

PĀRSKATS

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: **MEŽA BIOĻOGISKĀS DAUDZVEIDĪBAS
NOVĒRTĒŠANA NACIONĀLĀ MEŽA
MONITORINGA IETVAROS**

IZPILDES LAIKS: 01.01.2021.–31.12.2021.

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS “SILAVA”

PĒTĪJUMA KOORDINATORS: JĀNIS DONIS, LVMI “SILAVA” PĒTNIĒKS

Saturs

Attēlu saraksts	3
Tabulu saraksts	4
Kopsavilkums	6
Ievads	8
1. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis (D. Ruņģis).....	11
1.1. Meža ģenētisko resursu audzes.....	11
1.1.1. Materiāls un metodika	11
1.1.2. Rezultāti	11
1.2. Sēklu plantācijas sēklu raža	12
1.2.1. Materiāls un metodika	12
1.2.2. Rezultāti	13
2. Meža sugu un ekosistēmu līmeņa monitorings	15
2.1. Ģeobotāniskais apraksts un epifītu novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos (A. Treimane, L. Gerra-Inohosa)	15
2.1.1. Ievads	15
2.1.2. Materiāls un metodika	15
2.1.3. Rezultāti	19
2.2. Atmirusī koksne (J. Donis).....	31
2.2.1. Materiāls un metodika	31
2.2.2. Rezultāti	32
2.3. Ar kokiem saistītu bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings (J. Donis)	33
2.3.1. Materiāls un metodika	33
2.3.2. Rezultāti	41
3. Ainavu monitorings (J. Donis).....	45
3.1. Materiāls un metodika	45
3.1.1. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums.....	46
3.1.2. Fragmentācijas analīze.....	46
3.2. Rezultāti	46
3.2.1. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums.....	46
3.2.2. Meža savienojamības / fragmentācijas novērtējums	51
Pielikumi	

Attēlu saraksts

1.1. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām Krāslavas priedes ģenētisko resursu audzes dabīgi atjaunojušiem (313-275-14) un veciem (313-275-15) priežu indivīdiem	12
1.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām sēkļu partijām.....	13
1.3. attēls. Savstarpējā radniecība katrā sēkļu partijā un salīdzinājums ar sagaidāmajām 95% robežām, analizējot visas partijas kopā	14
2.1. attēls. Latvijas ainavzemes	16
2.2. attēls. Nacionālā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gada apsekoto parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā	17
2.3. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem	23
2.4. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem	24
2.5. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem parauglaukumiem vēra meža tipam.....	25
2.6. attēls. DCA ordinācija epifītisko sugu sastopamībai uz apsekotajām koku sugām.....	29
2.7. attēls. 2021. gadā apsekoto MRM parauglaukumu mežaudzēs un to skaits sadalījumā pa mikrodzīvotņu skaita grupām uz dzīviem kokiem	42
2.8. attēls. 2021. gadā apsekoto MRM parauglaukumu mežaudzēs un to skaits sadalījumā pa mikrodzīvotņu skaita grupām uz sausokņiem, kritālām un stumbeņiem	43
3.1. attēls. Mežaudžu platību, kur kokaudžu augstums augstāks par 5 m (20 m pikselis), karte (2015. g.)	48
3.2. attēls. Mežaudžu, 5 m un augstāku, telpiskā raksta klases 2015. gadā.....	48
3.3. attēls. Mežaudžu, 5 m un augstāku, platību karte (20×20 m pikselis; 2020. g.).....	49
3.4. attēls. Mežaudžu, 5 m un augstāku, telpiskā raksta klases (2020. g.)	50
3.5. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2015 20×20 m (2015. g.)	52
3.6. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām (2015. g.)	53
3.7. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) (2015. g.)	54
3.8. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD)	55
3.9. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2020 20×20 m (2020. g.)	56
3.10. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām	57
3.11. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) (2020. g.)	58
3.12. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) (2020. g.)	59

Tabulu saraksts

0.1. tabula. "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori	8
1.1. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji	11
1.2. tabula. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības	12
1.3. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji	13
1.4. tabula. Analizēto sēkļu partiju ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības	13
2.1. tabula. Plānotais meža resursu monitoringa parauglukumus izvēles sadalījums dažādās trofiskajās grupās un edafiskajās rindās	16
2.2. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gadā ierīkoto parauglukumū meža tipa sadalījums	19
2.3. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gada apsekoto parauglukumū raksturojums.....	19
2.4. tabula. Epifītisko sūnu un ķērpju sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglukumos 2021. gadā (n = 111)	27
2.5. tabula. Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām	28
2.6. tabula. Epiksīlo sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglukumos (n = 41)	30
2.7. tabula. Sugu skaits uz apsekotajām kritālām	31
2.8. tabula. Atmiruma kvalitātes grupas	32
2.9. tabula. Atmiruma sadalījums pa dimensiju grupām un sadalīšanās pakāpi 2021. gadā uzmērītajos meža (ZKAT 10-14) parauglukumos	32
2.10. tabula. Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes un to iedalījums	34
2.11. tabula. Mikrodzīvotņu sastopamība uz dzīvajiem kokiem 2021. g. apsekotajos MRM parauglukumos	41
2.12. tabula. Vidējais dažāda veida ar kokiem saistīto mikrodzīvotņu skaits parauglukumā (mežaudzes) uz dzīviem kokiem	42
2.13. tabula. Mikrodzīvotņu sastopamība uz atmirušajiem kokiem 2021. g. apsekotajos MRM parauglukumos	43
2.14. tabula. Vidējais dažāda veida ar kokiem saistīto mikrodzīvotņu skaits parauglukumā (mežaudzes) uz sausokņiem, kritālām un stubņiem	44
3.1. tabula. Telpiskā raksta klase izskaidrojums.....	46
3.2. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2015. g., pie dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha	47
3.3. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem 2015. g., %.....	47
3.4. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2020. g., izmantojot dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha	49
3.5. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars, izmantojot dažādus sākotnējos nosacījumiem 2020. g., %	49
3.6. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020. gadu, 1 ha minimālā kartēšanas vienība, ha	50
3.7. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020. g., 0,04 ha pikselis, ha ar 40 m malu	51
3.8. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 20×20 m	52

3.9. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100×100 m	53
3.10. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2020 20×20 m	56
3.11. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2020 100×100 m	57

Kopsavilkums

LVMI Silava veiktais meža bioloģiskās daudzveidības monitorings (MBDM) papildina Vides un reģionālās attīstības ministrijas Vides monitoringa programmas ietvaros veikto Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmu.

MBDM uzsākts 2019. gadā 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 resursu monitoringa 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 pārmaiņu novērtējums,
Meža savienojamības novērtējums.

2021. gadā iegūtie dati par Krāslavas meža ģenētisko resursu (MĢR) audzi liecina, ka nav būtiskas ģenētiskās daudzveidības atšķirības starp dažādiem kvartāliem meža ģenētisko resursu (MĢR) audzē, kā arī starp veciem kokiem un dabiski atjaunojušiem indivīdiem. Tas nozīmē, ka MĢR apsaimniekošana nesamazina ģenētisko daudzveidību dabiski atjaunojušos indivīdos, un ka Krāslavas MĢR audzē tiek saglabāta līdzīga ģenētiskā daudzveidība dabiski atjaunotā paudzē. Iegūtie dati dos iespēju turpmāk salīdzināt selekcijas materiāla un citu parastās priedes audžu daudzveidību ar ģenētisko resursu audzēm.

Sēklu plantāciju klonu skaits neietekmē kopējo ģenētisko daudzveidību un reto alēļu skaitu pēcnācējos. Muļču sēklu plantācijas pēcnācēju analīze neatrada ģenētiskās daudzveidības atšķirības starp sēklu ražas gadiem (2007. un 2010. g.). Kopumā, ģenētiskās daudzveidības rādītāji ir līdzīgi starp analizētām sēklu partijām.

Augu sabiedrību un epifītu novērtējums 2021. gadā veikts 120 MRM parauglaukumos. Šajos laukumos koku stāvā (E3) uzskaitīti 19 koku taksoni, krūmu un koku stāvā (E2) – 37 taksoni, lakstaugu stāvā (E1) 244 taksoni, bet 72 taksoni konstatēti sūnu un ķērpju stāvā. Analizējot veģetācijas parauglaukumus, redzams, ka mežaudzēs ar mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofās augsnēm, vērojama lielāka lakstaugu daudzveidība kā mežaudzēs ar oligotrofām augsnēm. Uz dzīvajiem kokiem noteiktas 69 epifītu sugas, no kurām 27 sūnaugi un 42 ķērpju taksoni. Apsekotajos parauglaukumos 2021. gadā uz kritālām uzskaitītas 64 epiksīlās sugas, no kurām 47 sūnu sugas un 17 ķērpju sugas.

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūras novērtējums MSI parauglaukumos veikts 2040 parauglaukumos, kuros konstatēti koki, sausokņi, stumbeņi vai kritālas. Sākotnēji rezultāti liecina, ka atmirusī koku stumbri (sausokņi, kritālas un stumbeņi) mežaudzēs un izcirtumos vidēji ir $18,95 \pm 0,73 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Atmirusī koksne ar resgaļa caurmēru virs 30 cm dažādā sadalīšanās pakāpēs veido $6,19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Savukārt atmirusums ar resgaļa caurmēru 10-19,9 un 20-29,9 cm attiecīgi $5,96$ un $5,38 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Kopumā 2021. g. novērtēti 44 510 dzīvi koki un 7865 sausokņi, kritālas un stumbeņi. Kaut viena mikrodzīvotne konstatēta uz 2777 kokiem un 4194 sausokņiem, kritālām un stumbeņiem, t.i., 6,2% dzīvo koku un 53% sausokņu, kritālu un stumbeņu. Vismaz viena mikrodzīvotne uz dzīviem kokiem konstatēta 51,7%

laukumu, kuros zemes kategorija ir mežaudze, un 52,3% laukumu uz sausokņiem, kritālām un stumbeņiem.

Bioloģiskās daudzveidības monitoringam ainavas līmenī sagatavota rastra karte ar mežaudžu, kurās kokaudze augstāka par 5 m, telpisko izvietojumu (2015. g., 2020. g.). Aprēķināts šādu 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 meža savietojamību (100×100 m pikselis), konstatēts, ka 2020. g. mežaudzes ir dominējošs (60%≤) 71% 0,5 km² "logos", 1,7 km² "logos" mežs ir dominējošs 63% gadījumu, 7,3 km² "logos" mežs ir dominējošs 51% gadījumu, 65 km² "logos" mežs ir dominējošs 34% gadījumu, savukārt 590 km² "logos" mežs ir dominējošs 16,8% 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 ģēnu 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 Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "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 (izvilums no pielikuma grozīts ar MK 30.07.2013. noteikumiem Nr. 434)

Nr. p.k.	Kritēriji un to indikatori	Mērvienība	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	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "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	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
4.6.	ģenētiskie resursi (mežaudžu platība meža koku sugu ģenētisko resursu (<i>in situ</i> un <i>ex situ</i>) saglabāšanai un sēkļu 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 <i>IUCN</i> ⁹ kategorijām ¹⁰ saskaņā ar Vadlīnijām <i>IUCN</i> 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 kailcirte, 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 – ieadzēta, 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 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 uzsāktais “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,

Sēklu plantāciju sēklu ražas;

Sugu un ekosistēmas līmeņa monitorings:

Augu sabiedrību un epifītu novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos,

Bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūras novērtējums:

Atmirusī koksne,

Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes;

Ainavas līmeņa bioloģiskās daudzveidības monitorings:
Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums,
Meža savienojamības novērtējums.

1. Bioloģiskās daudzveidības monitoringa: ģenētiskais līmenis (D. Ruņģis)

1.1. Meža ģenētisko resursu audzes

1.1.1. Materiāls un metodika

Mērķis: Meža koku sugu ģenētiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana ģenētisko resursu mežaudzēs

Paraugi ievākti no Krāslavas MGR audzēm – 313-275-14 (atjaunotie), 313-275-15 (vecie indivīdi) un 313-280-34 (atjaunotie), 313-282-1 (vecie indivīdi). No katras audzes ievākti 96 paraugi – 48 koksnes paraugi ievākti no veciem indivīdiem, 48 skuju paraugi ievākti no dabīgi atjaunojušiem indivīdiem. DNS izdalīta ar CTAB metodi un paraugi genotipēti ar 16 mikrosatelītu marķieriem. Kopā analizēti 192 paraugi.

Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk kā 75% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlases, analizēti 185 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti MGR genotipēšanai apkopoti 1.1. tabulā.

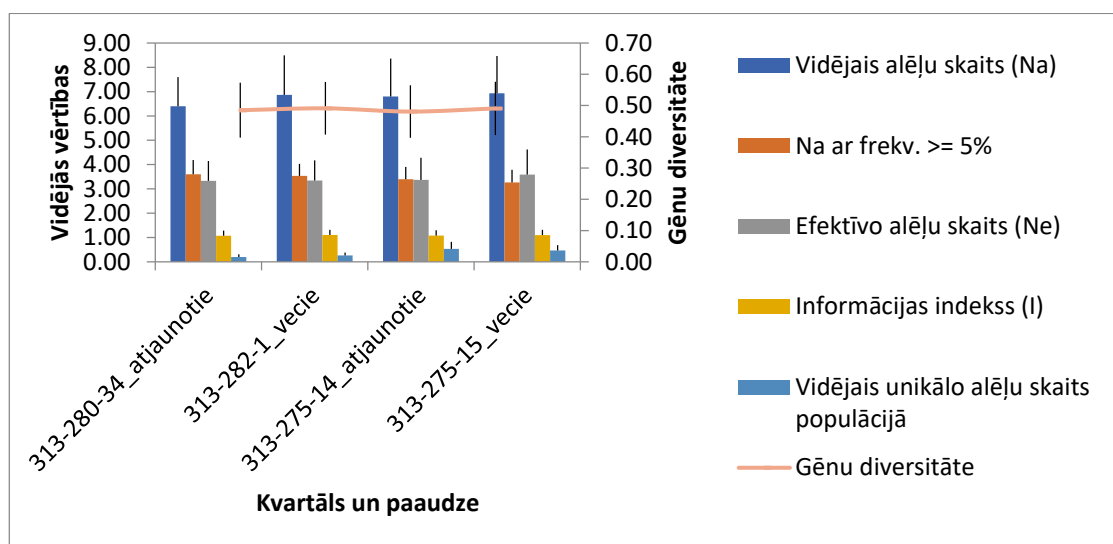
Trīs marķieriem (psyl2, psyl44, psyl18), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 90%. Šiem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl2, psyl25, psyl44, psyl18, psyl19, psyl36).

1.1. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu divesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīga koeficients (F)
SPAC12.5	34	97,30	2,90	0,93	0,88	0,10
PtTX2146	18	99,46	1,63	0,74	0,76	0,07
PtTX3107	9	98,38	1,67	0,77	0,48	0,35
PtTX4001	14	99,46	1,54	0,70	0,68	0,04
PtTX4011	6	98,38	1,31	0,66	0,54	0,14
psyl2	5	88,65	0,46	0,23	0,17	0,29
psyl16	12	96,76	1,89	0,82	0,66	0,21
psyl25	2	98,38	0,01	0,01	0,01	-0,01
psyl44	4	87,03	0,10	0,04	0,04	-0,01
psyl18	4	93,51	0,17	0,07	0,07	-0,03
psyl42	5	96,76	1,27	0,68	0,69	0,10
psyl57	7	98,38	1,15	0,55	0,53	0,07
psyl17	6	96,22	1,47	0,74	0,57	0,26
psyl19	4	98,92	0,19	0,07	0,08	-0,04
psyl36	5	97,30	0,61	0,30	0,28	0,09

1.1.2. Rezultāti

Sākotnējās analīzes liecina, ka vecāko paudžu paraugu (313-282-1 un 313-275-15) ģenētiskās daudzveidības rādītāji ir mazliet lielāki, nekā dabiski atjaunojušiem indivīdiem (313-280-34 un 313-275-14), tomēr atšķirības nav būtiskas (1.1. attēls, 1.2. tabula).



1.1. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām Krāslavas priedes ģenētisko resursu audzes dabīgi atjaunojušiem (313-275-14) un veciem (313-275-15) priežu indivīdiem

1.2. tabula. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības

	Krāslavas 313-280-34 dabiski atjaunojušie indivīdi	Krāslavas 313-282-1 vecie indivīdi	Krāslavas 313-275-14 dabiski atjaunojušie indivīdi	Krāslavas 313-275-15 vecie indivīdi
Vidējais alēļu skaits (Na)	6,40	6,87	6,80	6,93
Na ar frekv. \geq 5%	3,60	3,53	3,40	3,27
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3,33	3,34	3,37	3,59
Informācijas indekss (I)	1,07	1,11	1,08	1,10
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0,20	0,27	0,53	0,47
Gēnu diversitāte	0,49	0,49	0,48	0,49

1.2. Sēklu plantācijas sēklu raža

1.2.1. Materiāls un metodika

Analizēti četri priežu sēklu paraugi. Divi no Muļčas priežu sēklu plantācijas – parauga nr. 14221 (sēklu pase 823, ražas gads 2007) un parauga nr. 14225 (sēklu pase 863, ražas gads 2010), viena sēklu partija no Sedas priežu sēklu plantācijas – parauga nr. 14210 (sēklu pase 706, ražas gads 2003) un viena sēklu partija no Sventes sēklu plantācijas – parauga nr. 14105 (ražas gads 2013).

No katra sēklu parauga sēklas izdiedzētas uz mitra filtra papīra klimatu kamerā (16 stundas gaisma pie 22°C, 8 stundas tumsa pie 18°C, gaisa mitrums 65%). DNS izdalīta no 196 dīgstiem no katras sēklu partijas ar CTAB metodi, un paraugi genotipēti ar 16 mikrosatelītu marķieriem. Kopā genotipēti 380 paraugi.

Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk kā 75% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlases, analizēti 323 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti sēklu plantāciju pēcnācēju genotipēšanai apkopot 1.3. tabulā.

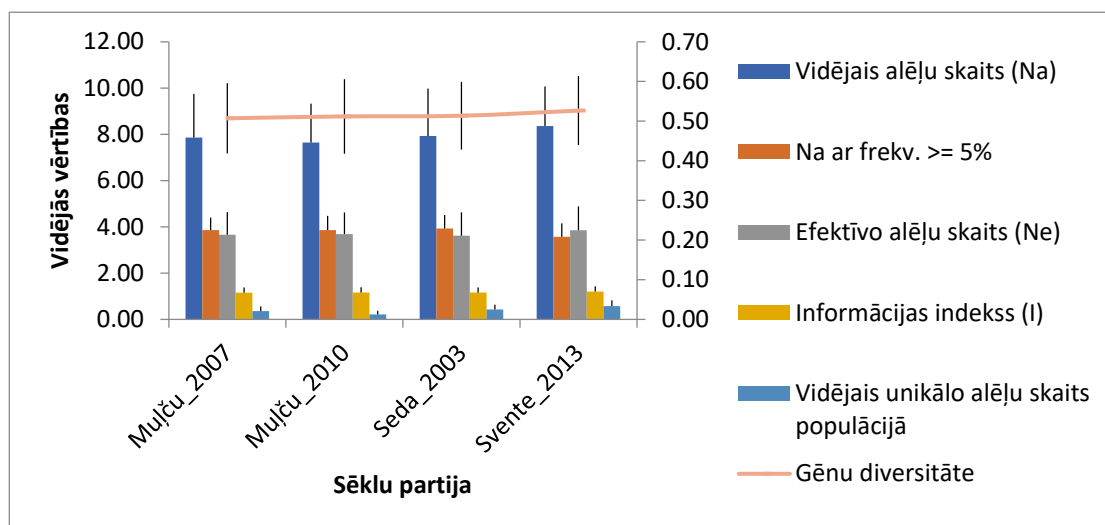
Diviem marķieriem (SPAC11.6 un psyl36), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 80%, un šie marķieri izslēgti no tālākām analīzēm. Pieciem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl2, psyl25, psyl44, psyl18, psyl19).

