugām konstatētas tikai vienā apsekotajā parauglaukumā (17 epiksīlās sugas). Dotajā pētījumā uz kritalām konstatētas divas dabisko mežu biotopu indikatorsugas, no kurām viena ir epifīts, proti, *Ulota crispa* (3 parauglaukumos) un otra epiksīls – *Nowellia curvifolia* (1 parauglaukumā) (5. pielikums).

Lielākā epiksīlo sugu bagātība konstatēta parauglaukumos slapjajā vērī “12.PL” (18 sugas), vērī “13.PL” (17 sugas), kā arī dumbrajā “28.PL” un lieknā “5.PL” – katrā parauglaukumā pa 16 sugām. Četros parauglaukumos konstatēta vismaz viena reta suga (indikatorsuga) uz apsekotajām kritalām, proti, “12.PL”, “5.PL”, “13.PL” un šaurlapju kūdrenī “14.PL” (2.2. tabula).

Epifītu saistība ar koka sugu

Lielākais kopējo sūnu un ķērpju sugu skaits konstatēts uz koku sugām *Alnus glutinosa* (16 sūnaugi un 17 ķērpju sugas), *Betula pendula* (11 sūnaugi un 14 ķērpju sugas) un *Quercus robur* (8 sūnaugi un 14 ķērpju sugas) (3. tabula). Liels ķērpju sugu skaits noteikts arī uz *Picea abies* un *Fraxinus excelsior* (10 ķērpju sugas uz katras koka sugas). Lielākais indikatorsugu skaits konstatēts uz koku sugas *Alnus glutinosa*

(5 sugas). Savukārt vidēji uz viena koka lielākais epifītu skaits noteikts uz *Alnus glutinosa* (7 sugas), *Sorbus aucuparia* (7 sugas) un *Alnus incana* (7 sugas) (2.3. tabula).

2.3. tabula

Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām

Koku suga	Kopējais epifītisko sūnu sugu skaits	Kopējais epifītisko ķērpju sugu skaits	Kopējais epifītisko indikatorsugu skaits	Vidējais epifītu skaits
<i>Alnus glutinosa</i> (14)	16	17	5	7
<i>Betula pendula</i> (37)	11	14	2	4
<i>Quercus robur</i> (8)	8	14	3	6
<i>Populus tremula</i> (4)	8	6	2	6
<i>Picea abies</i> (43)	6	10	-	3
<i>Sorbus aucuparia</i> (3)	5	7	-	7
<i>Alnus incana</i> (4)	5	6	1	7
<i>Acer platanoides</i> (2)	5	5	-	6
<i>Fraxinus excelsior</i> (4)	4	10	2	6
<i>Tilia cordata</i> (3)	3	7	2	6
<i>Pinus sylvestris</i> (69)	3	2	1	3
<i>Salix caprea</i> (1)	3	1	-	4

Secinājumi

Monitoringa pirmajā, 2019. gadā iegūtajiem datiem vairāk ir uzkrājosa nozīme, jo dati ir daudzveidīgi – ar mazu atkārtojuma skaitu. Apsektas mežaudzes dažādos meža tipos, ar atšķirīgām valdošajām sugām un dažādām vecuma struktūrām. Iegūtie rezultāti apliecina vispārzināmus faktus.

Analizējot veģetācijas parauglaukumus, redzams, ka mežaudzēs ar mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofās augsnēm vērojama lielāka lakstaugu daudzveidība kā mežos ar oligotrofām augsnēm. Pētījuma gaitā, veicot bioloģiskās daudzveidības monitoringu, būtu iespējams noteikt vaskulāro augu daudzveidību dažāda tipa mežos.

Veicot monitoringa uzskaiti, noteikts, ka trīs objektos veikta meža atjaunošanas cirte. Datu ievākšana parauglaukumos pēc mežizstrādes nākamajos bioloģiskās daudzveidības uzskaites cikla posmos dotu iespēju novērot sugu attīstības dinamiku noteiktā laika posmā, kā arī noteikt laika intervālu, kas nepieciešams, lai noteiktā meža tipā veidotos tam raksturīgā augu sabiedrība.

Pirmie rezultāti epifītu daudzveidības uzskaitē meža monitoringa ietvaros norāda, ka apsekotajos parauglaukumos, kuros pārsvarā dominēja skujkoki – *Picea abies* un *Pinus sylvestris*, lielāka epifītu daudzveidība saistīta ar lapu koku klātbūtni. Analizējot sugu sastāvu, redzams, ka pētījumā apsekotās audzes raksturojas ar lielāku ķērpju sugu bagātību. Koku sugas *Alnus glutinosa* klātbūtne veicina audzēs lielāku epifītu bagātību, tai skaitā arī reto uz aizsargājamo sugu klātbūtni. Iegūtos rezultātus varētu daļēji skaidrot ar atšķirīgo substrātu skaitu apsekotajās teritorijās, un tālākā pētījumu gaitā, iegūstot lielāku datu apjomu, parādītu katras koku sugas nozīmi epifītu daudzveidībā dažādos meža tipos.

Iegūtie rezultāti rādīja, ka gandrīz 1/3 no visiem apsekotajiem parauglaukumiem uzskaitīti epiksīli uz kritālām. Tas varētu parādīt, ka daļā audžu sastopamas meža struktūras, kas spēj nodrošināt piemērotus

vides apstākļus un substrātu noteiktai sūnaugu un ķērpju sugu florai. Tādejādi veicinot lielāku sugu daudzveidību audzēs.

Nākotnē iegūtie pētījuma rezultāti ļautu novērtēt vaskulāro augu, sūnaugu un ķērpju sastopamību Latvijas mērogā, papildinot zināšanas ne tikai par aizsargājamiem mežiem, bet arī par apsaimniekotajiem mežiem. Savukārt ilglaicīga monitoringa rezultāti nākotnē varētu parādīt, kā sugas ietekmē apkārtējās vides maiņa. Vaskulāro augu, epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu savstarpējo saistību ar klimata izmaiņām, antropogēno intensitāti un audžu raksturojošiem meža struktūrelementiem.

Literatūras saraksts

- Auniņš, A. (red.) 2013. Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums. Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Āboliņa, A., Piterāns, A., Bambe, B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. DU AA "Saule", Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 213 lpp.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Wien, New York, Springer Verlag, 865 S.
- Ek, T., Suško, U., Auziņš, R. 2002. Mežaudžu atlēgas biotopu inventarizācijas metodika. Rīga, Valsts meža dienests.
- Ellenberg, H., Ruprecht, D., Volkmar, W., Willy, W., Dirk, P. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 258 S.
- Gavrilova, G., Šulcs, V. 1999. Latvijas vaskulāro augu flora. Taksonu saraksts. Latvijas Akadēmiskā bibliotēka, Rīga, 136 lpp.
- Peck, J. E. 2010. Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD. MjM Software Design, Gleneden Beach, OR. 162 p.

Atmirusī koksne (Jānis Donis)

Materiāls un metodika

2019. gadā atmirusī koksne atbilstoši metodikai novērtēta 1936 parauglaukumos, kuros konstatēti augoši koki vai atmiruši koki. Kopumā novērtētas 6894 kritālas un stumbeņi, kā arī 1253 sausokņi. Atmirums novērtēts sekojošās atmiruma kvalitātes grupās (2.4. tabula), kā arī divās dimensiju grupās – 6–30 cm resgalī, <30 cm resgalī. Minimālais garums 1 m.

