



PĀRSKATS

par Meža attīstības fonda pasūtīto pētījumu

Pētījuma nosaukums: **„Meža bioloģiskās daudzveidības
monitoringa komponentes pilnveide
nacionālajā meža monitoringā”**

LĪGUMA NR.: 20-00-SOMF03-000011

IZPILDES LAIKS: 05.06.2020 – 15.11.2020

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

Pētījuma vadītājs: _____
Jānis Donis

Salaspils, 2020

Saturs

1. Ievads	3
2. Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcija	4
3. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa apakšsistēma nacionālā meža monitoringa ietvarā.....	10
3.1. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi.....	10
3.2. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis.....	10
3.2.1. Uzdevumi	10
3.2.2. Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes	10
3.2.3. Sēkļu plantācijas sēkļu raža	13
3.3. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ekosistēmas līmenis	15
3.3.1. Uzdevumi	15
3.3.2. Augu sabiedrību, t.sk. epifītu un epiksīlu novērtējuma metodika Meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	15
3.3.3. Augu sabiedrību novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	17
3.3.4. Epifītu un epiksīlu novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	25
3.4. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis.....	32
3.4.1. Materiāls un metodika.....	32
3.4.2. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums	35
3.4.3. Meža savienojamības novērtējums	41
Literatūras saraksts.....	49

1.Ievads

Meža bioloģiskās daudzveidības nacionālā meža monitoringa metodika izstrādāta 2017.g. MAF pasūtīta pētījumā “Metodikas izstrāde bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai nacionālā meža monitoringa ietvaros”. 2017.g. pētījumā tika apzinātas Dabas aizsardzības pārvaldes, Valsts meža dienesta un AS “Latvijas Valsts meži” realizētās meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmas. Konstatēts, ka to mērķis ir raksturot atbilstošo ģenerālkopu, bet ar retiem, izņēmumiem monitoringa sistēmas ietvarā aprakstīta datu apstrādes metodika. Tika veikta meža bioloģiskās daudzveidības (BD) stāvokļa indikatoru nozīmības vērtējuma izstrāde, svarīgāko indikatoru atlase meža mainības analīzei (izstrādāta tiešo un netiešo indikatoru sistēmu, lai novērtētu BD stāvokli/dinamiku). Balstoties uz iepriekšējo pētījumu datiem, definēti un aprakstīti dažādu telpisko un laika mērogu BD struktūras, kompozīcijas un procesu indikatorus ģenētiskajā, sugas un ekosistēmu līmenī. Izvērtējot MRM parauglaukumos iegūstamos datus, konstatēts, ka jau no pašreizējiem meža resursu monitoringa (MRM) ievāktajiem datiem var aprakstīt virkni BD indikatoru, kas saistīti ar kokaudzes struktūru, pameža struktūru un atmirušo koksni un izstrādāti algoritmi BD monitoringā atbilstošo parametru un to nenoteiktības aprēķināšanai.

Tika sagatavoti priekšlikumi monitorējamo meža modeļteritoriju atlasei reti sastopamo meža koku sugu monitoringam. Ainavas līmeņa aprēķini veicami visai valsts teritorijai un atsevišķām karšu lapām un nav vajadzīgs izvēlēties “modeļteritorijas” monitoringa veikšanai valsts līmenī. Sagatavota metodika ģenētiskā līmeņa indikatoru, veģetācijas stāvokļa un izmaiņu novērtējumam kā arī ainavas līmeņa indikatoru novērtējumam un uz MRM datiem balstītu kompozīcijas un struktūras indikatoru novērtējumam.

Šim pētījumam izvirzīts sekojošs mērķis - veikt meža bioloģiskās daudzveidības monitoringu Nacionālā meža monitoringa programmas ietvaros, kas tiek īstenots saskaņā ar Ministru Kabineta noteikumiem Nr.238 “Nacionālā meža monitoringa noteikumi”. Meža bioloģiskās daudzveidības komponente īstenojama atbilstoši metodikai bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai nacionālā meža monitoringa ietvaros.

Projekta uzdevumi:

1. Meža ģenētiskās daudzveidības monitorings 2 (divās) meža ģenētisko resursu audzēs un 2 (divās) sēkļu plantācijās.
2. Augu sabiedrību un epifītu novērtējums vismaz 80 meža resursu monitoringa parauglaukumos.
3. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa 2015. un 2019. un izmaiņu novērtējums, izveidojot 2015. gada rastra karti.
4. Informēt Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministriju un Dabas aizsardzības pārvaldi par projekta rezultātiem.

2.Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcija

Bioloģiskās daudzveidības definīcija

Konvencijā "Par bioloģisko daudzveidību" bioloģiskā daudzveidība definēta kā „dzīvo organismu formu dažādību visās vidēs, tai skaitā sauszemes, jūras un citās ūdens ekosistēmās un ekoloģiskajos kompleksos, kuru sastāvdaļas tās ir. Tā ietver daudzveidību sugas ietvaros, starp sugām un starp ekosistēmām."

Bioloģisko daudzveidību parasti izvērtē trijos līmeņos:

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

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

"Dzīvotne" nozīmē teritorijas vai biocenozes, kurās organisms vai populācija ir sastopama dabiskos apstākļos.

Monitoringa definīcija

Vides monitoringa, atbilstoši Vides aizsardzības likumam, ir sistemātiski, regulāri un mērķtiecīgi vides stāvokļa, sugu un biotopu, kā arī piesārņojuma emisiju novērojumi, mērījumi un analīze. Bioloģiskās daudzveidības mežā monitoringa ir daļa no vides monitoringa.

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmas principi

Mežsaimniecisko darbību un mežsaimniecisko darbību ietekmes uz atšķirīgiem bioloģiskās daudzveidības aspektiem samazināšanas pasākumu efektivitāti iespējams vērtēt četros monitoringa līmeņos:

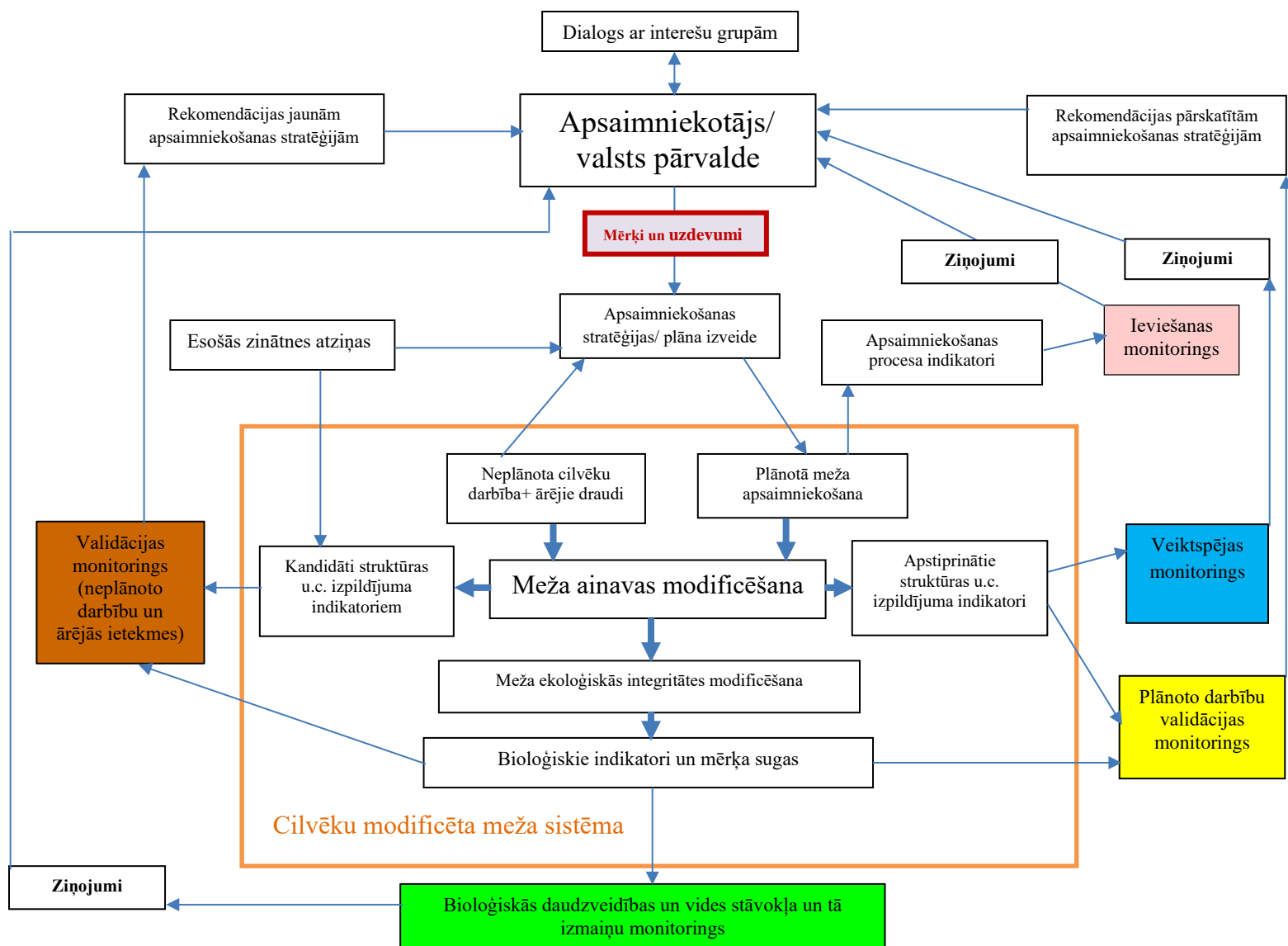
- *Ieviešanas monitorings* – tā ietvaros novēro, vai tiek ieviestas darbības, par kurām panākta vienošanās (normatīvi noteikta).
- *Veiktspējas monitorings* – tā ietvaros novēro, vai konkrētajā platībā konkrētais dabas aizsardzības mērķis tiek sasniegts. Tas tiek balstīts uz tiešiem vai netiešiem saimnieciskās darbības mērījumiem, kuri nodrošina pamatu ekoloģisko izmaiņu novērtēšanai.
- *Validācijas monitorings* – tā ietvaros pārbauda, kādā pakāpē attiecīgās darbības sniedz vēlamu efektu. Šis ir vienīgais no monitoringa veidiem, kas ļauj novērtēt, vai specifiskās saimnieciskās darbības ļauj panākt vēlamu efektu.
- *Stāvokļa (surveillance) jeb fona monitorings* – tas nav saistīts ar konkrētu meža apsaimniekošanu, bet tikai veido statusa ziņojumu par bioloģiskās daudzveidības tendencēm

konkrētajā teritorijā. Šis monitorings ir noderīgs, lai novērtētu neprognozētas izmaiņas vidē, vai lai novērtētu fona izmaiņas kontroles vietās.

Nacionālā meža monitoringa ietvaros uzsvars plānots uz stāvokļa jeb fona monitoringu.

Meža bioloģisko daudzveidības monitoringa programmu mērķis ir iegūt informāciju, lai attīstītu ekoloģiski atbildīgākas apsaimniekošanas stratēģijas. Šādam monitoringam būtu jāklūst par atbalstu adaptīvam meža apsaimniekošanas procesam. Izvirzot papildu prasības bioloģiskās daudzveidības saglabāšanai mežos, kas primāri tiek apsaimniekoti kādam ražošanas mērķim, līdzīgi kā ražošanai, arī dabas daudzveidības nodrošināšanai nepieciešams definēt konkrētus mērķus, uzdevumus un indikatorus. Novērtējot apsaimniekošanas ietekmi, apsaimniekotājam vai valsts pārvaldei, konsultējoties ar ieinteresētajām pusēm, jānosaka minimuma līmenis, kas būtu jāsasniedz, apsaimniekojot mežus. Balstoties uz monitoringa rezultātiem, gadījumos, kad apsaimniekošana neatbilst izvirzītajiem ilgtspējīgas attīstības kritēriju raksturojošo indikatoru mērķa vērtībām, nepieciešama meža apsaimniekošanas pielāgošana (adaptācija), lai nodrošinātu ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas mērķu sasniegšanu.

Ideālā gadījumā monitoringa programmai jābūt meža apsaimniekošanas procesa sastāvdaļai, kas kalpo par pamatu esošo apsaimniekošanas stratēģiju efektivitātes izvērtēšanai, to modificēšanai, kā arī jaunu apsaimniekošanas stratēģiju ieviešanai, ja tas ir nepieciešams, lai nodrošinātu saimnieciskās darbības ilgtspēju visos trijos aspektos – ekoloģiskajā, ekonomiskajā un sociālajā (1.1. attēls).



1.1. attēls. Meža apsaimniekošanas procesa shēma ar integrētiem visiem monitoringa līmeņiem (pēc Gradner 2010)

Kritērija un indikatora jēdziens

Kritērijs ir raksturīga pazīme vai apstākļu kopums, uz kuru pamata ir iespējams novērtēt mežsaimniecības dažādus aspektus, tas ietver sevī mērķi (kam tas ir paredzēts), kritēriju novērtēšana balstās uz indikatorpazīmēm (Eerenheimo et al., 1997).

Indikatori rāda vai atspoguļo parādības, objekta stāvokli, kā arī tajā notiekošās pārmaiņas. Indikatori ir kritērija novērtēšanas mērs, tie indicē, cik labi katrs kritērijs atbilst nospraustajiem mērķiem. Indikatoriem ir jānosaka minimālās vērtības (norma), ja indikatora vērtība ir zemāka par normu, tad tas nedarbojas (Zonneveld, 1983). Biežāk indikatoru mērs ir kvantitatīvs, bet atsevišķos gadījumos ir iespējams formulēt arī aprakstošus (kvalitatīvus) indikatorus (Eerenheimo et al., 1997; Laiviņš u.c., 2000). Indikators var būt:

- objekta (sistēmas) elements, kas kontrolējamā procesa gaitu vai novērojamā objekta stāvokli atspoguļo cilvēkam ērti uztveramā formā;
- parādība, kas kalpo kā zīme, simptoms, netiešs mājiens (Gustafsson, 2000);
- sugas, kuru ekoloģiskās prasības ir labi zināmas un kuras, ja tās sastaptas kādā vietā, dod vērtīgu informāciju par šīs vietas kvalitāti;
- faktors, kas raksturo meža stāvokli ar noteiktiem kvantitatīviem un kvalitatīviem parametriem, kuru laika rindas atspoguļo vides dinamikas tendences, dodot svarīgu informāciju meža politikas izstrādei un meža bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas plānošanai.

Indikatoriem jāatbilst vairākām prasībām (Noss, 1990, Landres et al. 1988); ir svarīgi, lai tie ir:

- atbilstoši indicējamajai parādībai;
- spējīgi nošķirt dabisku procesu trendus no antropogēnām pārmaiņām;
- pietiekoši jutīgi, lai pārmaiņas indicētu jau sākumfāzē;
- gan efektīvi, gan arī ekonomiski (to identificēšana nebūtu dārga);
- viegli atrodami un nosakāmi;
- paredzami telpā un laikā.

Mežsaimniecisko un mežsaimniecību atbalstošo darbību ietekmes uz vidi, t.sk. bioloģisko daudzveidību monitoringa sistēmas izveides pamatā ir ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas princips. Pētījuma kontekstā izmantota H1 rezolūcijā dotā ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas definīcija: „ilgtspējīga meža apsaimniekošana ir meža un meža zemju apsaimniekošana un izmantošana tādā veidā un tempā, kas ļauj saglabāt to bioloģisko daudzveidību, produktivitāti, atjaunošanās spēju, vitalitāti un spēju gan tagad, gan nākotnē īstenot būtiskas ekoloģiskas, ekonomiskas un sociālas funkcijas vietējā, valsts un pasaules mērogā, nenodarot kaitējumu citām ekosistēmām”.

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. Novērtējumu Zemkopības ministrija sagatavo reizi piecos gados līdz novērtējuma sagatavošanas gada 31. oktobrim. Paneiropas meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatoru ir doti atbilstošo MK noteikumu pielikumā. 2.1.tabulā atspoguļoti Kritērija "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" 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. Šajā metodikā piedāvāts detālāka indikatoru novērtēšana gan ģenētiskajā, gan sugu, gan ekosistēmu līmenī.

"Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori

Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatori

(izvilcums 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.	kokū 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 (atmirušās 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 IUCN ⁹ kategorijām ¹⁰ saskaņā ar Vadlīnijām IUCN Sarkanā saraksta kritēriju piemērošanai reģionālos un nacionālos līmeņos)	%	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
4.9.	aizsargātie meži (īpaši aizsargājamo dabas teritoriju, mikroliegumu un to buferzonu un mežu pilsētu administratīvajās robežās platība un aizsargājamo teritoriju sadalījums pa saimnieciskās darbības aprobežojumu veidiem (aizliegta galvenā cirte, aizliegta galvenā un kopšanas cirte, aizliegta kailcirte, aizliegta mežsaimnieciskā darbība))	ha, %	Valsts meža dienests

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

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

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

5 Mežs – mežs ar vismaz piecus metrus augstu mežaudzi.

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

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

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

9 IUCN – Pasaules Dabas aizsardzības savienība.

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

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

MBDM uzsākts 2019.g. un tas ietver sekojošas apakšprogrammas:

Ģenētiskā līmeņa monitoringa:

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 izmaiņu novērtējums;

Meža savienojamības novērtējums.

Bez tam kā nozīmīga komponente uzskatāma arī Meža putnu monitoringa tīkla papildināšana jau pastāvošā ligzdojošo putnu uzskaitē, bet tā pašlaik vēl nav iekļauta LVMI realizēta bioloģiskās daudzveidības monitoringa struktūrā.

Šī pētījuma ietvaros veikta (finansēta) tikai daļa/ daļēji no MBDM apakšprogrammām, tādēļ rezultāti pēc būtības vērtējami tikai pēc visu monitoringa apakšprogrammu rezultātu apkopojuma 2021.g. pavasarī.

3. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa apakšsistēma nacionālā meža monitoringa ietvarā

3.1. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi

Iegūt fona informāciju par bioloģiskās daudzveidības stāvokli un izmaiņu novērtējums nacionālā līmenī, lai nodrošinātu ilgtspējīgu Latvijas meža apsaimniekošanu.