1.3. tabula. Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu diversitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīga koeficients (F)
SPAC12.5	35	88,71	2,94	0,93	0,90	0,04
PtTX2146	19	92,42	1,72	0,76	0,75	0,02
PtTX3107	9	98,37	1,62	0,76	0,49	0,36
PtTX4001	16	96,88	1,77	0,75	0,73	0,03
PtTX4011	6	95,99	1,35	0,67	0,45	0,33
psyl2	7	95,54	0,45	0,23	0,19	0,18
psyl16	12	95,39	1,95	0,83	0,63	0,24
psyl25	2	95,84	0,08	0,04	0,00	0,33
psyl44	6	90,94	0,16	0,06	0,06	0,10
psyl18	4	96,58	0,21	0,10	0,10	-0,05
psyl42	5	96,88	1,28	0,70	0,71	-0,03
psyl57	7	95,54	1,13	0,54	0,53	0,01
psyl17	7	87,82	1,46	0,73	0,59	0,19
psyl19	4	99,41	0,22	0,10	0,11	-0,05

1.2.2. Rezultāti

Analīzes liecina, ka nav lielas atšķirības ģenētiskās daudzveidības rādītājos starp analizētām sēkļu partijām un lieluma frakcijām (1.2. attēls, 1.4. tabula).

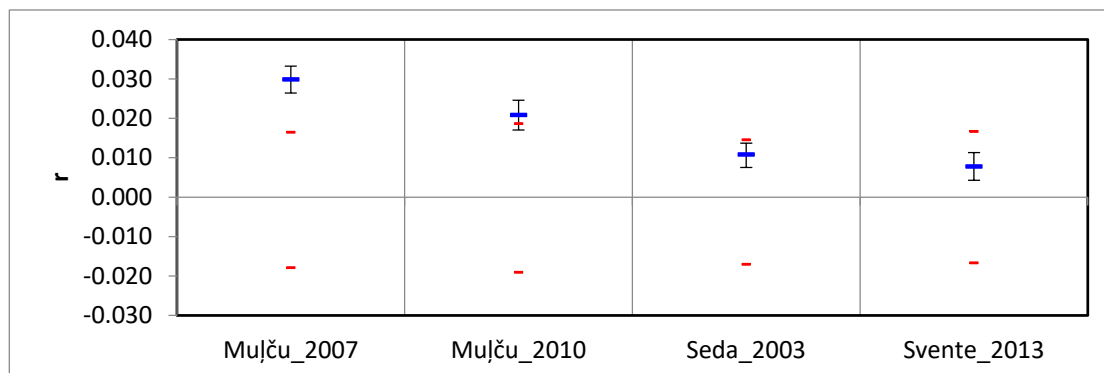


1.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām sēkļu partijām

1.4. tabula. Analizēto sēkļu partiju ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības

	Muļču_2007	Muļču_2010	Seda_2003	Svente_2013
Vidējais alēļu skaits (Na)	7,86	7,64	7,93	8,36
Na ar frekv. ≥ 5%	3,86	3,86	3,93	3,57
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3,66	3,69	3,62	3,85
Informācijas indekss (I)	1,15	1,16	1,16	1,20
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0,36	0,21	0,43	0,57
Gēnu diversitāte	0,51	0,51	0,51	0,53

Tika aprēķināta savstarpējā radniecība katras sēkļu partijas ietvaros (1.3. attēls). Savstarpējā radniecība bija augstāka Muļču sēkļu partiju pēcnācējos. Savstarpējo radniecību ietekmē klonu skaits. Kopējais un vidējais alēļu skaits, kā arī reto alēļu skaits ir līdzīgs, salīdzinot ar Sedas un Sventes plantāciju pēcnācējiem. Vairums apputeksnēšanās gadījumu notiek plantācijas ietvaros, un klonu skaits ietekmē savstarpējo radniecību un efektīvo alēļu skaitu. Tomēr putekšņu plūsma no sēkļu plantāciju ārpusē nodrošina kopējo alēļu skaitu un reto alēļu atrašanos plantāciju pēcnācējos.



1.3. attēls. Savstarpējā radniecība katrā sēkļu partijā un salīdzinājums ar sagaidāmajām 95% robežām, analizējot visas partijas kopā (zilā svītra – vidējā radniecība, sarkanās svītras – 95% ticamības intervāls)

Secinājumi

Iegūtie dati par Krāslavas meža ģenētisko resursu (MGR) audzi liecina, ka nav būtiskas ģenētiskās daudzveidības atšķirības starp dažādiem kvartāliem meža ģenētisko resursu (MGR) audzē, kā arī starp veciem kokiem un dabiski atjaunojušiem indivīdiem. Tas nozīmē, ka MGR apsaimniekošana nesamazina ģenētisko daudzveidību dabiski atjaunojušos indivīdos, un ka Krāslavas MGR audzē tiek saglabāta līdzīga ģenētiskā daudzveidība dabiski atjaunotā paudzē. Iegūtie dati dos iespēju turpmāk salīdzināt selekcijas materiāla un citu parastās priedes audžu daudzveidību ar ģenētisko resursu audzēm.

Sēkļu plantāciju klonu skaits neietekmē kopējo ģenētisko daudzveidību un reto alēļu skaitu pēcnācējos. Muļču sēkļu plantācijas pēcnācēju analīze neatrada ģenētiskās daudzveidības atšķirības starp sēkļu ražas gadiem (2007. un 2010. g.). Kopumā, ģenētiskās daudzveidības rādītāji ir līdzīgi starp analizētām sēkļu partijām.

2. Meža sugu un ekosistēmu līmeņa monitorings

2.1. Ģeobotāniskais apraksts un epifītu novērtējums meža resursu monitoringa parauglaukumos (A. Treimane, L. 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. Dotajā meža monitoringa programmā paredzēta veģetācijas, kā arī sūnu un ķērpju sugu uzskaitē uz dzīvīem 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.

Epifītiskās un epiksīlās sūnas un ķērpji ir ļoti saistīti ar esošo meža struktūru un ir specifiski noteiktam mikrobiotopam. Epifītisko sugu izplatība ir rezultāts vairāku biotopam raksturīgo faktoru savstarpējai mijiedarbībai (Stebel, Fojcik 2016). Pateicoties epifītu unikālajām dzīvotņu īpašībām un jutīgumam pret izmaiņām apkārtējā vidē, epifītiskās sūnas un ķērpji spēj būt labi indikatori (Suško 1998) un spēj raksturot meža ekosistēmas funkcijas. Pētījumi, kas ietver epifītu daudzveidības monitoringu, norāda uz vairākām savstarpējām likumsakarībām. Piemēram var minēt, epifītu saistību ar klimata izmaiņām, ar esošo koku sugu sastāvu un to variācijām, ar meža apsaimniekošanas intensitāti, kā arī netieša cilvēka ietekmi uz sugu daudzveidību (Will-Wolf et al. 2002). Ņemot vērā pētījuma mērogu, iegūtie rezultāti var atspoguļot sugu izplatību ne tikai noteiktā biotopā, bet pat ainavas līmenī.

Dotā pētījuma mērķis ir veikt epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidības uzskaiti nacionālā meža monitoringa ietvaros. Turpmāk darbā apkopoti 2021. gadā iegūtie rezultāti, lai analizētu epifītu un epiksīlo sugu daudzveidību.

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 (2.1. attēls).

Otrkārt, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē meža tipu dažādība dažādās Latvijas daļās, t.i., retāk sastopamie meža tipi paraugkopā iekļauti ir lielāku varbūtību nekā to sastopamība (2.1. tabula). Plānojot parauglaukumu skaitu, ir jāņem vērā meža tipa daudzums attiecīgajā reģionā, kā arī meža tipu sadalījums visā Latvijas teritorijā kopumā.

Treškārt, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē valdošās kokaudzes sugu struktūra un vecuma struktūra. Plānojot parauglaukumu skaitu ir jāņem vērā visos reģionos trīs valdošo (izplatīto) audzi veidojošos sugu (priede, egles, bērzs), audzi

veidojošo pareto sugu (baltalksnis, apse, melnalksnis) un reto sugu (osis, ozols, vīksna, liepa, kļava, skābardis un dižskābardis) audžu daudzums un vecuma struktūra.

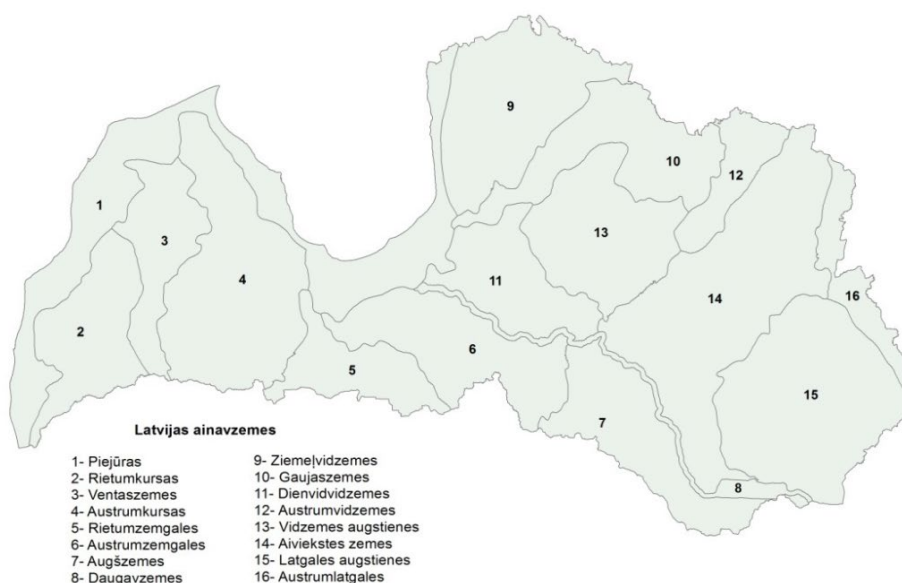
2.1. tabula. Plānotais meža resursu monitoringa parauglaukumus izvēles sadalījums dažādās trofiskajās grupās un edafiskajās rindās

	Oligotrofi	Mezotrofi	Eitrofi
Sausieņi	40	70	80
Mitraiņi	20	30	50
Purvaiņi	20	50	10
Āreņi	30	40	40
Kūdreņi	40	40	40

Katrā no grupām parauglaukumus izlozē līdzīgā apjomā 1) jaunaudzēs, 2) vidēja vecuma un briestaudzēs, un 3) pieaugušās un pāraugušās audzēs.

Piecu gadu laikā, MSI parauglaukumos paredzēts ierīkot 600 meža daudzveidības monitoringa parauglaukumus.

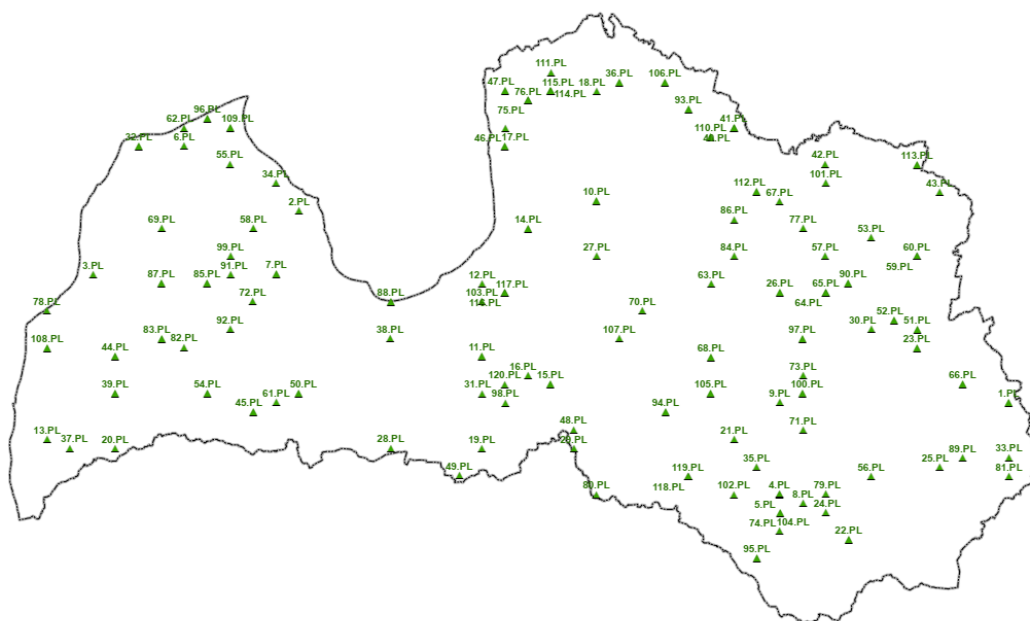
Visi meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumi atlasīti pēc nejaušības principa, bet ievērojot audžu proporcionālo sadalījumu pa meža tiptiem, pēc valdošās sugas un vecumgrupas. Jāpiemin, ka minimālais atlasītais meža audzes vecums bija 15 gadi, pieņemot, ka daļa no apsekotajām audzēm būs kailcirtes. Izvēlētie parauglaukumi atrodas gan a/s "Latvijas valsts meži", gan privātpašnieku, kā arī pašvaldības un citu īpašnieku mežaudzēs.



2.1. attēls. Latvijas ainavzemes

Veģetācijas uzskaitē

2021. gadā, bioloģiskās daudzveidības monitoringa trešajā gadā, atlasīti un apsekoti 120 pastāvīgie Nacionālā meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi (2.2. attēls), kuros kokaudzes pārmērīšanas gads bijis 2020. gads.



2.2. attēls. Nacionālā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gadā apseko to parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā

Meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumus (sugu uzskaiti un projektīvā seguma noteikšanai) ierīkoto koku sugu sastāva inventarizācijas 400 m² (20×20 m) lielos laukumos. Ģeobotāniskā apraksta parauglaukuma centrs sakrīt ar MSI parauglaukuma centru, atrodoties tā diagonāļu krustpunktā.

Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija tiek 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 koki (paauga, pamežs mežsaimnieciskā izpratnē) un krūmi (pamežs), kuri ir augstāki par vidējo lakstaugu/sīkkrūmu stāva līmeni un sniedzas līdz 5 m augstumam. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvu veido lakstaugi, stiebrzāles un sīkkrūmi. Veicot sugu inventarizāciju, lakstaugu stāvā uzskaita arī kokaugus, kuru augstums nepārsniedza E₁ stāva augstumu. 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 nelielo segumu atzīmēja ar “+” zīmi.

Veģetācijas uzskaites rezultāti ir potenciāli attiecināmi uz dažādiem telpiskajiem līmeņiem un interpretējami dažādi. Pietiekami liels skaits veģetācijas uzskaites laukumu dod informāciju gan par veģetācijas attīstības dinamiku kādā konkrētā objektā, gan par atšķirībām starp dažādiem objektiem, gan par veģetācijas dinamiku reģionā. Šajā aspektā tiek lietots alfa, beta un gamma daudzveidības jēdziens (Whittaker 1972):

- α-daudzveidība: sugu daudzveidība lokālā mērogā, konkrētā ekosistēmā;
- β-daudzveidība: daudzveidības atšķirības starp dažādām ekosistēmām;
- γ-daudzveidība: daudzveidība ainavas mērogā, reģionā.

Epifītu un epiksīlu uzskaitē

Lai novērtētu epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidību, izmanto nacionālā meža monitoringa parauglaukumus. Kopumā, katrā parauglaukumā izvēlēties četrus dzīvos kokus no dominējošām pirmā un otrā stāva koku sugām ar caurmēru ≥ 10 cm. Pirmkārt, par prioritāti uzskatot pirmā stāva koku sugas. Otrkārt, izvēloties kokus ar lielāko caurmēru. Parauglaukumos, ja tajos pirmais un otrais stāvs netiek pārstāvēts ar vismaz četrām koku sugām, tad attiecīgi lielāks aprakstītais koku skaits tiks izvēlēts no kokaudzes dominējošās koku sugas. Epifītisko veģetāciju jāraksturo katram izvēlētajam kokam, uzskaitot visas sūnu un ķērpju sugas, norādot to segumu procentos. Dzīvo koku stumbrus, lai tos raksturotu, sadala 20 mazākos laukumos (parauglaukumos). Pirmkārt, nodalot koka ziemeļu (Z), rietumu (R), dienvidu (D) un austrumu (A) puses. Katrā noteiktajā debess pusē epifītus uzskaita, izmantojot 10×50 cm lielu rāmi, to sīkāk iedalot piecos 10×10 cm lielos laukumos. Rāmja īsāko malu (10 cm) horizontāli piestiprinot pie koka 1,30 m augstumā. Epifītu veģetāciju novērtē tikai Z un D pusēs, ja koku caurmērs ≤ 20 cm. Kopumā, sadalot koku piecos laukumos Z, D, R un A pusēs, epifītiskās sugas un to procentuālo segumu nosaka atsevišķi 20 mazākos parauglaukumos uz katra izvēlēta koka. Savukārt, ja izvēlēta koka ar caurmēru ≤ 20 cm, attiecīgi 10 parauglaukumos.

Lai novērtētu sūnu un ķērpju sugu bagātību uz kritalām, izmanto veģetācijas uzskaitē novilktais transektes. Visas sūnu un ķērpju sugas uzskaita uz kritalām, kuras šķērso dotās transektes un kuru caurmērs ≥ 20 cm.

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.

Lakstaugu stāva un sūnu, ķērpju stāva sugu 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 (sēklaugi), bet paparžaugiem – pēc Bobrova klasifikācijas (Gavrilova, Šulcs 1999). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa et al. 2015).

Datu analīze, lai iegūtie rezultāti būtu reprezentatīvāki, rezultātu apakšnodalās “Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos”, “Šenona-Vīnera indekss” un “Detrendētā korespondentanalīze (DCA)” izmantoti tikai 2021. gada dati. 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.

2.1.3. Rezultāti

2021. gadā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa novērtēšanai apsekoti 120 Nacionālā meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi, iekļaujot gandrīz visus meža tipus, izņemot reti sastopamo grīni un viršu āreni (2.2. tabula). Salīdzinot pasekotos parauglaukumus (sausieņi – 35%, slapjaini – 13%, purvaini – 13%, āreņi – 20% un kūdreņi – 19%) ar Nacionālā meža monitoringa proporcionālo mežu tipu sadalījumu dažādos augšanas apstākļu tipos Latvijā, redzams, ka izvēlēto parauglaukumu augšanas apstākļu grupas sadalās līdzīgi.

2.2. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gadā ierīkoto parauglaukumu meža tipa sadalījums

Sausieņi						Slapjaini				Purvaini				Āreņi			Kūdreņi			
35%						13%				13%				20%			19%			
Sl	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr	Mrs	Dms	Vrs	Grs	Pv	Nd	Db	Lk	Am	As	Ap	Kv	Km	Ks	Kp
3	8	8	5	15	3	4	5	3	3	4	7	4	1	3	11	10	4	4	11	4

Nemot vērā izvēlēto metodiku, 2021. gadā ierīkoti parauglaukumi izvietoti visā valsts teritorijā vienmērīgi, ietverot visas K. Ramana izdalītās ainavzemes, ar dažādām valdošās kokaudzes sugām un vecumiem (2.3. tabula).