2.4. tabula

Atmiruma kvalitātes grupas

Nosaukums	Kods
Svaigs atmirums (kārtējā gada atmirums)	1
Cieta koksne bez mizas, vai daļēji ar mizu (izņemot bērzu)	2
Koksne nedaudz mīksta, tajā var viegli iedurt nazi 1 cm dziļumā	3
Koksne mīksta, nazi viegli var iedurt 5 cm dziļumā	4
Koksne ļoti mīksta, tā viegli drūp rokās	5

Lai konceptuāli varētu veikt salīdzinājumu ar iepriekšējiem cikliem, 2.–4. grupa apvienota grupā "vidēji sadalījies", bet 5. grupa pielīdzināta grupai "vecas".

Rezultāti

Kopumā novērtētas 6894 kritālas un stumbeņi, kā arī 1253 sausokņi. Atmiruma sadalījums pa dimensiju grupām un to vidējā krāja uz ha atspoguļota 2.5. tabulā.

Atmiruma sadalījums pa dimensiju grupām un sadalīšanās pakāpi 2019. gadā uzmērītajos meža (ZKAT 10–14) parauglaukumos.

Atmirušās koksnes dimensiju grupa un veids	Vidēji m ³ ha ⁻¹	STDEV	SE
Kritalas svaigas līdz30	0.46	2.78	0.06
Kritalas svaigas virs30	0.44	11.38	0.25
Kritalas Vecas līdz30	3.29	8.383	0.19
Kritalas Vecas virs30	1.87	10.17	0.23
Kritalas Vid līdz30	4.96	19.33	0.43
Kritalas Vid virs30	2.22	12.01	0.27
Sausokņi līdz30	3.20	11.62	0.26
Sausokņi virs30	1.32	10.72	0.24
Stumbeņi svaigi līdz30	0.12	1.146	0.03
Stumbeņi svaigi virs30	0.04	0.734	0.02
Stumbeņi Veci līdz30	0.24	1.043	0.02
Stumbeņi Veci virs30	0.13	1.317	0.03
Stumbeņi Vid līdz30	1.56	4.353	0.10
Stumbeņi Vid virs30	0.81	4.585	0.10
	20.67	40.38	0.9

Kopumā mežaudzēs un izcirtumos atmirušās koksnes apjoms vidēji ir 20.67±0.9 m³ha⁻¹ (aprēķinot standartklāvu, nav ņemta vērā platību nenoteiktība). Lielākā krāja ir vidēji sadalījuma pakāpē (klase 2–4) kritālām (4.96±0.43 m³ha⁻¹) un vecām kritālām līdz 30 cm (3.29±0.19 m³ha⁻¹), sausokņiem līdz 30 cm (3.20±0.26 m³ha⁻¹). Atmirums virs 30 cm caurmērā dažādā sadalīšanās pakāpē veido 6.83 m³ha⁻¹.

Ar kokiem saistītu bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings (Jānis Donis)

Materiāls un metodika

2019. gada sezonā bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgas struktūras atbilstoši metodikai novērtētas 1936 parauglaukumos, kuros konstatēti augoši vai atmiruši koki.

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes definējums: ar kokiem saistītas mikrodzīvotnes (KSM) ir patstāvīgas, labi norobežotas struktūras, kas novērojamas uz dzīviem vai beigtiem kokiem, kuras ir īpaši un būtiski substrāti vai dzīves vietas sugām vai sugu grupām vismaz daļu no to dzīves cikla, lai tās attīstītos, barotos, patvertos vai vairotos.

Bioloģiskās daudzveidības jeb ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes fiksē gan dzīviem, gan atmirušiem kokiem. Mikrodzīvotņu klasifikācija dota 2.6. tabulā.

2.6. tabula

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes un to iedalījums

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
Dobumi s.l.	Dzeņu dobumi	Nelielu dzeņu ligzdošanas dobumi	Ieeja $\varnothing < 4$ cm. <i>Dendrocopos minor</i> dobums.	Ejas $\varnothing < 4$ cm	C11

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			Parasti tiek kalts atmirušā zarā.		
		Vidēji lielu dzeņu ligzdošanas dobumi	Apaļa dobuma ieeja aptuveni $\varnothing=4-7$ cm. Ligzdošanas dobumi vidēja lieluma dzeņiem (<i>Dendrocopos major</i> , <i>D. medius</i> , <i>D. leucotos</i> , <i>Picus viridis</i> , <i>P. canus</i> , <i>Picoides tridactylus</i>). Parasti tiek kalti trupējušā kokā (atmiris zars, stumbenis).	Ejas $\varnothing 4-7$ cm	C12
		Lielu dzeņu ligzdošanas dobumi	Ovāla dobuma ieeja $\varnothing < 10$ cm. Ligzdošanas dobumi. <i>Dryocopus martius</i> parasti tiek kalti galvenajā stumbra daļā (bez zariem).	Ejas $\varnothing < 10$ cm	C13
		Dobumu grupa	Vismaz trīs dzeņu ligzdošanas dobumi rindā uz stumbra. Maksimālais attālums starp diviem secīgiem dobumiem ir 2 m.	Ejas $\varnothing < 3$ cm	C14
	Trupes radīti dobumi	Stumbra pamatnes trupes dobumi (virspuse slēgta, kontakts ar zemi)	Dobuma kamera ir pilnībā aizsargāta no apkārtējās vides mikroklimata un lietus. Augšējā daļa slēgta. Satur vairāk vai mazāk irdenu substrātu (atkarībā no attīstības stadijas). Dobumam apakšā ir kontakts ar zemi. Jāņem vērā, ka dobuma ieeja var būt augstāk uz stumbra.	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C21
		Stumbra pamatnes trupes dobumi (virspuse slēgta, nav kontakts ar zemi).	Augšējā daļa slēgta. Satur vairāk vai mazāk irdenu substrātu (atkarībā no attīstības stadijas). Dobumam apakšā <u>nav</u> kontakts ar zemi.	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C22
		Daļēji atvērts stumbra trupes dobums	Dobuma kamera nav pilnībā aizsargāta no apkārtējās vides mikroklimata un lietus var tajā ieplūst. Jāievēro, ka dobuma ieeja var būt augstāk stumburā.	Atvēruma $\varnothing > 30$ cm	C23