3.2. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis

3.2.1. Uzdevumi

Papildus ģenētiskie resursi novērtējumam - mežaudžu platība meža koku sugu ģenētisko resursu (in situ un ex situ) saglabāšanai un sēkļu ieguvei, kuru veic Valsts meža dienests, tiek veikta ģenētiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana šī pētījuma ietvaros veikti:

1. Meža koku sugu ģenētiskā daudzveidība
 - a. Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes (2020.g. 2 objekti (priede))
 - b. Sēkļu plantācijas sēkļu raža (2020.g. 2 objekti (priede))
2. Augsnes bioloģiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana (2020.g. nav plānots)

3.2.2. Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes

Materiāls un metodika (2020)

Ģenētisko resursu mežaudzes uzskaitītas 3.1.tabulā

3.1.tabula

Ģenētisko resursu mežaudzes

Nr.	Virsmēžniecība	mežniecība	ĢRM nosaukums	platība, ha	Parauglūkumu skaits
Parastās priedes ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Sēlijas	Neretas	Zalve priede	23.1	1
2	Ziemeļvidzemes	Jumāras	Pārgauja priede	401.4	4
3	Zemgales	Jelgavas	Bēne- Svirlauka priede	904.5	9
4	Dienvidlatgales	Krāslavas	Priedaine priede	363.4	4
5	Rīgas Reģionālā	Ogres	Ogre priede	576.1	6
6	Rīgas Reģionālā	Baldones	Misa priede	80.2	1
7	Rīgas Reģionālā	Inčukalna	Inčukalna priede	126.1	1
8	Rīgas Reģionālā	Baldones	Baldone priede	50.61	1
9	Ziemeļvidzemes	Valkas	Vijciems priede	284.2	3
10	Ziemeļvidzemes	Smiltenes	Smiltene priede	78.8	1
Parastās egles ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Sēlijas	Kokneses	Koknese egle	74.5	1
2	Ziemeļaustrumu	Mārupes	Liepna egle	66.6	1
3	Madonas	Madonas	Madona egle	56.2	1
4	Austrumlatgales	Rēzeknes	Rēzekne egle	150.8	2
5	Austrumlatgales	Maltas	Malta egle	26.7	1

6	Ziemeļkurzemes	Engures	Kaive egle	81.2	1
7	Ziemeļvidzemes	Taurenas	Dzērbene egle	25.4	1
Kārpainā bērza ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Rīgas reģionālā	Ogres	Suntaži bērzs	32.6	1
2	Dienvidkurzemes	Priekules	Priekule Bērzs	136.4	1
3	Ziemeļaustrumu	Mārupes	Liepna bērzs	255.3	3
4	Dienvidkurzemes	Saldus	Blīdene bērzs	74.3	1
5	Dienvidlatgales	Dagdas	Dagda bērzs	77.6	1
Parastās apses ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Rīgas reģionālā	Limbažu	Limbaži apse	85.9	1
2	Sēlijas	Jēkabpils	Birži apse	47.7	1
3	Ziemeļaustrumu	Viļakas	Viļaka apse	28.4	1
Pārējo sugu ģenētisko resursu mežaudzes					
1	Ziemeļaustrumu	Viļakas	Viļaka melnalksnis	97.2	1
1	Ziemeļaustrumu	Mārupes	Liepna liepa	30.8	1
1	Dienvidkurzemes	Aizputes	Apriķi ozols	198.6	2
2	Sēlijas	Kokneses	Jaunjelgava ozols	13.5	1
3	Madonas	Lubānas	Klāni ozols	12.4	1
4	Ziemeļvidzemes	Pārgaujas	Pārgauja ozols	20.3	1
1	Sēlijas	Kokneses	Jaunjelgava osis	155.2	2
2	Zemgales	Jelgavas	Svirlauka osis	239.6	2
1	Dienvidkurzemes	Nīcas	Dunika skabārdis	12.4	1

Kopā: 61

2020.g. paraugi ievākti no Birzgales MGR audzes 101. Kvartālā, 1. un 1.-1. nogabalos. Ievākti 96 paraugi. 47 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 95 paraugi.

Pirms marķieru analīzes, no datu kopas izņemti indivīdi kuri sekmīgi genotipēti ar mazāk kā 75% no kopējo marķieru skaita. Pēc kvalitātes atlases, analizēti 94 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti MGR genotipēšanai apkopoti 3.2. tabulā.

Tikai vienam marķierim (SPAC11.6), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 90%. Pieciem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl2, psyl18, psyl25, psyl44).

3.2. tabula.

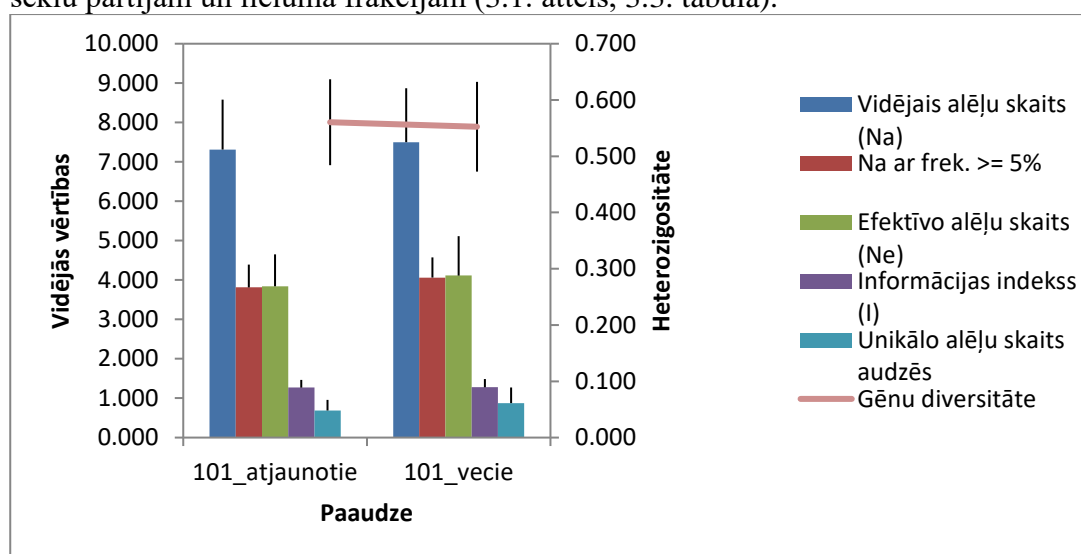
Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji.

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu divesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīngs koeficients (F)
SPAC11.6	19	57.45	2.43	0.89	0.16	0.82
SPAC12.5	24	93.62	2.87	0.93	0.87	0.07
PtTX2146	14	95.74	1.75	0.75	0.70	0.07
PtTX3107	7	93.62	1.61	0.75	0.35	0.53
PtTX4001	13	95.74	1.82	0.77	0.78	-0.02
PtTX4011	6	97.87	1.34	0.67	0.46	0.31
psyl2	4	100.00	0.44	0.21	0.19	0.08
psyl16	8	100.00	1.85	0.82	0.67	0.18

psyl18	4	100.00	0.30	0.12	0.13	-0.05
psyl25	3	100.00	0.08	0.03	0.03	-0.02
psyl42	5	100.00	1.34	0.72	0.75	-0.04
psyl44	3	100.00	0.13	0.05	0.05	-0.02
psyl57	6	97.87	1.07	0.52	0.57	-0.10
psyl17	5	93.62	1.46	0.74	0.46	0.37
psyl19	6	97.87	1.34	0.67	0.46	0.31
psyl36	4	100.00	0.54	0.26	0.22	0.14

Rezultāti (2020)

Sākotnējās analīzes liecina, ka nav lielas atšķirības ģenētiskās daudzveidības rādītājos starp analizētām sēkļu partijām un lieluma frakcijām (3.1. attēls, 3.3. tabula).



3.1. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām Birzgales priedes ģenētisko resursu audzes 101.kvartāla dabīgi atjaunojušiem un veciem priežu kokiem.

3.3. tabula.
Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības.

	Birzgales MĢR 101.kv. dabiski atjaunojušie indivīdi	Birzgales MĢR 101.kv. vecie indivīdi
Vidējais alēļu skaits (Na)	7.313	7.500
Na ar frekv. >= 5%	3.813	4.063
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3.841	4.113
Informācijas indekss (I)	1.268	1.277
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0.688	0.875
Gēnu diversitāte	0.560	0.552

3.2.3.Sēklu plantācijas sēklu raža

Materiāls un metodika (2020)

Pašreiz Latvijā esošo dažādu meža koku sugu sēklu plantāciju skaits atspoguļots 3.4.tabulā

3.4.tabula
Meža koku sugu sēklu plantāciju skaits

Suga	Apsaimniekoto sēklu plantāciju skaits
Parastā priede	30
Parastā egle	12
Bērzs	6
Melnalksnis	3
Liepa	1
Lapegle	3
Ozols	3
Kopā	58

2020.g. analizēti divi priežu sēklu plantāciju paraugi – Dravu priežu sēklu plantācija (sēklu pase 931, 27/05/2014) un Salacas sēklu plantācija (sēklu pase 926, 25/03/2014). Abās sēklu partijās, sēklas sadalītas lieluma frakcijās - 2.0-2.5mm, 2.5-3.0mm, virs 3.0mm. Sēklu lielumu frakcijas attiecīgi atzīmēts ar ‘maz’, ‘vid’ un ‘liel’.

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 353 indivīdi. Mikrosatelītu marķieri izmantoti sēklu plantāciju pēcnācēju genotipēšanai apkopoti 3.5. tabulā.

Tikai vienam marķierim (SPAC11.6), sekmīgi genotipēto indivīdu īpatsvars bija zem 90%. Sešiem marķieriem bija informācijas indekss zem 1 (psyl19, psyl36, psyl2, psyl18, psyl25, psyl44).

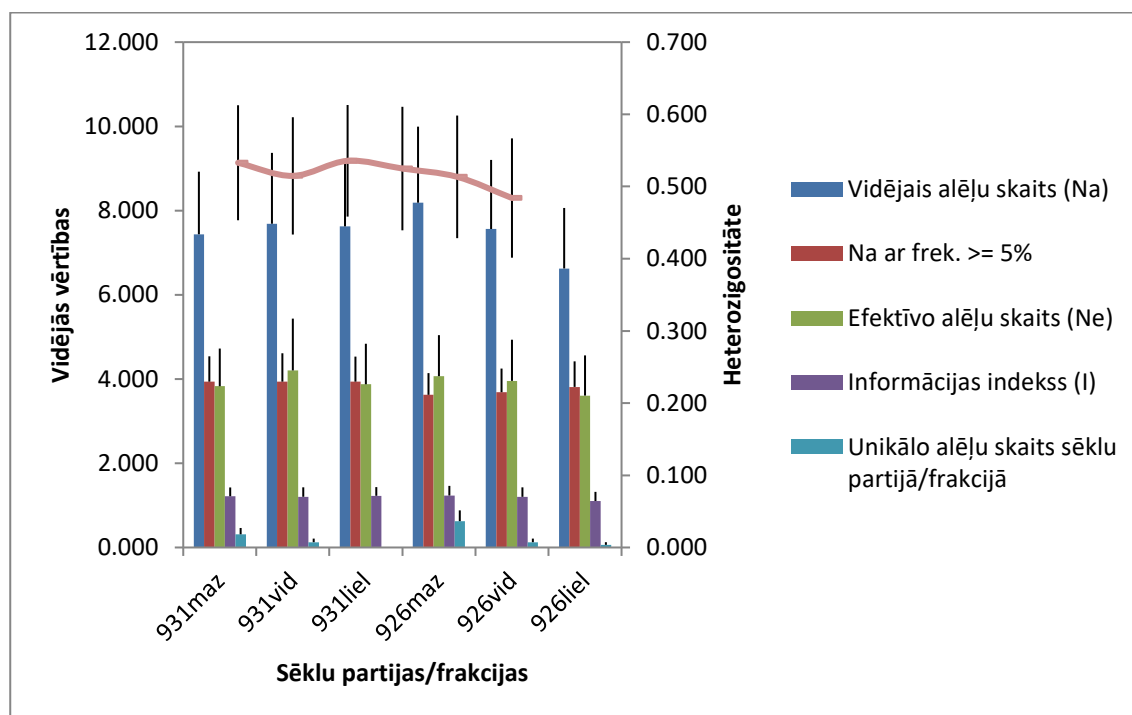
3.5. tabula.
Izmantoto marķieru ģenētiskās daudzveidības rādītāji.

Marķieris	Kopējais alēļu skaits	Sekmīgi genotipēti indivīdi (%)	Marķiera informācijas indekss (I)	Gēnu divesitāte (He)	Novērotā heterozigositāte (Ho)	Inbrīdīga koeficients (F)
SPAC11.6	27	84.99	2.62	0.91	0.35	0.61
SPAC12.5	34	99.43	2.92	0.93	0.89	0.05
PtTX2146	16	98.87	1.55	0.70	0.68	0.02
PtTX3107	10	99.15	1.61	0.76	0.48	0.36
PtTX4001	14	100.00	1.76	0.74	0.73	0.02
PtTX4011	6	99.72	1.27	0.64	0.44	0.31
psyl17	6	98.58	1.42	0.72	0.40	0.44
psyl19	5	100.00	0.20	0.08	0.09	-0.04
psyl36	6	100.00	0.64	0.32	0.32	-0.01
psyl2	5	99.72	0.48	0.23	0.16	0.31
psyl18	4	98.87	0.21	0.09	0.09	0.01
psyl42	5	96.60	1.21	0.68	0.64	0.06

psyl57	7	97.45	1.17	0.57	0.57	-0.01
psyl25	2	97.45	0.05	0.02	0.02	-0.01
psyl44	5	90.37	0.16	0.07	0.06	0.01
psyl16	12	96.32	1.91	0.82	0.66	0.19

Rezultāti (2020)

Sākotnējās analīzes liecina, ka nav lielas atšķirības ģenētiskās daudzveidības rādītājos starp analizētām sēkļu partijām un lieluma frakcijām (3.2. attēls, 3.6. tabula).



3.2. attēls. Ģenētiskās daudzveidības rādītāju salīdzinājums starp analizētām sēkļu partijām/frakcijām.

3.6. tabula.
Ģenētiskās daudzveidības rādītāju vidējās vērtības.

	931maz	931vid	931liel	926maz	926vid	926liel
Vidējais alēļu skaits (Na)	7.438	7.688	7.625	8.188	7.563	6.625
Na ar frekv. >= 5%	3.938	3.938	3.938	3.625	3.688	3.813
Efektīvo alēļu skaits (Ne)	3.828	4.204	3.875	4.067	3.956	3.607
Informācijas indekss (I)	1.216	1.204	1.227	1.234	1.202	1.103
Vidējais unikālo alēļu skaits populācijā	0.313	0.125	0.000	0.625	0.125	0.063
Gēnu diversitāte	0.533	0.515	0.536	0.525	0.513	0.484

3.3. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ekosistēmas līmenis

3.3.1. Uzdevumi

Ekosistēmas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana:

Šī monitoringa apakšprogrammas ietvaros paredzēts veikt:

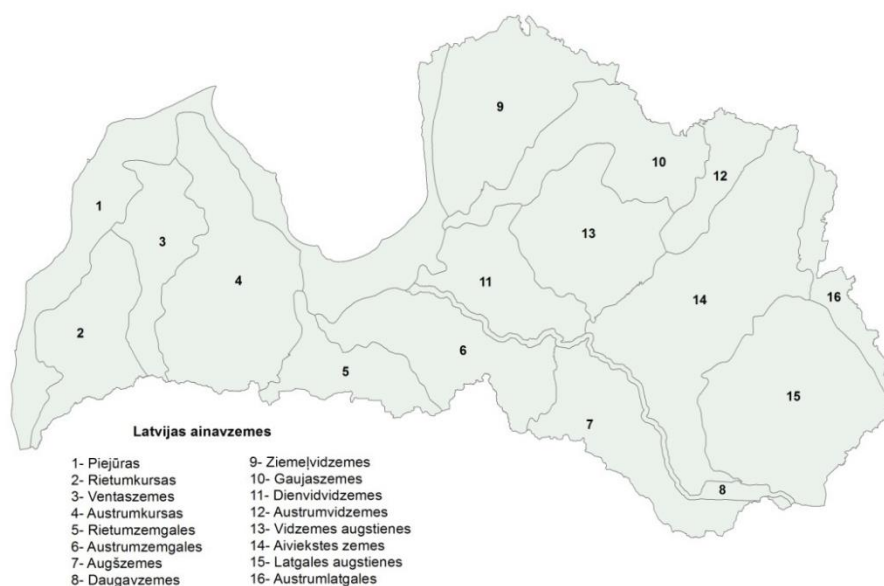
- bieži sastopamu mežaudžu tipu augu sabiedrību novērtējums (2020.gadā 80 parauglaukumi);
- reti sastopamu mežaudžu tipu augu sabiedrību novērtējums (2020.gadā nav plānots).

3.3.2. Augu sabiedrību, t.sk. epifītu un epiksīlu novērtējuma metodika Meža resursu monitoringa parauglaukumos

Augu sabiedrību, t.sk. epifītu un epiksīlu novērtējuma parauglaukumu atlases metodika

Nacionālā meža monitoringa ietvaros meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai – veģetācijas aprakstiem un epifītisko un epiksīlo ķērpju un sūnu uzskaitēi, 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 (3.3. attēls);



3.3.attēls. Latvijas ainavzemes.

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

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

	Oligotrofi	Mezotrofi	Eitrofi
Sausieņi	40	70	80
Mitraini	20	30	50
Purvaini	20	50	10
Āreņi	30	40	40
Kūdreņi	40	40	40

Katrā no grupām parauglaukumus izvēlas 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 parauglaukums.

Augu sabiedrību novērtējuma metodika

Meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanas parauglaukumus (sugu uzskaiti un projektīvā seguma noteikšanai) ierīkoto koku sugu sastāva inventarizācijas 400 m² (20x20m) lielos laukumos. Ģeobotāniskā apraksta parauglaukuma centram jāsakrīt 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 sīkrūmu stāvā (E₁);

Sūnu un ķērpju stāvā (E₀).

Koku stāvu veido visi kokaugi, augstāki par 5 m. Krūmu stāvā ietilpst visi koki (paauga, pamežs) un krūmi (pamežs), kuri ir augstāki par vidējo lakstaugu/sīkrūmu stāva līmeni un sniedzas līdz 5 m augstumam. Lakstaugu un sīkrūmu stāvu veido lakstaugi, stiebrzāles un sīkrūmi. 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 nelielu 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 novērtējuma metodika

Lai novērtētu epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidību, izmanto nacionālā meža monitoringa parauglaukumus. Kopumā, katrā parauglaukumā izvēlēties četrus dzīvus kokus no dominējošām pirmā un otrā stāva koku sugām ar caurmēru ≥ 10 cm. Pirmkārt, par prioritāti uzskatīt pirmā stāva koku sugas. Otrkārt, izvēlēties kokus ar lielāko caurmēru. Parauglaukumos, ja tajos pirmais un otrais stāvs netiek pārstāvēti 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 10x50 cm lielu rāmi, to sīkāk iedalot piecos 10x10 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 kritālām, izmanto veģetācijas uzskaitēi novilkās transektes. Visas sūnu un ķērpju sugas uzskaita uz kritālām, kuras šķērso dotās transektes un kuru caurmērs ≥ 20 cm.

3.3.3. Augu sabiedrību novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos

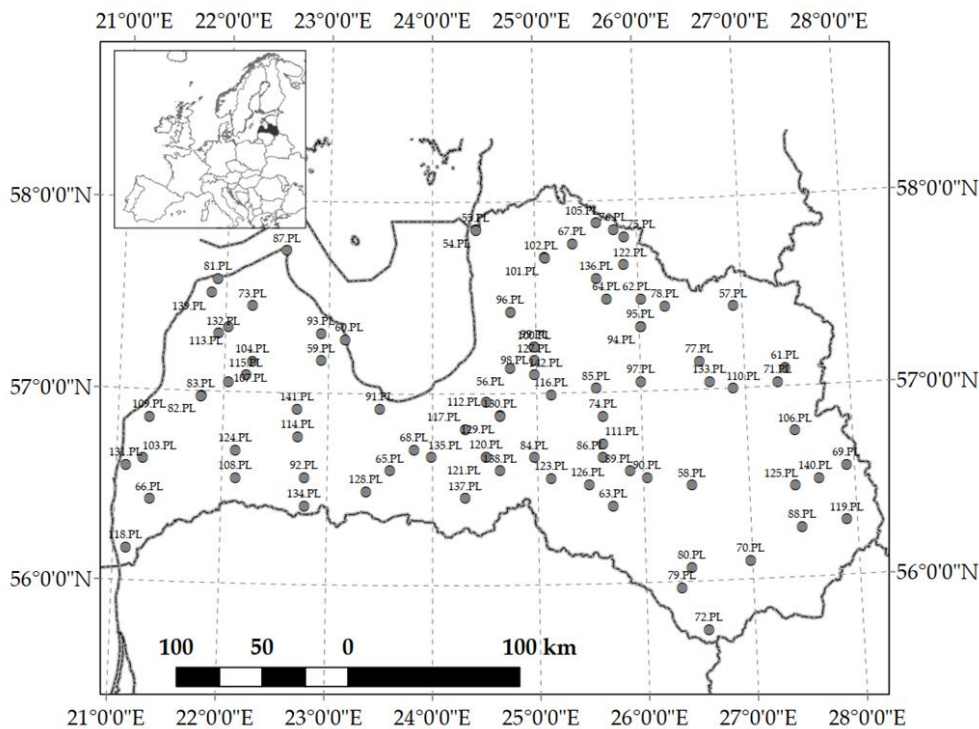
Pamatojums

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 izvēlētas organismu grupas, kas cieši saistītas ar meža dinamiku. Dotajā meža monitoringa programmā paredzēta veģetācijas, kā arī sūnu un ķērpju sugu uzskaitē uz dzīviem kokiem un kritālām. Sūnas un ķērpji ir indikatori gan meža struktūrām un meža dinamikai, gan apkārtējiem vides apstākļiem (Ek et al., 2002). Augu sugu uzskaitē (veģetācijas monitoringā) 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 reprezentētu reģionālās atšķirības.