2.3. tabula. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2021. gadā apsekoto parauglaukumu raksturojums

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
1.PL	Kp	B	57	Ludzas nov.	Brīgu p.	Austrumlatgale
2.PL	Dms	E	53	Talsu nov.	Mērsraga p.	Piejūra
3.PL	Nd	Ma	51	Kuldīgas nov.	Alsungas p.	Piejūra
4.PL	Kv	P	43	Daugavpils nov.	Nīcgales p.	Aiviekstes zeme
5.PL	Nd	B	86	Daugavpils nov.	Nīcgales p.	Aiviekstes zeme
6.PL	Ln	P	71	Ventspils nov.	Ances p.	Piejūra
7.PL	As	B	12	Tukuma nov.	Kandavas p.	Austrumkursā
8.PL	Ks	E	167	Daugavpils nov.	Kalupes p.	Aiviekstes zeme
9.PL	Db	A	izcirtums	Jēkabpils nov.	Atašienes p.	Aiviekstes zeme
10.PL	Pv	P	128	Cēsu nov.	Raiskuma p.	Gaujaszeme
11.PL	Dm	P	104	Ķekavas nov.	Baldones l.t.	Austrumzemgale
12.PL	Ln	P	izcirtums	Ropažu nov.	Garkalnes p.	Piejūra
13.PL	As	B	66	Dienvidkurzemes nov.	Bārtas p.	Piejūra
14.PL	Vr	B	111	Limbažu nov.	Vidrižu p.	Ziemeļvidzeme
15.PL	Vr	Ba	31	Ogres nov.	Birzgales p.	Austrumzemgale
16.PL	Mr	P	29	Ogres nov.	Birzgales p.	Austrumzemgale
17.PL	Grs	Ma	56	Limbažu nov.	Viļķenes p.	Ziemeļvidzeme
18.PL	Ks	E	45	Valmieras nov.	Vecates p.	Ziemeļvidzeme
19.PL	As	Ma	62	Bauskas nov.	Ceraukstes p.	Rietumzemgale
20.PL	As	B	27	Dienvidkurzemes nov.	Gramzdas p.	Rietumkursā
21.PL	Ap	Ma	41	Jēkabpils nov.	Ābeļu p.	Daugavzeme
22.PL	Vr	A	izcirtums	Daugavpils nov.	Biķernieku p.	Latgales augstiene
23.PL	Ap	Go	42	Ludzas nov.	Migļenieku p.	Latgales augstiene
24.PL	Kp	E	68	Daugavpils nov.	Dubnas p.	Latgales augstiene
25.PL	Dm	P	70	Krāslavas nov.	Andzeļu p.	Latgales augstiene
26.PL	Dms	E	38	Madonas nov.	Sarkanu p.	Aiviekstes zeme

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
27.PL	Vr	E	116	Cēsu nov.	Līgatnes p.	Vidzemes augstiene
28.PL	Dm	P	22	Jelgavas nov.	Elejas p.	Rietumzemgale
29.PL	Vrs	B	50	Aizkraukles nov.	Mazzalves p.	Austrumzemgale
30.PL	Vr	A	33	Balvu nov.	Bērzpils p.	Aiviekstes zeme
31.PL	Ln	P	66	Bauskas nov.	Iecavas p.	Austrumzemgale
32.PL	Mr	P	119	Ventspils nov.	Ances p.	Piejūra
33.PL	Db	Ma	54	Ludzas nov.	Istras p.	Latgales augstiene
34.PL	Kv	P	33	Talsu nov.	Rojas p.	Piejūra
35.PL	As	B	75	Līvānu nov.	Jersikas p.	Aiviekstes zeme
36.PL	Ks	B	59	Valmieras nov.	Jeru p.	Ziemeļvidzeme
37.PL	Vr	E	73	Dienvidkurzemes nov.	Bārtas p.	Rietumkurša
38.PL	Ln	P	124	Jelgavas nov.	Valgundes p.	Piejūra
39.PL	Nd	P	126	Dienvidkurzemes nov.	Kalvenes p.	Rietumkurša
40.PL	Ap	E	66	Valkas nov.	Zvārtavas p.	Gaujaszeme
41.PL	Km	P	77	Valkas nov.	Zvārtavas p.	Gaujaszeme
42.PL	Dm	B	23	Alūksnes nov.	Alsviķu p.	Austrumvidzeme
43.PL	Lk	Ma	87	Alūksnes nov.	Liepna p.	Aiviekstes zeme
44.PL	Ap	A	51	Dienvidkurzemes nov.	Kazdangas p.	Rietumkurša
45.PL	Db	B	63	Saldus nov.	Zvārdes p.	Austrumkurša
46.PL	Nd	P	86	Limbažu nov.	Vilķenes p.	Ziemeļvidzeme
47.PL	Am	P	82	Limbažu nov.	Salacas p.	Piejūra
48.PL	Ap	A	izcirtums	Aizkraukles nov.	Mazzalves p.	Austrumzemgale
49.PL	Grs	Ba	8	Bauskas nov.	Gailīšu p.	Rietumzemgale
50.PL	Vr	B	izcirtums	Dobeles nov.	Zebrenes p.	Austrumkurša
51.PL	Mrs	P	81	Ludzas nov.	Salnavas p.	Aiviekstes zeme
52.PL	Vr	Ba	izcirtums	Balvu nov.	Krišjāņu p.	Aiviekstes zeme
53.PL	Mrs	P	143	Balvu nov.	Kubuļu p.	Aiviekstes zeme
54.PL	Vr	A	5	Saldus nov.	Novadnieku p.	Austrumkurša
55.PL	Vr	A	92	Talsu nov.	Dundagas p.	Austrumkurša
56.PL	Ln	P	69	Rēzeknes nov.	Feimaņu p.	Latgales augstiene
57.PL	Ap	E	50	Gulbenes nov.	Stradu p.	Aiviekstes zeme
58.PL	Dms	P	104	Talsu nov.	Laucienes p.	Austrumkurša
59.PL	Ln	P	126	Balvu nov.	Bērzkalnes p.	Aiviekstes zeme
60.PL	Ks	P	99	Balvu nov.	Bērzkalnes p.	Aiviekstes zeme
61.PL	As	B	71	Dobeles nov.	Zebrenes p.	Austrumkurša
62.PL	Sl	P	67	Ventspils nov.	Tārgales p.	Piejūra
63.PL	Kp	E	61	Madonas nov.	Liezēres p.	Vidzemes augstiene
64.PL	As	P	140	Madonas nov.	Indrāņu p.	Aiviekstes zeme
65.PL	Ks	P	129	Madonas nov.	Indrāņu p.	Aiviekstes zeme
66.PL	Vr	E	46	Ludzas nov.	Zvirgzdenes p.	Latgales augstiene
67.PL	Sl	P	83	Gulbenes nov.	Lejasciema p.	Gaujaszeme
68.PL	Vrs	E	30	Madonas nov.	Kalsnavas p.	Aiviekstes zeme
69.PL	Ln	P	49	Ventspils nov.	Ugāles p.	Ventaszeme
70.PL	Vr	B	20	Ogres nov.	Mazozolu p.	Vidzemes augstiene
71.PL	Km	P	96	Līvānu nov.	Rudzātu p.	Aiviekstes zeme
72.PL	As	P	71	Tukuma nov.	Vānes p.	Austrumkurša
73.PL	Ap	Ma	54	Madonas nov.	Murmastienes p.	Aiviekstes zeme
74.PL	Vr	E	25	Daugavpils nov.	Līksnas p.	Aiviekstes zeme
75.PL	Kv	P	149	Limbažu nov.	Pāles p.	Ziemeļvidzeme
76.PL	Ks	E	88	Limbažu nov.	Pāles p.	Ziemeļvidzeme

PL	MT	Valdošā suga	Vecums	Novads	Pagasts	Ainavzeme
77.PL	Mrs	P	21	Gulbenes nov.	Beļavas p.	Gaujaszeme
78.PL	Mr	P	49	Dienvidkurzemes nov.	Pāvilosta	Piejūra
79.PL	Gr	Ma	42	Preiļu nov.	Aizkalnes p.	Latgales augstiene
80.PL	Ap	E	34	Aizkraukles nov.	Pilskalnes p.	Austrumzemgale
81.PL	Nd	P	118	Krāslavas nov.	Šķaunes p.	Latgales augstiene
82.PL	Grs	Ba	izcirtums	Saldus nov.	Zirņu p.	Ventaszeme
83.PL	Dms	B	17	Kuldīgas nov.	Skrundas p.	Ventaszeme
84.PL	Vr	B	57	Cēsu nov.	Jaunpiebalgas p.	Vidzemes augstiene
85.PL	As	P	101	Kuldīgas nov.	Rendas p.	Ventaszeme
86.PL	Ks	B	58	Gulbenes nov.	Rankas p.	Gaujaszeme
87.PL	Mr	P	34	Kuldīgas nov.	Rumbas p.	Ventaszeme
88.PL	Km	P	100	Jūrmalas pilsēta	Jūrmala	Piejūra
89.PL	Vr	B	45	Ludzas nov.	Rundēnu p.	Latgales augstiene
90.PL	Pv	P	117	Balvu nov.	Rugāju p.	Aiviekstes zeme
91.PL	Gr	Oz	135	Talsu nov.	Abavas p.	Austrumkursā
92.PL	Dms	P	117	Saldus nov.	Gaiķu p.	Austrumkursā
93.PL	Mr	P	104	Valmieras nov.	Sedas lauku teritorija	Gaujaszeme
94.PL	Db	Ba	22	Jēkabpils nov.	Sēlpils p.	Augšzeme
95.PL	Gr	Os	104	Daugavpils nov.	Šēderes p.	Augšzeme
96.PL	Sl	P	188	Talsu nov.	Dundagas p.	Piejūra
97.PL	Kv	P	59	Madonas nov.	Barkavas p.	Aiviekstes zeme
98.PL	Ap	B	97	Bauskas nov.	Vecumnieku p.	Austrumzemgale
99.PL	Ks	P	76	Talsu nov.	Lībagu p.	Ventaszeme
100.PL	Kp	B	67	Madonas nov.	Varakļānu p.	Aiviekstes zeme
101.PL	Nd	B	70	Alūksnes nov.	Alsviķu p.	Austrumvidzeme
102.PL	Ap	A	61	Jēkabpils nov.	Rubenes p.	Augšzeme
103.PL	Mr	P	92	Rīgas nov.	Stopiņu p.	Piejūra
104.PL	Ks	B	41	Daugavpils nov.	Līksnas p.	Daugavzeme
105.PL	Ks	P	izcirtums	Jēkabpils nov.	Variešu p.	Aiviekstes zeme
106.PL	Dm	E	izcirtums	Valkas nov.	Kārķu p.	Ziemeļvidzeme
107.PL	Ks	P	175	Ogres nov.	Madlienas p.	Dienvidvidzeme
108.PL	Am	P	132	Dienvidkurzemes nov.	Vērgales p.	Piejūra
109.PL	Mrs	P	65	Talsu nov.	Dundagas p.	Piejūra
110.PL	As	B	izcirtums	Valkas nov.	Vijciema p.	Gaujaszeme
111.PL	Ln	P	113	Limbažu nov.	Staiķes l t	Ziemeļvidzeme
112.PL	As	E	117	Alūksnes nov.	Virešu p.	Gaujaszeme
113.PL	Nd	B	75	Alūksnes nov.	Pededzes p.	Aiviekstes zeme
114.PL	Pv	P	44	Limbažu nov.	Alojas lauku t.	Ziemeļvidzeme
115.PL	Km	P	58	Limbažu nov.	Alojas lauku t.	Ziemeļvidzeme
116.PL	Mr	P	113	Ropažu nov.	Ropažu p.	Piejūra
117.PL	Mr	P	123	Ropažu nov.	Ropažu p.	Piejūra
118.PL	Pv	P	115	Jēkabpils nov.	Kalna p.	Augšzeme
119.PL	Km	P	124	Jēkabpils nov.	Kalna p.	Augšzeme
120.PL	Vrs	P	103	Bauskas nov.	Vecumnieku p.	Austrumzemgale

Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos

Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, 2021. gadā apsekotajos 120 parauglaukumos koku stāvā (E3) uzskaitīti 19 koku taksoni, krūmu un koku

stāvā (E2) – 37 taksoni, lakstaugu stāvā (E1) 244 taksoni, bet 72 taksoni konstatēti sūnu un ķērpju stāvā (1. pielikums).

Vislielākais sugu skaits monitoringa ietvaros noteikts parauglaukumos, kuros veikta galvenā cirte, piemēram, “110.PL” un “61.PL” un uzskaites parauglaukumos “102”, “72.PL”, parauglaukumos, kas atrodas ekotona zonā. Savukārt lielākais konstatēto lakstaugu un sūnu sugu skaits, novērojams slapjajos meža tipos, kā arī platlapju susinātajās mežaudzēs.

Aplūkojot 120 parauglaukuma rezultātus, redzams, ka visizplatītākās jeb biežāk 2021. gada datos sastopamās lakstaugu sugas ir *Vaccinium myrtillus* (sastopama 77 parauglaukumos), *Vaccinium vitis-idaea* (60 parauglaukumos) un *Picea abies* (60 parauglaukumos). Visbiežāk konstatētās sūnas – *Pleurozium schreberi* (79 parauglaukumos) un *Hylocomium splendens* (80 parauglaukumos) un *Dicranum polysetum* (67 parauglaukumos). Liela daļa no vaskulāro augu sugām uzskaitītas tikai vienā parauglaukumā (124 taksoni) (1. pielikums).

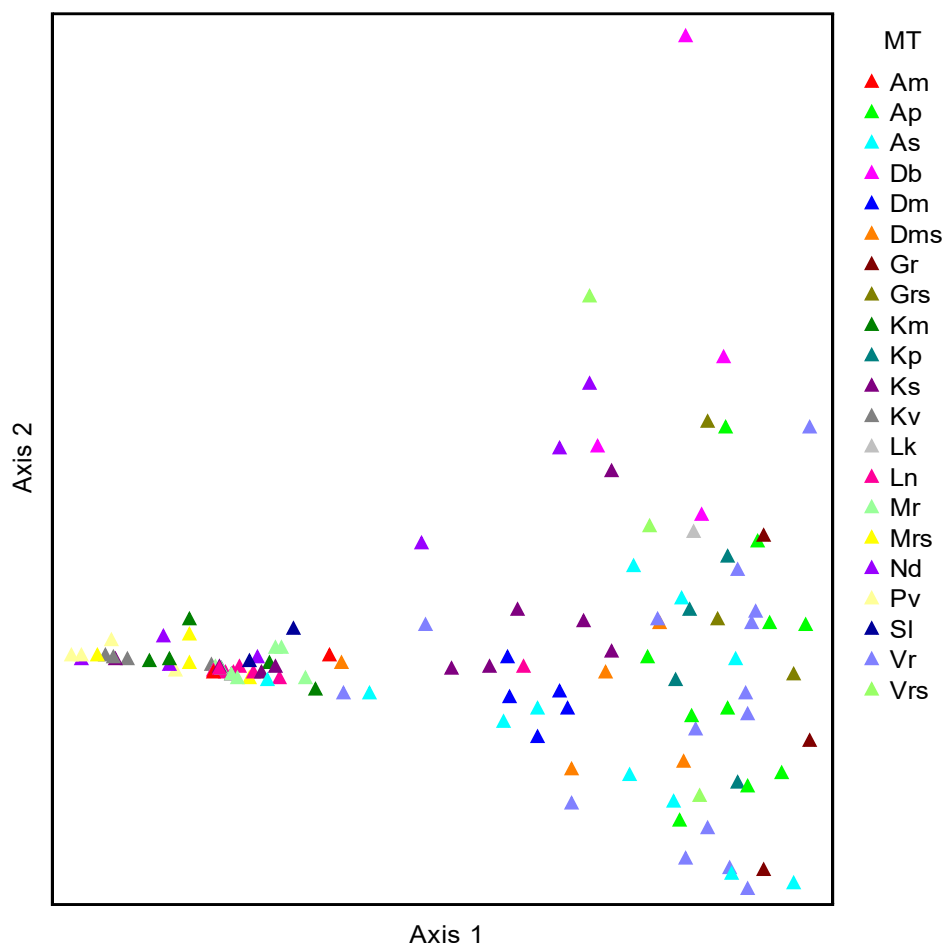
Apsekotajos monitoringa parauglaukumos konstatētas gan aizsargājamās lakstaugu un krūmu sugas – *Euonymus verrucosa*, *Dactylorhiza* sp., *Platanthera* sp., *Lycopodium annotinum*, *Sanicula europaea* u.c.. Nacionālā meža monitoringa parauglaukumos konstatētas arī invazīvās un introducēts sugas – *Amelanchier spicata*, *Impatiens parviflora*, *Lonicera caprifolium*, *Solidago canadensis* un citas (1. pielikums).

Šenona-Vīnera indekss

Raksturojot sugu daudzveidību, aprēķināts katra parauglaukuma daudzveidības indekss dažādos meža tipos. Augstākās Šenona-Vīnera indeksa vērtības vērojamas susinātos meža tipos, šaurlapju ārenī un platlapju kūdrenī, attiecīgi, parauglaukumos “110.PL” (3,733), “72.PL” un “102.PL” (3,549), bet zemākās indeksa vērtības – mētrāju audzēs “16.PL” (1,366) un “116.PL” (1,473) (2. pielikums). Jāuzsver, ka gan dabiskie traucējumi, gan arī cilvēka radītie traucējumi, piemēram, vienlaidus atjaunošanas cirte (kailcirte), skaitliski palielina sugu skaitu noteiktajam meža tipam saistībā ar neraksturīgo sugu, galvenokārt pioniersugu īpatsvaru.

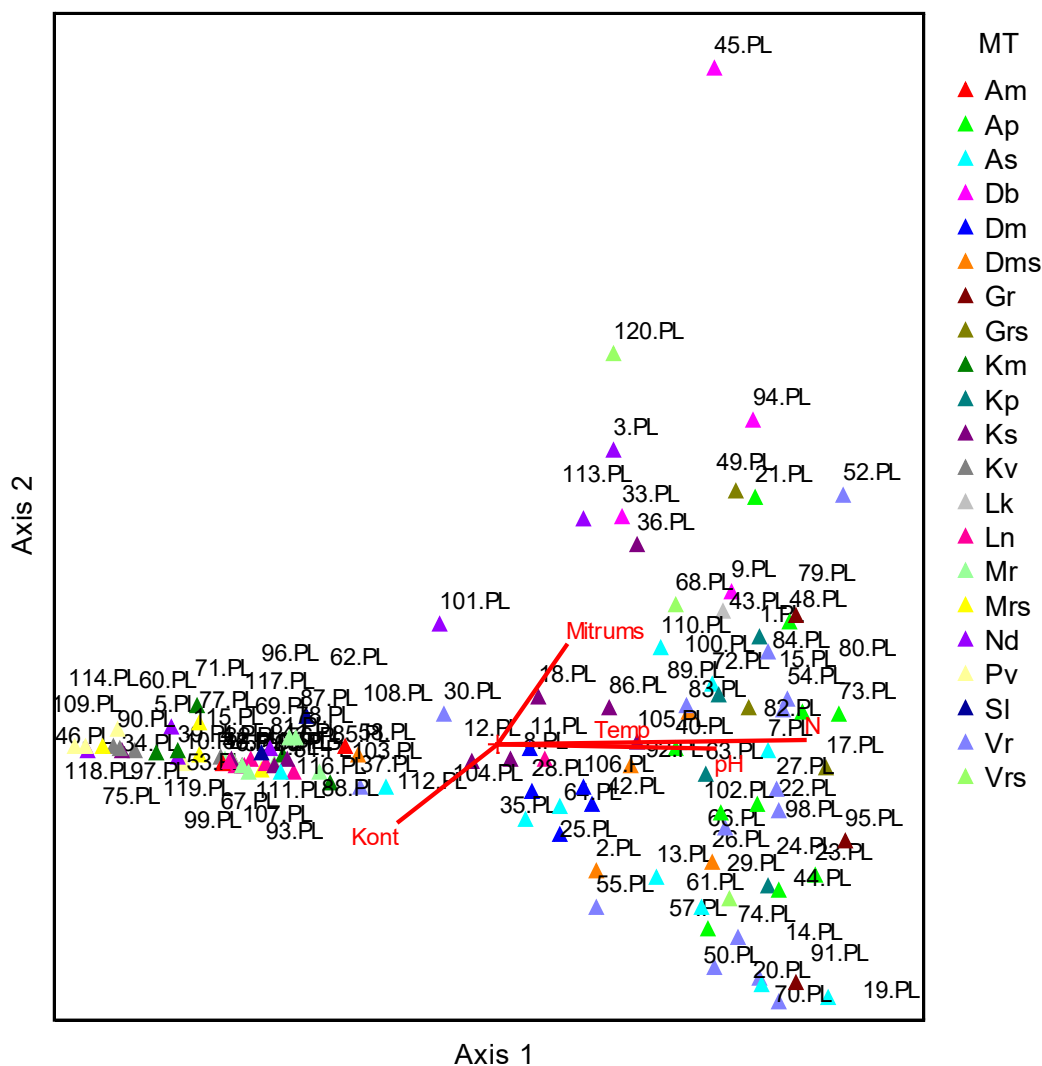
Detrendētā korespondentanalīze (DCA)

Veicot DCA ordināciju, apkopojot 2021. gada uzskaites datus, redzams sugu sastāva līdzības/atšķirības starp apsekotajiem meža tipiēm (2.3. attēls). Viena meža tipa parauglaukumu izvietojums reti veido vienu klāsteri, piemēram, sils. Uzskatāmi redzams, ka vairumā gadījumu, viena meža tipa audzes negrupējas vienkopus. Klāsteru neveidošana oordinācijā varētu būt skaidrojams gan ar to, ka daļā no parauglaukumiem notikusi saimnieciskā darbība, proti, kopšanas, sanitārās cirtes vai vienlaidus atjaunošanas cirtes (kailcirtes) – kā piemēri minami parauglaukumi “8.PL”, “48.PL”, “50.PL”, “52.PL” u.c., gan tas, ka vienā meža tipā nereti kokaudzi veido dažādas koku sugas, kas ietekmē arī lakstaugu un sūnu stāva sugu sastāvu.