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
		Skursteņveidīgs stumbra pamatnes trupes atvērums	Koka stumbra dobums, kas ir pilnīgi atvērts augšpusē, bieži rodas stumbra bojājumu dēļ; dobuma pamatne sasniedz zemes līmeni, tāpēc iekšējais dobums ir tiešā saskarē ar augsni	Atvēruma Ø>30 cm	C24
		Skursteņveidīgs stumbra trupes atvērums	Koka stumbra dobums, kas ir pilnīgi atvērts augšpusē, bieži rodas stumbra bojājumu dēļ; dobuma pamatne <u>nesasniedz</u> zemes līmeni, tāpēc iekšējais dobums ir tiešā saskarē ar augsni.	Atvēruma Ø>30 cm	C25
		Cauris zars	Trupes caurums lielā zarā, kā rezultātā rodas cauruļveida patvērums, kas bieži ir novietots horizontāli.	Atvēruma Ø>10 cm	C26
	Kukaiņu galerijas	Kukaiņu galerijas un skrejas koksne	Ksilofāgu kukaiņu skreju tīkls norāda uz caurumu sistēmu koksne. Kukaiņu galerija ir sarežģīta caurumu sistēma, ko koksne rada viena vai vairākas kukaiņu sugas.	Skrejas Ø>1 cm	C31
	Kukaiņu galerijas	Kukaiņu galerijas un skrejas koksne	Ksilofāgu kukaiņu skreju tīkls norāda uz caurumu sistēmu koksne. Kukaiņu galerija ir sarežģīta caurumu sistēma, ko koksne rada viena vai vairākas kukaiņu sugas.	Platība >300 cm ² (A5 lapas lielums)	C32
	Iedobumi	Dendrotelma (ūdens pildīta iedobe)	Kausa formas ieliekums, kas tās formas dēļ saglabā ūdeni līdz tas izžūst, iztvaikojot.	Ø>15 cm	C41
	Iedobumi	Dzeņu barošanās kalumi	Iedobes, kas rodas dzeņu barošanas aktivitātēs. Iedobe ir koniska: ieeja ir lielāka nekā iekšpusē.	Dziļums >10 cm, Ø>10 cm	C42
	Iedobumi	Stumbra mizas iedobumi	Dabiskais mizas ieliekums uz koka stumbra. Nav substrāta.	Dziļums >10 cm, Ø >10 cm	C43
	Iedobumi	Celmu/sakņu blīzuma iedobumi	Izveidojies dabīgais mizas ieliekums, kas veidojas pie koka stumbra pamatnes ar koku saknēm un augsni.	Ø >10 cm	C44

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			Nav substrāta (ja tā ir: skatiet Stumbra pamatnes trupes dobumi).		
Koka ievainojumi un ekspanēta koksne	Ekspanēta tikai aplievas koksne	Mizas zudums	Mizas zudums, kas atklāj aplievas koksni (To izraisa, piemēram, mežizstrāde (pievešana, koku gāšana), dabiski krituši koki, pārnadži, grauzēji u. c.)	Platība >300 cm ²	B11
		Uguns rētas	Uguns rētas uz stumbra apakšdaļā. Tās parasti ir trīsstūrveida formas un atrodas pie koka pamatnes. Uguns rētas ir saistītas ar atogļojumu un dažreiz sveķu plūsmu uz atklāta koksnes vai mizas.	Platība >600 cm ² (A4 lapas lielums)	B12
		Zemmizas slēptuves	Vieta starp atlobītu mizu un aplievu, kas veido patvērumu. (atvērts apakšā).	Atvērums >1 cm, dziļums >10 cm, augstums >10 cm	B13
		Zemmizas kabatas	Vieta starp atlobītu mizu un aplievu, kas veido kabatu (atvērts augšpusē), iespējams, satur substrātu.	Atvērums >1 cm, platums >10 cm, augstums >10 cm	B14
	Ekspanēta aplievas koksne un kodolokoksne	Stumbra lūzums	Stumbrs ir nolauzts, bet koks joprojām ir dzīvs. Apakšējā daļa no mirušās koksnes saskaras ar dzīvu koku ar sulas plūsmu.	Ø >10 cm lūzuma vietā	B21
		Zara lūzums	Ekspanēta kodolokoksne zaru vai žākles lūzumu dēļ. Brūci ieskauj dzīva koksne ar sulas plūsmu.	Ekspanēta kodolokoksne >300cm ²	B22
		Plisums/ plaisa	Plaisa caur mizai un koksnei (ja to izraisa zibens skatiet tālāk).	Garums >30 cm, platums >1 cm, Dziļums >10 cm	B23
		Zibens rēta	Rēta, ko izraisījis zibens; parasti spirālē ap koku koksne šķēpelēs.	Garums >30 cm, platums >1 cm, dziļums >10 cm	B24
		Žākles plisums	Plaisa stumbra žāklē. (Ja viena žākles puse ir nolūzusi, skatiet stumbra bojājumus).	Garums >30 cm	B25
		Sašķēpelēts stumbrs	Vēja lūzuma gadījumā stumbrs ir sadalījies ar vairākām garām šķēpelēm. šķēpelētās brūces nodrošina īpašus ekoloģiskos apstākļus.	Ø >20 cm lūzuma vietā	B26

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
Atmirusi koksne vainagā	Atmirusi koksne vainagā	Atmiruši zari	Atmirušie zari, kas saglabājušies vainagā ir relatīvi noēnoti.	Zaru Ø>10 cm	D11
		Atmirusi galotne	Visa koka augšdaļa ir mirusi; atmirusī koksne ir eksponēta saulē.	Atmirušās daļas pamata Ø>10 cm	D12
		Palikušais nolūzušais zars	Zars ir nolūzis. Atlikušais gals var būt sašķēpelēts. Traumas neietekmē stumbru (ja tā ir, skatiet stumbra bojājumus).	Lūzuma vietas Ø>20 cm un palikušās daļas garums >0,5 m	D13
		Atmirusi vainaga daļa	Atmirušie zari, kas saglabājušies vainagā ir relatīvi noēnoti.	Zaru Ø>3 cm, &>10% no vainaga ir atmiris	D14
Izaugumi	Zaru mudžekļi	Vejslota	Blīva zaru aglomerācija sānzarus.	Ø>50 cm	E11
		Ūdenszari	Blīva zaru aglomerācija uz stumbra.	>5 zaru puduri	E12
	Izaugumi un vēži	Izaugumi (māzeri)	Šūnu augšanas izplatīšanās ar raupju mizu.	>20 cm	E21
		Vēzis	Trupējoša brūce. Skarta aplieva. To izraisa, piemēram, <i>Melampsorella caryophyllacerum</i> , <i>Nectria l.s.</i>	Ø>20 cm vai klāta liela stumbra daļa	E22
Saproksīlo sēņu auglķermeņi un gļotveida veidojumi	Daudzgadīgi sēņu auglķermeņi	Daudzgadīgās piepes	Cieti daudzgadīgo poliporo sēņu auglķermeņi, kas atšķiras ikgadējiem slāņiem. Galvenās daudzgadīgās ģints: <i>Fomitopsis pp</i> , <i>Fomes</i> , <i>Perreniporia pp.</i> , <i>Oxyporus</i> , <i>Ganoderma pp</i> , <i>Phellinus</i> , <i>Daedalea</i> , <i>Haploporus</i> , <i>Heterobasidion</i> , <i>Hexagon</i> , <i>Laricifomes</i> , <i>Daedleopsis</i> .	Lielākais Ø>5 cm	F11
	Efimērie auglķermeņi	Viengadīgas piepes	Viengadīgu poliporo sēņu auglķermeņi, kas pastāv vairākas nedēļas. Ir tikai viens slānis un parasti ir elastīga un mīksta (bez koksnes daļām). Galvenās ģints: <i>Abortiporus</i> , <i>Amylocystis</i> , <i>Bjerkandera</i> , <i>Bondarzewia</i> , <i>Cerrena</i> , <i>Climacocystis</i> , <i>Fistulina</i> , <i>Gloeophyllum</i> , <i>Grifola</i> , <i>Hapalopilus</i> , <i>Inonotus</i> ,	Lielākais Ø>5 cm vai klasteris ar >10 auglķermeņiem	F21