Dotā monitoringa izpilde veikta 2020. gadā un atkārtotu sugu uzskaitē monitorējamās parauglaukumos plānots veikt pēc pieciem gadiem. Šajā pētījumā ir veikta pirmējo datu apstrāde.

Materiāls un metodika (2020)

2020. gadā, monitoringa otrajā gadā, pēc augu sabiedrību novērtējuma metodikas, ievērojot definēto audžu sadalījumu pa ainavzemēm, meža tipiem, pēc valdošās sugas un vecumgrupas, atlasīti un apsekoti 89 pastāvīgie nacionālā meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi (3.4. attēls), kuros kokaudzes pārmērīšanas gads bijis 2019. vai 2020. gads. Tā kā 2020. gads bija otrais meža bioloģiskās daudzveidības novērtēšanā, tad apsekoto parauglaukumu nosaukumu identifikācijas numerācija tika konsekventi turpināta.



3.4.attēls. Nacionālā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2020. gada apseko to parauglaukumu izvietojums Latvijas teritorijā.

Jāpiemin, ka minimālais atlasītais mežaudzes vecums bija 10 gadi, pieņemot, ka daļa no apsekotajām audzēm būs kailcirtes. Izvēlētie parauglaukumi atrodas gan A/S „Latvijas valsts meži”, gan privātīpašnieku, kā arī pašvaldības un citu īpašnieku mežaudzēs.

Veģetācijas uzskaitē

Veģetācijas uzskaitē, atbilstoši pēc augu sabiedrību novērtējuma metodikas, novērtēta visos 89 parauglaukumos 400 m² (20x20m) liels laukumos. Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija aprakstīta četros mežaudzes pamatstāvos pēc Brauna –Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964).

Datu apstrāde

Katra parauglaukuma datu procentuālais segums noteikts pēc Brauna – Blankē metodes (Braun-Blanquet, 1964) piecu baļļu 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 un Šulcs, 1999). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u. c., 2015).

Datu analīze, lai iegūtie rezultāti būtu reprezentatīvāki, rezultātu apakšnodaļās “Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos”, “Šenona – Vīnera indekss” un “Detrendētā korespondentanalīze

(DCA)” izmantoti 2019. gada un 2020. 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 ietvēr Piejūras, Austrumkursas, Rietumzemgales, Austrumzemgales, Augšzemes Dienvidvidzemes, Gaujaszemes un Vidzemes augstienes apvidus jeb Rīgas apkaimes reģionā.

Rezultāti (2020)

2020. gadā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa novērtēšanai apsekoti 89 nacionālā meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumi, iekļaujot gandrīz visus meža tipus, izņemot reti sastopamo grīni, liekņu un viršu āreni (3.8.tabula). Salīdzinot rezultātus ar Nacionālā meža monitoringa proporcionālo mežu tipu sadalījumu dažādos augšanas apstākļu tipos Latvijā (sausieņi-49%, slapjaini-9%, purvaini-10%, āreņi-17% un kūdreņi-12%), redzams, ka izvēlēto parauglaukumu augšanas apstākļu grupas sadalās līdzīgi.

3.8.tabula

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā ierīkoto parauglaukumu meža tipa sadalījums

Sausieņi (44%)						Slapjaini (17%)				Purvaini (11%)			Āreņi (13%)			Kūdreņi (15%)			
Sl	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr	Mrs	Dms	Vrs	Grs	Pv	Nd	Db	Am	As	Ap	Kv	Km	Ks	Kp
3	4	6	16	7	3	4	4	6	1	2	5	3	2	7	3	1	2	5	5

Ņemot vērā izvēlēto metodiku, 2020. gadā ierīkatie parauglaukumi izvietoti visā valsts teritorijā vienmērīgi, ietverot visas K. Ramana izdalītās ainavzemes, ar dažādām valdošās kokaudzes sugām un vecumiem (3.9. tabula).

3.9.tabula

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringā 2020. gada apsekoto parauglaukumu raksturojums.

PL nosaukums	Novads	Pagasts	MT	Suga	Vecums	Ainavzeme
54.PL	Salacgrīvas nov.	Ainažu l. ter.	Vrs	B	75	Piejūra
55.PL	Salacgrīvas nov.	Ainažu l. ter.	As	B	73	Piejūra
56.PL	Inčukalna nov.	Inčukalna pag.	Dm	P	153	Dienvidvidzeme
57.PL	Alūksnes nov.	Alsviķu pag.	Ks	B	120	Austrumvidzeme
58.PL	Krustpils nov.	Atašienes pag.	Mrs	P	29	Aiviekstes zeme
59.PL	Talsu nov.	Balgales pag.	Ln	P	122	Austrumkursas
60.PL	Engures nov.	Engures pag.	Mr	P	107	Piejūra
61.PL	Balvu nov.	Bērzkalknes pag.	Am	P	67	Aiviekstes zeme
62.PL	Smiltenes nov.	Bilskas pag.	Pv	P	175	Gaujaszeme
63.PL	Salas nov.	Salas pag.	Ln	P	76	Augšzeme
64.PL	Smiltenes nov.	Blomes pag.	Nd	B	73	Gaujaszeme
65.PL	Jelgavas nov.	Glūdas pag.	Gr	Os	89	Rietumzemgale
66.PL	Grobiņas nov.	Gaviezes pag.	Pv	P	152	Piejūra
67.PL	Burtnieku nov.	Rencēnu pag.	Dm	P	17	Ziemeļvidzeme
68.PL	Ozolnieku nov.	Cenu pag.	As	B	59	Austrumzemgale
69.PL	Ciblas nov.	Līdumnieku pag.	Ks	B	68	Austrumlatgale
70.PL	Aglonas nov.	Aglonas pag.	Dm	P	106	Latgales augstiene
71.PL	Rugāju nov.	Rugāju pag.	Mr	Izcirtums	1	Aiviekstes zeme
72.PL	Daugavpils nov.	Demenes pag.	Kp	Ma	54	Augšzeme
73.PL	Dundagas nov.	Dundagas pag.	Nd	P	103	Piejūra
74.PL	Ērgļu nov.	Ēgļu pag.	Gr	E	70	Vidzemes augstiene
75.PL	Valkas nov.	Ērgemes pag.	Dm	E	41	Ziemeļvidzeme
76.PL	Valkas nov.	Ērgemes pag.	Mrs	B	28	Ziemeļvidzeme
77.PL	Gulbenes nov.	Galgauskas pag.	Mrs	P	59	Austrumvidzeme
78.PL	Smiltenes nov.	Grundzāles pag.	Dm	P	85	Gaujaszeme
79.PL	Daugavpils nov.	Sventes pag.	Mrs	P	88	Daugavzeme

80.PL	Daugavpils nov.	Vaboles pag.	Dms	E	132	Aiviekstes zeme
81.PL	Ventspils nov.	Tārgales pag.	Dms	P	100	Piejūra
82.PL	Kuldīgas nov.	Īvandes pag.	Vr	E	105	Rietumkurša
83.PL	Kuldīgas nov.	Īvandes pag.	Dm	B	93	Rietumkurša
84.PL	Lielvārdes nov.	Jumpravas pag.	Ap	Ma	0	Dienvidvidzeme
85.PL	Kaives pagasts	Kaives pag.	Vr	E	47	Vidzemes augstiene
86.PL	Plaviņu nov.	Klintaines pag.	As	E	43	Dienvidvidzeme
87.PL	Dundagas nov.	Kolkas pag.	Mr	P	74	Piejūra
88.PL	Rēzeknes nov.	Mākoņkalna pag.	Dm	P	66	Latgales augstiene
89.PL	Krustpils nov.	Krustpils pag.	Dm	P	131	Aiviekstes zeme
90.PL	Krustpils nov.	Kūku pag.	Kp	B	54	Aiviekstes zeme
91.PL	Tukuma nov.	Slampes pag.	Dm	B	75	Piejūra
92.PL	Auces nov.	Lielauces pag.	Vr	E	72	Austrumkurša
93.PL	Talsu nov.	Laucienes pag.	Sl	P	51	Piejūra
94.PL	Smiltenes nov.	Launkalnes pag.	Vrs	E	186	Gaujaszeme
95.PL	Smiltenes nov.	Launkalnes pag.	Ln	P	112	Gaujaszeme
96.PL	Limbažu nov.	Limbažu pag.	Vrs	E	55	Ziemeļvidzeme
97.PL	Madonas nov.	Liezēres pag.	Vrs	B	80	Vidzemes augstiene
98.PL	Līgatnes nov.	Līgatnes pag.	Dm	P	82	Gaujaszeme
99.PL	Līgatnes nov.	Līgatnes pag.	Vr	Ba	0	Gaujaszeme
100.PL	Līgatnes nov.	Līgatnes pag.	Dm	E	121	Gaujaszeme
101.PL	Burtņieku nov.	Matišu pag.	Vrs	B	102	Ziemeļvidzeme
102.PL	Burtņieku nov.	Matišu pag.	Db	E	39	Ziemeļvidzeme
103.PL	Grobiņas nov.	Medzes pag.	As	E	111	Rietumkurša
104.PL	Talsu nov.	Ģibuļu pag.	Dms	P	121	Ventaszeme
105.PL	Naukšēnu nov.	Naukšēnu pag.	As	B	87	Ziemeļvidzeme
106.PL	Rēzeknes nov.	Migļenieku pag.	Kp	B	49	Aiviekstes zeme
107.PL	Kuldīgas nov.	Rumbas pag.	Dm	P	126	Ventaszeme
108.PL	Saldus nov.	Pampāļu pag.	Db	Ma	68	Ventaszeme
109.PL	Pāvilostas nov.	Sakas pag.	Dm	B	13	Piejūra
110.PL	Rugāju nov.	Rugāju pag.	Ap	B	83	Aiviekstes zeme
111.PL	Kokneses nov.	Bebru pag.	Vrs	Ba	35	Dienvidvidzeme
112.PL	Ropažu nov.	Ropažu pag.	Dm	P	10	Piejūra
113.PL	Ventspils nov.	Puzes pag.	Vr	Ba	58	Ventaszeme
114.PL	Brocēnu nov.	Remtes pag.	Km	P	117	Austrumkurša
115.PL	Kuldīgas nov.	Rendas pag.	Sl	P	54	Ventaszeme
116.PL	Mālpils nov.	Mālpils pag.	Kp	Izcirtums	1	Dienvidvidzeme
117.PL	Ķekavas nov.	Ķekavas pag.	Ln	P	0	Austrumzemgale
118.PL	Rucavas nov.	Rucavas pag.	Ln	E	47	Piejūra
119.PL	Zilupes nov.	Lauderu pag.	Nd	B	48	Latgales augstiene
120.PL	Vecumnieku nov.	Vecumnieku pag.	Mr	P	53	Austrumzemgale
121.PL	Vecumnieku nov.	Vecumnieku pag.	Ln	P	74	Austrumzemgale
122.PL	Strenču nov.	Plāņu pag.	Sl	P	122	Gaujaszeme
123.PL	Jaunjelgavas nov.	Sērenes pag.	Nd	P	40	Austrumzemgale
124.PL	Skrundas nov.	Skrundas pag.	Dm	E	70	Ventaszeme
125.PL	Rēzeknes nov.	Griškānu pag.	Ks	E	62	Latgales augstiene
126.PL	Jaunjelgavas nov.	Staburaga pag.	Vr	Ba	13	Augšzeme
127.PL	Līgatnes nov.	Līgatnes pag.	Km	P	66	Dienvidvidzeme
128.PL	Tērvetes nov.	Tērvetes pag.	Vr	E	80	Rietumzemgale
129.PL	Ikšķiles nov.	Tīnužu pag.	Nd	P	118	Dienvidvidzeme
130.PL	Ikšķiles nov.	Tīnužu pag.	As	P	97	Dienvidvidzeme
131.PL	Grobiņas nov.	Medzes pag.	Grs	Ma	66	Piejūra
132.PL	Ventspils nov.	Ugāles pag.	As	E	37	Piejūra
133.PL	Gulbenes nov.	Daukstu pag.	Kv	P	114	Austrumvidzeme
134.PL	Saldus nov.	Vadakstes pag.	Ap	Ba	32	Austrumkurša
135.PL	Ozolnieku nov.	Sidrābenes pag.	Kp	B	64	Austrumzemgale
136.PL	Smiltenes nov.	Brenguļu pag.	Dm	P	123	Gaujaszeme
137.PL	Bauskas nov.	Vecsaules pag.	Ks	B	82	Austrumzemgale
138.PL	Vecumnieku nov.	Vecumnieku pag.	Am	P	37	Austrumzemgale
139.PL	Ventspils nov.	Ances pag.	Dms	E	109	Piejūra
140.PL	Ludzas nov.	Cirmas pag.	Db	B	57	Latgales augstiene
141.PL	Kandavas nov.	Vānes pag.	Gr	A	26	Austrumkurša
142.PL	Siguldas nov.	Mores pag.	Ks	E	107	Dienvidvidzeme

Sugu daudzveidība veģetācijas uzskaites parauglaukumos

Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, 2020. gadā apsektajos 89 parauglaukumos koku stāvā (E3) uzskaitīti 14 koku taksoni, krūmu un koku stāvā (E2) - 35 taksoni, lakstaugu stāvā (E1) 244 taksoni, bet 54 taksoni konstatēti sūnu un ķērpju stāvā (1. pielikums).

Savukārt 2019. un 2020. gadā kopsummā apsekoti 142 monitoringa parauglaukumi, un kopējā datu analīzē iekļauti 303 lakstaugu taksoni (E1) (ieskaitot lakstaugu stāvā konstatētās kokaugu sugas), krūmu un koku stāvā (E2) uzskaitīti 40 taksoni, koku stāvā 18 (E3), bet kopējais sūnu un ķērpju taksonu skaits apsektajos parauglaukumos sasniedza 75. Vislielākais lakstaugu un sūnu sugu skaits monitoringa ietvaros noteikts parauglaukumos, kuros veikta galvenā cirte, piemēram, "112.PL" un "116.PL", vai arī parauglaukumos, kas atrodas ekotona zonā, kur ieplakās mitruma apstākļi krasi atšķirīgi no audzē esošajiem. Piemēram "139.PL", "81.PL", slapjajā damaksnī, vērojams liels neraksturīgo sugu īpatsvars attiecīgajam meža tipam. Savukārt lielākais lakstaugu un sūnu sugu skaita sadalījums pa meža grupām, novērojams slapjā gāršā, dumbrājā, kā arī platlapju kūdrēnī.

Aplūkojot 89 parauglaukuma rezultātus, redzams, ka visizplatītākās jeb biežāk sastopamās lakstaugu sugas ir *Vaccinium myrtillus* (sastopama 60 parauglaukumos), *Vaccinium vitis-idaea* un *Luzula pilosa* (54 parauglaukumos). Visbiežāk konstatētās sūnas - *Pleurozium schreberi* un *Hylocomium splendens* (61 parauglaukumos) un *Dicranum polysetum* (56 parauglaukumos). Liela daļa no vaskulāro augu sugām uzskaitītas tikai vienā parauglaukumā (74 taksoni) (1. pielikums).

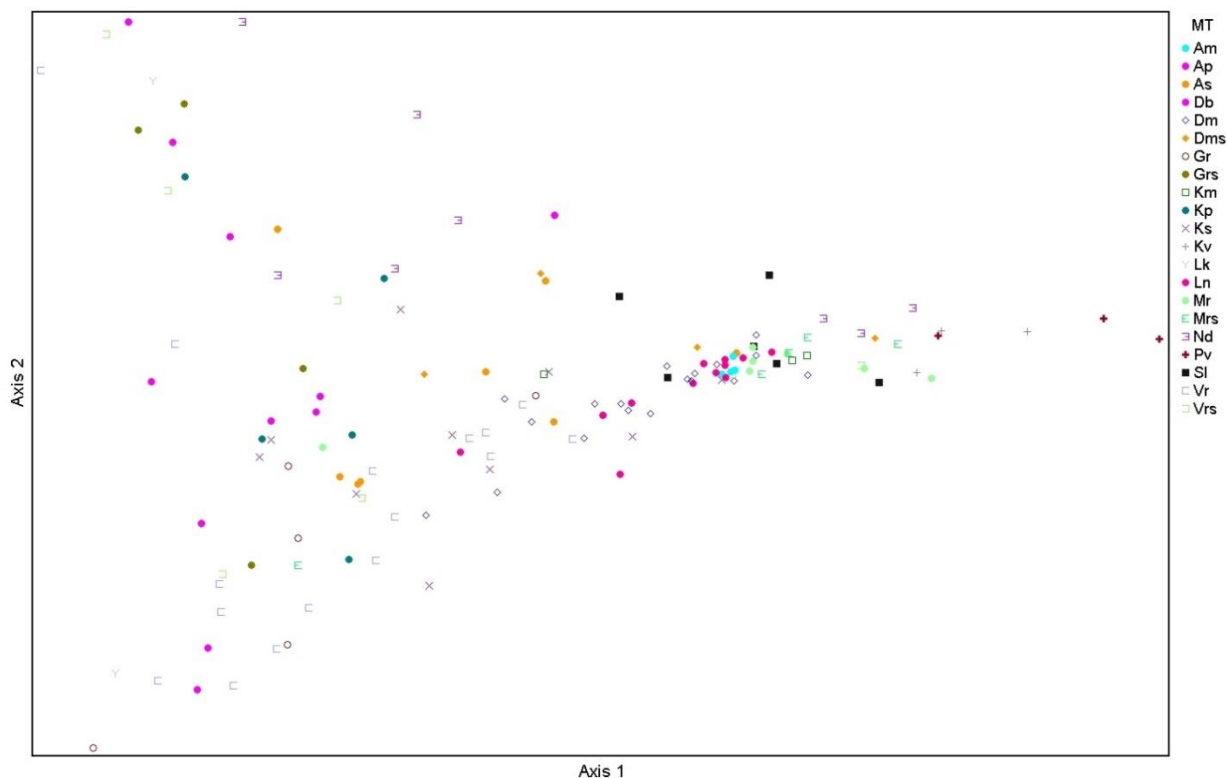
Apsektajos monitoringa parauglaukumos konstatētas gan aizsargājamās lakstaugu un krūmu sugas – *Euonymus verrucosa*, *Dactylorhiza fuchsii*, *Platanthera sp*, *Lycopodium annotinum*, *Sanicula europaea*, u.c., gan aizsargājamās sūnas, piemēram, *Trichocolea tomentella*. Sūna, kas ir dabisko mežu biotopu speciālā suga, kuras aizsardzībai iespējams veidot mikroliegumu (Auniņš, 2013). Nacionālā meža monitoringa parauglaukumos konstatētas arī invazīvās sugas – *Amelanchier spicata*, *Impatiens glandulifera*, *Impatiens parviflora*, *Solidago canadensis* un citas (1. pielikums).

Šenona - Vīnera indekss

Raksturojot sugu daudzveidību, pēc pirmo gadu datiem, aprēķināts katra parauglaukuma daudzveidības indekss dažādos meža tipos. Augstākās kopējās meža tipu grupu Šenona – Vīnera indeksa vērtības vērojamas slapjā gāršā, dumbrājā, kā arī platlapju kūdrēnī, bet parauglaukumu līmenī – slapjajā damaksnī "139.PL" (3,498) slapjajā gāršā "24.PL" (3,489), platlapju kūdrēnī "116.PL" (3,439), kur veikta kailcirte, zemākās indeksa vērtības – damaksnī "52.PL" (1,294) un lāna audzē "6.PL" (1,366) (2. pielikums). Jāuzsver, ka gan dabiskie traucējumi, gan arī cilvēka radītie traucējumi, piemēram, kailcirte, palielina sugu skaitu noteiktajam meža tipam saistībā ar neraksturīgo sugu, galvenokārt pioniersugu īpatsvaru.