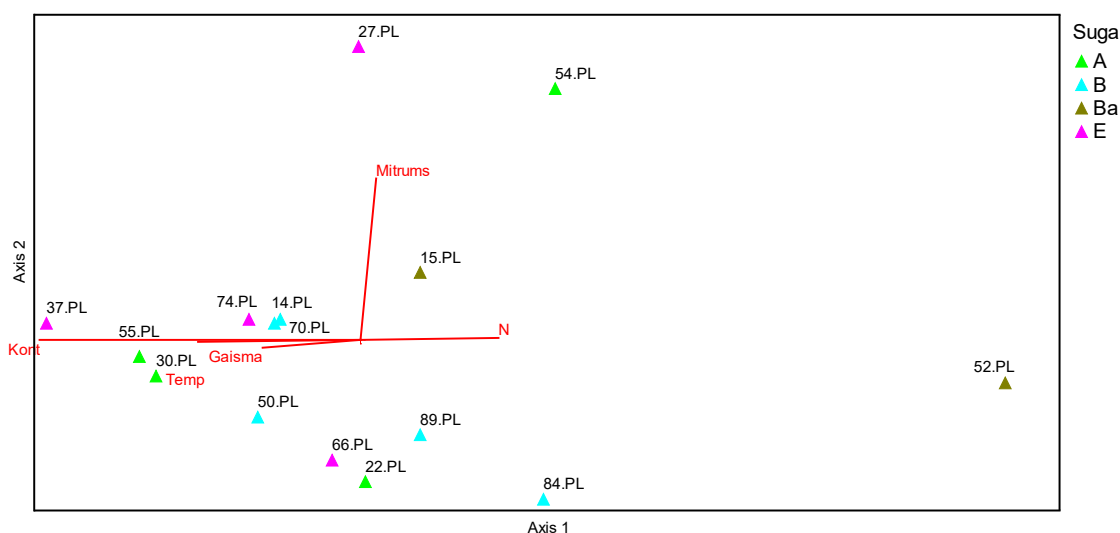
2.3. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem

Veģetācijas sugu sastāva saistība ir būtiska ar izvēlētajām Ellenberga un Dilla vērtībām. Sugu sastāva galvenie ietekmējoši faktori – slāpekļis, augtenese reakcija. Šie faktori ir svarīgi meža tipu augu sabiedrībām, kas atrodas uz mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofām augsnēm (2.4. attēls). DCA ordinācijā redzams, ka izdalās dažādas meža tipu grupas – piemēram, oligotrofo mežu grupas, kur sugu sastāvam raksturīgas gaismprasīgas sugas (piem., vairums *Cladonia* ģints sugas, *Calluna vulgaris*) un kontinentālās sugas (*Vaccinium myrtillus*, *Hylocomnium splendens*, *Polytrichum commune*, *Pinus sylvestris*, *Rubus saxatilis*).



2.4. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem

Katrā no monitoringa gadiem apsekota parauglaukumu meža tipu proporcijas mainās, bet, lai piecos gados iegūtu reprezentatīvus rādītājus, katru gadu tiek apsekoti gandrīz visi Latvijā izdalītie meža tipi, bet mazā skaitā. Kā izņēmums jāmin vēris – biežāk sastopamākais meža tips Latvijā, kas šogad raksturots 15 parauglaukumos. Kā piemēru aplūkojot DCA ordināciju vēra meža tipam, redzama liela augu sabiedrības izkliede meža viena tipa ietvaros. Konstatēts, ka būtiska saistība sugu sastāvam vēri ir saistīta ar kontinentalitāti un mitrumu. Audze, lai gan meža tipoloģijā apzīmēta kā vēris, pēc valdošās kokaudzes atšķiras (*Alnus incana*, *Picea abies*, *Populus tremula* un *Betula* sp.), kā arī atšķirīga faktoru ietekme – gan mitruma režīms, augsnes īpašības, saimnieciskā darbība, kā arī parauglaukumu ģeogrāfiskajam novietojumam, kuru rezultātu summa savukārt ietekmē sugu sastāvu līdzību vai atšķirību viena meža tipa ietvaros (2.5. attēls).



2.5. attēls. DCA ordinācija ar Ellenberga vērtībām apsekotajiem parauglaukumiem vēra meža tipam

Secinājumi

Līdzīgi kā iepriekšējo divu gadu dati, arī šogad pirmējie rezultāti par 2021. gada datiem, norāda, ka Nacionālā meža monitoringā iegūtajiem rezultātiem šobrīd vairāk ir uzkrājosa nozīme, jo dati ir daudzveidīgi – ar mazu atkārtojuma skaitu. Novērtējot dažādus meža tipus ar atšķirīgām kokaudzes valdošajām sugām, dažādām vecumstruktūrām un audzes vecumiem, iegūtie rezultāti apliecina vispārzināmus faktus. Nākotnē, atkārtoti pārmērot šos parauglaukumus, iegūtie pētījuma rezultāti ļautu novērtēt vaskulāro augu, sūnaugu un ķērpju seguma un sastopamības izmaiņas.

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

Veicot 2021. gada bioloģiskās daudzveidības monitoringa uzskaiti, noteikts, ka desmit objektos 2020. vai 2021. gadā veikta kailcirte. Datu ievākšana parauglaukumos tajā pašā gadā un gadu vēlāk pēc mežizstrādes nodrošina iespēju, ka nākamajos bioloģiskās daudzveidības uzskaites cikla posmos varēs novērot sugu attīstības dinamiku noteiktā laika posmā, kā arī noteikt laika intervālu, kas nepieciešams, lai konkrētajā meža tipā izveidots stabila un tam raksturīgā augu sabiedrība.

Epifītu daudzveidība

Apsekota substrātu daudzveidība

Lai novērtētu epifītisko sūnu un ķērpju daudzveidību apsekti 120 nacionālā meža monitoringa parauglaukumi. Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, sūnu un ķērpju sugas un to projektīvais segums uz dzīviem kokiem noteikts 111 parauglaukumos, savukārt sugu skaits uz kritālām attiecīgi 41 parauglaukumā (3. pielikums). Kopumā epifītisko sūnu un ķērpju sugas uzskaitītas uz 438 dzīviem kokiem, pārstāvēt 15 koku sugas (3. pielikums).

Ņemot vērā izvēlēto metodiku, visvairāk apsekotās koku sugas bija: *Pinus sylvestris* (156 koki), *Picea abies* (97 koki), *Betula pendula* (83 koki) un *Alnus glutinosa* (29 koki) (3. pielikums). Pārējo koku sugu sadalījums bija sekojošs: *Alnus incana* – 24 koki, *Populus*

tremula – 12 koki, *Quercus robur* – 8 koki, *Ulmus sp.* un *Acer platanoides* attiecīgi katrai sugai – 7 koki, *Salix caprea* – 5 koki, *Fraxinus excelsior* – 3 koki, *Tilia cordata*, *Sorbus aucuparia* un *Malus sp.* attiecīgi katrai sugai – 2 koki. Savukārt koku suga *Salix sp.* tika pārstāvēta ar vienu substrātu (3. pielikums). Apsekoto dzīvo koku skaits parauglaukumos variēja no viena līdz četriem substrātiem.

Bioloģiskās daudzveidības monitoringa ietvaros, sūnu un ķērpju sugas apsekotajos parauglaukumos uzskaitītas uz 86 kritalām (3. pielikums). Apsekoto kritalu skaits parauglaukumos variēja no viena līdz septiņiem substrātiem.

Epifītu daudzveidība

Rezultātā uz dzīvajiem kokiem noteiktas 69 epifītu sugas, no kurām 27 sūnaugi un 42 ķērpju taksoni (2.4. tabula). Visizplatītākās sūnu sugas bija *Hypnum cupressiforme* (konstatēta 34 parauglaukumos) un *Dicranum montanum* (29 parauglaukumos). Plaši sastopamas sūnu sugas bija arī *Radula complanata* (28 parauglaukumos), *Dicranum scoparium* (27 parauglaukumos) un *Ptilidium pulcherrimum* (25 parauglaukumos).

No ķērpju sugām visbiežāk sastopamās bija *Lepraria* ģints sugas, kas noteiktas lielākajā daļā no apsekotajiem parauglaukumiem (105 parauglaukumos). Bieži konstatētas arī ķērpju sugas: *Hypogymnia physodes* (75 parauglaukumos), *Cladonia* ģints sugas (67 parauglaukumos), kā arī tieši ķērpju suga *Cladonia coniocrea* (61 parauglaukumā). Epifīti *Phlyctis argena* un *Parmeliopsis ambigua* arī bija vienas no visvairāk uzskaitītajām sugām – attiecīgi 52 un 54 parauglaukumos (2.4. tabula).

**2.4. tabula. Epifītisko sūnu un ķērpju sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos 2021. gadā (n = 111)
(apzīmējumi: * indikatorsuga, speciālā biotopu suga)**

Sūnu suga	Sastopamība	Ķērpju suga	
<i>Amblystegium serpens</i>	5	<i>Chaenotheca</i> sp.	4
<i>Amblystegium</i> sp.	2	<i>Cladonia coniocrea</i>	61
<i>Brachythecium rutabulum</i>	8	<i>Cladonia digitata</i>	2
<i>Brachythecium</i> sp.	2	<i>Cladonia fimbriata</i>	12
<i>Dicranum montanum</i>	29	<i>Cladonia</i> sp.	67
<i>Dicranum polysetum</i>	4	<i>Evernia prunastri</i>	8
<i>Dicranum scoparium</i>	27	<i>Graphis scripta</i> *	15
<i>Dicranum</i> sp.	1	<i>Graphis</i> sp.	1
<i>Eurhynchium angustirete</i>	3	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	12
<i>Frullania dilatata</i>	3	<i>Hypocenomyce</i> sp.	9
<i>Hylocomium splendens</i>	2	<i>Hypogymnia physodes</i>	75
<i>Hypnum cupressiforme</i>	34	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	13	<i>Lecanactis abietina</i> *	4
<i>Metzgeria furcata</i> *	1	<i>Lecanora argentea</i>	24
<i>Orthotrichum affine</i>	3	<i>Lecanora</i> sp.	16
<i>Orthotrichum</i> sp.	17	<i>Lecidella</i> sp.	27
<i>Orthotrichum speciosum</i>	11	<i>Lepraria</i> sp.	105
<i>Plagiothecium laetum</i>	2	<i>Melanelixia</i> sp.	7
<i>Plagiothecium</i> sp.	2	<i>Menegazzia terebrata</i> *	1
<i>Platygyrium repens</i>	4	<i>Mycoblastus sanguinarius</i> *	1
<i>Pleurozium schreberi</i>	4	<i>Opegrapha rufescens</i>	6
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	25	<i>Opegrapha</i> sp.	20
<i>Pylaisia polyantha</i>	17	<i>Parmelia sulcata</i>	27
<i>Radula complanata</i>	28	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	54
<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>	2
<i>Tetraphis pellucida</i>	3	<i>Pertusaria amara</i>	5
<i>Ulota crispa</i> *	6	<i>Pertusaria</i> sp.	2
Ķērpju suga		<i>Phlyctis argena</i>	52
<i>Acrocordia gemmata</i> *	3	<i>Physcia</i> sp.	1
<i>Acrocordia</i> sp.	2	<i>Platismatia glauca</i>	23
<i>Arthonia radiata</i>	9	<i>Pseudoevernia furfuracea</i>	2
<i>Arthonia</i> sp.	11	<i>Usnea hirta</i>	3
<i>Arthonia spadicea</i> *	8	<i>Usnea</i> sp.	3
<i>Bacidia rubella</i> *	1	<i>Vulpicida pinastri</i>	17
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	21	<i>Xanthoria parietina</i>	1

Apsekotajās teritorijās uz izvēlētajiem kokiem noteiktas arī retās un aizsargājamās sugas, proti, divas sūnu sugas un septiņas ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamā bija dabisko meža biotopu ķērpju indikatorsuga – *Graphis scripta* (15 parauglaukumos). Astoņos parauglaukumos uzskatīta arī dabisko biotopu ķērpju indikatorsuga *Arthonia spadicea*, bet no sūnu sugām visbiežāk sastopama bija indikatorsuga – *Ulota crispa* (6 parauglaukumos).

Uzskaitīta viena dabisko meža biotopu specifiskā suga: ķērpju suga *Menegazzia terebrata* (konstatēta vienā parauglaukumā) (Auniņš 2013) (2.10. tabula). Divām ķērpju sugām: *Menegazzia terebrata* un *Mycoblastus sanguinarius* ir veidojami mikroliegumi (Moisejevs 2016).

Lielākā epifītisko ķērpju sugu bagātība konstatēta purvājā "10.PL" (14 sugas) un dumbrājā "45.PL" (12 sugas). Liels ķērpju sugu skaits uz apsekotajiem dzīvajiem kokiem konstatēts arī slapjajā mētrājā "51.PL" un liekņā "43.PL" – katrā 11 epifītu sugas (4. pielikums). No visiem apsekotajiem parauglaukumiem tikai nedaudz vairāk nekā pusē (61 parauglaukumā) uz kokiem konstatētas epifītiskās sūnu sugas. Lielākais epifītisko sūnu sugu skaits noteikts platlapju ārenī "98.PL" un šaurlapju ārenī "61.PL" (9 sūnu sugas katrā parauglaukumā). Kopumā epifītiskās indikatorsugas uzskaitītas 31 parauglaukumā. (4. pielikums). Visbagātākās audze ar sūnu un ķērpju indikatorsugām bija liekņa "43.PL" – attiecīgi trīs sugas parauglaukumā (4. pielikums).

Epifītu saistība ar koka sugu

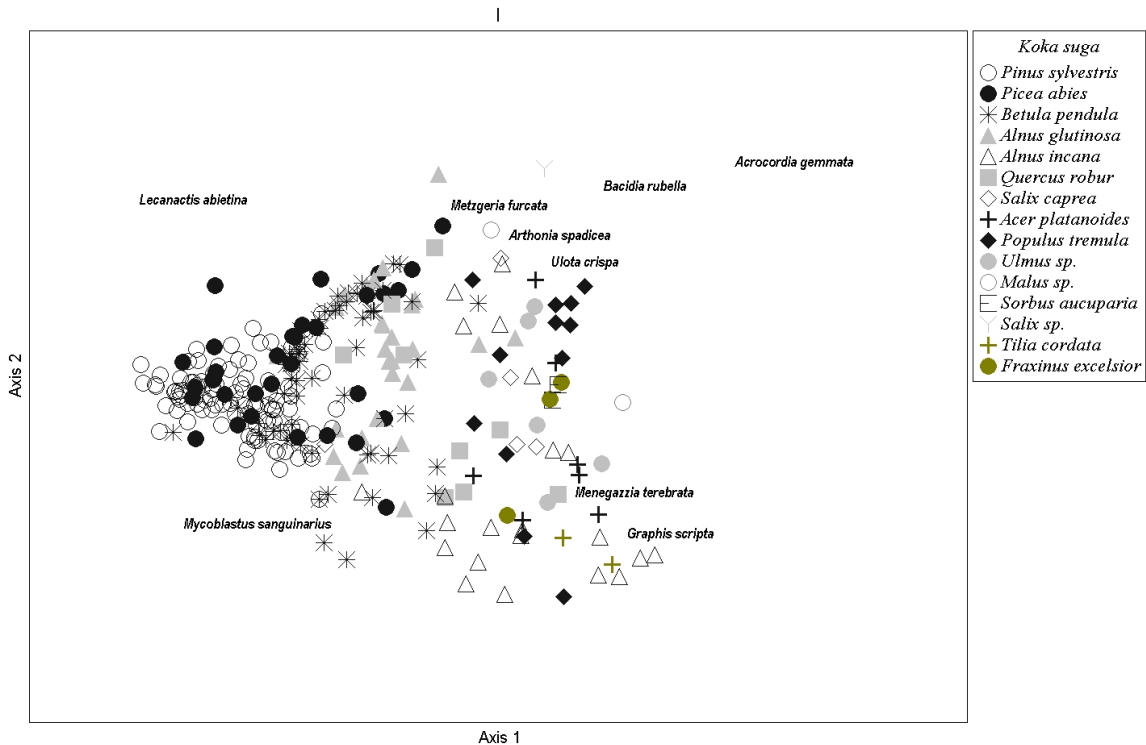
Rezultāti rāda, ka lielākais kopējo sūnu un ķērpju sugu skaits konstatēts uz koku sugām *Alnus glutinosa* (21 sūnaugi un 20 ķērpju sugas), *Betula pendula* (12 sūnaugi un 22 ķērpju sugas), *Pinus sylvestris* (5 sūnaugi un 25 ķērpju sugas) un *Quercus robur* (11 sūnaugi un 15 ķērpju sugas) (2.11. tabula).

Liels ķērpju sugu skaits noteikts arī uz koku sugām *Alnus incana* un *Picea abies* (attiecīgi 14 ķērpju sugas uz katra substrāta). Savukārt sūnu sugām bagātāki bija arī *Populus tremula* un *Alnus incana* koku sugas (10 sūnu sugas un katra substrāta). Lielākais indikatorsugu skaits konstatēts uz koku sugas *Alnus glutinosa* (5 sugas) (2.5. tabula).

Analizējot sugu sastopamību uz apsekotajiem substrātiem, rezultāti rāda, ka gan sūnu sugu, gan ķērpju sugu sastāvs ir atšķirīgs starp dažādām koku sugām (2.11. attēls). DCA ordinācijā ir redzams, ka sugu sastāvs ir atšķirīgs starp skujkokiem un lapu kokiem. Lielāka indikatorsugu daudzveidība abās taksonomiskajās grupās saistīta ar lapu kokiem (2.6. attēls). Izņēmums ir ķērpju suga *Lecanactis abietina*, kas ir saistīta ar skujkokiem, proti, *Picea abies* klātbūtni.

2.5. tabula. Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām

Koku suga (n = 438)	Kopējais ķērpju sugu skaits	Kopējais sūnu sugu skaits	Kopējais epifītisko indikatorsugu skaits
<i>Pinus sylvestris</i> (156)	25	5	-
<i>Betula pendula</i> (83)	22	13	3
<i>Alnus glutinosa</i> (29)	20	21	5
<i>Quercus robur</i> (8)	15	11	2
<i>Alnus incana</i> (24)	14	10	3
<i>Picea abies</i> (97)	14	10	2
<i>Populus tremula</i> (12)	10	10	2
<i>Acer platanoides</i> (7)	8	6	1
<i>Ulmus</i> sp. (7)	7	5	2
<i>Salix caprea</i> (5)	6	7	-
<i>Fraxinus excelsior</i> (3)	6	5	1
<i>Malus</i> sp. (2)	3	7	-
<i>Sorbus aucuparia</i> (2)	3	3	-
<i>Tilia cordata</i> (2)	3	-	1
<i>Salix</i> sp. (1)	-	3	-



2.6. attēls. DCA ordinācija epifītisko sugu sastopamībai uz apsekotajām koku sugām

Epiksīlu daudzveidība

Apsekotajos parauglaukumos 2021. gadā uz kritālām uzskaitītas 64 epiksīlās sugas, no kurām 47 sūnu sugas un 17 ķērpju sugas (2.6. tabula). Visbiežāk sastopamās sūnu sugas bija *Pleurozium schreberi* (25 parauglaukumos) un *Hypnum cupressiforme* (22 parauglaukumos). Savukārt visizplatītākā ķērpju suga uz apsekotajām kritālām bija *Cladonia coniocraea* (18 parauglaukumos).