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			<i>Ischnoderma, Laetiporu, Leptoporu, Meripilus, Oligopors, Oxyporus, Perenniporia pp, Phaeolus, Piptoporus, Podofomes, Polyporus, Pycnoporus, Spongipellis, Stereum, Trametes, Trichaptum, Tyromyces.</i>		
		Cepurīšsēnes	Sēnēm ir liels, biezs un mīksts vai drīzāk gaļīgs augļķermenis (rinda <i>Agaricales</i>). Piemēram: <i>Armillaria, Pleurotus, Pholiota</i> vai lielās <i>Pluteus sugas</i> . Augļķermenis parasti paliek vairākas nedēļas.	Lielākais Ø>5 cm vai klasteris ar >10 sēņu augļķermeņiem	F22
		Piromicētes	Cietas puslodes formas tumšās sēnes, kas atgādina kā ogles gabalu. Piemēram: <i>Daldinia</i> vai <i>Hypoxylon</i> .	Stromas lielākais Ø>5 cm vai stromu grupa klāj >100 cm ²	F23
		Ģlotsēnes	Amēbveidīgs ģlotsēne, kas veido kustīgu plazmodiju. plazmodijs ir želejveidīgs, ja svaigs.	Lielākais Ø>5 cm	F24
Epifītiskas un epiksīliskas struktūras	Epifīti un parazīti	Sūnaugi	Stumbra daļa, ko sedz sūnas un aknu sūnas.	>10% no stumbra virsmas	A11
		Lapu/ krūmu ķērpji	Stumbra daļa, ko sedz lapu un krūmu ķērpji.	>10% no stumbra virsmas	A12
		Efejas un liānas	Lianas un citi vītenaugi (<i>Hedera helix, Clematis vitalba, Lonicera periclymenum, Vitis vinifera</i>).	>10% no stumbra virsmas	A13
		Papardes	Papardes, kas aug tieši uz koka daļas (t.i., epifīts).	>5	A14
		Āmuļi	Hemiparazītu augi (<i>Viscum spp., Arceuthobium oxycedri, Loranthus europaeus</i>)	Lielākais Ø>20 cm	A15
	Ligzdas	Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni.	Ø>50 cm	A21
		Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni vai vāveres.	Ø>20 cm	A22
		Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni, susuri, peles vai vāveres.	Ø>10 cm	A23
		Bezmugurkaulnieku ligzdas	Bezmugurkaulnieku kāpuru ligzdas, piem., koksnes		A24

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			skudras <i>Lasius fuliginosus</i> vai savvaļas bites <i>Apis mellifera</i> .		
	Mikroaugšne	Mizas mikroaugšne	Augsne, kas radusies epifītisko sūnu, ķērpji vai aļģu pedoģenēzē un nekrozēta veca, bieza miza.	Esamība	A31
		Vainaga mikroaugšne	Mikroaugšne, kas veidojusies pedoģenēzes procesā no kritušiem zariem, nobirām, kas nokritušas no koku vainagiem. Galvenokārt atrodas zaru žāklēs, dažreiz atvasāju savienojumos.	Esamība	A32
Izdalījumi	Izdalījumi	Sulas notecējumi	Svaiga ievērojama sulas plūsma.	Kumulatīvais garums >10 cm	I11
		Sveķu notecējumi	Svaiga ievērojama sveķu plūsma.	Kumulatīvais garums >10 cm	I12

Rezultāti

Kopumā novērtēti 42509 koki un 6893 kritalas un stubeņi. Kaut viena mikrodzīvotne konstatēta uz 2347 kokiem un 4049 kritālām un stubeņiem, t.i., 5.5% koku un 58% kritalu un stubeņu.

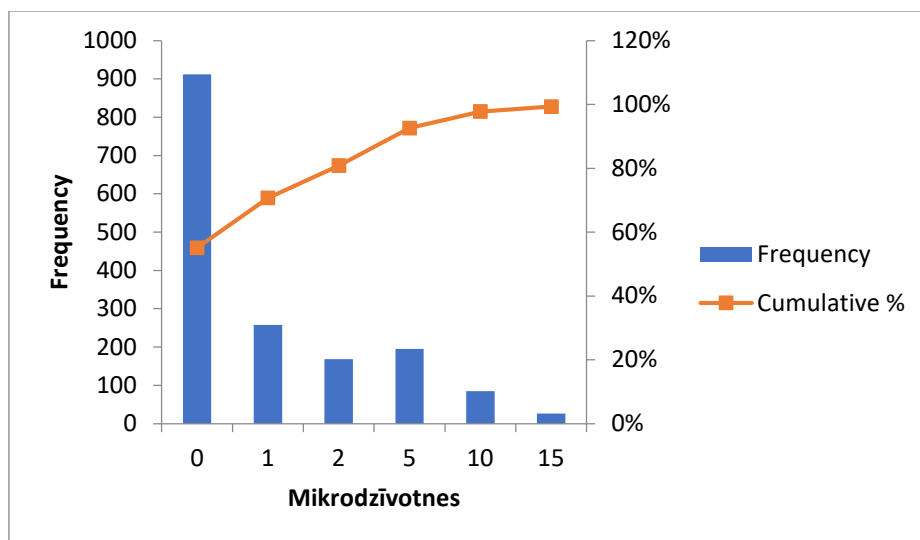
Visbiežāk uz kokiem konstatēts koku ievainojumi un eksponēta koksne 758 kokiem, epifītās un epiksilās struktūras 571 gadījums, izdalījumi -517 gadījumi, saproksīlo sēņu augļķermeņi. 323, dobumi s.l. 227 un atmirusi koksne 149 kokiem, bet dažāda veida izaugumi uz 93 kokiem.

Kopējais uzskaitīto mikrodzīvotņu vienību skaits ir lielāks, t.i., 2715, tā kā virknei koku konstatētas vairākas mikrodzīvotnes, Lielākais vienam kokam konstatēto mikrodzīvotņu skaits ir 7.

	KSM_B	KSM_A	KSM_I	KSM_F	KSM_C	KSM_D	KSM_E
Koku skaits ar mikrodzīvotnēm	758	571	517	323	227	149	93
Kopējais mikrodzīvotņu skaits	799	583	517	323	239	161	93

KSM_A – Epifītiskas un epiksiliskas struktūras, KSM_B – Koka ievainojumi un eksponēta koksne, KSM_C – Dobumi s.l., KSM_D – Atmirusi koksne vainagā, KSM_E – Izaugumi, KSM_F – Saproksīlo sēņu augļķermeņi un gļotveida veidojumi, KSM_I – Izdalījumi.

No 1655 parauglaukumiem, kuros, kaut viens sektors atbilst zkat=10 (mežaudze), vismaz viena mikrodzīvotne uz kokiem konstatēta 743 laukumos, t.i., 44.9% laukumu. Lielākais konstatētais mikrodzīvotņu daudzums vienā parauglaukumā ir 42. Parauglaukumu skaits ar kopējo mikrodzīvotņu skaitu norādīts 2.6. attēlā.