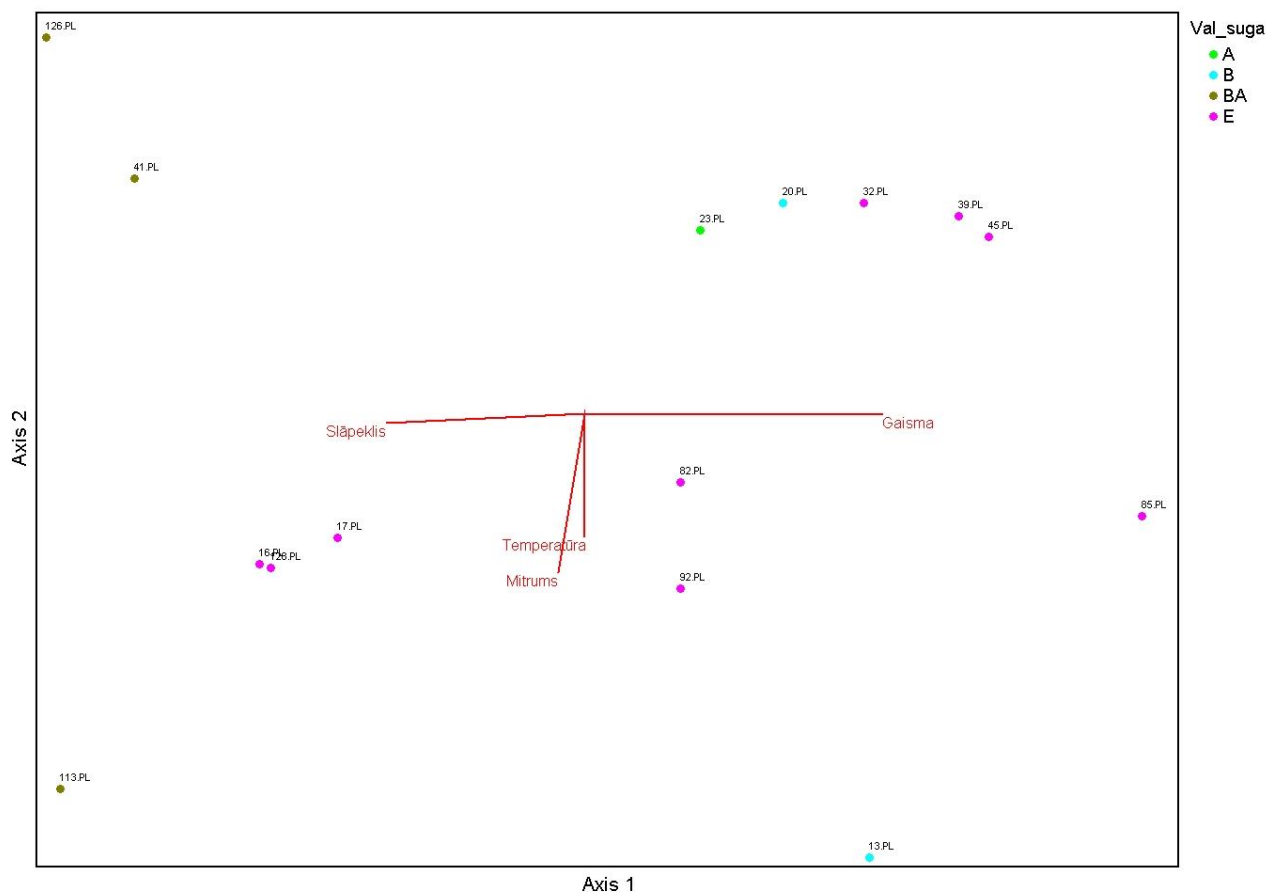
Detrendētā korespondentanalīze (DCA)

Veicot DCA ordināciju, apkopojot 2019. un 2020. gada uzskaites datus, redzams, ka sugu sastāva līdzības/atšķirības starp apsektajiem meža tipiem (3.5. attēls). Viena meža tipa parauglaukumu izvietojums nereti grupējas vienkopus, piemēram, dumbrājam, purvājam, gāršai. Tomēr vairumā gadījumu, no divos gados apsektajiem parauglaukumiem, viena meža tipa audzes negrupējas vienkopus. Grupēšanās rezultāts varētu būt skaidrojams gan ar to, ka daļā no parauglaukumiem notikusi saimnieciskā darbība, proti, kopšanas cirtes vai kailcirtes – kā piemēri minami parauglaukumi "3.PL", "23.PL", "37.PL", "112.PL", gan tas, ka valdaudzi veido dažādas koku sugas, kas ietekmē arī lakstaugu un sūnu stāva sugu sastāvu.



3.5. attēls. DCA ordinācija apsekotajiem meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumiem.

Veģetācijas sugu sastāva saistība ir būtiska ar izvēlētajām Ellenberga vērtībām. Sugu sastāva galvenie ietekmējoši faktori - augtenes reakcija, slāpekļis. Šie faktori ir svarīgi meža tipu augu sabiedrībām, kas atrodas uz mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofām augsnēm (3.6. 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*).



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

Secinājumi

Pirmējie rezultāti liecina, ka nacionālā meža monitoringā iegūtajiem rezultātiem šobrīd vairāk ir uzkrājoša nozīme, jo dati ir daudzveidīgi – ar mazu atkārtojuma skaitu. Novērtējot dažādus meža tipus ar atšķirīgām kokaudzes valdošajām sugām, dažādām vecumstrukturām 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 parauglaukumus, redzams, ka mežaudzēs ar mezotrofām, mezoeitrofām vai eitrofās augsnēs, vērojama lielāka lakstaugu daudzveidība kā oligotrofās augsnēs. Pētījuma gaitā, veicot bioloģiskās daudzveidības monitoringu, būtu iespējams noteikt kā mainās vaskulāro augu daudzveidību dažāda tipa mežos.

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

3.3.4. Epifītu un epiksīlu novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos

Pamatojums

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). Līdz ar to 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 noteiktā biotopā vai pat ainavas mērogā.

Dotā pētījuma mērķis ir veikt epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidības uzskaiti meža monitoringa ietvaros. Tādejādi nosakot esošo epifītisko un epiksīlo sūnaugu un ķērpju sugu sastāvu, un turpmāk dodot iespēju novērtēt sugu daudzveidības izmaiņas laika gaitā.

Materiāls un metodika (2020)

Lai novērtētu epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju sugu daudzveidību augu sabiedrību novērējuma parauglaukumos, izmantoti nacionālā meža monitoringa parauglaukumi. Pamatojoties uz vispārīgo epifītisko un epiksīlo sūnu un ķērpju metodiku, katrā parauglaukumā izvēlēti un aprakstīti četri dzīvi koki no dominējošām pirmā un otrā stāva koku sugām, ar caurmēru ≥ 10 cm. Dzīvā koka stumbrs aprakstīts vai nu četros (Z,A,D,R), vai divos virzienos (Z,D), atkarībā no caurmēra.

Lai novērtētu sūnu un ķērpju sugu bagātību uz kritālām, izmatotas veģetācijas uzskaitē novilkās transektes. Uz kritālām uzskaitītas visas sūnu un ķērpju sugas, kuras šķērsoja dotās transektes un kuru caurmērs ≥ 20 cm.

Lielākā daļa sugu noteiktas dabā. Ievāktie sugu paraugi noteikti laboratorijas apstākļos balstoties uz makro, mikro morfoloģiskajām un ķīmiskajām īpašībām. Kategorijā indikatorsugas iekļautas dabisko meža biotopu indikatorsugas un specifiskās sugas (Ek et al., 2002). Izmantota lapu un aknu sūnu un ķērpju nomenklatūra saskaņā ar Latvijas ķērpju un sūnu taksonu sarakstu (Āboliņa u. c., 2015).

Datu analīze

Datu statistiskajā analīzē izmantota programma PC-ORD (Peck, 2010), kurā veikta sugu daudzveidības analīze detrendētajā korespondentanalīzē (DCA). Ordinācijā iekļauti sugu sastopamības dati. Rezultātu apakšnodaļās: “Epifītu saistība ar koka sugu un meža tipu” un “Epiksīlu saistība ar kritalu raksturojošajiem lielumiem” analizēts datu kopums no 2019. un 2020. gada.

Rezultāti

Lai novērtētu epifītisko sūnu un ķērpju daudzveidību apsekoti 89 nacionālā meža monitoringa parauglaukumi. Balstoties uz izvēlēto bioloģiskās daudzveidības monitoringa metodiku, sūnu un ķērpju sugas un to projektīvais segums uz dzīviem kokiem noteikts 87 parauglaukumos, savukārt sugu skaits uz kritālām attiecīgi 35 parauglaukumos (3. pielikums). Divos parauglaukumos (“71.PL” un “116.PL”) epifītu un epiksīlu uzskaitē netika veikta, jo tie atradās izcirtumos.

Kopumā sūnu un ķērpju sugu daudzveidība noteikta uz 341 dzīva koka, pārstāvot 13 koku sugas. Ņemot vērā izvēlēto metodiku, visvairāk apsekotās koku sugu bija: *Pinus sylvestris* (120 koki), *Picea abies* (94 koki), *Betula pendula* (66 koki) un *Alnus glutinosa* (22 koki) (3. pielikums). Pārējo koku sugu sadalījums bija sekojošs: *Alnus incana* – 14 koki, *Populus tremula* – 10 koki, *Quercus robur* – 4 koki, *Fraxinus excelsior* un *Acer platanoides* attiecīgi katrai sugai – 3 koki, *Tilia cordata* – 2 koki. Savukārt koku sugas *Corylus avellana*, *Padus avium* un *Ulmus sp.* tika pārstāvētas pa vienam substrātā (3. pielikums). Bioloģiskās daudzveidības monitoringa ietvaros, sūnu un ķērpju sugas apsekotajos parauglaukumos

uzskatītas uz 58 kritālām (3. pielikums). Apsekoto kritalu skaits parauglaukumos variēja no viena līdz četriem substrātiem.

Epifītu daudzveidība

Monitoringa uzskaites 2020. gadā uz dzīvajiem kokiem noteiktas 66 epifītu sugas, no kurām 25 sūnaugi un 41 ķērpju taksons (3.9. tabula). Visizplatītākās sūnu sugas bija *Hypnum cupressiforme* (konstatēta 42 parauglaukumos) un *Dicranum montanum* (30 parauglaukumos). Plaši sastopama sūnu suga bija arī *Ptilidium pulcherrimum* (28 parauglaukumos). No ķērpju sugām visbiežāk sastopamās bija *Lepraria* ģints sugas, kas noteiktas lielākajā daļā no apsekotajiem parauglaukumiem (81 parauglaukumā). Bieži konstatētas arī ķērpju sugas: *Cladonia coniocrea* (66 parauglaukumos), *Hypogymnia physodes* (59 parauglaukumos), kā arī *Phlyctis argena* un *Parmeliopsis ambigua* (katra suga 39 parauglaukumos) (3.9. tabula).

Apsekotajās teritorijās uz izvēlētajiem kokiem noteiktas arī retās un aizsargājamās sugas, proti, trīs sūnu sugas un septiņas ķērpju sugas. Visbiežāk sastopamās bija dabisko meža biotopu ķērpju indikatorsugas – *Graphis scripta* (10 parauglaukumos) un *Arthonia spadicea* (9 parauglaukumos), bet no sūnu sugām – *Ulota crispa* (6 parauglaukumos). Uzskaitīta viena dabisko meža biotopu specifiskā suga: ķērpju suga *Arthonia byssacea* (konstatēta vienā parauglaukumā) (Auniņš, 2013) (3.10. tabula).

Lielākā epifītisko sugu bagātība konstatēta parauglaukumos platlapju kūdrēnī “106.PL” un vērī “99.PL” (katrā 15 sugas), kā arī gāršā “74.PL” (15 sugas) un slapjajā vērī “94.PL” (14 sugas) (4. pielikums). Jau iepriekš minētie parauglaukumi “106.PL”, “74.PL”, kā arī vēris “113.PL” bija ar lielāko konstatēto epifītisko sūnu sugu skaitu – attiecīgi 10 un 8 sūnaugi. Savukārt vēris “99.PL” bija parauglaukums ar vislielāko epifītisko ķērpju sugu bagātību – attiecīgi 11 ķērpju sugas. Visbagātākās audze ar sūnu un ķērpju indikatorsugām bija parauglaukums slapjajā vērī “94.PL” – attiecīgi četras sugas parauglaukumā (4. pielikums).

3.10.tabula

Epifītisko sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos 2020. gadā (n=87)

Ķērpju sugas	Sastopamība	Ķērpju sugas	Sastopamība
<i>Acrocordia sp.</i>	1	<i>Physcia sp.</i>	2
<i>Arthonia byssacea</i>	1	<i>Phlyctis argena</i>	39
<i>Arthonia radiata</i>	7	<i>Platismatia glauca</i>	11
<i>Arthonia sp.</i>	2	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	1
<i>Arthonia spadicea</i>	9	<i>Ramalina sp.</i>	2
<i>Arthonia vinosa</i>	1	<i>Usnea sp.</i>	1
<i>Bacidia rubella</i>	1	<i>Vulpicida pinastri</i>	13
<i>Bacidia sp.</i>	1	Sūnu sugas	
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	15	<i>Amblystegium sp.</i>	1
<i>Chaenotheca sp.</i>	2	<i>Anomodon longifolius</i>	1
<i>Cladonia coniocrea</i>	66	<i>Brachythecium rutabulum</i>	4
<i>Cladonia digitata</i>	3	<i>Dicranum montanum</i>	30
<i>Cladonia fimbriata</i>	4	<i>Dicranum scoparium</i>	23
<i>Cladonia sp.</i>	2	<i>Eurhynchium angustirete</i>	1
<i>Evernia prunastri</i>	4	<i>Eurhynchium hians</i>	1
<i>Graphis scripta</i>	10	<i>Frullania dilatata</i>	3
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	7	<i>Hypnum cupressiforme</i>	42
<i>Hypogymnia physodes</i>	59	<i>Lepidozia reptans</i>	1
<i>Hypogymnia sp.</i>	1	<i>Lophocolea heterophylla</i>	8
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	1	<i>Neckera pennata</i>	1
<i>Lecanactis abietina</i>	6	<i>Orthotrichum affine</i>	4
<i>Lecanora argentea</i>	15	<i>Orthotrichum sp.</i>	3

<i>Lecanora sp.</i>	6	<i>Orthotrichum speciosum</i>	8
<i>Lecidella sp.</i>	6	<i>Pylaisia polyantha</i>	6
<i>Lepraria sp.</i>	81	<i>Plagiothecium laetum</i>	4
<i>Melanelixia glabrata</i>	2	<i>Platygyrium repens</i>	1
<i>Mycoblastus sanguinarius</i>	1	<i>Pleurozium schreberi</i>	4
<i>Opegrapha rufescens</i>	2	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	28
<i>Opegrapha sp.</i>	1	<i>Radula complanata</i>	21
<i>Opegrapha varia</i>	9	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	1
<i>Parmelia sp.</i>	1	<i>Tetraphis pellucida</i>	1
<i>Parmelia sulcata</i>	19	<i>Thuidium tamariscinum</i>	1
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	39	<i>Ulota crispa</i>	6
<i>Pertusaria amara</i>	2		

Epiksīlu daudzveidība

Apsēkotajos parauglaukumos 2020. gadā uz kritalām uzskaitītas 50 epiksīlās sugas, no kurām 38 sūnu sugas un 12 ķērpju sugas (3.11. tabula). Visbiežāk sastopamās sūnu sugas bija *Pleurozium schreberi* (25 parauglaukumos) un *Dicranum scoparium* (23 parauglaukumos). Savukārt visizplatītākā ķērpju suga uz apsekotajām kritalām bija *Cladonia fimbriata* (22 parauglaukumos). Liela daļa no sugām konstatētas tikai vienā apsekotajā parauglaukumā (15 epiksīlās sugas). Dotajā pētījumā uz kritalām konstatētas četras dabisko mežu biotopu indikatorsugas, no kurām divi ir epifīti, proti, *Homalia trichomanoides* un *Graphis scripta* (katra no tām konstatēta vienā parauglaukumā). Dotajā pētījumā uzskaitītas divas epiksīlās sūnu sugas – *Nowellia curvifolia* (13 parauglaukumos) un *Jamesoniella autumnalis* (vienā parauglaukumā) (3.10. tabula).

3.11. tabula

Epiksīlo sūnu sugu saraksts un to sastopamība apsekotajos parauglaukumos 2020. gadā (n=35)

Sūnu sugas	Sastopamība	Sūnu sugas	Sastopamība
<i>Amblystegium serpens</i>	1	<i>Polytrichum commune</i>	1
<i>Aulacomnium palustre</i>	1	<i>Pseudoscleropodium purum</i>	1
<i>Brachythecium rutabulum</i>	15	<i>Ptilia crista castrensis</i>	4
<i>Brachythecium salebrosum</i>	1	<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	14
<i>Cirriphyllum piliferum</i>	1	<i>Pylaisia polyantha</i>	1
<i>Climacium dendroides</i>	1	<i>Radula complanata</i>	4
<i>Dicranum montanum</i>	14	<i>Rhizomnium punctatum</i>	2
<i>Dicranum polysetum</i>	5	<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	1
<i>Dicranum scoparium</i>	23	<i>Rhytidiadelphus triquetrus</i>	12
<i>Eurhynchium angustirete</i>	8	<i>Saniona ucinata</i>	2
<i>Herzogiella seligeri</i>	7	<i>Tetraphis pellucida</i>	3
<i>Homalia trichomanoides</i>	1	<i>Thuidium tamariscinum</i>	3
<i>Hylocomnium splendens</i>	20	Ķērpju sugas	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	19	<i>Cladonia coniocrea</i>	22
<i>Jamesoniella autumnalis</i>	1	<i>Cladonia digitata</i>	3
<i>Lepidozia reptans</i>	5	<i>Cladonia sp.</i>	3
<i>Lophocolea heterophylla</i>	12	<i>Graphis scripta</i>	1
<i>Mnium hornum</i>	2	<i>Hypnogymania physodes</i>	11
<i>Nowellia curvifolia</i>	13	<i>Lecanora argentea</i>	2
<i>Orthotrichum sp.</i>	3	<i>Lecidella sp.</i>	2
<i>Orthotrichum speciosum</i>	2	<i>Lepraria sp.</i>	5
<i>Plagiochilla asplenoides</i>	1	<i>Parmelia sulcata</i>	5

<i>Plagiomnium affine</i>	3	<i>Phlyctis argena</i>	5
<i>Plagiomnium cuspidatum</i>	6	<i>Platismatia glauca</i>	1
<i>Plagiomnium undulatum</i>	1	<i>Vulpicida pinastri</i>	3
<i>Pleurozium schreberi</i>	25		

Lielākā epiksīlo sugu bagātība konstatēta parauglaukumos slapjajā damaksnī “81.PL” un šaurlapju kūdrenī “69.PL” (katrā 15 sugas), kā arī damaksnī “124.PL” un “70.PL.” (katrā 14 sugas) (4. pielikums). Sešpadsmit parauglaukumos konstatēta vismaz viena reta suga (indikatorsuga) uz apsekotajām kritalām. Visbiežāk sastopamā uz kritalām bija sūnu indikatorsuga *Nowellia curvifolia* (13 parauglaukumos).