2.6. tabula. Epiksīlo sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos (n = 41)

Sūnu suga	Sastopamība		
<i>Amblystegium serpens</i>	3	<i>Pleurozium schreberi</i>	25
<i>Anomodon longifolius*</i>	1	<i>Polytrichum commune</i>	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	17
<i>Aulacomnium androgynum</i>	1	<i>Ptilium crista-castrensis</i>	1
<i>Blepharostoma trichophyllum</i>	1	<i>Pylaisia polyantha</i>	1
<i>Brachythecium rutabulum</i>	21	<i>Radula complanata</i>	4
<i>Brachythecium salebrosum</i>	2	<i>Rhizomnium punctatum</i>	3
<i>Brachythecium</i> sp.	2	<i>Rhizomnium</i> sp.	1
<i>Calliergonella cuspidata</i>	2	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	8
<i>Calypogeia</i> sp.	1	<i>Sanionia uncinata</i>	1
<i>Chiloscyphus pallescens</i>	3	<i>Sphagnum girgensohnii</i>	2
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	3	<i>Tetraphis pellucida</i>	2
<i>Climacium dendroides</i>	4	<i>Thuidium tamariscinum</i>	2
<i>Dicranum montanum</i>	9	<i>Ulota crispa*</i>	1
<i>Dicranum polysetum</i>	17	Ķērpju suga	
<i>Dicranum scoparium</i>	12	<i>Cladonia arbuscula</i>	1
<i>Eurhynchium angustirete</i>	6	<i>Cladonia coniocraea</i>	18
<i>Anastrophyllum hellerianum*</i>	2	<i>Cladonia digitata</i>	3
<i>Herzogiella seligeri</i>	7	<i>Cladonia</i> sp.	6
<i>Hylocomium splendens</i>	18	<i>Cladonia sulphurina</i>	1
<i>Hypnum cupressiforme</i>	22	<i>Evernia prunastri</i>	1
<i>Lepidozia reptans</i>	3	<i>Hypogymnia physodes</i>	14
<i>Leucodon sciuroides</i>	1	<i>Lecidella</i> sp.	1
<i>Lophocolea heterophylla</i>	12	<i>Lepraria</i> sp.	4
<i>Nowellia curvifolia*</i>	12	<i>Parmelia sulcata</i>	4
<i>Odontoschisma denudatum*</i>	3	<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3
<i>Orthotrichum</i> sp.	3	<i>Phlyctis argena</i>	6
<i>Orthotrichum speciosum</i>	1	<i>Platismatia glauca</i>	5
<i>Plagiochila asplenioides</i>	3	<i>Pseudoevernia furfuracea</i>	1
<i>Plagiomnium affine</i>	5	<i>Ramalina fraxinea</i>	1
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	7	<i>Usnea</i> sp.	1
<i>Plagiomnium undulatum</i>	1	<i>Vulpicida lupulina</i>	3
<i>Platygyrium repens</i>	2		

Uz kritālām konstatētas piecas dabisko mežu biotopu indikatorsugas, no kurām divas ir epifītiskās indikatorsugas, proti, *Anomodon longifolius* un *Ulota crispa* (katra no tām konstatēta vienā parauglaukumā). Uzskaitītas trīs epiksīlās sūnu sugas – *Nowellia curvifolia* (12 parauglaukumos), *Odontoschisma denudatum* (trīs parauglaukumos) un *Anastrophyllum hellerianum* (divos parauglaukumos) (2.12. tabula). Abas epiksīlās sūnu sugas *Odontoschisma denudatum* un *Anastrophyllum hellerianum* ir speciālās biotopu sugas. Liela daļa no sugām konstatētas tikai vienā apsekotajā parauglaukumā (20 epiksīlās sugas).

Lielākā epiksīlo sugu bagātība konstatēta parauglaukumos platlapju ārenis “40.PL” (21 suga) un slapjajā damaksnī “58.PL” (18 sugas), kā arī slapjajā mētrājā “53.PL” un gāršā “95.PL” (katrā 17 sugas) (4. pielikums).

Divpadsmit parauglaukumos konstatēta vismaz viena indikatorsuga uz apsekotajām kritālām. Visbiežāk sastopamā uz kritālām bija sūnu indikatorsuga *Nowellia curvifolia*

(12 parauglaukumos). Vislielākā epiksīlo sugu bagātība konstatēta uz koku sugām *Picea abies* un *Pinus sylvestris* (42 un 36 sugas). Pētījuma rezultāti rāda, ka visvairāk sugas noteiktas uz kritalām otrajā un trešajā sadalīšanās pakāpē. Savukārt vislielākais indikatorsugu skaits noteikts kritalām trešajā sadalīšanās pakāpē (2.7. tabula).

2.7. tabula. Sugu skaits uz apsekotajām kritalām

Koka suga	Substrātu skaits	Kopējais sugu skaits	Epiksīlo indikatorsugu skaits
<i>Picea abies</i>	23	42	3
<i>Pinus sylvestris</i>	26	36	3
<i>Betula pendula</i>	18	34	-
<i>Alnus glutinosa</i>	3	14	
<i>Fraxinus excelsior</i>	5	13	
<i>Alnus incana</i>	4	9	-
<i>Populus tremula</i>	1	5	-
Sadalīšanās pakāpe			
I	7	21	-
II	48	49	2
III	18	40	3
IV	10	30	2
V	3	8	-

Secinājumi

2021. gada meža monitoringa ietvaros veiktā epifītu uzskaitē rāda, ka apsekotajos parauglaukumos dominēja skuju koku sugas *Picea abies*, *Pinus sylvestris* un lapu koku suga *Betula pendula*. Tas varētu arī daļēji izskaidrot bagātīgo epifītu daudzveidību uz šīm koku sugām (*Pinus sylvestris* un *Betula pendula*). Lielāka sugu daudzveidība konstatēta ķērpju taksonomiskajā grupā. Attiecīgi arī lielāks indikatorsugu skaits saistīts ar ķērpjiem.

Pētījums parāda, ka sūnu un ķērpju sugu daudzveidība ir saistīta ar dotās audzes esošo koku sugu sastāvu. Epifītu sugu flora atšķiras starp skuju kokiem un lapu kokiem. Lielāka epifītu indikatorsugu bagātība saistīta ar lapu koku klātbūtni. Lai arī liels ķērpju sugu skaits atrodams uz skuju kokiem, tomēr reto un aizsargājamo ķērpju sastopamību lielākoties nosaka lapu koku esamība. Savukārt sūnu indikatorsugas pārsvarā sastopamas uz lapu kokiem.

Rezultāti rāda, ka apsekotajos parauglaukumos sastopama noteikta epiksīlu flora, kuru lielākoties veido sūnu sugas. Lielāka sugu bagātība, tai skaitā epiksīlo indikatorsugu bagātība saistīta ar nedaudz un vidēji sadalījušos koksnī (II, III un IV sadalīšanās pakāpē).

Nākotnē iegūtie pētījuma rezultāti ļautu novērtēt sūnaugu un ķērpju sastopamību Latvijas mērogā, papildinot zināšanas ne tikai par aizsargājamajiem mežiem, bet arī par apsaimniekotajiem mežiem. Savukārt ilglaicīga monitoringa rezultāti varētu atspoguļot epifītu izmaiņas saistībā ar biotiskajiem un abiotiskajiem faktoriem.

2.2. Atmirusī koksne (J. Donis)

2.2.1. Materiāls un metodika

2021. gada sezonā atmirusī koksne atbilstoši metodikai novērtēta 2012 parauglaukumos, kuros konstatēti augoši koki vai atmiruši koki. Kopumā novērtētas 6551 kritalas un stubeņi, kā arī 1120 sausokņi.

Atmirums novērtēts sekojošās atmiruma kvalitātes grupās (skat. 2.8. tabulu), kā arī divās dimensiju grupās – 6-9,9 cm resgalī, 10-19,9 cm, 20-29,9 cm un resgalī, 30 un < cm resgalī. Minimālais garums 1 m.

2.8. 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

2.2.2. Rezultāti

Kopumā novērtētas 6894 kritālas un stubeņi, kā arī 1253 sausokņi. Atmiruma sadalījums pa dimensiju grupām un to vidējā krāja uz ha atspoguļota 2.9. tabulā.

2.9. tabula. Atmiruma sadalījums pa dimensiju grupām un sadalīšanās pakāpi 2021. gadā uzmērītajos meža (ZKAT 10-14) parauglaukumos

Grupa*	Vid. krāja	SE%	SE
	Vid. krāja m ³ ha ⁻¹	Vid. vērtības kļūda, %	Vid. vērtības kļūda, m ³ ha ⁻¹
Kritālas (1) 6-9,9 cm	0,042	26,2	0,011
Kritālas (1) 10-19,9 cm	0,160	30,0	0,048
Kritālas (1) 20-29,9 cm	0,153	19,0	0,029
Kritālas (1) 30 cm ≤	0,222	29,0	0,064
Kritālas (1) kopā	0,577	15,7	0,090
Kritālas (2) 6-9,9 cm	0,260	10,6	0,028
Kritālas (2) 10-19,9 cm	0,774	7,3	0,057
Kritālas (2) 20-29,9 cm	0,800	12,4	0,099
Kritālas (2) 30 cm ≤	1,178	16,4	0,193
Kritālas (2) kopā	3,013	8,7	0,262
Kritālas (3) 6-9,9 cm	0,307	9,2	0,028
Kritālas (3) 10-19,9 cm	1,218	8,1	0,098
Kritālas (3) 20-29,9 cm	0,836	9,8	0,082
Kritālas (3) 30 cm ≤	1,110	16,8	0,186
Kritālas (3) kopā	3,471	7,5	0,260
Kritālas (4) 6-9,9 cm	0,157	10,5	0,017
Kritālas (4) 10-19,9 cm	1,126	11,7	0,132
Kritālas (4) 20-29,9 cm	1,034	7,9	0,082
Kritālas (4) 30 cm ≤	1,138	15,9	0,181
Kritālas (4) kopā	3,455	7,6	0,262
Kritālas (5) 6-9,9 cm	0,052	14,4	0,007
Kritālas (5) 10-19,9 cm	0,412	9,5	0,039
Kritālas (5) 20-29,9 cm	0,461	10,7	0,049
Kritālas (5) 30 cm ≤	0,606	15,9	0,096
Kritālas (5) kopā	1,531	8,9	0,136
Kritālas kopā	12,046	4,5	0,546
Sausokņi 6-9,9 cm	0,508	8,6	0,044
Sausokņi 10-19,9 cm	1,437	6,8	0,098
Sausokņi 20-29,9 cm	1,087	11,0	0,120

Grupa*	Vid. krāja	SE%	SE
	Vid. krāja m ³ ha ⁻¹	Vid. vērtības kļūda, %	Vid. vērtības kļūda, m ³ ha ⁻¹
Sausokņi 30 cm ≤	1,041	17,2	0,179
Sausokņi kopā	4,074	7,0	0,287
Stumbeņi (1) 6-9,9 cm	0,005	174,4	0,009
Stumbeņi (1) 10-19,9 cm	0,038	21,8	0,008
Stumbeņi (1) 20-29,9 cm	0,050	27,9	0,014
Stumbeņi (1) 30 cm ≤	0,040	33,2	0,013
Stumbeņi (1) kopā	0,133	17,7	0,023
Stumbeņi (2) 6-9,9 cm	0,031	18,5	0,006
Stumbeņi (2) 10-19,9 cm	0,368	10,7	0,040
Stumbeņi (2) 20-29,9 cm	0,420	13,4	0,056
Stumbeņi (2) 30 cm ≤	0,432	16,4	0,071
Stumbeņi (2) kopā	1,251	8,3	0,104
Stumbeņi (3) 6-9,9 cm	0,043	15,7	0,007
Stumbeņi (3) 10-19,9 cm	0,295	8,4	0,025
Stumbeņi (3) 20-29,9 cm	0,358	10,6	0,038
Stumbeņi (3) 30 cm ≤	0,277	17,7	0,049
Stumbeņi (3) kopā	0,972	7,3	0,071
Stumbeņi (4) 6-9,9 cm	0,017	30,8	0,005
Stumbeņi (4) 10-19,9 cm	0,118	12,8	0,015
Stumbeņi (4) 20-29,9 cm	0,156	15,2	0,024
Stumbeņi (4) 30 cm ≤	0,118	20,1	0,024
Stumbeņi (4) kopā	0,409	10,3	0,042
Stumbeņi (5) 6-9,9 cm	0,002	46,9	0,001
Stumbeņi (5) 10-19,9 cm	0,014	22,4	0,003
Stumbeņi (5) 20-29,9 cm	0,021	25,0	0,005
Stumbeņi (5) 30 cm ≤	0,025	42,4	0,011
Stumbeņi (5) kopā	0,063	20,6	0,013
Stumbeņi kopā	2,828	5,2	0,147
Pavisam kopā	18,95	3,8	0,733

* iekavās atmiruma kvalitātes grupa atbilstoši 2.8. tabulas klasifikatoram/

Kopumā mežaudzēs un izcirtumos 2021. g. vidēji konstatēti $18,95 \pm 0,73$ m³ ha⁻¹ atmirušu koku stumbru (aprēķinot standartkļūdu ņemta vērā platību nenoteiktība). Atmirums virs 30 cm resgaļa caurmērā dažādā sadalīšanās pakāpēs veido 6,19 m³ ha⁻¹. Savukārt atmirums ar resgaļa caurmēru 10-19,9 un 20-29,9 cm attiecīgi 5,96 un 5,38 m³ ha⁻¹.

Svaigi atmirušu koku stumbru tilpums (kritālas un stumbeņi) vidēji ir 0,79 m³ ha⁻¹, bet 5. kvalitātes kategorijas (koksne ļoti mīksta, tā viegli drūp rokās) 4,36 m³ ha⁻¹.

2.3. Ar kokiem saistītu bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgu struktūru monitorings

(J. Donis)

2.3.1. Materiāls un metodika

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. 2021. gada sezonā bioloģiskajai daudzveidībai nozīmīgas struktūras atbilstoši metodikai novērtētas 2040 parauglaukumos, kuros konstatēti augoši vai atmiruši koki.

Bioloģiskās daudzveidības jeb ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes fiksē gan dzīviem, gan atmirušiem kokiem. Mikrodzīvotņu klasifikācija dota 2.10. tabulā.

2.10. tabula. Ar kokiem saistītās mikrodzīvotnes un to iedalījums

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
Dobumi s.l.	Dzeņu dobumi	Nelielu dzeņu ligzdošanas dobumi	leeja $\varnothing < 4$ cm. <i>Dendrocopos minor</i> dobums Parasti tiek kalts atmirušā zarā	Ejas $\varnothing < 4$ cm	C11
		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, stumbeņis)	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 mikroklīmata 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	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C21

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			būt augstāk uz stumbra		
		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 mikroklīmata un lietus var tajā ieplūst. Jāievēro, ka dobuma ieeja var būt augstāk stumbrā	Atvēruma $\varnothing > 30$ cm	C23
		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 $\varnothing > 30$ 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 $\varnothing > 30$ cm	C25
		Cauris zars	Trupes caurums lielā zarā, kā rezultātā rodas cauruļveida patvērums, kas bieži ir novietots horizontāli	Atvēruma $\varnothing > 10$ cm	C26
	Kukaiņu galerijas	Kukaiņu galerijas un skrejas koksne	Ksilofāgu kukaiņu skreju tīkls norāda uz caurumu sistēmu koksne. Kukaiņu galerija ir sarežģīta	Skrejas $\varnothing > 1$ cm	C31

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			caurumu sistēma, ko koksne rada viena vai vairākas kukaiņu sugas		
		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
		Dzeņu barošanās kalumi	iedobes, kas rodas dzeņu barošanas aktivitātēs. Iedobe ir koniska: ieeja ir lielāka nekā iekšpuse	Dziļums > 10 cm Ø > 10 cm	C42
		Stumbra mizas iedobumi	Dabiskais mizas ieliekums uz koka stumbra. Nav substrāta	Dziļums > 10 cm Ø > 10 cm	C43
		Celmu/sakņu blīzuma iedobumi	Izveidojies dabīgais mizas ieliekums, kas veidojas pie koka stumbra pamatnes ar koku saknēm un augsni. Nav substrāta (ja tā ir: skatiet Stumbra pamatnes trupes dobumi)	Ø > 10 cm	C44
Koka ievainojumi un eksponēta koksne	Eksponēta tikai apļievas koksne	Mizas zudums	Mizas zudums, kas atklāj apļievas 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	Platība > 600 cm ² (A4 lapas lielums)	B12

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			trīsstūrveida formas un atrodas pie koka pamatnes. Uguns rētas ir saistītas ar atogļojumu un dažreiz sveķu plūsmu uz atklāta koksnes vai mizas		
		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
	Eksponeāta aplievas koksne un kodolkoksne	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	Eksponeāta kodolkoksne zaru vai žākles lūzumu dēļ. Brūci ieskauj dzīva koksne ar sulas plūsmu	Eksponeāta kodolkoksne > 300 cm ²	B22
		Plīsums/plaisa	Plaisa caur mizai un koksnei (ja to izraisa zibens skatiet tālāk)	Garums > 30cm 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 plīsums	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 $\varnothing > 10$ cm	D11
		Atmirusi galotne	Visa koka augšdaļa ir mirusi; atmirusī koksne ir eksponēta saulē	Atmirušās daļas pamata $\varnothing > 10$ cm	D12
		Palikušais nolūzušais zars	Zars ir nolūzis. Atlikušais gals var būt sašķepelēts. Traumas neietekmē stumbru (ja tā ir, skatiet stumbra bojājumus)	Lūzuma vietas $\varnothing > 20$ cm un palikušās daļas garums $> 0,5$ m	D13
		Atmirusi vainaga daļa	Atmirušie zari, kas saglabājušies vainagā ir relatīvi noēnoti	Zaru $\varnothing > 3$ cm & $> 10\%$ no vainaga ir atmiris	D14
Izaugumi	Zaru mudžekļi	Vējslota	Bļīva zaru aglomerācija sānzaros	$\varnothing > 50$ cm	E11
		Ūdenszari	Bļīva zaru aglomerācija uz stumbra	> 5 zaru puduri	E12
	Izaugumi un vēži	Izaugumi (māzeri)	Šūnu augšanas izplatīšanās ar raupju mizu	> 20 cm	E21
		Vēzis	Trupejoša brūce. Skarta aplieva. To izraisa, piemēram, <i>Melampsorella caryophyllacerum</i> , <i>Nectria</i> l. s.	$\varnothing > 20$ 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</i> pp., <i>Fomes</i> , <i>Perreniporia</i> pp., <i>Oxyporus</i> , <i>Ganoderma</i> pp., <i>Phellinus</i> , <i>Daedalea</i> , <i>Haploporus</i> , <i>Heterobasidion</i> , <i>Hexagon</i> , <i>Laricifomes</i> , <i>Daedleopsis</i>	Lielākais $\varnothing > 5$ cm	F11

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
	Efimērie augļķermeņi	Viengadīgas piepes	Viengadīgu poliporo sēņu augļķermeņi, 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, Hapalopilus,</i> <i>Inonotus,</i> <i>Ischnoderma,</i> <i>Laetiporu,</i> <i>Leptoporu,</i> <i>Meripilus, Oligopors,</i> <i>Oxyporus,</i> <i>Perenniporia pp.,</i> <i>Phaeolus,</i> <i>Piptoporus,</i> <i>Podofomes,</i> <i>Polyporus,</i> <i>Pycnopus,</i> <i>Spongipellis,</i> <i>Stereum, Trametes,</i> <i>Trichaptum,</i> <i>Tyromyces</i>	Lielākais $\varnothing > 5$ cm vai klasteris ar > 10 augļķermeņiem	F21
		Cepurīšsēnes	Sēnēm ir liels, biezs un mīksts vai drīzāk gaļīgs augļķermenis (rinda <i>Agaricales</i>). Piem., <i>Armillaria,</i> <i>Pleurotus, Pholiota</i> <i>vai lielās Pluteus</i> <i>sugas. Augļķermenis</i> parasti paliek vairākas nedēļas	Lielākais $\varnothing > 5$ cm vai klasteris ar > 10 sēņu augļķermeņiem	F22
		Piromicētes	Cietas puslodes formas tumšās sēnes, kas atgādina kā ogles gabalu. Piemēram: <i>Daldinia</i> <i>vai Hypoxylon</i>	Stromas lielākais $\varnothing > 5$ cm vai stromu grupa klāj > 100 cm ²	F23
		Gļotsēnes	Amēbveidīgs gļotsēne, kas veido	Lielākais $\varnothing > 5$ cm	F24

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			kustīgu plazmodiju. plazmodijs ir želejveidīgs, ja svaigs		
Epifitiskas un epiksiliskas struktūras	Epifiti un parazitīti	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 vītenāugi (<i>Hedera helix</i> , <i>Clematis vitalba</i> , <i>Lonicera periclymenum</i> , <i>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.</i> , <i>Arceuthobium oxycedri</i> , <i>Loranthus europaeus</i>)	Lielākais \emptyset > 20 cm	A15
	Ligzdas	Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni	\emptyset > 50 cm	A21
		Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni vai vāveres	\emptyset > 20 cm	A22
		Mugurkaulnieku ligzdas	Ligzdas, ko būvē putni, susuri, peles vai vāveres	\emptyset > 10 cm	A23
		Bezmugurkaulnieku ligzdas	Bezmugurkaulnieku kāpuru ligzdas, piem., koksnes skudras <i>Lasius fuliginosus</i> vai savvaļas bites <i>Apis mellifera</i>		A24
	Mikroaugšne	Mizas mikroaugšne	Augsne, kas radusies epifitisko sūnu, ķērpju 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	Esamība	A32

Forma	Grupa	Tips	Definīcija	Min. sliekšnis	Kods
			zaru žāklēs, dažreiz atvasāju savienojumos		
Izdalījumi	Izdalījumi	Sulas notecējumi	Svaiga ievērojama sulas plūsma	Kumulatīvais garums > 10 cm	I11
		Sveķu notecējumi	Svaiga ievērojama sveķu plūsma	Kumulatīvais garums > 10 cm	I12

2.3.2. Rezultāti

Kopumā 2021. gadā novērtēti 44 510 dzīvi koki un 7865 sausokņi, kritālas un stubeņi. Kaut viena mikrodzīvotne konstatēta uz 2777 kokiem un 4194 sausokņiem, kritālām un stubeņiem, t.i., 6,2% dzīvo koku un 53% sausokņu, kritālu un stubeņu.