<i>Mikrodzīvotnes</i>	<i>Biežums</i>	<i>Cumulative %</i>
0	912	55.11%
1	258	70.69%
2	168	80.85%
5	195	92.63%
10	85	97.76%
15	26	99.34%
Vairāk	11	100.00%

2.6. attēls. Parauglūkumu skaits sadalījumā pa Mikrodzīvotņu skaita grupām uz kokiem.

Vidēji mežaudžu parauglūkumā konstatētas 1.53 ± 0.08 ar kokiem saistītas mikrodzīvotnes. Visbiežāk tā ir ekspanēta koksne 0.45 ± 0.03 .

	KSM_KOPĀ	KSM_In	KSM_Fn	KSM_En	KSM_Cn	KSM_Bn	KSM_An	BC_Dn
Vidēji	1.53	0.31	0.18	0.06	0.13	0.45	0.32	0.09
Stdev	3.07	1.09	0.84	0.29	0.73	1.19	1.60	0.50
SE	0.08	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01

KSM_A – Epifītiskas un epiksīliskas struktūras, KSM_B – Koka ievainojumi un ekspanēta koksne, KSM_C – Dobumi s.l., KSM_D – Atmirusi koksne vainagā, KSM_E – Izaugumi, KSM_F – Saproksīlo sēņu augļķermeņi un gļotveida veidojumi, KSM_I – Izdalījumi.

Uz kritālām un stubņiem visbiežāk konstatēta – ekspanēta koksne, t.i., jau daļēji vai pilnībā zaudēta miza 3322 koki, epifītās un epiksīlās struktūras konstatētas 1353 kokiem, bet 819 kokiem konstatētas saproksīlo sēņu augļķermeņi. Dažāda veida dobumi konstatēti 138 kokiem.

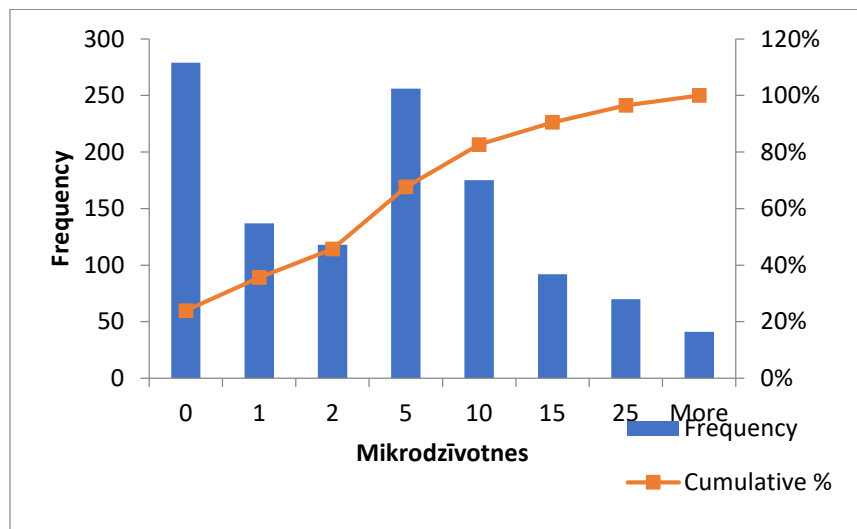
Tā kā virknei koku konstatēti vairākas “mikrodzīvotnes”, tad kopējais uzskaitīto mikrodzīvotņu skaitu sasniedz 6987.

	KSM_B	KSM_A	KSM_I	KSM_F	KSM_C	KSM_D	KSM_E
Kritālu un stubņu skaits ar mikrodzīvotnēm	3322	1353	819	138	6	5	3

Kopējais mikrodzīvotņu skaits	4637	1361	830	145	6	5	3
-------------------------------	------	------	-----	-----	---	---	---

KSM_A – Epifītiskas un epiksiliskas struktūras, KSM_B – Koka ievainojumi un eksponēta koksne, KSM_C – Dobumi s.l., KSM_D – Atmirusi koksne vainagā, KSM_E – Izaugumi, KSM_F – Saproksīlo sēņu augļķermeņi un gļotveida veidojumi, KSM_I – Izdalījumi.

No 1655 parauglaukumiem, kuros, kaut viens sektors atbilst zkat=10 (mežaudze), vismaz viena mikrodzīvotne uz kritalām un stubeņiem konstatēta 889 laukumos, t.i., 53.7% laukumu Lielākais konstatētais mikrodzīvotņu daudzums uz kritalām un sausokņiem vienā parauglaukumā ir 82. Parauglaukumu skaits ar kopējo mikrodzīvotņu skaitu norādīts 2.7. attēlā.



<i>Mikrodzīvotnes</i>	<i>Biežums</i>	<i>Cumulative %</i>
0	279	23.89%
1	137	35.62%
2	118	45.72%
5	256	67.64%
10	175	82.62%
15	92	90.50%
25	70	96.49%
More	41	100.00%

2.7. attēls. Parauglaukumu skaits sadalījumā pa Mikrodzīvotņu skaita grupām uz kritalām un stubeņiem.

3. Ainavu monitorings (Jānis Donis)

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums, meža savienojamības novērtējums

Materiāls un metodika

Ainavas telpiskā raksta klašu novērtēšana un to stāvokļa izmaiņu novērtējums un meža savienojamības novērtējums tiek veikts visai Latvijas teritorijai par pamatu ņemot sekojošus pamatdatus:

- 1) 2019. gada martā MVR reģistrētos meža poligonu telpiskos datus.
- 2) LĢIA topogrāfiskās kartes (2016) mērogā 1:10000 poligoni, kuru zemes klājums atbilst kategorijai mežs.
- 3) LĢIA LiDAR informāciju, izveidojot Koku vainagu augstuma karti (CHM), novērtēšanas attālās novērtēšanas brīdī (pašlaik apstrādāti visi 2013.–2018. g. LVMI Silava pieejamie .las faili).
- 4) 2019. gada sezonas Sentinel 2A un Sentinel 2B satelītattēlus, izveidojot mozaīku ar stāvokli no 2019. gada 4. jūnija līdz 27. jūlijam.
- 5) Forest type maps 2015 (Copernicus, 2018).

VMR meža poligoni, kuri atbilst ZKAT=10 un h10>=5 dati pārveidoti uz 20 m×20 m pikseļiem, izvēloties nosacījumu *combined majority*.

LĢIA topogrāfiskās kartes meža poligonu dati pārveidoti uz 20 m×20 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu *combined majority*.

LĢIA LiDAR aprēķinātas vidējās vērtības 20 m×20 m pikseļiem. Par mežu uzskatīti tie poligoni, kuru vidējā CHM vērtība lielāka par 5 m.

Par mežu **ši pētījuma izpratnē** uzskatītās platības, kuru koku augstums atbilstoši (CHM datiem) vai meža valsts reģistra datiem pārsniedz 5 m.

Izmantoti 2019. gada sezonas Sentinel 2A un Sentinel 2B attēliem, aprēķinātas NDVI vērtības un izveidota mozaīka, kurā katra pikseļa (10 m×10 m) vērtība ir maksimālā NDVI vērtība analizētajā attēlu kopā.

Pēc tam pārrēķinātas sākotnējās 10 m×10 m pikseļu vērtības uz 20 m×20 m vidējām vērtībām.