Epifītu saistība ar koka sugu un meža tipu

Apkopojot 2019. un 2020. gada uzskaites datus, redzams, ka lielākais kopējo sūnu un ķērpju sugu skaits konstatēts uz koku sugām *Alnus glutinosa* (18 sūnaugi un 20 ķērpju sugas), *Betula pendula* (15 sūnaugi un 23 ķērpju sugas), *Pinus sylvestris* (6 sūnaugi un 28 ķērpju sugas) un *Alnus incana* (11 sūnaugi un 18 ķērpju sugas) (3.12. tabula).

Liels ķērpju sugu skaits noteikts arī uz *Picea abies* un *Quercus robur* koku sugām (attiecīgi 17 un 15 ķērpju sugas). Lielākais indikatorsugu skaits konstatēts uz koku sugas *Alnus glutinosa* (6 sugas). Savukārt vidēji uz viena koka lielākais epifītu skaits noteikts uz *Alnus incana* (7 sugas), *Sorbus aucuparia* (7 sugas) (3.12. tabula).

3.12. tabula.

Sūnu un ķērpju sugu skaits uz apsekotajām koku sugām, apkopojot 2019. un 2020. gada uzskaites datus.

Koku suga	Kopējais epifītisko sūnu sugu skaits	Kopējais epifītisko ķērpju sugu skaits	Kopējais epifītisko indikatorsugu skaits	Vidējais epifītu skaits
<i>Alnus glutinosa</i>	18	20	6	6
<i>Betula pendula</i>	15	23	4	4
<i>Quercus robur</i>	9	15	3	6
<i>Populus tremula</i>	10	14	3	5
<i>Picea abies</i>	10	17	2	2
<i>Sorbus aucuparia</i>	5	7	-	7
<i>Alnus incana</i>	11	18	2	7
<i>Acer platanoides</i>	5	7	0	4
<i>Fraxinus excelsior</i>	7	11	4	6
<i>Tilia cordata</i>	7	8	2	6
<i>Pinus sylvestris</i>	6	28	1	4
<i>Corylus avellana</i>	4	3	2	-
<i>Ulmus sp.</i>	2	2	1	-
<i>Padus avium</i>	4	2	1	-
<i>Salix caprea</i>	2	2	-	-

Vislielākais kopējais sūnu sugu skaits tika noteikts apsekotajos vēra un slapjā vēra parauglaukumos (23 un 15 sūnu sugas) (4. tabula). Apsekotie gāršas un dumbrāja parauglaukumi saistīti ar lielu kopējo epifītisko ķērpju sugu bagātību (23 un 16 ķērpju sugas), kā arī iepriekš uzskaitītajos meža tipos konstatēts liels skaits indikatorsugu – attiecīgi septiņas un piecas epifītu sugas. Liela epifītisko indikatorsugu bagātība uzskaitīta parauglaukumos, kas atradās slapjajā vērī un vērī (seši un pieci epifīti) (3.13. tabula).

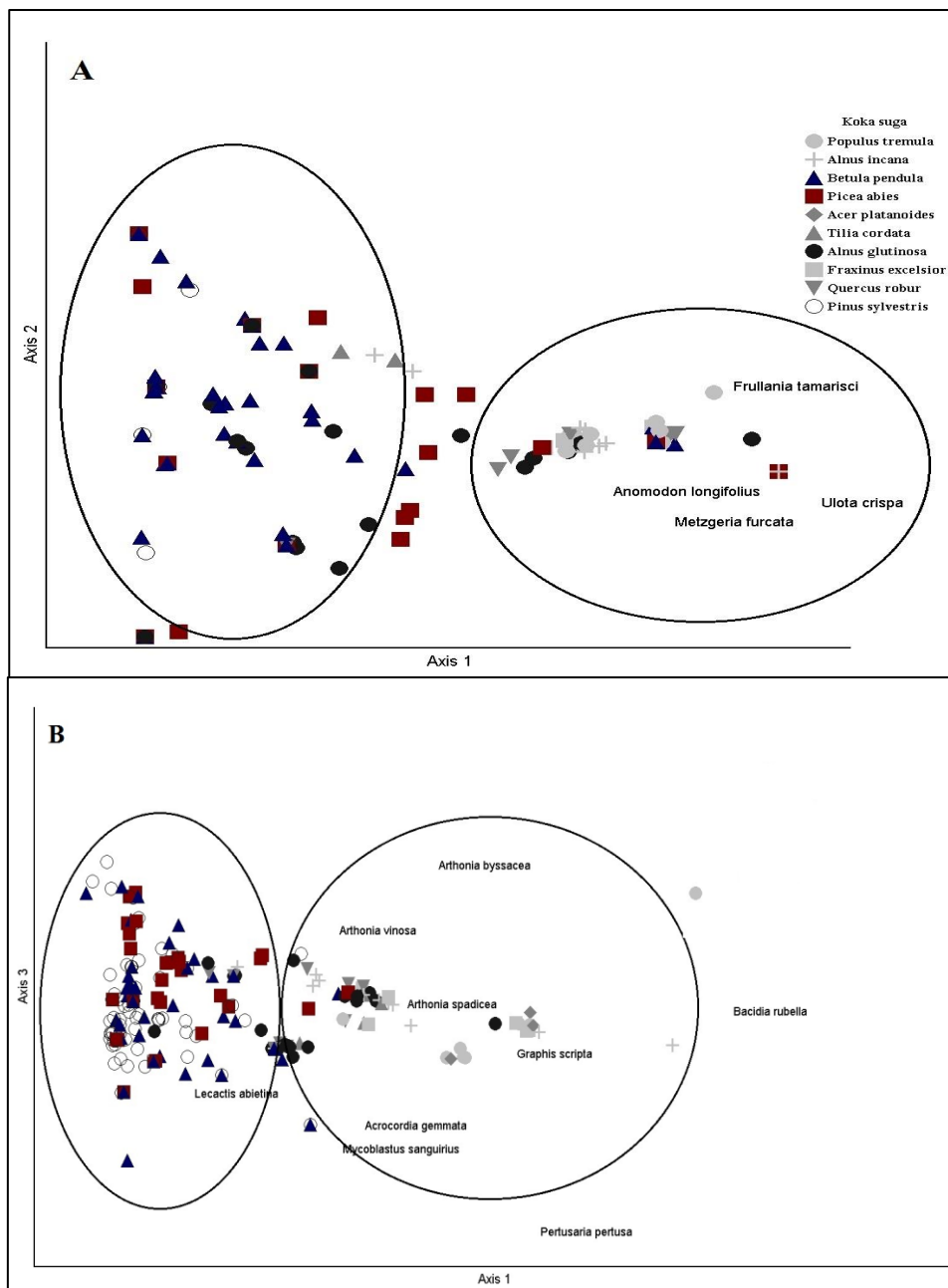
3.13.tabula.

Sūnu un ķērpju sugu skaits apsekotajos parauglaukumos dažādos meža tipos, apkopojot 2019. un 2020. gada uzskaites datus.

Koku suga	Kopējais epifītisko sūnu sugu skaits	Kopējais epifītisko ķērpju sugu skaits	Kopējais epifītisko indikatorsugu skaits
Am	1	8	-
Ap	11	12	4
As	11	15	1
Db	6	16	5
Dm	8	19	2
Dms	7	13	2
Gr	13	23	7
Grs	8	13	2
Km	5	10	-
Kp	11	10	2
Ks	13	10	2
Kv	-	8	-
Lk	9	13	2
Ln	6	11	-
Mr	-	13	-
Mrs	2	12	-
Nd	6	14	-
Pv	-	11	-
Sl	3	17	-
Vr	23	14	5
Vrs	15	17	6

Analizējot sugu sastopamību uz apsekotajiem substrātiem, rezultāti rāda, ka gan sūnu sugu, gan ķērpju sugu sastāvs ir atšķirīgs starp dažādām koku sugām (3.8. attēls). DCA ordinācijā sūnaugi veido atsevišķu sugu klāsteri, kas saistīts ar platlapju koku sugām. Sūnu sugu kompozīcija uz koku sugām *Betula pendula* un *Pinus sylvestris* arī nodalās no pārējām koku sugām. DCA ordinācijā redzams, ka līdzīgi kā sūnaugi arī daļa ķērpju sugu ir saistītas tikai ar skujkokiem un *Betula pendula* substrātiem, taču daļa ir atrodama tikai uz platlapju koku sugām. Lielāka indikatorsugu daudzveidība abās taksonomiskajās grupās saistīta ar lapu kokiem (3.8. attēls).

Veicot DCA ordināciju sugu sastopamībai dažādos meža tipos, netika konstatēts, ka epifītisko sugu sastāvs atšķiras starp apsekotajiem parauglaukumiem.



3.8.attēls. DCA ordinācija sugu sastopamībai apsekotajām koku sugām, apkopojot 2019. gada un 2020. gada rezultātus. Apzīmējumi: A – sūnu sugu ordinācija; B – ķērpju sugu ordinācija.

Epiksīlu saistība ar kritalu raksturojošiem lielumiem

Vislielākā epiksīlu sugu bagātība konstatēta uz koku sugām *Picea abies* un *Betula pendula* (48 un 35 sugas). Pētījuma rezultāti rāda, ka visvairāk sugas noteiktas uz kritalām pirmajās trīs sadalīšanās pakāpēs (I, II un III sadalīšanās pakāpe). Līdzīgi arī vislielākais indikatorsugu skaits noteikts kritalām pirmajās divās sadalīšanas pakāpēs (I un II sadalīšanās pakāpe) (3.14. tabula).

Sugu skaits uz apsekotajām kriticalām, apkopojot 2019. un 2020. gada uzskaites datus.

Koka suga	Substrātu skaits	Epiksīlo sugu skaits	Indikatorsugu skaits
<i>Populus tremula</i>	2	5	-
<i>Alnus incana</i>	2	7	1
<i>Betula pendula</i>	17	35	1
<i>Picea abies</i>	38	48	2
<i>Alnus glutinosa</i>	3	20	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	7	22	1
<i>Pinus sylvestris</i>	6	14	1
Sadalīšanās pakāpe			
I	20	40	3
II	42	49	3
III	14	37	2
IV	4	11	1
V	2	10	-

Secinājumi

Iegūtie rezultāti epifītu daudzveidības uzskaitē meža monitoringa ietvaros norāda, ka 2020. gadā apsekotajos parauglaukumos, kuros pārsvarā dominēja skujkoki – *Picea abies*, *Pinus sylvestris* un koku suga *Betula pendula* epifītisko ķērpju sugu daudzveidība ir lielāka salīdzinājumā ar sūnaugiem. Rezultāti rāda, ka vairāk nekā 1/3 no visiem apsekotajiem parauglaukumiem uzskaitīti epiksīli uz kriticalām, tai skaitā dabiskam mežam raksturīgas indikatorsugas. Tādējādi, norādot, ka daļā audžu sastopamas meža struktūras, kas spēj nodrošināt piemērotus vides apstākļus un substrātu noteiktai sūnaugu un ķērpju sugu florai, kas veicina lielāku sugu daudzveidību audzē.

Dotais pētījums parādā, ka sūnu un ķērpju sugu daudzveidību primāri nosaka dotās audzes esošo koku sugu sastāvs, nevis meža tips. Lielāka sūnu epifītu bagātība saistīta ar lapu koku klātbūtni, tai skaitā sūnu indikatorsugu bagātība. Lai arī liels ķērpju sugu skaits atrodams uz skujkokiem, tomēr reto un aizsargājamo ķērpju sastopamību lielākoties nosaka lapu koku klātbūtne.

Pirmējie rezultāti rāda, ka apsekotajās audzēs dominē kriticalas agrīnās sadalīšanās pakāpēs, kas nodrošina noteiktu epiksīlo sugu, tai skaitā indikatorsugu, klātbūtni apsekotajos parauglaukumos.

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 parādīt epifītu izmaiņas saistībā ar biotiskajiem un abiotiskajiem faktoriem.

3.4. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis

Ainavas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana:

1. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums;
2. Meža savienojamības un to novērtējums.

3.4.1. Materiāls un metodika

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

- 1) 2019. gada meža valsts reģistrā (MVR) reģistrētos meža poligonu telpiskos datus.
- 2) LĢIA topogrāfiskās kartes (2016) mērogā 1:10000 poligoni, kuru zemes klājums atbilst kategorijai mežs meža likuma izpratnē (mežs, skrajmežs, jaunaudze, izcirtums).
- 3) LĢIA LiDAR informāciju, izveidojot Koku vainagu augstuma karti (CHM), novērtēšanas attālās novērtēšanas brīdī (apstrādāti visi 2013.–2019. g. LVMI Silva pieejamie .las faili).
- 4) 2015.g. sezonas Landsat8 un 2019. gada sezonas Sentinel 2A un Sentinel 2B satelītattēlus, izveidojot mozaīku ar stāvokli attiecīgi no 2015.g. jūnija līdz 2015.g. augustam no 2019. gada jūnija līdz jūlija beigām.

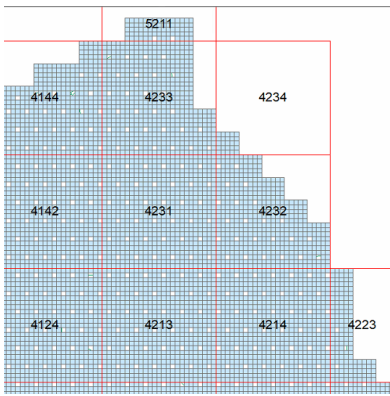
MVR meža poligonu, kuri atbilst $ZKAT=10$ & $h10 \geq 5$, dati pārveidoti uz rastra karti 20 m×20 m pikseļiem, datorprogrammā ArcGIS 10.5, izvēloties nosacījumu combined majority. LĢIA topogrāfiskās kartes meža poligonu dati pārveidoti uz 20 m×20 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu combined majority.

LĢIA LiDAR

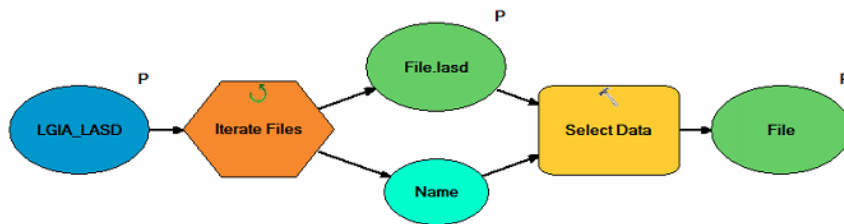
LiDAR datu apstrāde veikta izmantojot brīvi pieejamos datus no LĢIA *.las failu formātā. Dati lejuplādēti no LĢIA atvērto datu portāla <https://www.lgia.gov.lv/lv/Digit%C4%81lais%20virsmas%20modelis>. Datu apstrāde veikta trīs posmos:

- Sākotnējo tieši no *.las failiem aprēķināmo datu sagatavošana (pirmās pakāpes *.las datu atvasinājumi).
- No sākotnēji sagatavotajiem datiem atvasināto datu aprēķins (otrās pakāpes datu atvasinājumi).

Lai veiktu sākotnējo datu sagatavošanu no *.las failiem, tika izveidots šo failu katalogizēts apkopojums TKS-93 karšu lapu nomenklatūras 1:50000 mēroga lapu apjomā. Tas nepieciešams, jo viens *.las fails ir 1x1km teritorijai, kas, atsevišķi aprēķinot datus katrai mazai platībai rada palielinātu datu apstrādes apjomu, un var radīt aprēķināto datu nobīdes uz oriģinālo datu robežām. Šajā nolūkā apvienošana 1:50000 mēroga lapās tiek veikta 625 sākotnējiem *.las failiem (ja konkrētā lapa ir pilna apjoma). Uz Latvijas robežām esošajām lapām izejas *.las failu apjoms ir mazāks. Apvienošanai tika izmantots ArcGIS vidē sagatavots rīks (Toolbox), kurš, izmantojot iterācijas komandu, katrai Latvijas teritorijas 1:50000 karšu lapai pēc tās nomenklatūras numura sameklē uz datu nesēja atrodošos atbilstošos *.las failus un apvieno vienā katalogā. Kataloga formāts ArcGIS vidē *.lasd.



3.9. attēls. Las failu kvadrāti un TKS-93 karšu lapu nomenklatūras iedalījums.



3.10. attēls. Las kataloga veidošanas rīks ArcGIS vidē.

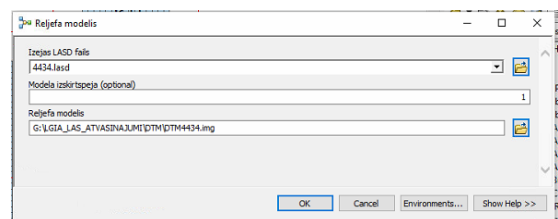
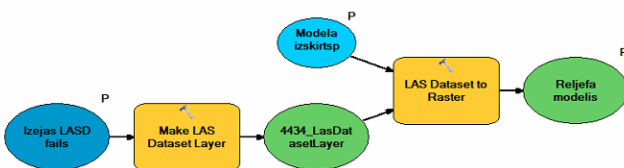
Izveidotie *.las failu 1:50000 mēroga lapu katalogi tika izmantoti tālākiem aprēķiniem, sagatavojot pirmās pakāpes datu atvasinājumus:

- Digitālo reljefa modeli (DTM – digital terrain model).
- Apauguma augstuma modeli (CHM – canopy height model).

Visu datu apstrādes modeļu rezultāts ir rastra formāta *.img dati par katru 1:50000 TKS-93 karšu lapu ar 1metra pikseļa izšķirtspēju.

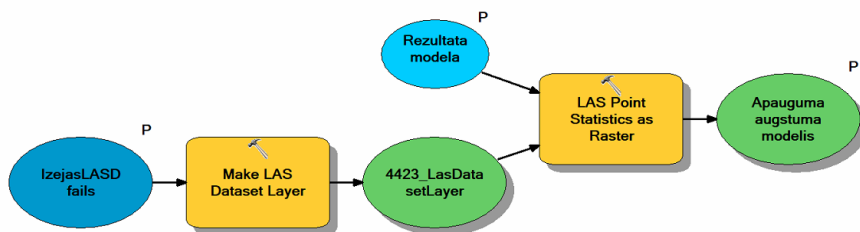
Sākotnējie datu atvasinājumi

DTM tika veidots no klasificētajiem *.las failiem, kuri apvienoti katalogā, atlasot zemes (klasifikācijas numurs – 2) atstarošanās punktus. Sekojoši tika veikta reljefa modeļa interpolācija starp atlasītajiem punktiem, sagatavojot rezultāta *.img failu. Modeļa darbināšanai tika izmantota iterācijas funkcija, kas ļauj pakešveidā palaist visus izveidotos *.las katalogus.



3.11. attēls. DTM sagatavošanas rīks ArcGIS vidē.

Apauguma augstuma modelis (CHM) tika veidots no klasificētajiem *.las failiem, kuri apvienoti katalogā, atlasot visus apauguma klasifikācijas punktus (3, 4, 5) un zemes klasifikācijas (2) punktus. Sekojoši tika noteikta attāluma starpība uz laukuma vienību (1m attēla izšķirtspēja) starp zemi un apauguma augstāko punktu. Rezultātus sagatavoja *.img rastra failu formātā katrai 1:50000 karšu lapai. Modeļa darbināšanai tika izmantota iterācijas funkcija, kas ļauj pakešveidā palaist visus izveidotos *.las katalogus.



3.12. attēls. CHM sagatavošanas rīks ArcGIS vidē.

Balstoties uz katra 1x1m pikseļa CHM vērtības, kas vienādas vai lielākas par 5m rastra failā pārveidotas binārā skalā - 1, bet zemākas vai nav - 0. Pēc tam izmantojot ArcGIS funkciju aggregate aprēķināts katra 20 m×20 m pikseļiem (400m²), CHM vērtību summa, ja tā lielāka vai vienāda ar 80 (20%), tad jaunais pikselis uzskatīts par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze augstāka par 5m) (kods 1), pretējā gadījumā nav mežs (kods 0).

