

## PĀRSKATS

par Meža attīstības fonda pasūtīto pētījumu

Pētījuma nosaukums: **“Metodikas izstrāde bioloģiskās  
daudzveidības novērtēšanai  
nacionālā meža monitoringa ietvaros”**

LĪGUMA NR.: 07.07.17/Nr10.9.1-11/17/1097

IZPILDES LAIKS: 07.07.2017 – 15.11.2017

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

Projekta vadītājs: \_\_\_\_\_  
Jānis Donis

**Salaspils, 2017**

## Saturs

Kopsavilkums .....	5
1. Latvijā līdz šim izstrādātās (meža) bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmas .....	7
1.1. Vides un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) uzturētā bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēma .....	7
1.1.1. Natura 2000 vietu monitorings .....	8
1.1.2. Fona monitorings .....	9
1.1.3. Speciālais monitorings .....	13
1.2. AS LVM vides monitorings .....	15
1.2.1. Īpaši aizsargājamo un reto sugu monitorings.....	15
1.2.2. Latvijas un ES nozīmes aizsargājamo meža biotopu monitorings.....	15
1.2.3. Meža struktūras monitorings.....	15
1.2.4. Vides kvalitātes monitorings.....	16
1.3. VMD monitorings .....	16
1.3.1. Saimnieciskās darbības monitorings.....	16
1.3.2. Medījamo dzīvnieku monitorings .....	16
1.3.3. Ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo zīdītāju fona monitorings .....	17
2. Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcijas izstrāde .....	18
2.1. Meža BD stāvokļa indikatoru nozīmības vērtējuma izstrāde, svarīgāko indikatoru atlase meža mainības analīzei .....	18
2.1.1. Teorētiskie priekšnosacījumi .....	18
2.1.2. Ģenētisko aspektu indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums.....	23
2.1.3. Sugu populācijas un to sabiedrību indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums. 26	
2.1.4. Ainavas līmeņa aspektu indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums .....	28
2.1.5. Netiešo indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums .....	30
2.2. Priekšlikumi par BD indikatoriem, pamatojoties uz meža resursu monitoringa (MRM) parauglaukumu tīklojumu .....	34
2.2.1. Meža resursu monitoringa laukumos iegūstamie BD indikatori.....	34
2.2.2. MRM parauglaukumos ar papildus pētījumiem iegūstamie BD indikatori .....	36
2.3. Priekšlikumi par monitorējamo meža modeļteritoriju atlases principiem .....	38
2.3.1. Modeļteritoriju atlase reto koku sugu audžu novērtēšanai .....	38
2.3.2. Modeļteritoriju atlase ainavas indikatoru novērtēšanai .....	39

2.4. Priekšlikumi par attālās izpētes metožu izmantošanu meža BD monitoringā, saistot ar MRM parauglaukumu datus, lokālo un ainavas līmeni .....	40
3. Konceptijas ietvaros sagatavoto priekšlikumu aprobācija MRM laukumu paraugkopā un testa teritorijās. ....	43
3.1. Ģenētiskie aspekti .....	43
3.2. Augu sabiedrības un epifītie ķērpji .....	43
3.2.1. Augu sabiedrības novērtējums .....	43
3.2.2. Epifīto ķērpju novērtējums .....	44
3.3. Ainava un attālās izpētes metodes .....	47
3.4. Netiešie indikatori no MRM parauglaukumu datiem .....	57
3.4.1. Platību sadalījums un izmaiņas pa sugu skaita grupām .....	57
3.4.2. Platību sadalījums pēc meža atjaunošanas veida (dabiski vai mākslīgi atjaunotas audzes) .....	58
3.4.3. Atmirušās koksnes apjoms un tā izmaiņas.....	58
3.4.4. Platību sadalījums un izmaiņas pa attīstības stadijām; .....	58
3.4.5. Platību sadalījums un izmaiņas pa pameža daudzveidības grupām .....	59
3.4.6. Audžu sadalījums pa vertikālās struktūras grupām .....	59
4. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēma .....	61
4.1. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi.....	61
4.2. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis.....	61
4.2.1. Uzdevumi .....	61
4.2.2. Meža ģenētisko resursu (MGR) audzes .....	61
4.2.3. Sēklu plantācijas sēklu raža .....	63
4.2.4. Augsnes bioloģiskā daudzveidība .....	63
4.3. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ekosistēmas līmenis .....	64
4.3.1. Uzdevumi .....	64
4.3.2. Augu sabiedrību novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos.....	64
4.3.3. Augu sabiedrību novērtējums pastāvīgajos platlapju parauglaukumos .....	67
4.4. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis.....	73
4.4.1. Uzdevumi .....	73
4.4.2. Meža platību sadalījums pa valdošajām sugām un ekoloģiskās attīstības stadijām .....	74
4.4.3. Ainavas plankumu, klašu un ainavas līmeņa indikatori.....	74
4.4.4. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums .....	75
4.4.4. Meža savienojamības novērtējums .....	76
4.4.5. uzskaites periodiskums .....	77