Par mežu 2019. g. novērtējumā uzskatīti pikseļi, kuru atbilst mežam (LĢIA topo 2016, bet nav 2019. g. MVR jaunaudžu līdz 5 m augstumam, vai izcirtumu poligonu pikseļi) un kuru NDVI vērtība 2019. g. (20 m×20 m) vasaras mozaīkā ir lielāka vai vienāda ar 0.65, kas atbilstoši literatūras datiem atbilst LAI vērtībai lielākai par 2.

Pēc tam atbilstošie 20 m×20 m pikseļi pārrēķināti uz 100 m×100 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu *majority*.

Tālākai ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtēšanai izmantota datorprogramma Guidos 2.9 rīks MSPA un MSPA tilling.

Aprēķinot sekojošas telpiskā raksta klases kodolzona, sala, ārējā mala, iekšējā mala, zars un savienotājs (tilts) sekojošos variantos:

20m pikseļi buferzona 2 pikseļi 40 m un 5 pikseļi (100 m);

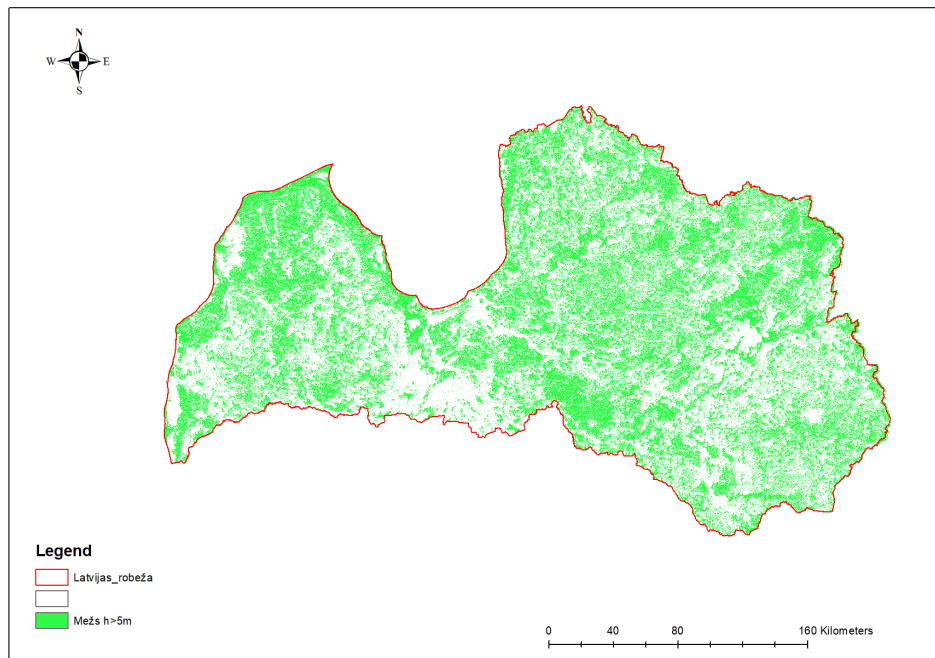
100 m pikseļi (buferzona 1 pikselis (100 m)).

Fragmentācijas analīzei izmantots Guidos2.9. rīks Multiscale FAD (Foreground area density), izmantojot izvēlni FAD6, FAD2 un FAD5. mežaudžu pikseļu īpatsvars tiek aprēķināts attiecīgi 7×7, 13×13, 27×27, 81×81 un 243×243 pikseļu logam, kas gadījumā, ja tiek izmantots 100 m pikselis attiecīgi 0.5, 1.7, 7.3, 65, 590 km².

Rezultāti

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums

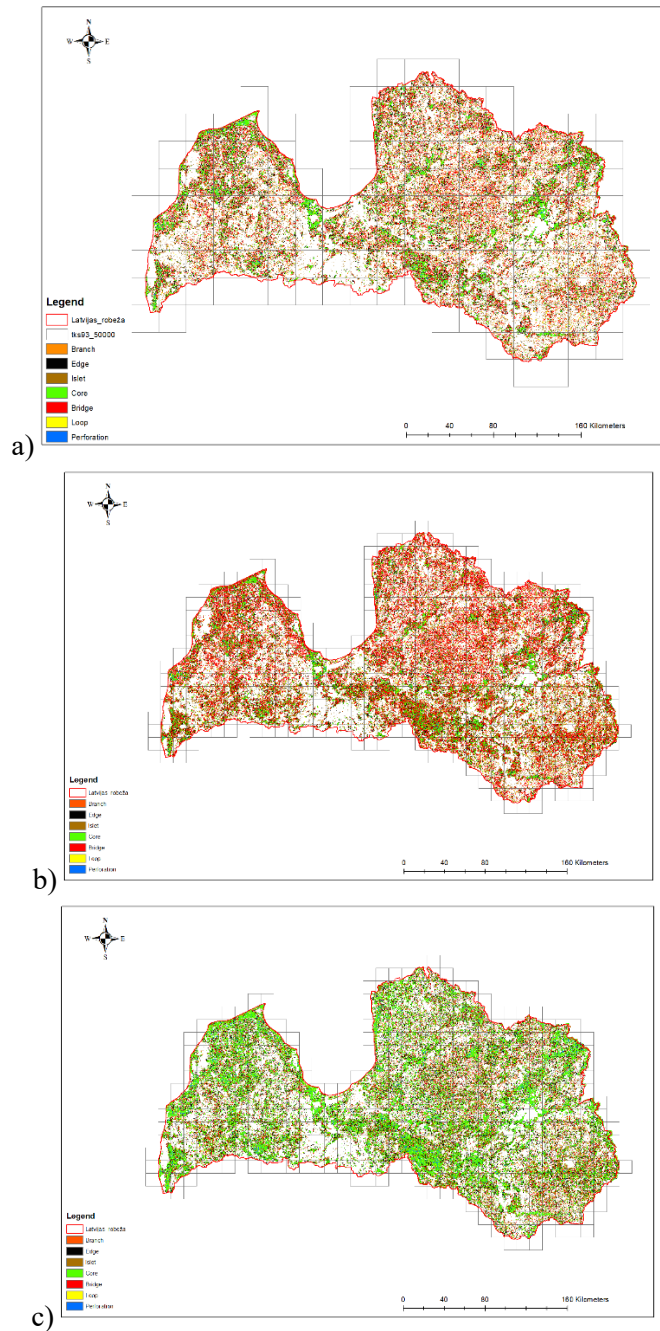
Mežaudžu, kas augstākas par 5 m, karte atspoguļota ar 20 m pikseļu lielumu un pievienota 3.1. attēlā. To platība aizņem 2811 tūkst. ha. Ja izvēlas 100 m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība ir 2625 tūkst. ha. Tas norāda uz to, ka mežaudžu platība pat pie vieniem un tiem pašiem atlasē kritērijiem būtiski atšķiras atkarībā no izvēlēta pikseļa lieluma.



3.1. attēls. Mežaudžu, kas augstāki par 5 m, platību karte (20 m pikselis).

Ar abiem izvēlētajiem pikseļu lielumiem aprēķinātas sekojošas ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa klases:

Kodols, sala, cilpa, tilts, perforācija, mala, zars, robeža ar 40 m un 100 m buferjoslu 20 m pikseļu attēlam un 100 m buferjoslu 100 m pikseļu attēlam (3.2. attēls).