Papildus tam, no vietnes <https://earthexplorer.usgs.gov/> lejuplādēti LANDSAT8 2015.g sezonas dati, aprēķināta NDVI vērtība un izveidota mozaīka, aprēķinot max NDVI vērtības, kas pēc tam pārrēķinātas uz 20m×20m vērtībām (resample / nearest). Savukārt no vietnes (<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>) lejuplādēti 2019. gada sezonas Sentinel 2A un Sentinel 2B attēli, aprēķinātas NDVI vērtības un izveidota mozaīka, kurā katra pikseļa (10 m×10 m) vērtība ir maksimālā NDVI vērtība analizētajā attēlu kopā. Pēc tam pārrēķinātas sākotnējās 10 m×10 m pikseļu vērtības uz 20 m×20 m vidējām vērtībām (aggregate).

Par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze augstāka par 5m) 2015. gada datiem uzskatīti tie (20 m×20 m) pikseļi, kuri atbilst mežam (mežs, skrajmežs, jaunaudze, izcirtums) LGIA topo 2016, kuru, pēc CHM datiem, kokaudze ir 5m vai augstāka vismaz 80 m², bet nav izcirtums vai jaunaudze MVR 2019.g. versijā, poligonos, kuros pēdējā cirte veikta 2015.gadā, un kuru NDVI max vērtība (20 m×20 m) 2015. g. vasaras mozaīkā ir lielāka vai vienāda ar 0.65, kas atbilstoši literatūras datiem atbilst lapu platības indeksa (LAI) vērtībai lielākai par 2. Šādi tiek izslēgti pikseļi, kuru parametri atbilda meža definējumam šī pētījuma izpratnē vietās, kur LIDAR dati iegūti 2013., 2014. un 2015. gadā, bet attiecīgi pēc šī perioda ir nocirstas.

Savukārt par mežu (mežaudzi, kurā kokaudze augstāka par 5m) 2019. g. novērtējumā uzskatīti pikseļi (20 m×20 m), kuri vienlaicīgi atbilst mežam (mežs, skrajmežs, jaunaudze, izcirtums) LGIA topo 2016, kuru pēc CHM datiem ir augstāki par 5m vismaz 80 m², bet nav 2019. g. MVR jaunaudžu līdz 5 m augstumam, vai izcirtumu poligonu pikseļi) un kuru NDVI vērtība 2019. g. (20 m×20 m) vasaras mozaīkā ir lielāka vai vienāda ar 0.65. Šādi tiek izslēgtas mežaudzes, atbilda meža definējumam šī pētījuma izpratnē vietās, kur LiDAR dati iegūti 2013.g. līdz 2019. gadā, bet attiecīgi pēc šī perioda ir nocirstas. Papildus pie mežaudzēm pieskaitīt pikseļi, kuri MVR datu bāzē 2019.g. atbilda jaunaudzei 5m un augstāka un tās biežība lielāka par 0.2. Šādi tiek izslēgti pikseļi, kuros mežaudzes ir nocirstas pēc LiDAR datu ieguves, atrodas koki ārpus meža, bet pieskaitīti pikseļi, kuros kokaudze ir sasniegusi 5m augstumu.

Pēc tam atbilstošie 20 m×20 m pikseļi pārrēķināti (aggregate) uz 100 m×100 m pikseļiem, izmantojot nosacījumu SUM. No tiem par mežu uzskatīti pikseļi, kuros vismaz 13 (0.5 ha) atbilst mežam (20m×20m) pikseļos. Tālākai ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtēšanai izmantota datorprogrammas Guidos 2.9 rīks (<https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/lpa/gtb/>) MSPA (ja 100^2m pikselis) un MSPA tiling (ja 20^2m pikselis). Aprēķinot sekojošas telpiskā raksta klases kodolzona, sala, ārējā mala, iekšējā mala, zars un savienotājs (tilts) sekojošā veidā variantos: 20m pikseļi mala 2 pikseļi (40 m) un 5 pikseļi (100 m); 100 m pikseļi (mala 1pikselis (100 m)).

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 3.15.tabulā.

Telpiskā raksta klase izskaidrojums

Telpiskā raksta klase	Angļu val.	Skaidrojums
Kodolzona (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

Fragmentācijas analīze

Fragmentācijas analīzei izmantots Guidos2.9. rīks (<https://forest.jrc.ec.europa.eu/en/activities/lpa/gtb/>) Multiscale FAD (Foreground area density), izmantojot izvēlni FAD6. Mežaudžu pikseļu īpatsvars tiek aprēķināts attiecīgi 7×7, 13×13, 27×27, 81×81 un 243×243 pikseļu logam, kas gadījumā, ja tiek izmantots 100 m pikselis attiecīgi 0.5, 1.7, 7.3, 65, 590 km², jeb 49 ha, 169 ha, 729 ha, 6561 ha un 59049 ha, bet, ja tiek izmantots 20m pikselis, attiecīgi 1.96 ha, 6.76 ha, 29.16 ha, 262.44 ha un 2361.96 ha.

3.4.2. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums 2015

Mežaudžu, kuru kokaudžu augstums ir 5m vai vairāk, karte atspoguļota ar 20² m pikseļu (lielumu minimālā kartēšanas vienība), karte dota 3.13. attēlā. To platība 2015.g. aizņēma 2843 tūkst. ha. Ja izvēlas 100²m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība ir 2654 tūkst ha. Tas norāda uz to, ka mežaudžu platība pat pie vieniem un tiem pašiem atlasē kritērijiem būtiski atšķiras atkarībā no izvēlēta pikseļa lieluma. Telpiskā raksta klases - kodols, sala, cilpa, tilts, perforācija, mala, zars, robeža ar 40m un 100m malu 20m pikseļu attēlam un 100m malu 100²m pikseļu attēlam (3.14.attēls). Savukārt katras klases platība atspoguļota 3.16.tabulā.

3.16.tabula

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

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	100 ² m & 100m mala		20 ² m&100m mala		20 ² m&40m mala	
		Platība	Skaitis	Platība	Skaitis	Platība	Skaitis
Kodols	CORE	687760	38517	484653	70244	1295347	164523
Sala	ISLET	182368	51723	219160	301300	92951	285128
Iekšējā mala	PERFORATION	22728	1398	16771	1916	75043	27308
Ārējā mala	EDGE	885316	21035	973287	39556	920131	83416
Cilpa	LOOP	49313	7904	58556	14169	58272	97127
Tilts	BRIDGE	475371	39461	950830	113490	242469	245915
Zars	BRANCH	351077	131611	139569	322075	158330	779379
Kopā		2653933		2842827		2842827	

Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādītas 3.17. tabulā. Ja par mežmalu definē 40m platu zonu, tad no mežaudzēm 45% atrodas kodola zonā, Savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 17% no mežaudžu platības, ja

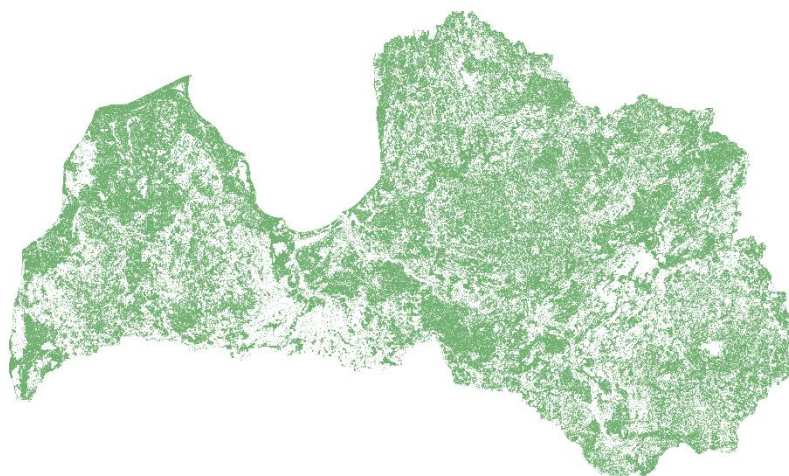
tiek izmantots 20m pikselis vai 26%, ja izmanto 100m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas platības ar kodola zonu, īpatsvaru. 20m pikseļu gadījumā šāda platība ir 33%, ja mala ir 100m, bet, 8.5%, ja mala ir 40m, savukārt, ja tiek izmantots 100m pikselis, tad tilts ir 18%.

3.17.tabula

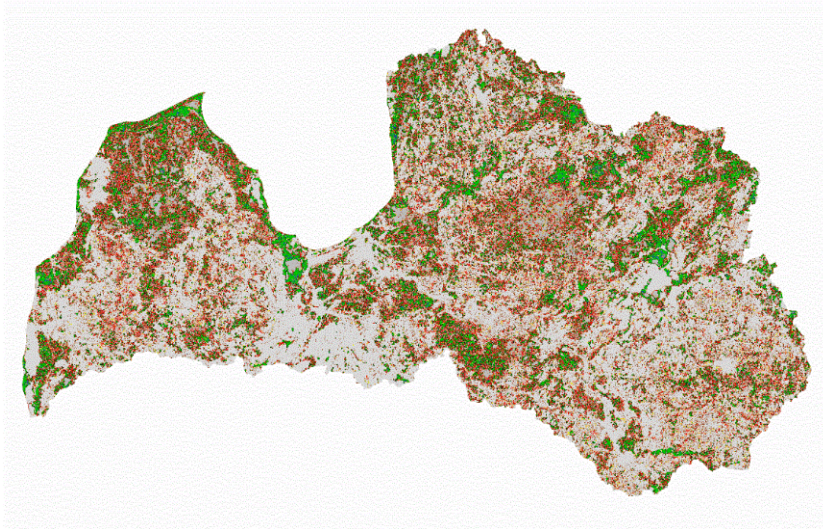
Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem, %

	Parametru definējums		
	100^2 m & 100m mala	20^2m&100m mala	20^2m&40m mala
Kodolzona	25.9	17.1	45.6
Sala	6.9	7.7	3.3
Iekšējā robeža	0.9	0.6	2.64
Ārējā robeža	33.4	34.2	32.4
Cilpa	1.9	2.1	2.1
Tilts	17.9	33.5	8.5
Zars	13.2	4.9	5.6
	100	100	100

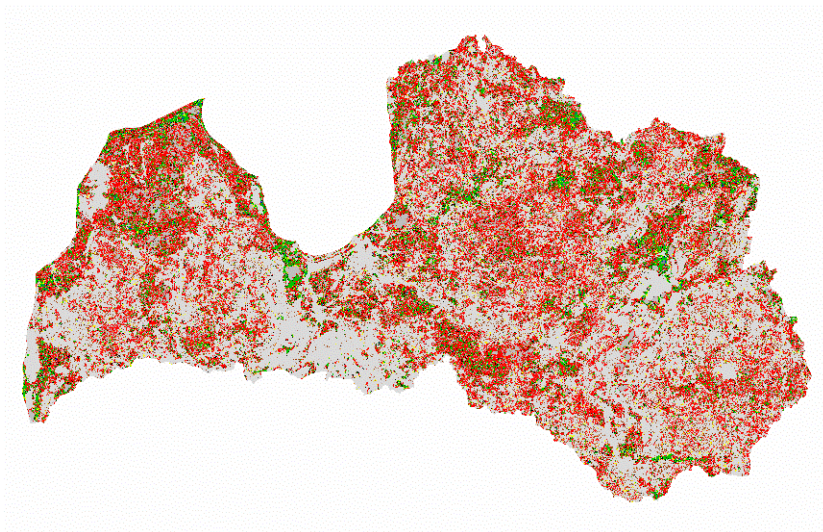
Tas vēlreiz norāda uz to, ka ainavas parametri savstarpēji ir salīdzināmi tikai pie vienādiem sākotnējiem uzstādījumiem, tādēļ, lai veiktu salīdzinājumus ar iepriekšējiem periodiem, nepieciešams iegūt informāciju par mežiem ar līdzīgām metodēm. Ja tiek mainīts aprēķināšanas algoritms, attiecīgi jāpārrēķina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



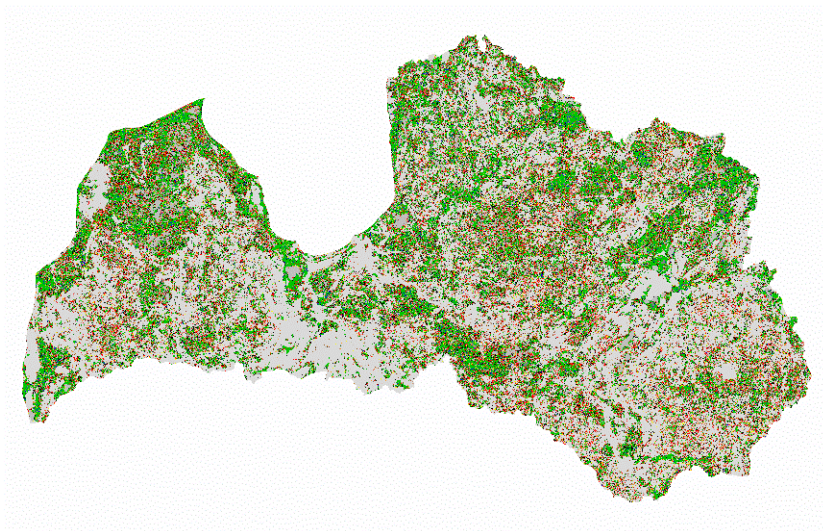
3.13.attēls. mežaudžu, kas augstāki par 5m platību karte (20m pikselis).



a)



b)

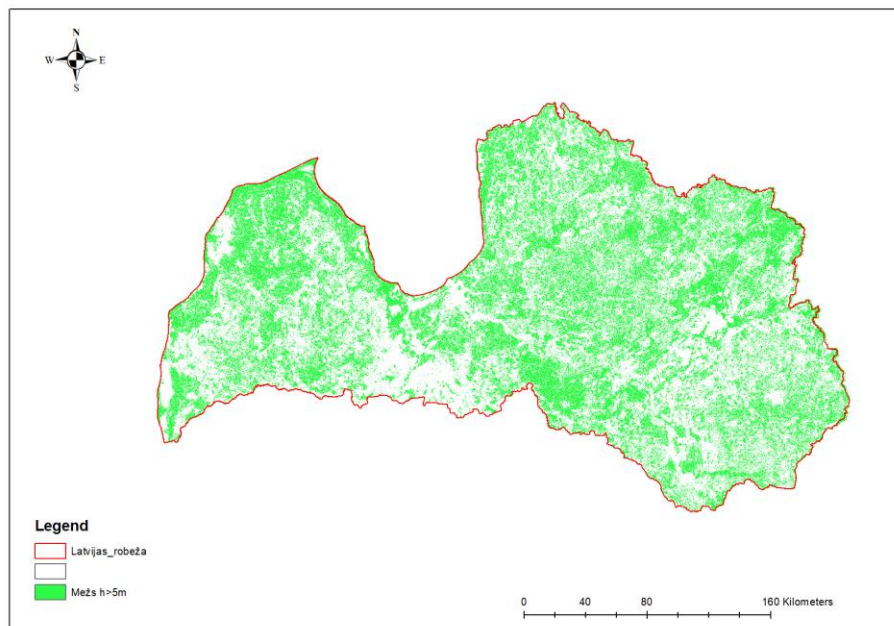


c)

3.14.attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, telpiskā raksta klases 2015.g. (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils- iekšējā mala, melns – ārējā mala, oranžs - zars). a) pikselis 100^2m un 100m mala, b) 20^2m pikselis un 100m mala c) 20^2m pikselis un 40m mala.

Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa novērtējums 2019

Mežaudžu, kas augstākas par 5 m karte atspoguļota ar 20 m pikseļu lielumu, karte dota 3.15. attēlā. To platība aizņem 2761 tūkst. ha. Ja izvēlas 100m pikseļa lielumu, tad šādu mežaudžu platība ir 2564 tūkst ha. (skat.3.18.tabulu).



3.15.attēls. mežaudžu, kas augstāki par 5m platību karte (20m pikselis).

3.18.tabula

Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs 2019.g., pie dažāda izmēra minimālās kartēšanas vienības un malas platuma, ha

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	100 ² m & 100m mala		20 ² m&100m mala		20 ² m&40m mala	
		Platība	Skaits	Platība	Skaits	Platība	Skaits
Kodolzona	CORE	609927	38432	444470	67869	1215805	172486
Sala	ISLET	198438	55794	236038	324565	99385	307056
Iekšējā mala	PERFORATION	16921	1098	14356	1677	63496	23118
Ārējā mala	EDGE	827080	22218	911854	40205	914338	90871
Cilpa	LOOP	47687	7127	60459	13618	55214	87809
Tilts	BRIDGE	493531	37532	938632	106398	242388	245224
Zars	BRANCH	370212	135712	154874	327088	170058	793506
Kopā		2563795		2760684		2760684	

Visos 3 variantos atbilstošo klašu aizņemtās platību īpatsvars parādīts 3.19. tabulā.

3.19.tabula

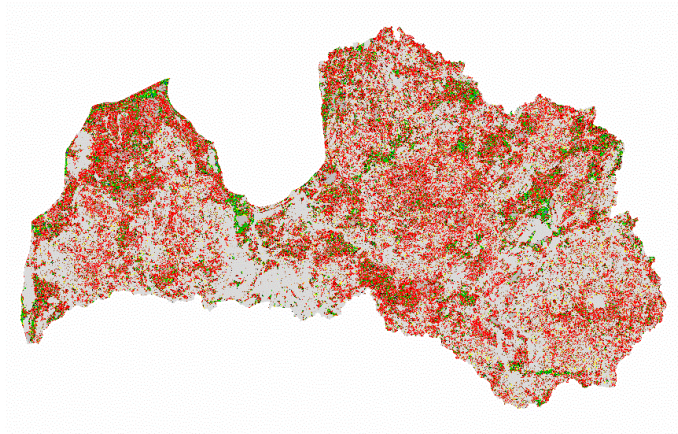
Ainavas telpiskā raksta klašu īpatsvars pie dažādiem sākotnējiem nosacījumiem, 2019.g. %

	Parametru definējums		
	100 ² m & 100m mala	20 ² m&100m mala	20 ² m&40m mala
Kodolzona	23.8	17.1	44.0
Sala	7.7	7.7	3.6
Iekšējā robeža	0.7	0.6	2.3
Ārējā robeža	32.3	34.2	33.1
Cilpa	1.9	2.1	2.0
Tilts	19.3	33.5	8.8
Zars	14.4	4.9	6.2
	100	100	100

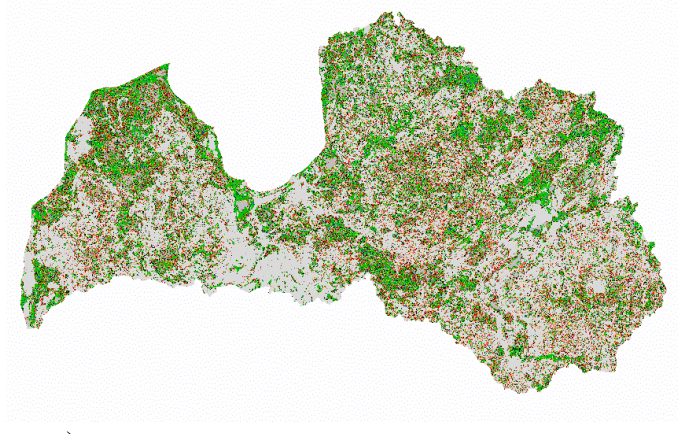
Ja par mežmalu definē 40m platu zonu, tad no mežaudzēm 44% atrodas kodola zonā, Savukārt, ja par mežmalu definē 100 m platu zonu, tad meža iekšienē (kodola zonā) atrodas vairs tikai 17% no mežaudžu platības, ja tiek izmantots 20m pikselis vai 24%, ja izmanto 100m pikseli. Vislielākās atšķirības ir starp t.s. tiltu, t.i., josla, kas savieno divas dažādas platības ar kodola zonu, īpatsvaru. 20m pikseļu gadījumā šāda platība ir 33%, ja mala ir 100m, bet, 8.8%, ja mala ir 40m, savukārt, ja tiek izmantots 100m pikselis, tad tilts ir 19%.



a)



b)



c)

3.16.attēls. Mežaudžu, 5m un augstāku, telpiskā raksta klases 2019.g. (zaļš – kodols, brūns – sala, dzeltens – cilpa, sarkans – tilts, zils- iekšējā mala, melns – ārējā mala, oranžs - zars). a) pikselis 100²m un 100m mala, b) 20²m pikselis un 100m mala c) 20²m pikselis un 40m mala.