Visbiežāk uz dzīviem kokiem konstatēts koku ievainojumi un eksponēta koksne 852 kokiem, epifītās un epiksīlās struktūras 600 gadījums, izdalījumi – 772 gadījumi, saproksīlo sēņu augļķermeņi. 324, dobumi s.l. – 333 un atmirusi koksne 160 kokiem, bet dažāda veida izaugumi uz 103 kokiem.

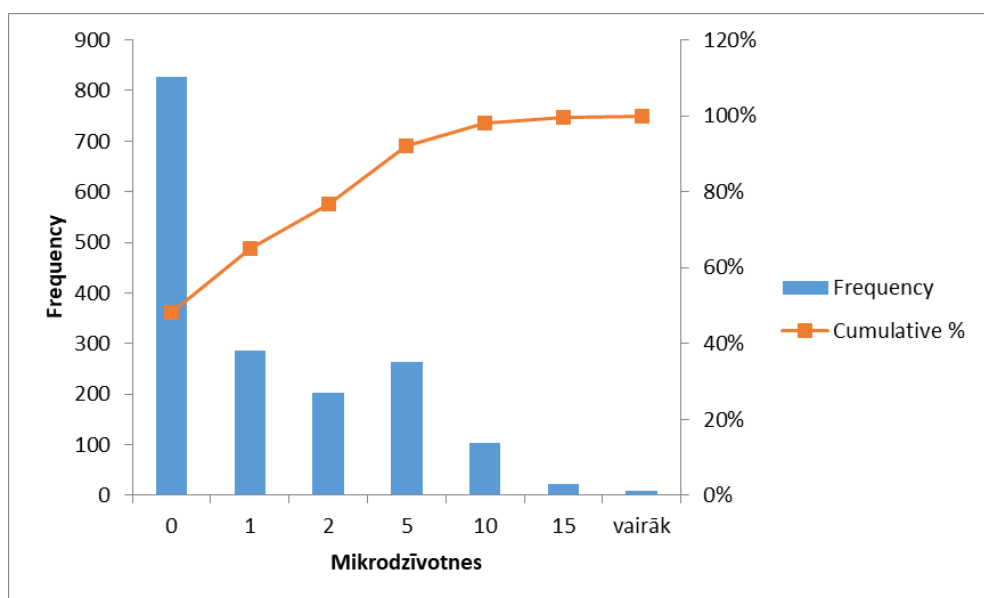
Kopējais uzskaitīto mikrodzīvotņu vienību skaits ir lielāks, t.i., 2945, tā kā virknei koku konstatētas vairākas mikrodzīvotnes, Lielākais vienam kokam konstatēto mikrodzīvotņu skaits ir 9.

2.11. tabula. Mikrodzīvotņu sastopamība uz dzīvajiem kokiem 2021. gadā apsekotajos MRM parauglaukumos

	KSM_B	KSM_A	KSM_I	KSM_F	KSM_C	KSM_D	KSM_E
Koku skaits ar mikrodzīvotnēm	852	600	772	324	333	160	103
Kopējais mikrodzīvotņu skaits	937	621	772	327	352	168	103

KSM_A – Epifītiskas un epiksīliskas 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 1713 parauglaukumiem, kuros, kaut viens sektors atbilst zkat = 10 (mežaudze), vismaz viena mikrodzīvotne uz kokiem konstatēta 887 laukumos, t.i., 51,7% laukumu. Lielākais konstatētais mikrodzīvotņu daudzums uz dzīvajiem kokiem vienā parauglaukumā ir 31. Parauglaukumu skaits ar kopējo mikrodzīvotņu skaitu norādīts 2.7. attēlā.



Mikrodzīvotnes	Biežums	Kumulāta %
0	826	48,22%
1	287	64,97%
2	202	76,77%
5	264	92,18%
10	103	98,19%
15	22	99,47%
vairāk	9	100,00%

2.7. attēls. 2021. gadā apsekoto MRM parauglaukumu mežaudzēs un to skaits sadalījumā pa mikrodzīvotņu skaita grupām uz dzīviem kokiem

Vidēji mežaudžu parauglaukumā konstatētas $1,72 \pm 0,07$ ar kokiem saistītas mikrodzīvotnes. Visbiežāk tā ir eksponēta koksne $0,49 \pm 0,03$ (skat. 2.12. tabulu).

2.12. tabula. Vidējais dažāda veida ar kokiem saistīto mikrodzīvotņu skaits parauglaukumā (mežaudzes) uz dzīviem kokiem

	KSM_A	KSM_B	KSM_C	KSM_D	KSM_E	KSM_F	KSM_I	KSM_Kopā
Vidēji	0,28	0,49	0,19	0,08	0,06	0,18	0,43	1,72
Stdev	0,95	1,04	0,83	0,35	0,29	1,00	1,50	2,85
SE	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,02	0,04	0,07

KSM_A – Epifītiskas un epiksīliskas 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.

Uz sausokņiem, kritālām un stumbeņiem visbiežāk konstatēta – eksponēta koksne, t.i., jau daļēji vai pilnībā zaudēta miza 2556 koki, epifītās un epiksīlās struktūras konstatētas 1364 kokiem, bet 1080 kokiem konstatētas saproksīlo sēņu augļķermeņi. Dažāda veida dobumi konstatēti 294 kokiem.

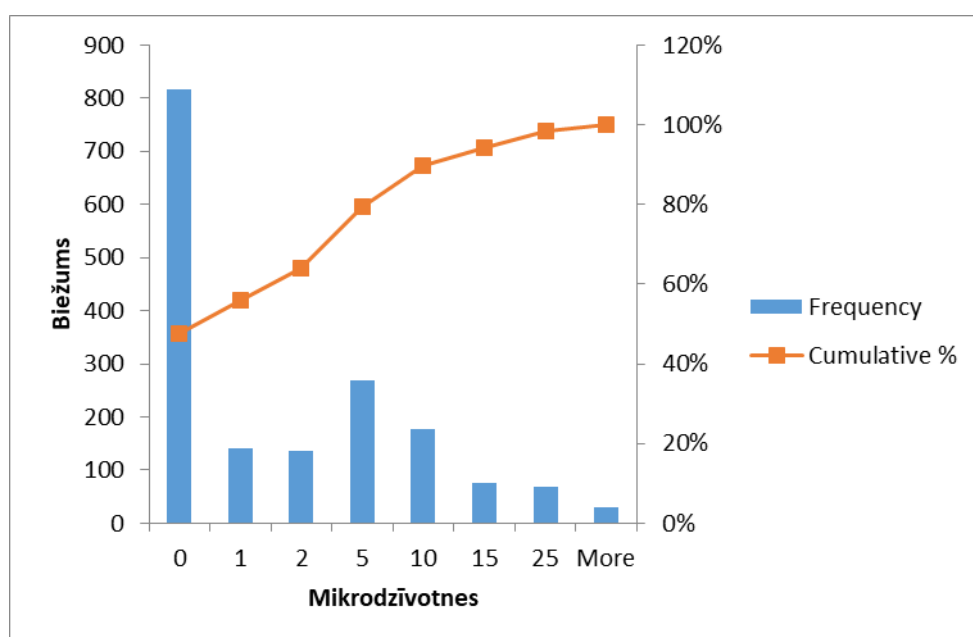
Tā kā virknei koku konstatēti vairākas “mikrodzīvotnes”, tad kopējais uzskaitīto mikrodzīvotņu skaitu sasniedz 6209 (skat. 2.13. tabulu).

2.13. tabula. Mikrodzīvotņu sastopamība uz atmirušajiem kokiem 2021. gadā apsektajos MRM parauglaukumos

	KSM_A	KSM_B	KSM_C	KSM_D	KSM_E	KSM_F	KSM_I
Sausokņu, kritālu un stubeņu skaits ar mikrodzīvotnēm	1364	2556	294	6	4	1080	8
Kopējais mikrodzīvotņu skaits	1365	3412	319	6	4	1095	8

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 1713 parauglaukiem, kuros, kaut viens sektors atbilst zkat = 10 (mežaudze), vismaz viena mikrodzīvotne uz sausokņiem, kritālām un stubeņiem konstatēta 896 laukumos, t.i., 52,3% laukumu. Lielākais konstatētais mikrodzīvotņu daudzums uz kritālām un sausokņiem vienā parauglaukumā ir 66. Parauglaukumu skaits ar kopējo mikrodzīvotņu skaitu norādīts 2.8. attēlā.



Mikrodzīvotnes	Biežums	Kumulāta %
0	817	47,69%
1	142	55,98%
2	135	63,86%
5	268	79,51%
10	177	89,84%
15	75	94,22%
25	69	98,25%
vairāk	30	100,00%

2.8. attēls. 2021. gadā apsektoto MRM parauglaukumu mežaudzēs un to skaits sadalījumā pa mikrodzīvotņu skaita grupām uz sausokņiem, kritālām un stubeņiem

Vidēji mežaudžu parauglaukumā konstatētas $3,58 \pm 0,16$ ar kokiem saistītas mikrodzīvotnes. Visbiežāk tā ir eksponēta koksne $2,02 \pm 0,10$ (skat. 2.14. tabulu).

2.14. tabula. Vidējais dažāda veida ar kokiem saistīto mikrodzīvotņu skaits parauglaukumā (mežaudzes) uz sausokņiem, kriticalām un stubenjiem

	KSM_A	KSM_B	KSM_C	KSM_D	KSM_E	KSM_F	KSM_I	KSM_Kopā
Vidēji	0,75	2,02	0,18	0,00	0,00	0,62	0,00	3,58
Stdev	1,82	4,27	0,62	0,05	0,04	1,56	0,08	6,47
SE	0,04	0,10	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,16

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.

3. Ainavu monitorings (J. Donis)

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

3.1. Materiāls un metodika

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

- 1) 2015. gada un 2021. gada martā MVR reģistrētos meža poligonu telpiskos datus.
- 2) LĢIA topogrāfiskās kartes (LGIA_TOPO_2016) mērogā 1 : 10 000 poligoni, kuru zemes klājums atbilst kategorijai mežs.
- 3) LĢIA LiDAR informāciju (2013-2019) (.las dati).
- 4) 2015. gada un 2020. gada sezonas Landsat 8 un Sentinel 2A un Sentinel 2B satelītattēlus, izveidojot mozaīku ar stāvokli no 2015. gada un 2020. gada jūnija līdz septembrim.

MVR meža poligoni, kuri atbilst $ZKAT = 10$ un $h_{10} \geq 5$ dati pārveidoti uz $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseliem, izvēloties nosacījumu *combined majority*.

LĢIA topogrāfiskās kartes meža poligonu dati pārveidoti uz $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseliem, izmantojot nosacījumu *combined majority*.

No LĢIA LiDAR .las failu datiem izveidots koku vainagu augstuma (CHM) modelis ($1 \times 1\text{ m}$), tos iedalot bināri: ja CHM vērtība mazāka par $5\text{ m} - 0$, vai $1 -$ ja CHM vērtība $5,0$ vai lielāka. Pēc tam aprēķinātas summāras vērtības $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseliem (CHM_AGG). Ja CHM_AGG vērtība lielāka par 80 , t.i., koku vainagu klāja projekcija vismaz 20% no pikseļa platības pārsniedz 5 m , tad atbilstošais pikselis uzskatīts par klātu ar kokiem, kuru vidējais augstums ir 5 m un vairāk (CHM_AGGcond vērtība 1).

Izmantojot 2020. gada sezonas Sentinel 2A un Sentinel 2B attēlus, aprēķinātas normalizētais diferences veģetācijas indeksa (NDVI) vērtības un izveidota mozaīka, kurā katra pikseļa ($10\text{ m} \times 10\text{ m}$) vērtība ir maksimālā NDVI vērtība analizētajā attēlu kopā. Pēc tam pārrēķinātas sākotnējās $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ pikseļu vērtības uz $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ vidējām vērtībām. Savukārt 2015. gadam izmantots Landsat 8 satelītattēli, kas no sākotnējiem $30\text{ m} \times 30\text{ m}$ pārrēķināti uz $20\text{ m} \times 20\text{ m}$.

Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze ir 5 m augstāka vai augstāka) 2015. gadā uzskaitīti tie $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseli, kuri atbilst mežam LGIA topo 2016; kuros, pēc CHM ir 5 m vai augstāki vismaz 80 m^2 ; bet MVR 2021. gada versijā nav jaunaudzes poligons, kurā pēdējā cirte pēc LiDAR skenēšanas attiecīgajā teritorijā veikta 2013.-2015. gadā, un kuru NDVI max vērtība ($20\text{ m} \times 20\text{ m}$) 2015. g. vasaras mozaīkā ir lielāka vai vienāda ar $0,65$. Pēc tam atbilstošie $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseli pārrēķināti uz $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ pikseliem, izmantojot nosacījumu *majority*. Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze augstāka par 5 m) uzskatīti tie pikseli, kuros ar kokiem klāti vismaz 50% no ($20\text{ m} \times 20\text{ m}$) pikseliem.

Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze ir 5 m augstāka vai augstāka) 2020. gada novērtējumā uzskatīti pikseli, kuru atbilst mežam LGIA_TOPO_2016, un kuru CHM_AGGcond ir 1 , bet nav MVR 2021. gada versijā jaunaudžu līdz 5 m augstumam, vai izcirtumu poligonu pikseli) un kuru NDVI vērtība 2020. g. ($20\text{ m} \times 20\text{ m}$) vasaras mozaīkā ir lielāka vai vienāda ar $0,65$. Pēc tam atbilstošie $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseli pārrēķināti uz $100\text{ m} \times 100\text{ m}$ pikseliem, izmantojot nosacījumu *majority*. Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze ir 5 m augstāka vai augstāka) uzskatīti tie pikseli, kuros ar kokiem klāti vismaz 50% no $20\text{ m} \times 20\text{ m}$ pikseliem.

Aprēķiniem un datu analīzei izmantots ArcGIS 10.5 Advanced un/vai SNAP 7.0 un/vai QGIS3.10.

3.1.1. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums

Atbilstoši MK noteikumiem, tiek noteiktas sekojošas telpiskā raksta klases – kodolzona (core), sala (islet), ārējā mala (edge), iekšējā mala (perforation), zars (branch) un savienotājs (loop or bridge). Izskaidrojums dots 3.1. tabulā.

3.1. tabula. Telpiskā raksta klase izskaidrojums

Telpiskā raksta klase	Angļu val.	Skaidrojums
Kodola zona (kodols)	Core	Iekšējā objekta daļa, neskaitot perimetru
Sala	Islet	Objekts, kas atdalīts no citiem objektiem un ir pārāk mazs, lai būtu kodolzona
Cilpa	Loop	Šaura josla, kas savienota ar vienu un to pašu kodolzonu
Ārējā mala	Edge	Objekta ārējais perimetrs
Iekšējā mala	Perforation	Objekta iekšējo atvērumu (perforāciju) perimetrs
Zars	Branch	Ar vienu galu savienots ar ārējo malu, iekšējo malu, savienotāju, vai cilpu
Savienotājs	Bridge	Šaura josla, kas savieno dažādus objektus, kuriem ir kodolzona

Tālākai ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtēšanai izmantota datorprogramma Guidos 2.9 (<https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/lpa/gtb/>) rīks MSPA un MSPA tilling.

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

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

100 m pikseļi buferzona 1 pikselis (100 m).

3.1.2. Fragmentācijas analīze

Fragmentācijas analīzei izmantots Guidos 2.9. rīks Multiscale FAD (Foreground area density), izmantojot izvēlni FAD6.

Mežaudžu pikseļu īpatsvars aprēķināts attiecīgi 7×7, 13×13, 27×27, 81×81 un 243×243 pikseļu grupai (kustīgajam logam), kas gadījumā, ja tiek izmantots 100 m pikselis, ir attiecīgi 49 ha, 169 ha, 729 ha, 6561 ha un 59 049 ha, bet, ja tiek izmantots 20 m pikselis, ir attiecīgi 1,96 ha, 6,76 ha, 29,16 ha, 262,44 ha un 2361,96 ha.

3.2. Rezultāti

3.2.1. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums 2015. gadā

Mežaudžu, kuru kokaudžu augstums ir 5 m vai vairāk, karte 3.1. attēlā atspoguļota ar 20×20 m pikseļu lielumu (minimālā kartēšanas vienība). Šādu mežaudžu platība, ja izmantots 20×20 m pikselis, 2015. gadā aizņēma 2843 tūkst. ha. Ja izvēlas 100×100 m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība veidoja 2874 tūkst. ha. Tas norāda uz to, ka mežaudžu platība pat pie vieniem un tiem pašiem atlases kritērijiem atšķiras atkarībā no izvēlētā pikseļa lieluma. Telpiskā raksta klases – kodols, sala, cilpa, tilts, perforācija, mala, zars, robeža ar 40 m un

100 m malu 20 m pikseļu attēlam un 100 m malu 100×100 m pikseļu attēlam (3.2. attēls). Savukārt katras klases platība atspoguļota 3.2. tabulā.

3.2. tabula. Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2015. gadā pie dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	100×100 m & 100 m mala		20×20 m & 100 m mala		20×20 m & 40 m mala	
		Platība	Skaitis	Platība	Skaitis	Platība	Skaitis
Kodols	CORE	484653	30651	484653	70244	1295347	164523
Sala	ISLET	219160	34028	219160	301300	92951	285128
Iekšējā mala	PERFORATION	16771	3669	16771	1916	75043	27308
Ārējā mala	EDGE	973287	15912	973287	39556	920131	83416
Cilpa	LOOP	58556	11834	58556	14169	58272	97127
Tilts	BRIDGE	950830	35210	950830	113490	242469	245915
Zars	BRANCH	139569	105899	139569	322075	158330	779379
Kopā		2874362		2842543		2842543	

Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādītas 3.3. tabulā. Ja tiek izmantots 20×20 m pikselis un par mežmalu definē 40 m platu zonu, tad no mežaudžiem 46% atrodas kodola zonā. Savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 17% no mežaudžu platības, vai 38%, ja izmanto 100×100 m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas platības ar kodola zonu, īpatsvaru. 20 m pikseļu gadījumā šāda platība ir 33%, ja mala ir 100 m, bet, 8%, ja mala ir 40 m, savukārt, ja tiek izmantots 100 m pikselis, tad tilts ir 9%. Vizuālas atšķirības redzamas 2.10. attēlā.