4.5. Bioloģiskās daudzveidības monitorings audžu struktūras novērtējuma uzlabojumi MRM ietvaros .....	77
4.5.1. Atmiruma sadalīšanās pakāpe .....	77
4.5.2. Mikrodzīvotņu novērtējums .....	77
4.6. Meža putnu monitorings .....	78
5. BD monitoringa izmaksu aprēķins .....	79
5.1. Ģenētiskās daudzveidības indikatori .....	79
5.2. Augu sabiedrības, ķērpju indikatori .....	79
5.3. Dzīvnieku monitoringa indikatori .....	80
5.4. Netieši BD indikatori (MSI papildus mērījumi) .....	80
5.5. Ainavas līmeņa indikatori .....	80
Literatūras saraksts .....	82
1.pielikums. MSI parauglaukumos uzmērīto rādītāju statistisko lielumu aprēķināšana un to izmantošanas iespējas darbības ietekmes uz bioloģisko daudzveidību monitoringam	85

## Kopsavilkums

Pētījuma nosaukums: „Metodikas izstrāde bioloģiskās daudzveidības novērtēšanai nacionālā meža monitoringa ietvaros”.

Galvenie izpildītāji: J. Donis, M. Laiviņš, D. Ruņģis, M. Lūkins, J. Zariņš, G. Gitendorfs, R. Moisejevs.

### Darba uzdevumi

1) Apzināt Latvijā līdz šim izstrādāto (meža) bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmu un metodiku saturu attiecībā uz to mērķiem un uzdevumiem, parauglūkumu dizainu, iegūstamo datu saturu, parauglūkumu reprezentācijas pakāpi, iegūstamo datu apstrādes iespējām un ierobežojumiem;

*Projekta ietvaros 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.*

2) Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcijas izstrāde:

a. Meža BD stāvokļa indikatoru nozīmības vērtējuma izstrāde, svarīgāko indikatoru atlase meža mainības analīzei (Izstrādāt tiešo un netiešo indikatoru sistēmu, lai novērtētu BD stāvokli/dinamiku). Definēt un aprakstīt dažādu telpisko un laika mērogu BD struktūras, kompozīcijas un procesu indikatorus ģenētiskajā, sugas un ekosistēmu līmenī.

*Balstoties uz iepriekšējo pētījumu datiem, definēti un aprakstīti dažādu telpisko un laika mērogu BD struktūras, kompozīcijas un procesu indikatorus ģenētiskajā, sugas un ekosistēmu līmenī.*

b. Sagatavot priekšlikumu par analizējamajiem BD indikatoriem, pamatojoties uz meža resursu monitoringa (MRM) parauglūkumu tīklojumu. (izvērtēt MRM parauglūkumos iegūstamos datus un izstrādāt to pielietojuma algoritmus BD monitoringā).

*Izvērtējot MRM parauglūkumos iegūstamos datus, konstatēts, ka jau no pašreizējiem MRM ievāktajiem datiem var aprakstīt virkni BD indikatoru, kas saistīti ar kokaudzes struktūru, pameža struktūru un atmirušo kokus un izstrādāti algoritmi BD monitoringā atbilstošo parametru un to nenoteiktības aprēķināšanai.*

c. Sagatavot priekšlikumu par monitorējamo meža modeļteritoriju (intensīvi un/vai ekstensīvi apsaimniekoti meža masīvi) un meža etalonaudžu (dažādi mežaudzes tipi, saliktas audzes, destruētas audzes utt.) atlases principiem.