Ainavu telpiskā raksta klašu novērtējums 2015 vs 2019

Salīdzinot 1 ha lielas minimālās kartēšanas vienības mežaudžu (5m un augstākas), to kopējā platība no 2015.g. līdz 2019.g. ir samazinājusies par 90.1 tūkst ha (jeb 3.4%). kodola platība ir samazinājusies par par 77.9 tūkst ha, jeb 11%, savukārt palielinājusies salu, tiltu un zaru platība, attiecīgi par 9%, 4% un 5%. (3.20.tabula).

3.20.tabula

Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2019.g., 1ha minimālā kartēšanas vienība, ha

Ainavas raksta klase	izmaiņas 2019.salīdzinot ar 2015.g.		Īpatsvars	
	platība, ha	īpatsvars	2015.g.	2019.g.
Kodolzona	-77886	0.89	45.6	44.0
Sala	16197	1.09	3.3	3.6
Iekšējā robeža	-5710	0.75	2.6	2.3
Ārējā robeža	-58298	0.93	32.4	33.1
Cilpa	-1632	0.97	2.1	2.0
Tilts	18043	1.04	8.5	8.8
Zars	19148	1.05	5.6	6.2
Kopā	-90138	0.97	100	100

Izmantojot 0.04 ha (20^2m) pikseli kopējā 5 m un augstāku mežaudžu platība samazinājusies par 81.9 tūkst. ha jeb 2.9%. Ja pieņem, ka mala ir 40m, tad kodola platība samazinājusies par 79.5 tūkst. ha jeb 6%, bet “salu”, “zaru” platība pieaugusi par 18 tūkst. ha (3.21.tabula)

3.21.tabula

Mežaudžu (5m un augstāku) platību iedalījums telpiskā raksta klasēs izmaiņas starp 2015. un 2019.g., .0.04ha pikselis, ha ar 40m malu

Ainavas raksta klase	MSPA-klase	2015.g.		2019.g.		2019 - 2015	2019/2015
		Platība	% no MZ5	Platība	% no MZ5		
Kodolzona	CORE	1295347	45.6	1215805	44.0	-79542	0.94
Sala	ISLET	92951	3.3	99385	3.6	6433	1.07
Iekšējā robeža	PERFORATION	75043	2.6	63496	2.3	-11547	0.85
Ārējā robeža	EDGE	920131	32.4	914338	33.1	-5793	0.99
Cilpa	LOOP	58272	2.1	55214	2.0	-3058	0.95
Tilts	BRIDGE	242469	8.5	242388	8.8	-81	1.00
Zars	BRANCH	158330	5.6	170058	6.2	11728	1.07
Kopā		2842543		2760684			

Salīdzinot rezultātus ar MSI datiem, konstatēts, ka mežaudžu (5m un augstāku) un mežu lauksaimniecības zemēs (5m un augstāku) platība laika posmā no 2011.-2015.g. ir bijusi 2829.5 tūkst.ha, bet laika posmā no 2015-2019.g. – 2833.3 tūkst.ha, t.i., platība, ņemot vērā MSI datu nenoteiktību, nav mainījies. Savukārt mežaudžu (ZKAT=10), kas augstākas par 5m, platība attiecīgi bijusi 2703.7 tūkst.ha un 2679.9 tūkst. ha, t.i., samazinājusies par 23.8 tūkst. ha, tomēr šis samazinājums ir statistiskās nenoteiktības ietvaros (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 2019.g. Savukārt šajā pētījumā izmantotā metodika nepietiekami labi atspoguļo ieaugšanās un augšanas procesu. Iepriekšējie pētījumi liecina, ka audzēm, kurās LiDAR mērījumi veikt 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 5m augstumu atbilstošajā gadā, netiek atspoguļotas kā sasniegušas 5m augstumu. Bez tam 2019.g. novērtējumā platībās, kurās LiDAR dati iegūti 2013.-2018.gadā, audžu augsutma novērtējumam izmantoti MVR aktualizācijas dati, taču MVR reģistra datu salīdzinājums ar MSI datiem, liecina, ka MVR

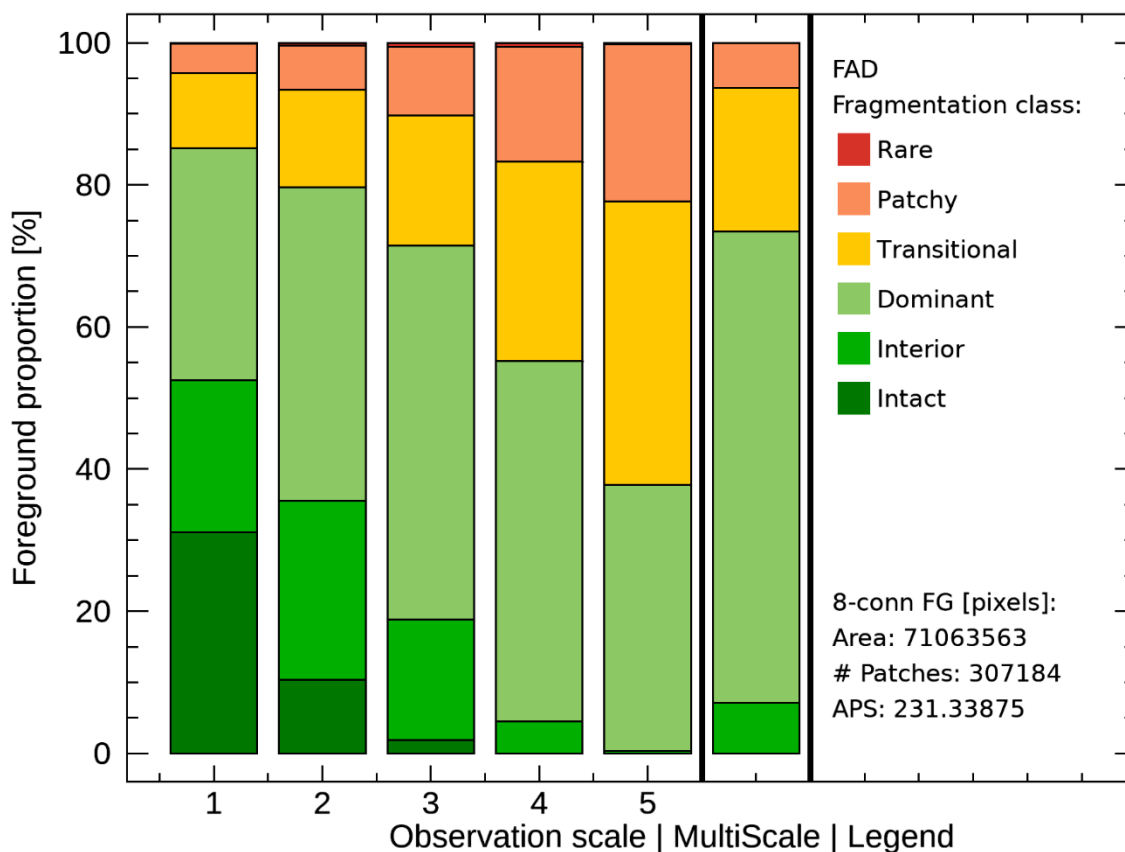
aktualizācijas algoritmi ir konservatīvi, t.i., tie aprēķina mazāku augstuma pieaugumu salīdzinājumā ar MSI datus konstatēto. Savukārt 2015.g. datus, audzes, kuras bija sasniegušas 5m augstumu tikai 2016-2019.g. (pēc LiDAR datiem), 2015.g. datus jau atspoguļotas kā 5m augstumu sasniegušas, lai arī *de 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. Tādēļ, bez papildus pētījumiem šie dati nav izmantojami tieši 2015.g. un 2019.g. meža platību rezultātu salīdzināšanai. Savukārt pieņemot, ka saimnieciskā darbība abos periodos ir notikusi līdzīgi ainavu klašu īpatsvars varētu būt salīdzināms.

3.4.3.Meža savienojamības novērtējums

Meža savienojamības novērtējums 2015

Mežaudžu savienojamības novērtēšanai izmantots mežaudžu platību blīvums FAD (Foreground area density)

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



3.17. att. Mežaudžu platības blīvums FAD 2015 20²m. 1. 7x7, 2. 13x13, 3. 27x27, 4. 81x81 un 5. 243x243 pikseļu logam.

Meža 5 un augstāks kopējā platība 2842542 ha

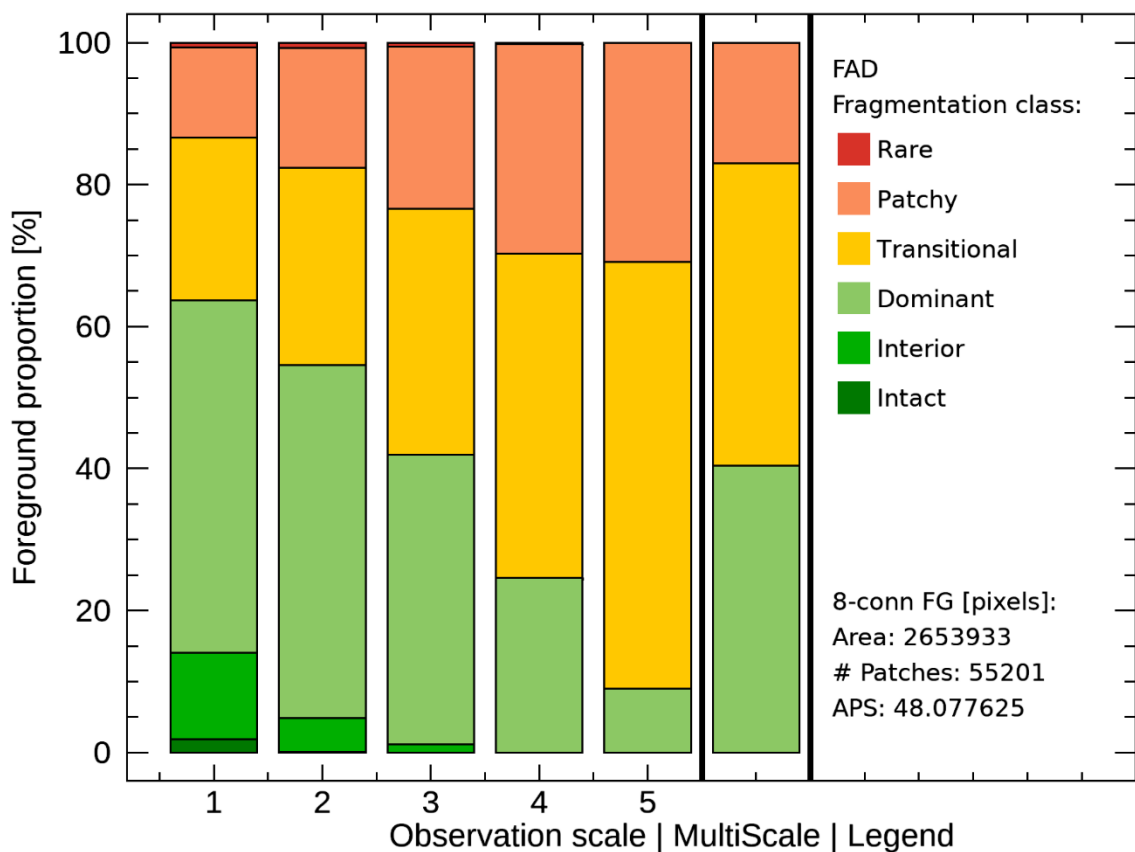
3.22.tabula

Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 20²m

FAD:	7x7	13x13	27x27	81x81	243x243	Kopējs
FragmClass\ObsScale:	(2.0 ha)	(6.7ha)	(29.1ha)	(262.4ha)	(2362.0 ha)	

Rare:	0.14	0.37	0.57	0.59	0.26	0.05
Patchy:	4.16	6.26	9.67	16.12	22.07	6.32
Transitional:	10.50	13.69	18.32	28.06	39.86	20.19
Dominant:	32.66	44.18	52.58	50.74	37.50	66.38
Interior:	21.39	25.19	16.94	4.46	0.32	7.06
Intact:	31.14	10.31	1.91	0.02	0.00	0.00

FAD 2015 100²m

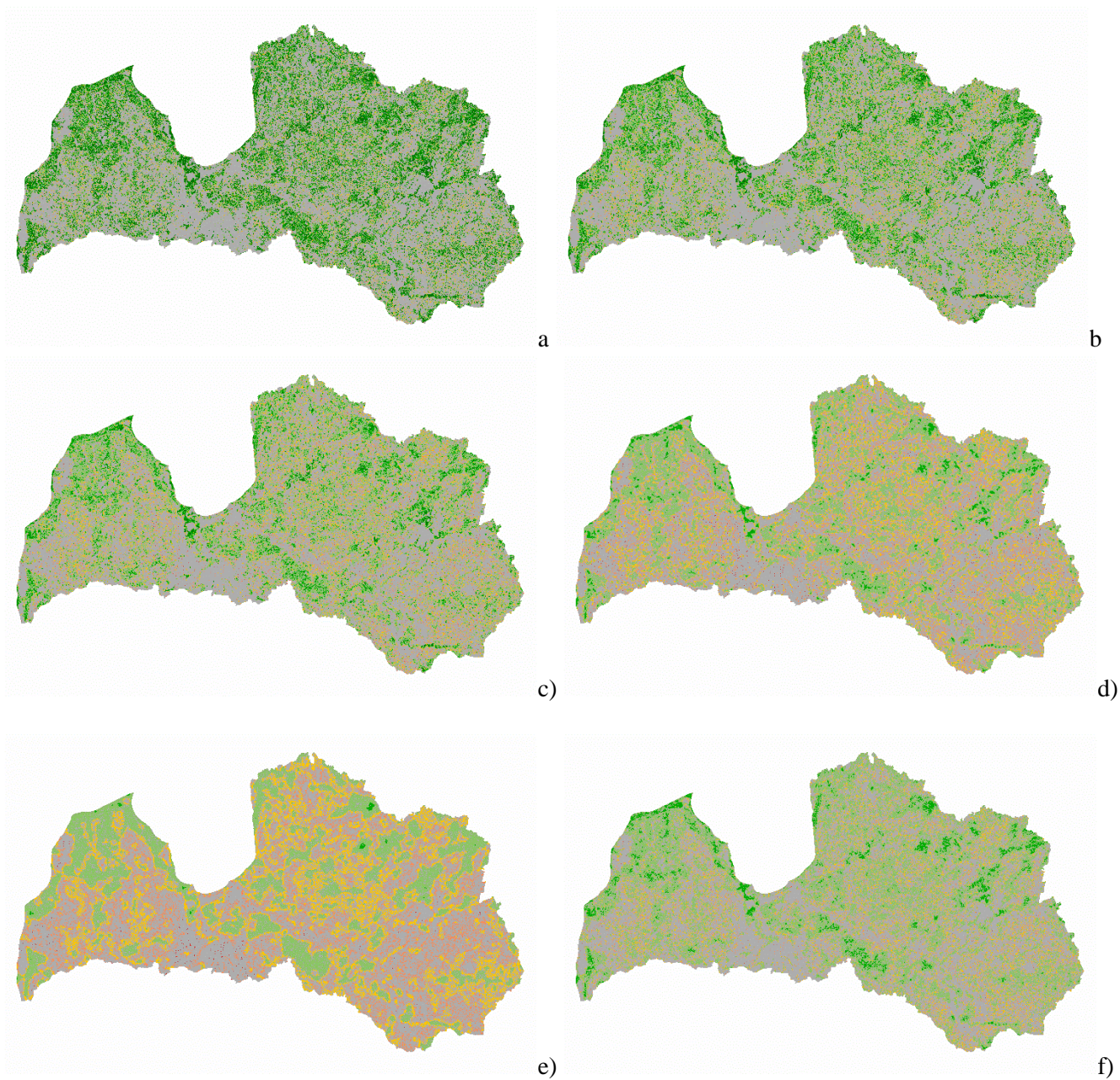


3.18.attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7x7, 2. 13x13, 3. 27x27, 4. 81x81 un 5. 243x243 pikseļu logam 100²m

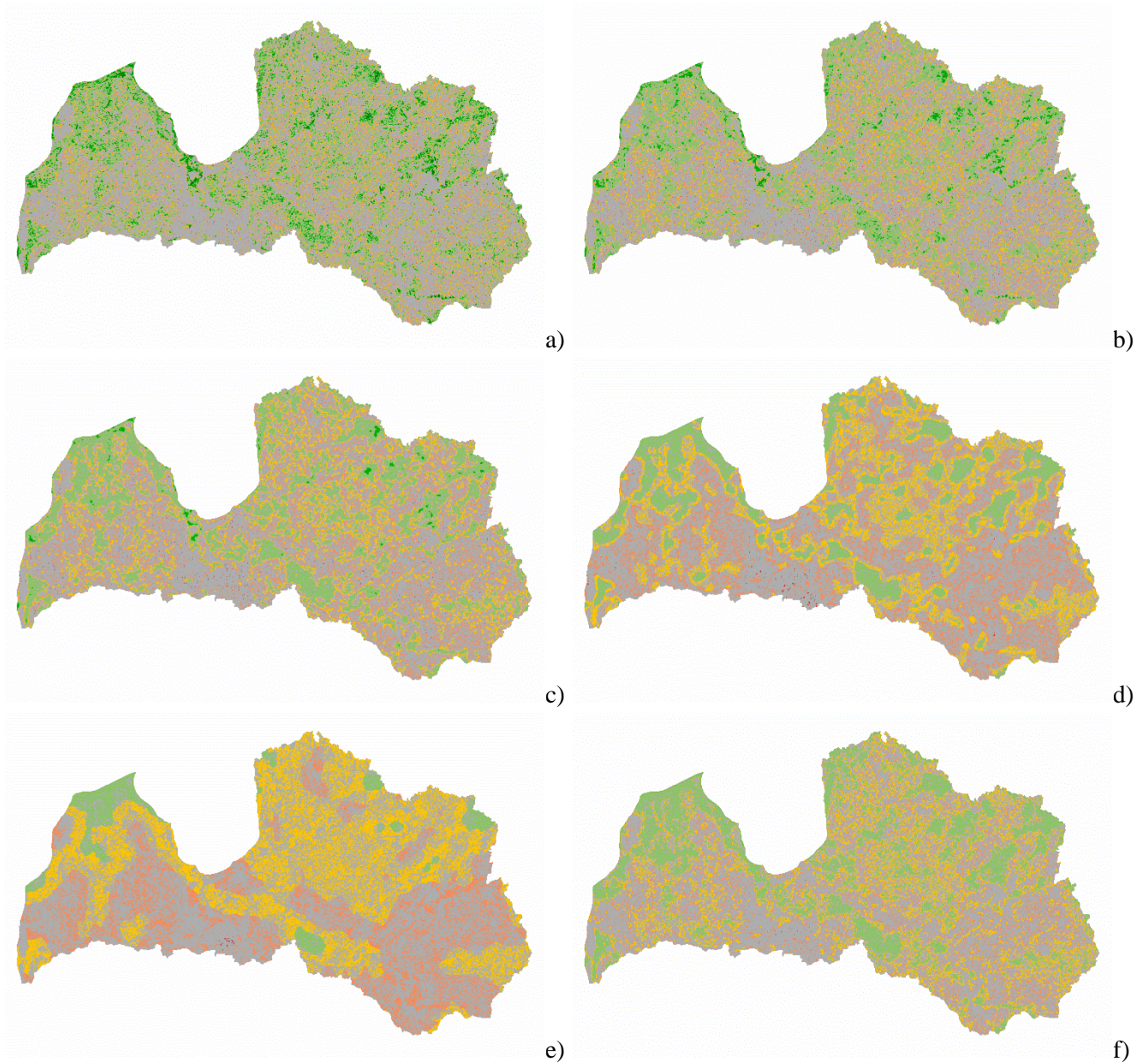
3.23.tabula

Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100²m

FAD: FragmClass\ObsScale:	7x7 (49 ha)	13x13 (169 ha)	27x27 (729 ha)	81x81 (6561 ha)	243x243 (59049ha)	Kopējs
Rare:	0.66	0.81	0.57	0.21	0.05	0.05
Patchy:	12.78	16.84	22.83	29.55	30.87	17.00
Transitional:	22.88	27.75	34.64	45.63	60.07	42.52
Dominant:	49.60	49.72	40.85	24.61	9.01	40.43
Interior:	12.18	4.81	1.11	0.00	0.00	0.00
Intact:	1.91	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00



3.19. attēls mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7x7 b) 13x13 c) 27x27 d) 81x81 e) 243x243, f) multimērogu 20²m px.