3.2. attēls. Telpiskā raksta klases: a) buferjosla 100 m pikselis un 100 m; b) 20 m pikselis un 100 m buferjosla; c) 20 m pikselis un 40 m buferjosla.

Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādīts 3.2. tabulā.

3.2. tabula

Ainavas telpiskā raksta klases pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem

	Parametru definējums		
	20 m pikselis 40 m malas josla	20 m pikselis 100 m malas josla	100 m pikselis 100 m malas josla

Kodols/core	48.5	20.0	24.2
Sala/islet	3.0	7.2	7.3
Cilpa/loop	4.1	3.7	2.9
Tilts/bridge	13.3	49.2	28.5
Perforācija/perforation	2.7	0.5	0.6
Mala/edge_external	22.3	12.1	21.7
Zars/branch	6.3	7.3	14.8
	100	100	100

Ja par mežmalu definē 40 m platu zonu, tad no mežaudzēm 48% atrodas kodola zonā, Savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 20% no mežaudžu platības, ja tiek izmantots 20 m pikselis vai 24%, ja izmanto 100 m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas platības ar kodola zonu. 20 m pikseļu gadījumā šāda platība ir gandrīz 50%, bet, ja tiek izmantots 100 m pikselis, tad tikai 28%.

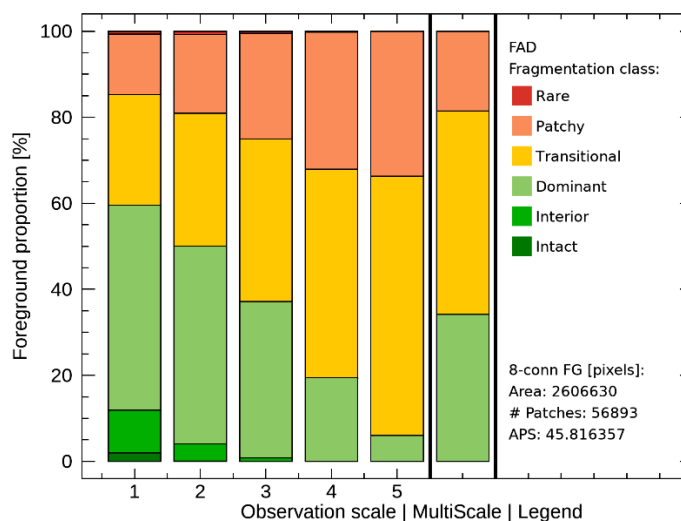
Tas vēlreiz norāda uz to, ka ainavas parametri savstarpēji ir salīdzināmi tikai pie vienādiem sākotnējiem uzstādījumiem, tādēļ, lai veiktu salīdzinājumus ar iepriekšējiem periodiem, būtu nepieciešams iegūt informāciju par mežiem ar līdzīgām metodēm.

Meža savienojamības novērtējums

Fragmentācija

FAD (Foreground area density)

Aprēķinos izmantota 6 fragmentācijas klases: rets (rare) <10%, plankumveida (patchy) 10%<=FAD<40% pārejas (transitional) 40%<=FAD<60, dominējošs (dominant) 60<=FAD<90, vidiene (interior) 90%<=FAD<100, neskarts (intact) FAD=100.



3.3. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam.

FAD: Foreground Area Density summary analysis for image:

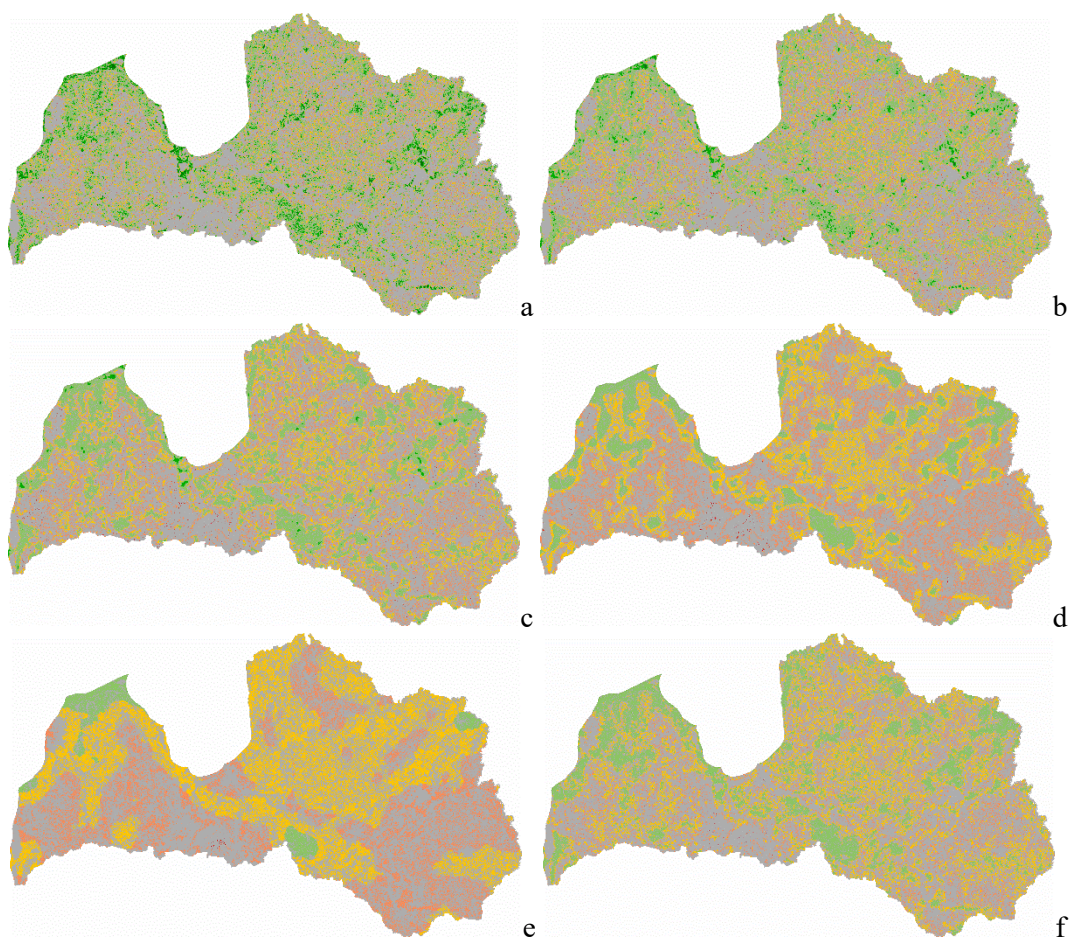
C:\GuidosToolbox\data\mezs2019_100mc.tif

8-conn FG: area, # patches, aps [pixels]: 2606630, 56893, 45.816357
 Fragmentation class: foreground proportion at observation scale/area:
 Observation scale: 1 2 3 4 5 mscale
 Neighborhood area: 7×7 13×13 27×27 81×81 243×243

Rare:	0.6416	0.7894	0.5318	0.1855	0.0371	0.0502
Patchy:	14.0990	18.2864	24.5201	31.8532	33.6692	18.5080
Transitional:	25.7393	30.8355	37.8273	48.5336	60.2314	47.2305
Dominant:	47.6313	46.0791	36.3249	19.4277	6.0624	34.2113
Interior:	9.9582	3.9088	0.7900	0.0000	0.0000	0.0000
Intact:	1.9306	0.1009	0.0060	0.0000	0.0000	0.0000

FAD_av: 63.7489 57.9772 52.5333 46.7915 43.2410 52.8584

Mežs ir dominējošs (60%<=) 59% 0.5 km² “logos”, 1.7 km² “logos” mežs ir dominējošs 50% gadījumū, 7.3 km² “logos” mežs ir dominējošs 37% gadījumū, 65 km² “logos” mežs ir dominējošs 19% gadījumū, savukārt 590 km² “logos” mežs ir dominējošs 6% gadījumū. Attiecīgo mērogu mežu telpiskais izvietojums redzams 3.4. attēlā.