*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.*

d. Sagatavot priekšlikumu par attālās izpētes metožu izmantošanu meža BD monitoringā, saistot ar MRM parauglūkumu datus, lokālo un ainavas līmeni.

*Sagatavoti priekšlikumi aprēķiniem balstot uz t.s. ainavu klašu statistiskajiem rādītājiem, izmantojot MRM parauglūkumus sistēmu apmācībai.*

3) Aprobēt koncepcijas ietvaros sagatavotos priekšlikumus MRM laukumu paraugkopā un testa teritorijās.

*Metodika aprobēta MRM laukumu paraugkopā 2. un 3. cikla 3 gadu datiem, kā arī 4 testa teritorijām.*

4) Sagatavot meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmu un metodiku, nosakot mērķus, parauglūkumu dizainu, iegūstamo datu saturu, parauglūkumu reprezentācijas pakāpi, uzskaites periodiskumu, iegūstamo datu apstrādes metodes un ierobežojumus.

*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.*

5) Sagatavot BD monitoringa izmaksu aprēķinu:

- a. Ģenētiskās daudzveidības indikatoru;
- b. Augu sabiedrības, ķērpju indikatoru;
- c. Dzīvnieku monitoringa indikatoru;
- d. Netieši BD indikatoru;
- e. Ainavas līmeņa indikatoru.

*Sagatavots darbietilpību aprēķins attiecīgo indikatoru novērtēšanai.*

# 1. Latvijā līdz šim izstrādātās (meža) bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmas

Darba uzdevums 1. Apzināt Latvijā līdz šim izstrādāto (meža) bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmu un metodiku saturu attiecībā uz to mērķiem un uzdevumiem, parauglaukumu dizainu, iegūstamo datu saturu, parauglaukumu reprezentācijas pakāpi, iegūstamo datu apstrādes iespējām un ierobežojumiem.

## 1.1. Vides un reģionālās attīstības ministrijas (VARAM) uzturētā bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēma

Vides monitoringa programmas ietvaros tiek veikta arī Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programma.

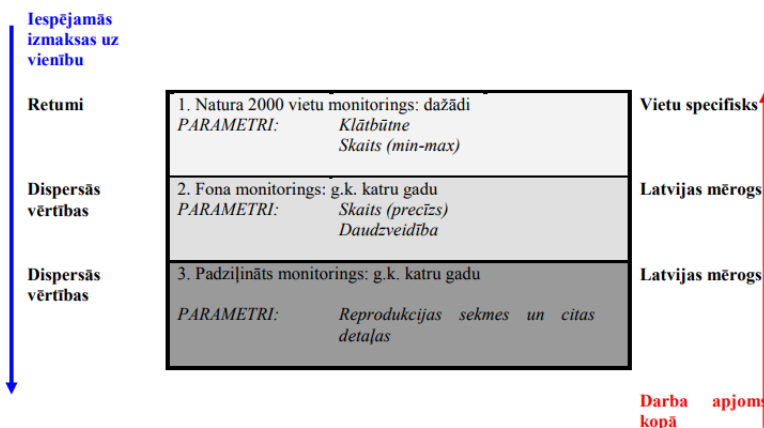
Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmas mērķi:

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

Lai nodrošinātu šo mērķu īstenošanu, bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmu iedala trīs sadaļās:

1. Natura 2000 vietu monitorings;
2. Fona monitorings;
3. Speciālais jeb padziļinātais monitorings.

Galvenā konceptuālā pieeja atspoguļota 1.1.attēlā. Programmas ieviešanu koordinē Dabas aizsardzības pārvalde (DAP).



1.1.attēls. Latvijas bioloģiskās daudzveidības monitoringa līmeņi

Avots: [https://www.daba.gov.lv/upload/File/DOC/PR\\_VM\\_4\\_BIODAUDZV\\_2015.pdf](https://www.daba.gov.lv/upload/File/DOC/PR_VM_4_BIODAUDZV_2015.pdf).

Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programma detāli aprakstīta dokumentā

[https://www.daba.gov.lv/upload/File/DOC/PR\\_VM\\_4\\_BIODAUDZV\\_2015.pdf](https://www.daba.gov.lv/upload/File/DOC/PR_VM_4_BIODAUDZV_2015.pdf). Tālāk dots

sāsināts monitoringa programmas izklāsts, cik tālu tas attiecināms uz mežu Meža likuma izpratnē.

### 1.1.1.Natura 2000 vietu monitorings

#### 1.1.1.1.Mērķi

Monitorings šajās teritorijās tiek veikts, lai kontrolētu, vai tiek nodrošināts labvēlīgs aizsardzības statuss sugām un biotopiem.

#### 1.1.1.2.Uzdevumi

Mērķa sasniegšanai tiek veikti deviņi monitoringa veidi, no kuriem uz mežu zināmā mērā attiecināmi ir seši:

Ūdru monitorings – Bioloģiskās daudzveidības monitoringa programmā tas nosaukts kā “Lielo zīdītāju monitorings”;

Putnu monitorings;

Bezmugurkaulnieku monitorings;

Augu monitorings;

Biotopu platības monitorings;

Biotopu kvalitātes monitorings.

#### 1.1.1.3.Metodika

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metodika / Rokasgrāmata
1.2.	Lielo zīdītāji - monitoringa	Populācijas lielums	Reizi 6 gados	<a href="#">Ozoliņš 2013</a>
2.	Putnu monitoringa	Populācijas lielums	Atkarībā no sugu grupas vienu līdz trīs reizes piecu gadu periodā	<a href="#">Lebuss 2013</a>
3.	Rāpuļu un abinieku monitoringa	Populācijas lielums	Reizi 6 gados	<a href="#">Čeirāns 2013</a>
5.	Bezmugurkaulnieku monitorings	Atradņu skaits, populācijas lielums	Reizi 6 gados	<a href="#">Vilks (red.) 2013</a>
6.	Augu monitorings	Atradņu skaits, populācijas lielums	Reizi 6 gados	<a href="#">Baroniņa 2014</a>
7.1.	Biotopu platības monitorings	Platība	Reizi 6 gados	„Īpaši aizsargājamo biotopu platību izmaiņu uzraudzībai, izmantojot attālās izpētes datus un valsts reģistrus” <a href="#">Auniņš, Lārmanis 2013</a>
7.2.	Biotopu kvalitātes monitorings	Biotopu specifiski kvalitātes parametri atbilstoši metodika	Reizi 6 gados	<a href="#">Metodika jāpapildina ar lietussargsugu (Typical species) monitoringu.</a>

#### 1.1.1.4.Paraugl aukumu dizains

Paraugl aukumu dizains atkarīgs no monitorejamās sugas.

#### 1.1.1.5.Datu saturs

##### Lielo zīdītāju monitorings (ūdru monitorings)

Tiek veikts populāciju lieluma monitorings.

##### Putnu monitorings



Monitoringa ietvaros tiek reģistrētas visas Putnu direktīvas I pielikuma sugas un Biotopu direktīvas I pielikuma biotopi un II, V pielikuma sugas, par katru no vienībām (suga vai biotops Natura 2000 vietā) aizpildot anketu.

### **Bezmugurkaulnieku monitorings**

- \* Saproksilofāgās vaboles – mikrodzīvotnes, logu slazdi, feromonu slazdi.
- \* Pumpurgliemeži - mikrodzīvotnes

### **Augu monitorings**

Sugu sastopamība atkarībā no sugas (īpatņu skaits, segums) u.c. rādītāji atkarībā no sugas sastopamības vai citiem apstākļiem.

### **Biotopu platības monitorings**

Attālās izpētes metodes Satelītattēli (Landsat), Ortofoto un GIS datu bāžu LAD, OZOLS, MVR, LVM GEO analīze.

#### ***1.1.1.6.Reprezentācijas pakāpe***

Visus objektus paredzēts veikt monitoringu vismaz vienu reizi sešu gadu ciklā.