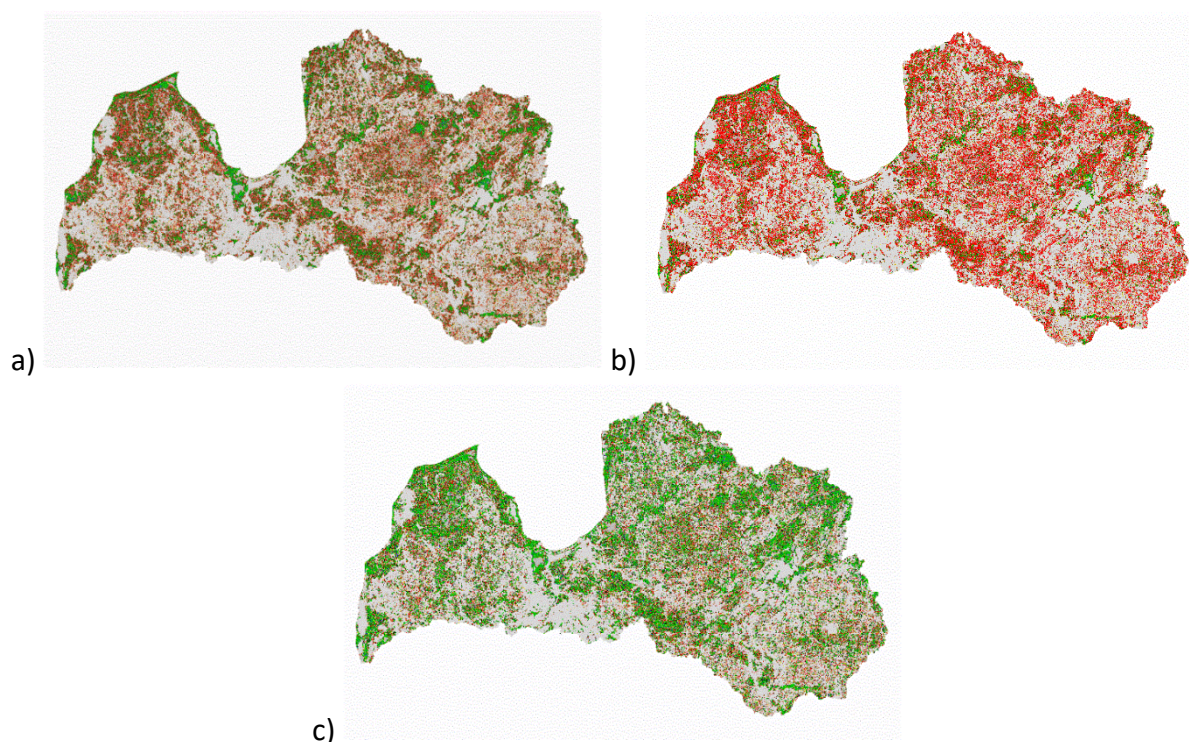
3.3. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem 2015. gadā, %

Ainavas raksta klase	Parametru definējums		
	100×100 m & 100 m mala	20×20 m & 100 m mala	20×20 m & 40 m mala
Kodola zona	38,1	17,1	45,6
Sala	4,5	7,7	3,3
Iekšējā robeža	2,7	0,6	2,6
Ārējā robeža	33,2	34,2	32,4
Cilpa	1,9	2,1	2,1
Tilts	9,5	33,5	8,5
Zars	10,2	4,9	5,6
Kopā	100	100	100

Tas vēlreiz norāda uz to, ka ainavas parametri savstarpēji ir salīdzināmi tikai pie vienādiem sākotnējiem uzstādījumiem, tādēļ, lai veiktu salīdzinājumus ar citiem periodiem, nepieciešams iegūt informāciju par mežiem ar līdzīgām metodēm. Ja tiek mainīts aprēķināšanas algoritms, attiecīgi jāpārrēķina arī iepriekšējo periodu dati.



3.1. attēls. Mežaudžu platību, kur kokaudžu augstums augstāks par 5 m (20 m pikselis), karte (2015. g.)



3.2. attēls. Mežaudžu, 5 m un augstāku, telpiskā raksta klases 2015. gadā (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils - iekšējā mala, melns – ārēja mala, oranžs – zars); a) pikselis 100×100 m un 100 m mala, b) 20×20 m pikselis un 100 m mala, c) 20×20 m pikselis un 40 m mala

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums 2020. gadā

Mežaudžu, kuru kokaudžu augstums ir 5 m vai vairāk, karte ar 20 m pikseļu lielumu, atspoguļota 3.3. attēlā. To platība aizņem 2761 tūkst. ha. Ja izvēlas 100 m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība ir 2564 tūkst. ha (skat. 3.4. tabulu).



3.3. attēls. Mežaudžu, 5 m un augstāku, platību karte (20×20 m pikselis) 2020. gads

3.4. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2020. gadā, izmantojot dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	100×100 m & 100 m mala		20×20 m & 100 m mala		20×20 m & 40 m mala	
		Platība	Skaitis	Platība	Skaitis	Platība	Skaitis
Kodola zona	CORE	937677	34355	427754	67624	1189759	176264
Sala	ISLET	141980	36994	239926	328345	100632	310619
Iekšējā mala	PERFORATION	48157	2459	13436	1586	60598	22368
Ārējā mala	EDGE	944596	18011	892525	40462	917477	93246
Cilpa	LOOP	48987	9781	60598	13168	54292	85927
Tilts	BRIDGE	324644	37829	949559	103715	246507	248136
Zars	BRANCH	321323	114534	157940	327233	172747	799136
Kopā		2767642		2742013		2742013	

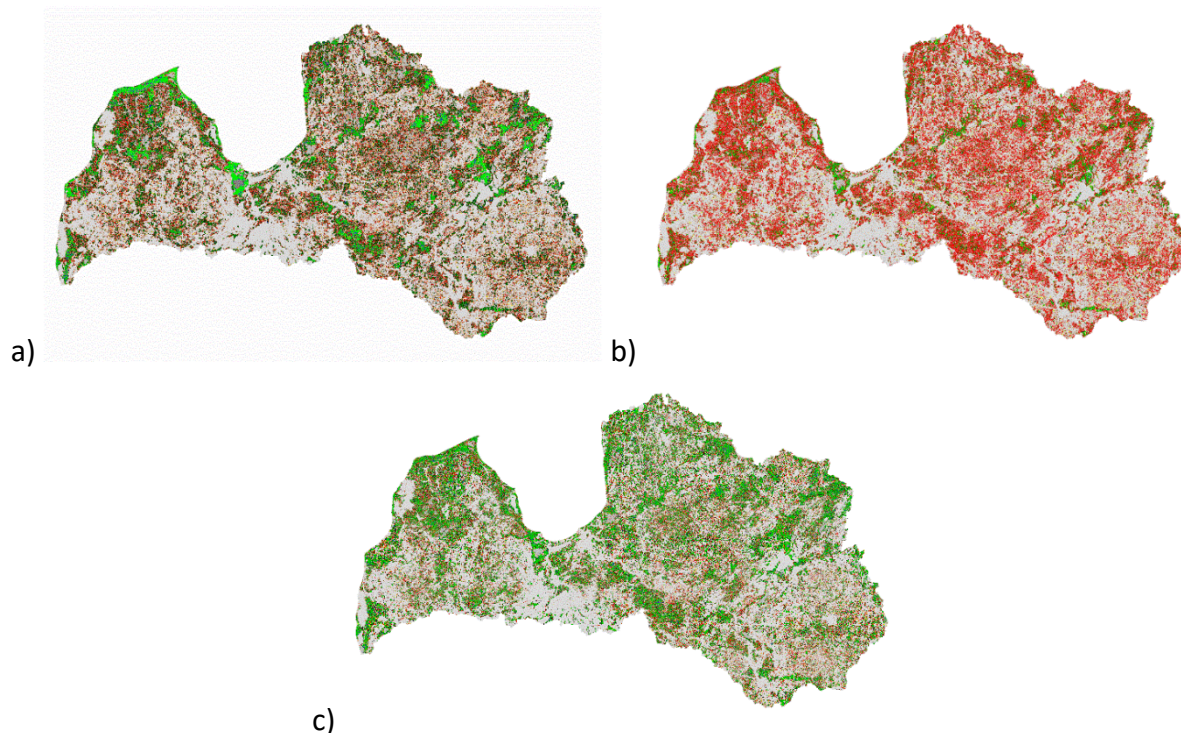
Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādīts 3.5. tabulā.

3.5. tabula. Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars, izmantojot dažādus sākotnējos nosacījumus 2020. gadā, %

Ainavas raksta klase	Parametru definējums		
	100×100 m & 100 m mala	20×20 m & 100 m mala	20×20 m & 40 m mala
Kodola zona	33,9	15,6	43,39
Sala	5,1	8,75	3,67
Iekšējā robeža	1,7	0,49	2,21
Ārējā robeža	34,1	32,55	33,46
Cilpa	1,8	2,21	1,98
Tilts	11,7	34,63	8,99
Zars	11,6	5,76	6,3
Kopā	100	100	100

Ja tiek izmantots 20 m pikselis un par mežmalu definē 40 m platu zonu, tad no mežaudzēm 43% atrodas kodola zonā, savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 16% no mežaudžu platības, vai 34%, ja izmanto 100 m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas

platības ar kodola zonu, īpatsvaru. 20 m pikseļu gadījumā šāda platība ir 34%, ja mala ir 100 m, bet, 9%, ja mala ir 40 m, savukārt, ja tiek izmantots 100 m pikselis, tad tilts ir 12% (3.4. attēls).



3.4. attēls. Mežaudžu, 5 m un augstāku, telpiskā raksta klases 2020. gadā (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils- iekšējā mala, melns – ārējā mala, oranžs – zars); a) pikselis 100² m un 100 m mala, b) 20² m pikselis un 100 m mala, c) 20² m pikselis un 40 m mala

Ainavu telpiskā raksta klašu novērtējums 2015 vs 2020

Salīdzinot 1 ha lielas minimālās kartēšanas vienības mežaudžu (5 m un augstākas), to kopējā platība no 2015. līdz 2020. gadam ir samazinājusies par 106,7 tūkst. ha jeb 4%. Kodola platība ir samazinājusies par par 157,5 tūkst. ha, jeb 14%, savukārt palielinājusies salu, tiltu un zaru platība, attiecīgi par 10%, 19% un 10%. (3.6. tabula).

3.6. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020. gadu, 1 ha minimālā kartēšanas vienība, ha

Ainavas raksta klase	Izmaiņas 2020. salīdzinot ar 2015. g.		Zonas platības īpatsvars, %	
	Platība, ha	Relatīvais īpatsvars	2015. g.	2020. g.
Kodola zona	-157455	0,86	38,1	33,9
Sala	13209	1,10	4,5	5,1
Iekšējā robeža	-30026	0,62	2,7	1,7
Ārējā robeža	-8542	0,99	33,2	34,1
Cilpa	-4763	0,91	1,9	1,8
Tilts	52442	1,19	9,5	11,7
Zars	28138	1,10	10,2	11,6
Kopā	-106720	0,96	100	100

Izmantojot 0,04 ha (20×20 m) pikseli, 5 m un augstāku mežaudžu kopējā platība samazinājusies par 100,5 tūkst. ha jeb 4%. Ja pieņem, ka mala ir 40 m, tad kodola platība

samazinājusies par 105,6 tūkst. ha jeb 8%, bet “zaru” platība pieaugusi par 14,4 tūkst. ha (3.7. tabula).

3.7. tabula. Mežaudžu (5 m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2020. g., 0,04 ha pikselis, ha ar 40 m malu

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	2015. gads		2020. gads		2020-2015	2020/2015
		Platība	% no MZ5	Platība	% no MZ5		
Kodolzona	CORE	1295347	45,6	1189759	43,4	-105587	0,92
Sala	ISLET	92951	3,3	100632	3,7	7681	1,08
Iekšējā robeža	PERFORATION	75043	2,6	60598	2,2	-14445	0,81
Ārējā robeža	EDGE	920131	32,4	917477	33,5	-2654	1,00
Cilpa	LOOP	58272	2,1	54292	2,0	-3980	0,93
Tilts	BRIDGE	242469	8,5	246507	9,0	4038	1,02
Zars	BRANCH	158330	5,6	172747	6,3	14417	1,09
Kopā		2842543		2742013		-100530	0,96

Salīdzinot rezultātus ar MSI datiem, konstatēts, ka mežaudžu (5m un augstāku) un mežu lauksaimniecības zemēs (5 m un augstāku) platība laika posmā no 2011.-2015. gadam ir bijusi 2800,0 tūkst. ha, bet laika posmā no 2015.-2020. gadā – 2782,5 tūkst. ha, t.i., platība, ņemot vērā MSI datu nenoteiktību, nav mainījies (SE = 1,5%). Nesakritība starp MSI un šajā pētījumā iegūtiem datiem ir saistīta ar atšķirīgu metodisko pieeju. MSI datu gadījumā tā ir vidējā vērtība 5 gadu novērtējumam, tādēļ tā tieši nav attiecināma uz stāvokli attiecīgi 2015. g. un 2020. g. Savukārt šajā pētījumā izmantotā metodika, ticamākais, nepietiekami labi atspoguļo ieaugšanās un augšanas procesu. Iepriekšējie pētījumi liecina, ka audzēm, kurās LiDAR mērījumi veikti tām esot bezlapotā stāvoklī, ir ar sistemātisku kļūdu (zemāku augstumu nekā tas konstatēts lauku mērījumos). Taču tā kā pagaidām nav izstrādāti vienādojumi atbilstošo korekciju veikšanai mistrotām audzēm, šī pētījuma ietvaros korekcija netika veikta, kā rezultātā daļa no audzēm, kuras *de facto* ir sasniegušas 5 m augstumu atbilstošajā gadā, netiek atspoguļotas kā sasniegušas 5 m augstumu. Bez tam 2020. g. novērtējumā platībās, kurās LiDAR dati iegūti no 2013.-2019. gadam, audžu augstuma novērtējumam izmantoti MVR aktualizācijas dati, taču MVR reģistra datu salīdzinājums ar MSI datiem, liecina, ka MVR aktualizācijas algoritmi ir konservatīvi, t.i., tie aprēķina mazāku augstuma pieaugumu salīdzinājumā ar MSI datus konstatēto. Savukārt 2015. g. datus, audzes, kuras bija sasniegušas 5 m augstumu tikai 2016.-2020. g. (pēc LiDAR datiem), 2015. g. datus jau atspoguļotas kā 5 m augstumu sasniegušas, lai arī *de facto* tādas varēja arī nebūt. Tādēļ ticamākais, ka MSI dati, lai arī atspoguļo vidējo periodisko vērtību, ir atbilstošāki realitātei nekā ar šo modeli iegūtās vērtības. Bez papildus pētījumiem šie dati tiešai 2015. g. un 2020. g. meža platību rezultātu salīdzināšanai izmantojami piesardzīgi.

3.2.2. Meža savienojamības / fragmentācijas novērtējums

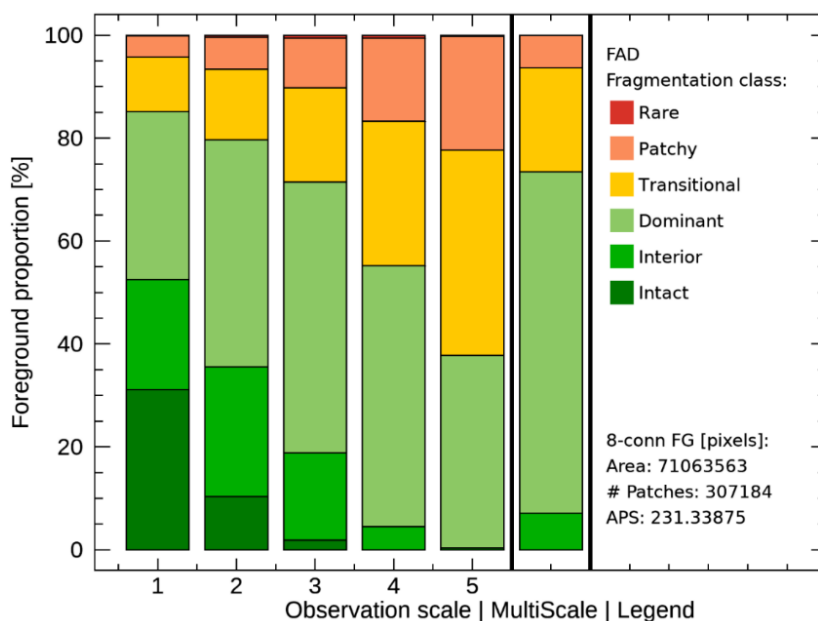
Meža savienojamības novērtējums 2015

Mežaudžu savienojamības novērtēšanai izmantots mežaudžu platību blīvums FAD (*Foreground area density*). Aprēķinos izmantotas 6 fragmentācijas klases:

- rets (*rare*) < 10%;
- plankumveida (*patchy*) 10% ≤ FAD < 40%;
- pārejas (*transitional*) 40% ≤ FAD < 60%;

- dominējošs (*dominant*) $60 \leq \text{FAD} < 90\%$;
- vidiene (*interior*) $90\% \leq \text{FAD} < 100\%$;
- neskarts (*intact*) $\text{FAD} = 100\%$.

Mežaudžu (5 m un augstāk) (20×20 m pikselis) 2015. gadā kopējā platība ir **2 842 543** ha. Platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 3.5. attēlā un 3.8. tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 3.7. attēlā.

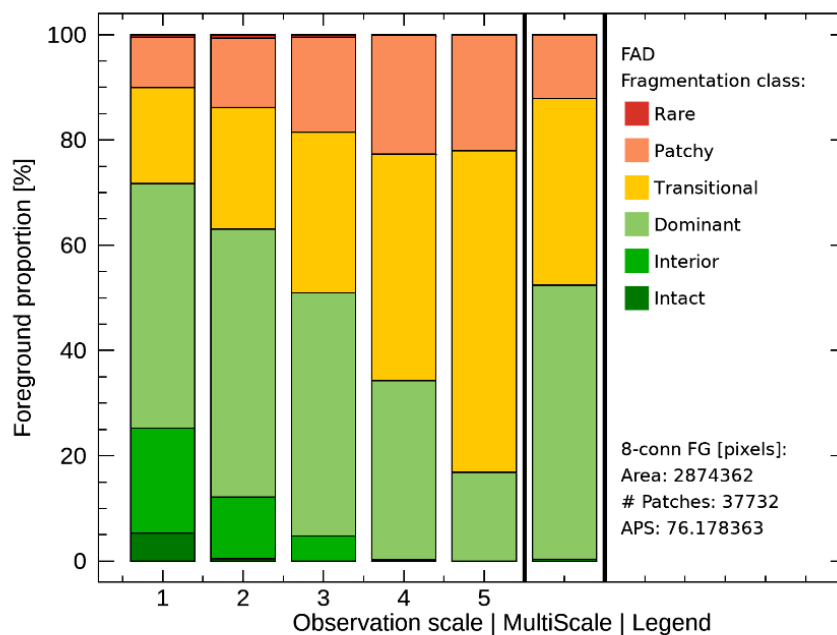


3.5. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2015 20×20 m. 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam, (2015. g.)