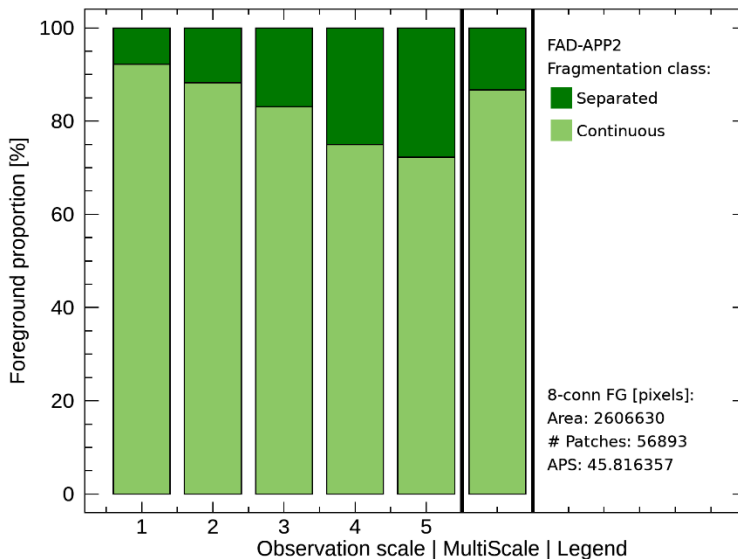


3.4. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums (FAD)
 a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243 f) multimērogu.

FAD APP2

Ja izmanto 2 gradācijas klases atdalīts (separated) FAD<40% un nepārtraukts (continuous) 40%<=FAD<=100%.

Mežs ir dominējošs (40%<=) 92% 0.5 km² “logos”, 1.7 km² “logos” mežs ir dominējošs 88% gadījumū, 7.3 km² “logos” mežs ir dominējošs 83% gadījumū, 65 km² “logos” mežs ir dominējošs 74% gadījumū, savukārt 590 km² “logos” mežs ir dominējošs 72% gadījumū. Attiecīgo mērogu mežu telpiskais izvietojums redzams 3.6. attēlā.



3.5. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums FAD APP2 dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam.

FAD-APP: Foreground Area Density summary analysis for image:

C:\GuidosToolbox\data\mezs2019_100mc.tif

8-conn FG: area, # patches, aps [pixels]: 2606630, 56893, 45.816357

Fragmentation class: foreground proportion at observation scale/area:

Observation scale: 1 2 3 4 5 mscale

Neighborhood area: 7×7 13×13 27×27 81×81 243×243

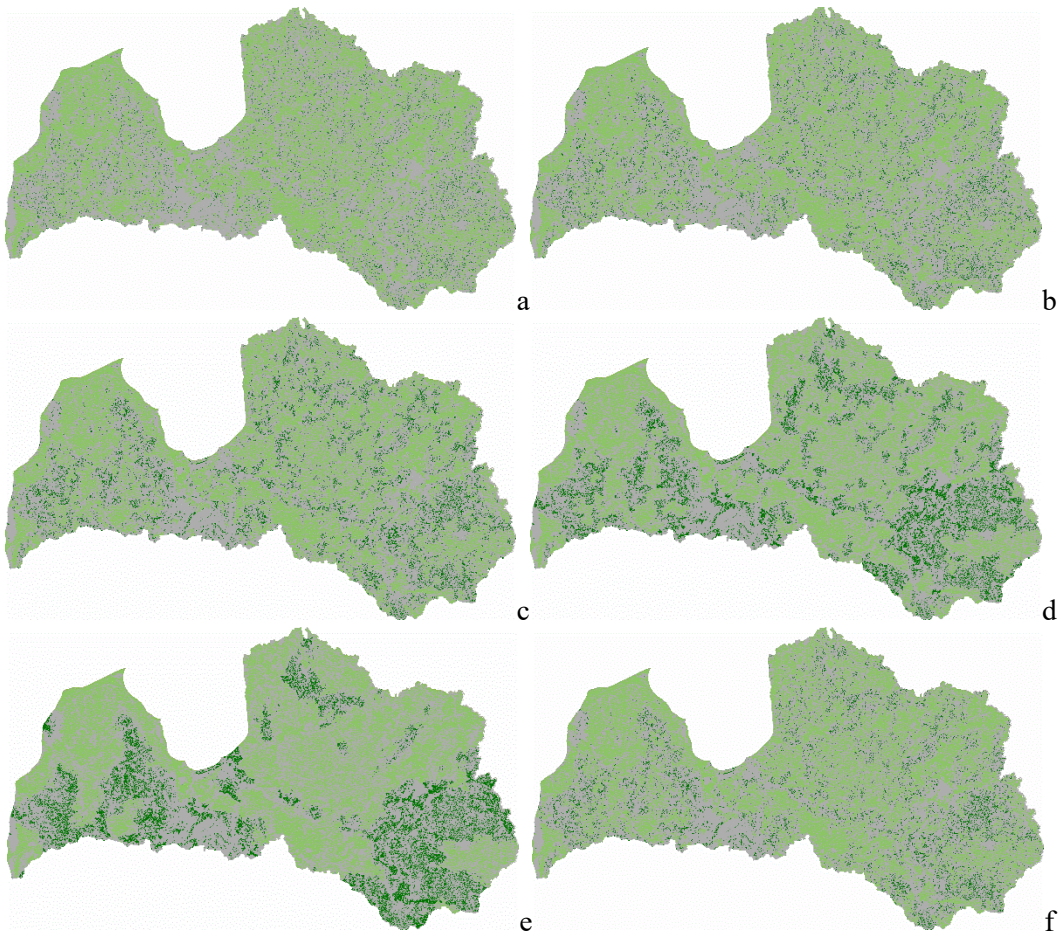
FAD-APP 5-class:

Rare:	0.6274	0.7016	0.4938	0.1676	0.0324	0.0493
Patchy:	7.1355	11.0514	16.4534	24.8892	27.7253	13.2600
Transitional:	12.8566	22.4205	49.7160	62.8165	72.1458	56.1598
Dominant:	79.3805	65.8265	33.3369	12.1267	0.0966	30.5309
Interior:	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

FAD-APP 2-class:

Separated:	7.7629	11.7530	16.9472	25.0568	27.7577	13.3093
Continuous:	92.2371	88.2470	83.0528	74.9432	72.2423	86.6907

FAD_av: 63.7489 57.9772 52.5333 46.7915 43.2410 52.8734



3.6. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums (FAD_APP3)
 a) 7×7 b) 13×13 c) 27×27 d) 81×81 e) 243×243 f) multimērogu.