3.20. attēls mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7x7 b) 13x13 c) 27x27 d) 81x81 e) 243x243, f) multimērogu 100²m px.

Meža savienojamības novērtējums 2019

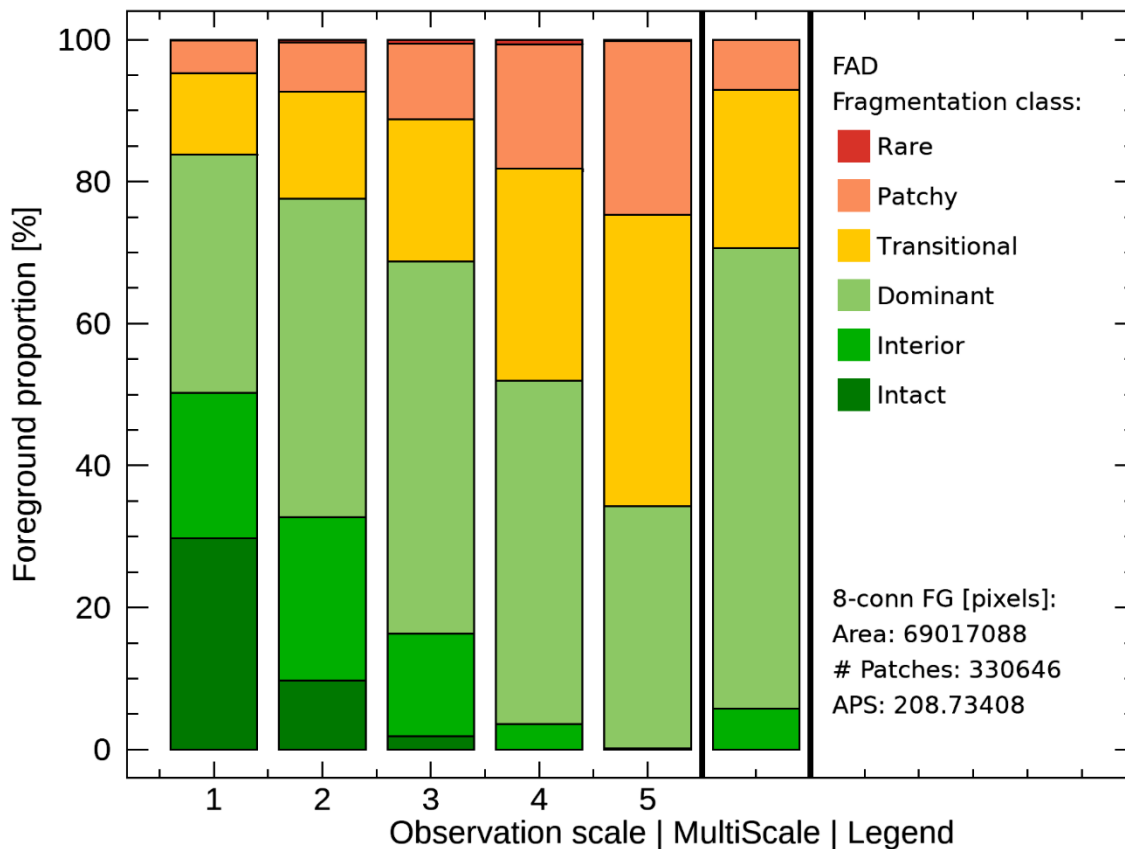
Fragmentācija

FAD (Foreground area density)

Aprēķinos izmantota 6 fragmentācijas klases: rets (rare) <10%, plankumveida (patchy)

10%≤FAD<40% pārejas (transitional) 40%≤FAD<60, dominējošs (dominant) 60%≤FAD<90,

vidiene (interior) 90%≤FAD<100, neskarts (intact) FAD=100.



3.21. att. Mežaudžu platības blīvums FAD 2019 20²m. 1. 7x7, 2. 13x13, 3. 27x27, 4. 81x81 un 5. 243x243 pikseļu logam.

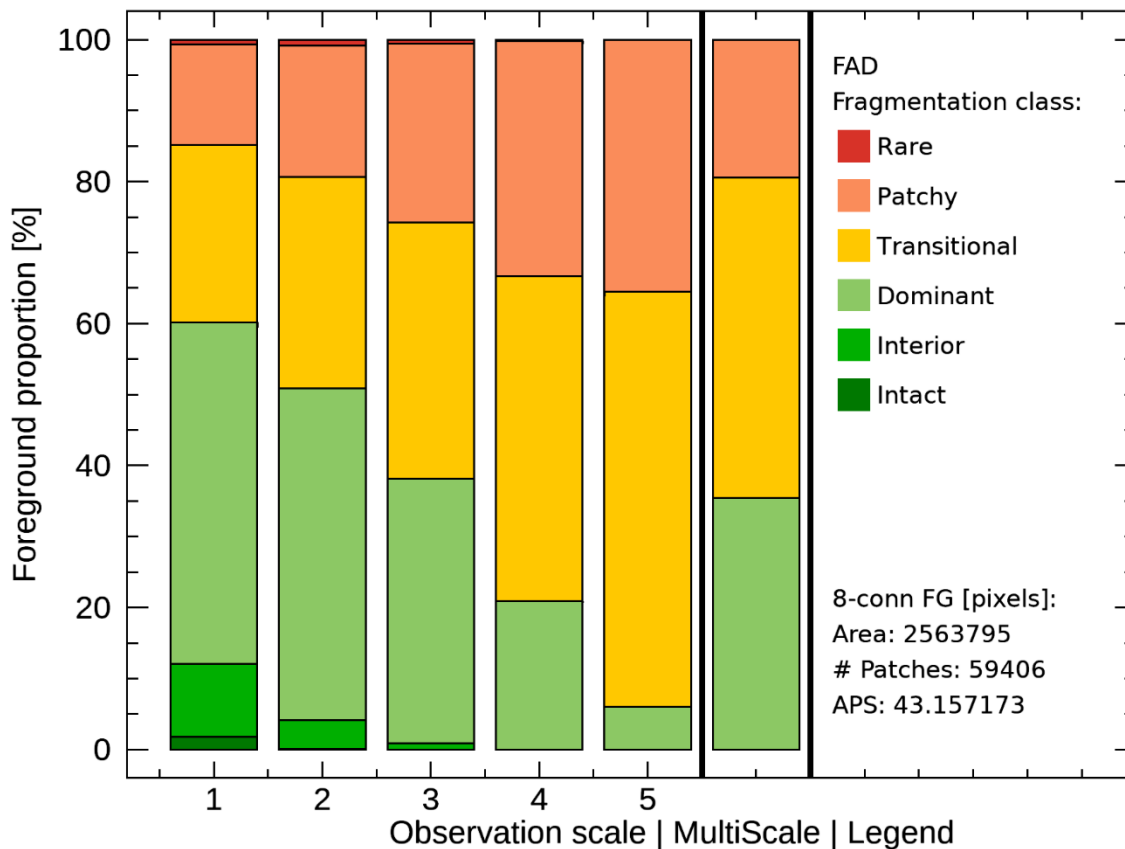
Meža 5m un augstāks kopējā platība ir 2760684 ha

3.24.tabula

Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 20²m

FAD: FragmClass\ObsScale:	7x7 (2.0 ha)	13x13 (6.7ha)	27x27 (29.1ha)	81x81 (262.4ha)	243x243 (2362.0 ha)	Kopējs
Rare:	0.17	0.40	0.60	0.63	0.27	0.05
Patchy:	4.58	6.96	10.59	17.53	24.39	7.03
Transitional:	11.41	15.04	20.08	29.84	41.09	22.28
Dominant:	33.57	44.91	52.39	48.43	34.07	64.87
Interior:	20.55	22.96	14.49	3.55	0.19	5.77
Intact:	29.72	9.72	1.85	0.02	0.00	0.00

FAD 2015 100²m

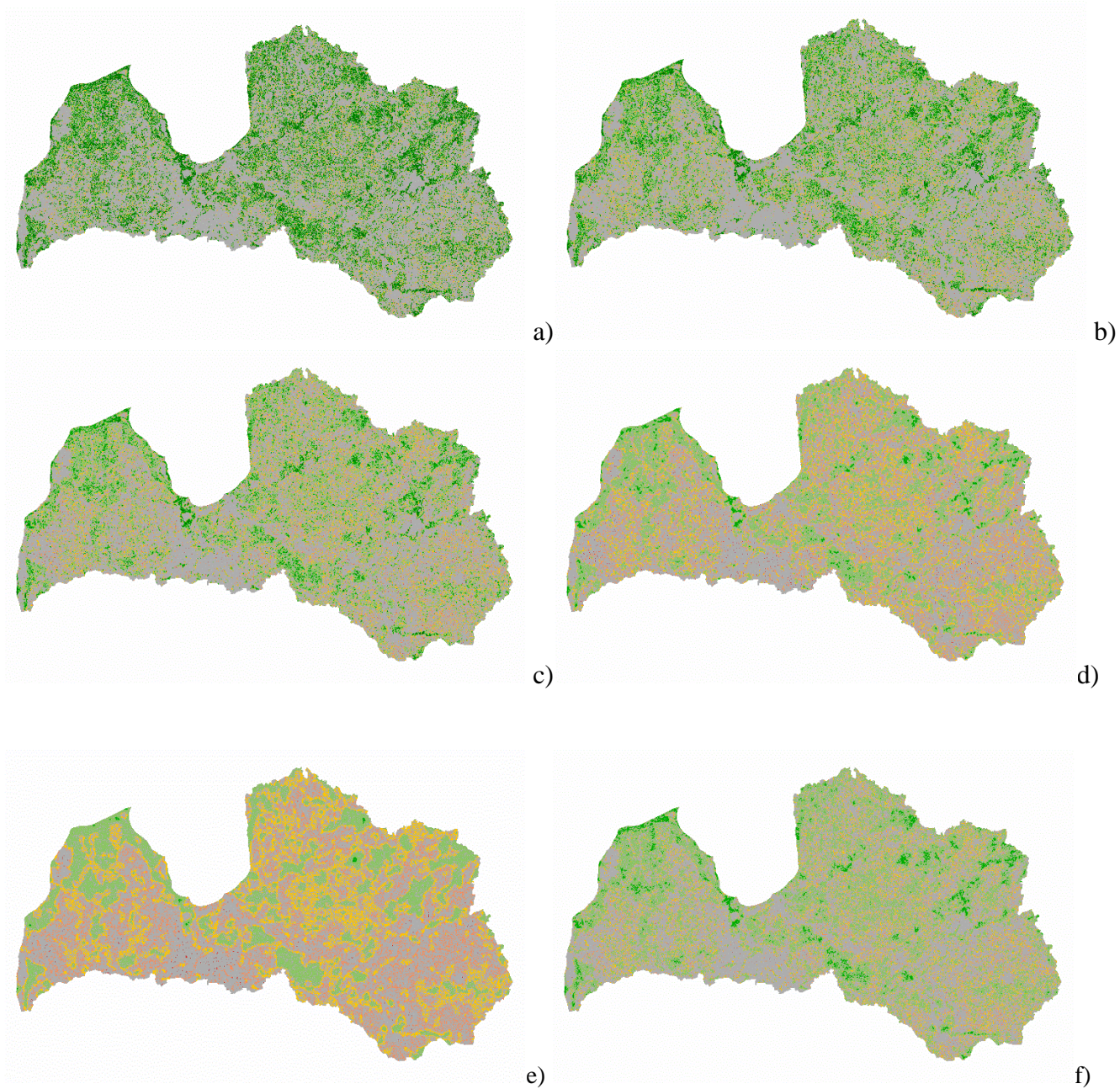


3.22.attēls. Mežaudžu pikseļu blīvums dažādas fragmentācijas grupās sadalījumā pa novērojumu lieluma skalām 1. 7x7, 2. 13x13, 3. 27x27, 4. 81x81 un 5. 243x243 pikseļu logam 100²m

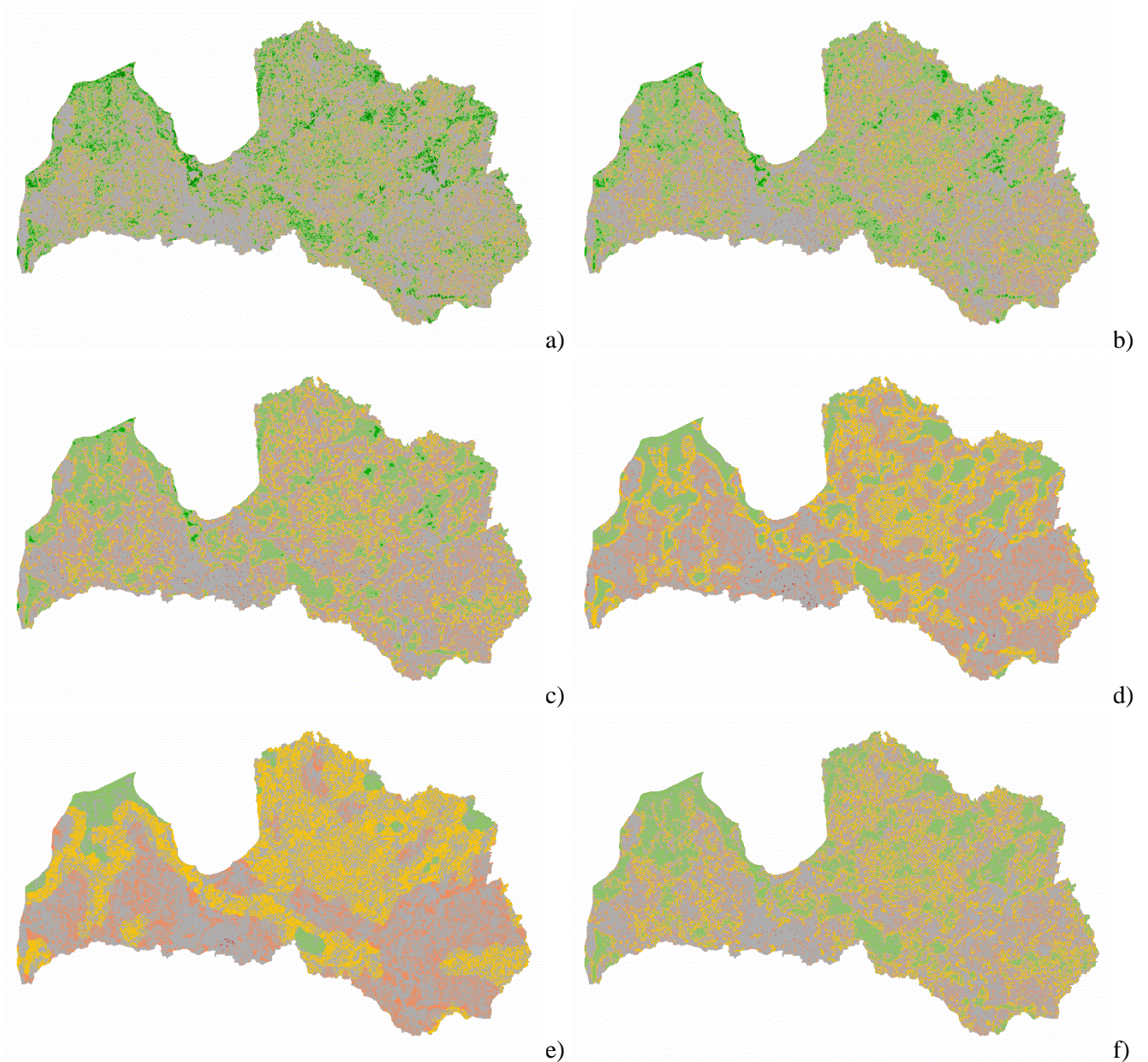
3.25.tabula

Mežaudžu platību blīvums sadalījumā pa fragmentācijas klasēm FAD 2015 100²m

FAD: FragnClass\ObsScale:	7x7 (49 ha)	13x13 (169 ha)	27x27 (729 ha)	81x81 (6561 ha)	243x243 (59049ha)	Kopējs
Rare:	0.71	0.87	0.61	0.22	0.05	0.06
Patchy:	14.12	18.48	25.18	33.14	35.46	19.39
Transitional:	24.98	29.80	36.06	45.77	58.48	45.15
Dominant:	48.10	46.75	37.27	20.87	6.02	35.41
Interior:	10.30	4.02	0.89	0.00	0.00	0.00
Intact:	1.79	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00



3.23 attēls mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7x7 b) 13x13 c) 27x27 d) 81x81 e) 243x243, f) multimērogu 20²m px.



3.24 attēls mežaudžu platību blīvums (FAD) a) 7x7 b) 13x13 c) 27x27 d) 81x81 e) 243x243, f) multimērogu 100²m px.

Ainavu savienojamības novērtējums 2015 vs 2019

Arī šajā gadījumā, bez papildus datu analīzes, salīdzinājums nav izdarāms tieši. Skat. paskaidrojumu nodaļā “Ainavu telpiskā raksta klašu novērtējums 2015 vs 2019”.

Literatūras saraksts

- Āboliņa, A., Piterāns, A., Bambe, B. 2015. Latvijas ķērpji un sūnas. Taksonu saraksts. DU AA "Saule", Salaspils: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava", 213. lpp.
- Auniņš A. red., 2013. Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums Rīga, Latvijas Dabas fonds, Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, 320 lpp.
- Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetationskunde. Wien, New York, Springer Verlag, 865 S.
- Ek, T., Suško, U., Auziņš, R. 2002. Mežaudžu atslēgas biotopu inventarizācijas metodika, Rīga, Valsts meža dienests
- Ellenberg, H., Ruprecht, D., Volkmar, W., Willy, W., Dirk, P. 1992. Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Scripta Geobotanica 18, 258 S.
- Gavrilova, G., Šulcs, V. 1999. Latvijas vaskulāro augu flora. Taksonu saraksts. Latvijas Akadēmiskā bibliotēka, Rīga, 136 lpp
- Peck J. E. 2010. Multivariate Analysis for Community Ecologists: Step-by-Step using PC-ORD. MjM Software Design, Glenden Beach, OR. 162 pp.
- Stebel A., Fojcik B. 2016. Changes in the epiphytic bryophyte flora in Katowice city (Poland). Cryptogamie, Bryologie, 37 (4): 399 – 414
- Suško U. 1998. Latvijas dabiskie meži. Pētījums par bioloģiskās daudzveidības struktūrām, atkarīgajām sugām un meža vēsturi. WWF - Pasaules Dabas fonds. Rīga, 186 lpp.
- Will-Wolf S., Esseen PA., Neitlich P. 2002. Monitoring Biodiversity And Ecosystem Function: Forests. In: Nimis P.L., Scheidegger C., Wolseley P.A. (eds) Monitoring with Lichens — Monitoring Lichens. NATO Science Series (Series IV: Earth and Environmental Sciences), vol 7. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-010-0423-7_14
- Whittaker R.H. 1972. Evolution and measurement of species diversity. Taxon 21: 213–251.