3.8. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 20×20 m

Fragmentācijas klases	7×7 (2,0 ha)	13×13 (6,7 ha)	27×27 (29,1 ha)	81×81 (262,4 ha)	243×243 (2362,0 ha)	Kopējs
Rets	0,14	0,37	0,57	0,59	0,26	0,05
Plankumveida	4,16	6,26	9,67	16,12	22,07	6,32
Pārejas	10,50	13,69	18,32	28,06	39,86	20,19
Dominējošs	32,66	44,18	52,58	50,74	37,50	66,38
Vidienes	21,39	25,19	16,94	4,46	0,32	7,06
Neskarts	31,14	10,31	1,91	0,02	0,00	0,00

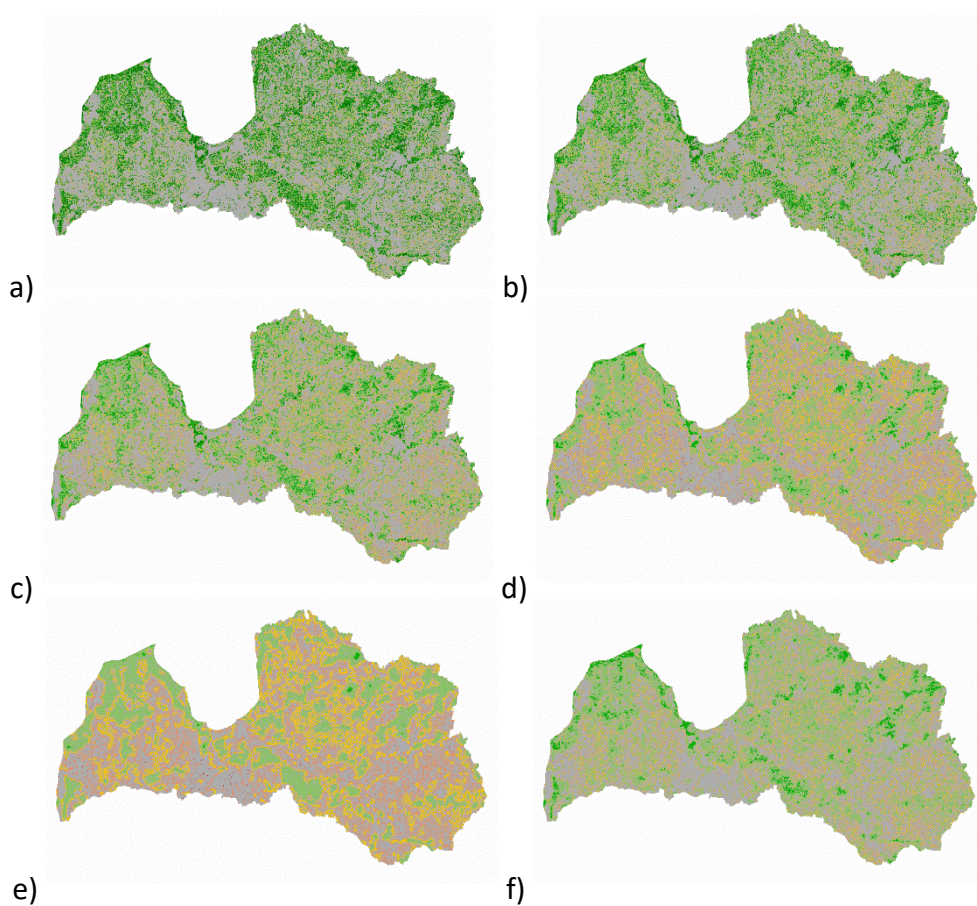
Mežaudžu (5 m un augstāk) (100×100 m pikselis) 2015. gadā kopējā platība ir **2 874 362** ha. Platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 3.6. attēlā un 3.9. tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 3.8. attēlā.



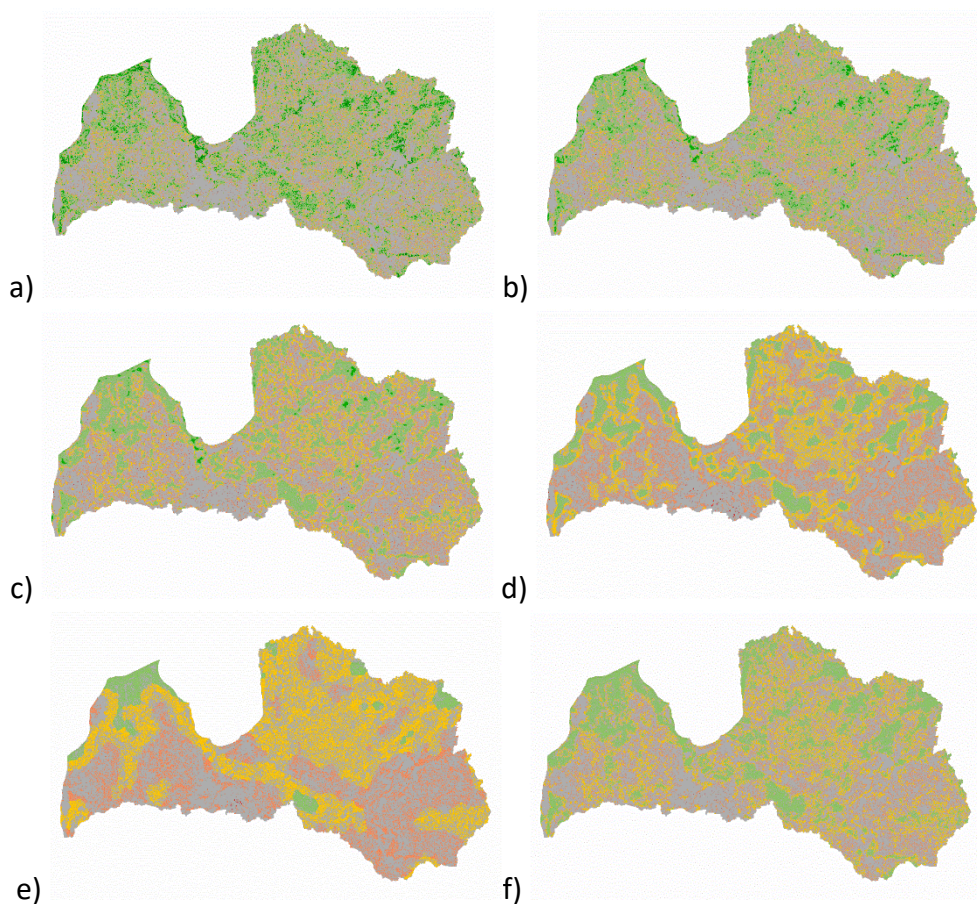
3.6. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām. 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam 100×100 m (2015. g.)

3.9. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100×100 m

Fragmentācijas klases	7×7 (49 ha)	13×13 (169 ha)	27×27 (729 ha)	81×81 (6561 ha)	243×243 (59049 ha)	Kopējs
Rets	0,66	0,81	0,57	0,21	0,05	0,05
Plankumveida	12,78	16,84	22,83	29,55	30,87	17,00
Pārejas	22,88	27,75	34,64	45,63	60,07	42,52
Dominējošs	49,60	49,72	40,85	24,61	9,01	40,43
Vidienes	12,18	4,81	1,11	0,00	0,00	0,00
Neskarts	1,91	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00



3.7. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD). a) 7×7, b) 13×13, c) 27×27, d) 81×81, e) 243×243, f) multimērogu 20×20 m pikseļi. (2015. g.)



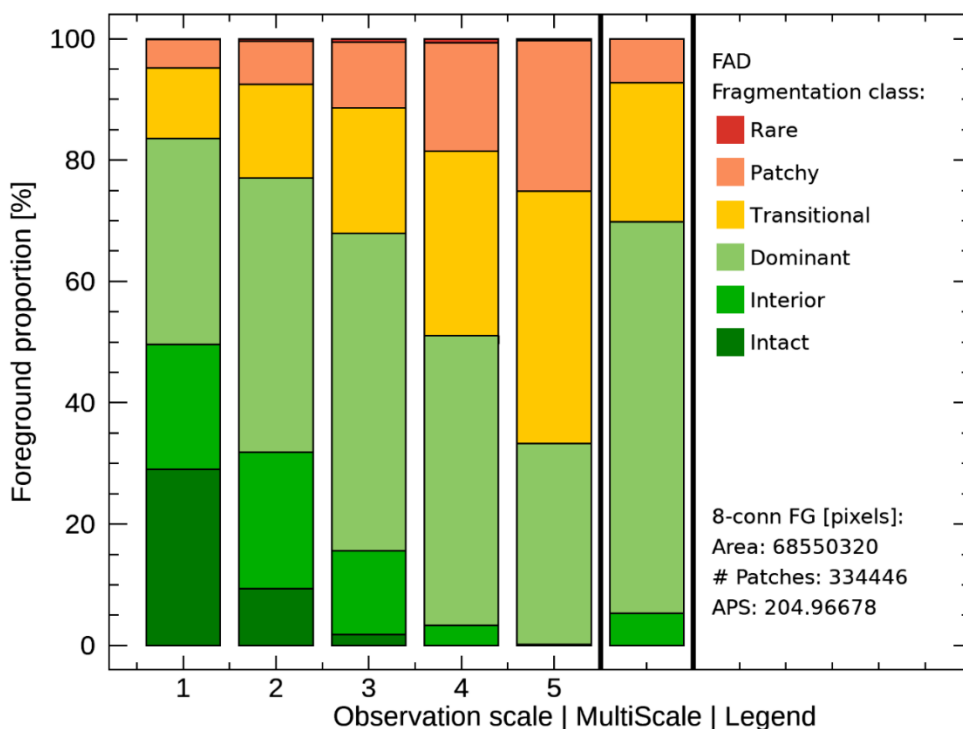
3.8. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD). a) 7×7, b) 13×13, c) 27×27, d) 81×81, e) 243×243, f) multimērogu 100×100 m pikseļi (2015. g.)

Meža savienojamības novērtējums 2020

Fragmentācijai jeb FAD (Foreground area density) Aprēķinos izmantotas 6 fragmentācijas klases:

- rets (*rare*) < 10%;
- plankumveida (*patchy*) $10\% \leq \text{FAD} < 40\%$;
- pārejas (*transitional*) $40\% \leq \text{FAD} < 60\%$;
- dominējošs (*dominant*) $60\% \leq \text{FAD} < 90\%$;
- vidiene (*interior*) $90\% \leq \text{FAD} < 100\%$;
- neskarts (*intact*) $\text{FAD} = 100\%$.

Mežaudžu (5 m un augstāk) (20×20 m pikselis) platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 3.9. attēlā un 3.10. tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 3.10. attēlā.

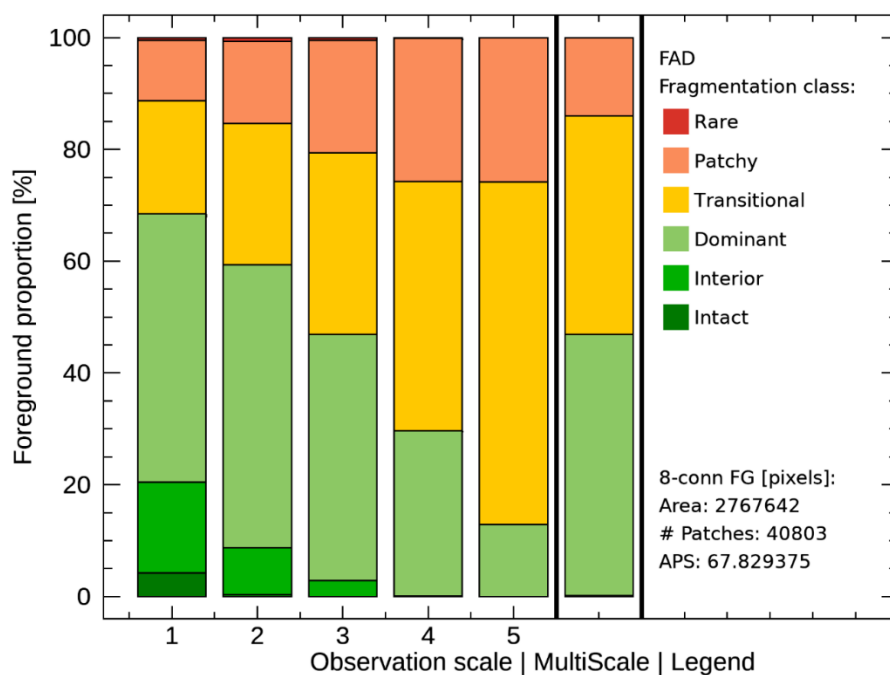


3.9. attēls. Mežaudžu platības blīvums FAD 2020 20×20 m. 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam (2020. g.)

3.10. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2020 20×20 m

Fragmentācijas klases	7×7 (2,0 ha)	13×13 (6,7 ha)	27×27 (29,1 ha)	81×81 (262,4 ha)	243×243 (2362,0 ha)	Kopējs
Rets	0,17	0,40	0,61	0,64	0,27	0,05
Plankumveida	4,68	7,12	10,79	17,86	24,89	7,17
Pārejas	11,66	15,44	20,66	30,42	41,55	22,92
Dominējošs	33,91	45,25	52,37	47,81	33,12	64,52
Vidienes	20,53	22,41	13,78	3,25	0,18	5,33
Neskarts	29,06	9,39	1,79	0,02	0,00	0,00

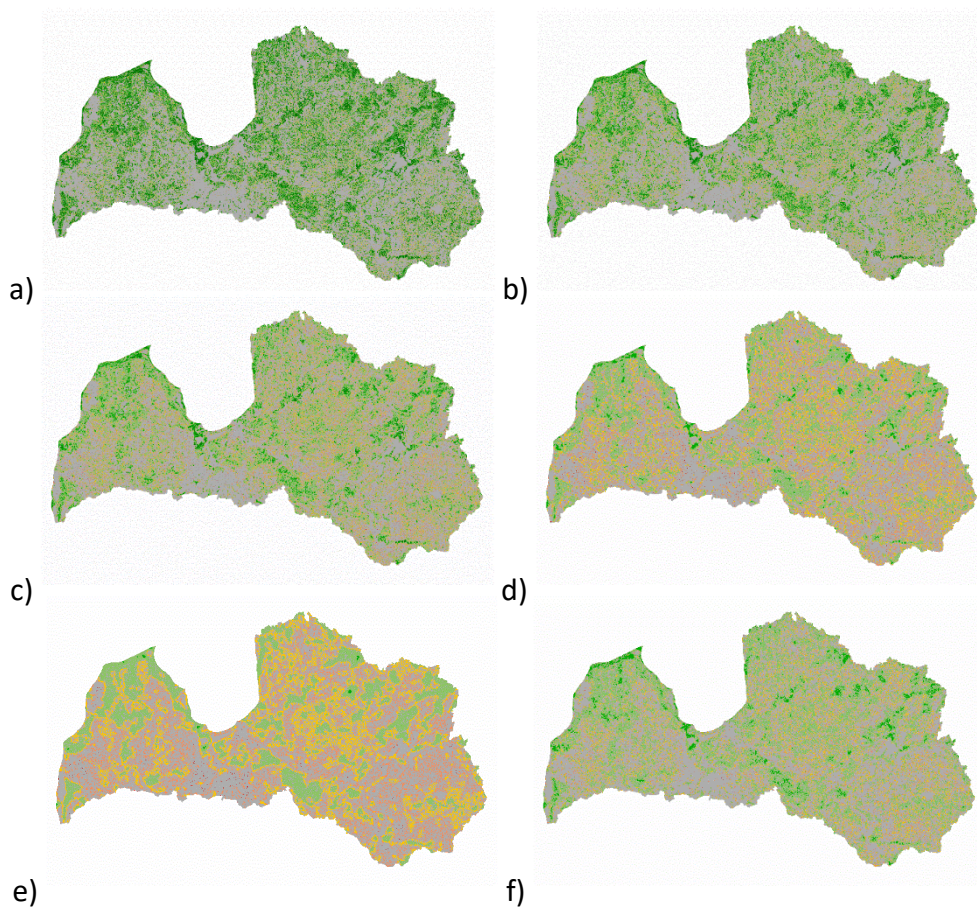
Mežaudžu (5 m un augstāk) (100×100 m pikselis) 2020. gadā kopējā platība ir **2 767 642** ha. Platību sadalījums pa mežaudžu platības blīvuma (FAD) grupām atspoguļots 3.10. attēlā un 3.11. tabulā. Savukārt telpiskais izvietojums atspoguļots 3.12. attēlā.



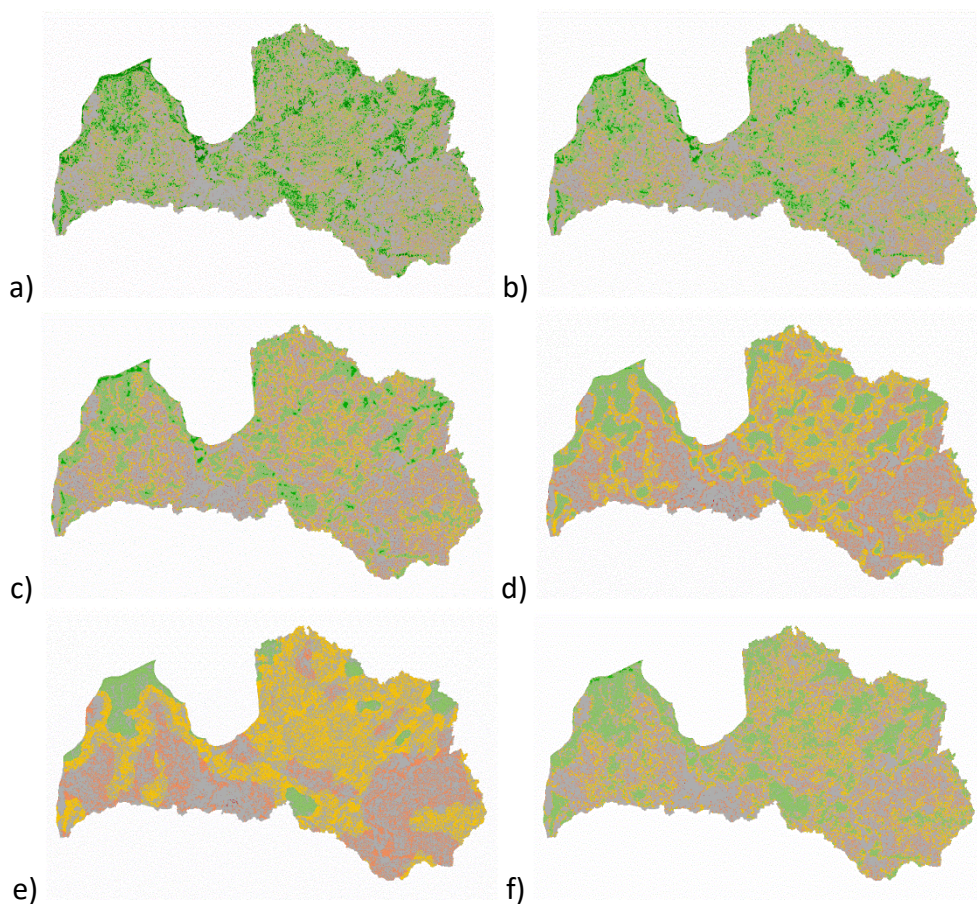
3.10. attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām. 1. 7×7, 2. 13×13, 3. 27×27, 4. 81×81 un 5. 243×243 pikseļu logam 100×100 m

3.11. tabula. Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2020 100×100 m

Fragmentācijas klases	7×7 (49 ha)	13×13 (169 ha)	27×27 (729 ha)	81×81 (6561 ha)	243×243 (59049ha)	Kopējs
Rets	0,48	0,64	0,46	0,16	0,04	0,03
Plankumveida	9,62	13,25	18,09	22,50	22,00	12,09
Pārejas	18,20	23,08	30,45	43,04	61,09	35,50
Dominējošs	46,45	50,87	46,24	34,07	16,88	52,02
Vidienes	19,98	11,74	4,75	0,23	0,00	0,36
Neskarts	5,27	0,42	0,01	0,00	0,00	0,00



3.11. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7, b) 13×13, c) 27×27, d) 81×81, e) 243×243, f) multimērogu 20×20m pikseļi (2020. g.)



3.12. attēls. Mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7×7, b) 13×13, c) 27×27, d) 81×81, e) 243×243, f) multimērogu 100×100m pikseli. 2020. g.

Ainavu savienojamības novērtējums 2015 vs 2020

Arī šajā gadījumā, bez papildus datu analīzes, salīdzinājums nav izdarāms tieši. Skatīt paskaidrojumu nodaļā "Ainavu telpiskā raksta klašu novērtējums 2015 vs 2020".

Pielikumi