#### ***1.1.1.7.Datu apstrādes iespējas un ierobežojumi***

Formāli metodikās visbiežāk datu apstrādes metodes nav norādītas. Izvērtējot pielikumos esošās anketas, konstatēts, ka datus iespējams apstrādāt, izmantojot gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvās datu apstrādes metodes.

### **1.1.2.Fona monitorings**

#### ***1.1.2.1.Mērķi***

Fona monitoringa mērķis ir sniegt informāciju par sugu populāciju lieluma (vai relatīvā lieluma) un biotopu platību izmaiņu tendencēm valstī. Fona monitorings nodrošina sugu un biotopu monitoringu, kas ir reprezentatīvs visai valsts teritorijai kopumā. Monitoringā iegūst datus nevis tikai par vienu sugu vai biotopu, bet gan par plašāku kompleksu vērtībām, kuru nozīmīga daļa atrodas ārpus īpaši aizsargājamajām dabas teritorijām, t.sk., Natura 2000 teritorijām.

#### ***1.1.2.2.Uzdevumi***

Monitorings ietver:

- \* Sīko zīdītājdzīvnieku monitorings;
- \* Ūdru monitorings;
- \* Lāču monitorings;
- \* Medījamo zīdītāju monitorings;
- \* Dienas putnu monitorings (50 laukumi 4km);
- \* Plēsīgo putnu monitorings 20 laukumi;
- \* Lietussargsugu (tipisko putnu sugu) monitorings;
- \* Virsaugsnes faunas monitorings (30 parauglaukumi laukumi);
- \* Sila ķirzakas monitorings (4 parauglaukumi);
- \* Virsāju un krūmāju biotopu monitorings + tipisko sugu monitorings;
- \* Purvu biotopu monitorings + tipisko sugu monitorings;

- \* Meža biotopu monitorings + tipisko sugu monitorings;
- \* Augu monitorings;
- \* Biotopi platības monitorings.

### **1.1.2.3. Metodika**

Metodikā noteikts, ka fona sugu (putnu, zīdītāju, abinieku u.c.) monitorings nav sugu specifisks, tā ietvaros tiek reģistrētas visas sastaptās sugas. Paredzēts, ka monitoringa aktivitāte, veikta pēc vienas metodes un, izmantojot vienu un to pašu monitoringa staciju tīklu, dos informāciju par daudzām sugām (pašreiz aizsargājamām, potenciāli aizsargājamām nākotnē, kā arī par sugām ar augstu bioindikācijas potenciālu). Fona monitorings nav arī biotopu (ekosistēmu) specifisks, bet iegūtos rezultātus iespējams pēc šīm pazīmēm klasificēt. Tā kā monitoringa staciju izvēle notiek, izmantojot nejaušības principu, pie adekvāta parauglaukumu/staciju skaita, tās nosegs visus Latvijā sastopamos biotopus proporcionāli to sastopamībai valstī, vienmērīgi visā valsts teritorijā, kā arī pārstāvēs dažādas ainavas (biotopu mozaikas ar dažādu fragmentācijas līmeni). Fona monitoringa rezultātā iegūtie dati par sugām un biotopiem ārpus Natura 2000 teritorijām ir nepieciešami ziņojuma sagatavošanai Eiropas Komisijai EK par Biotopu direktīvas pielikumos esošo sugu un biotopu stāvokli visā Latvijas teritorijā. Ar fona monitoringu tiek uzraudzīta:

- 1) sugu populāciju dinamika;
- 2) sugu izplatība. Reprezentatīvi izvēlēts paraugu ņemšanas vietu tīkls fona monitoringā ļauj aprēķināt arī biežāk sastopamo sugu izplatību, taču, tiek uzskatīts, ka pilnvērtīga aina iegūstama tikai regulāri atjaunojot sugu izplatības atlantus, tādēļ kā fona monitoringa sastāvdaļa iekļauts Latvijas ligzdojošo putnu atlants (<http://www.lob.lv/lv/atlants/rezultati.php>) (Pielikums Nr.3 - Fona monitoringa tabula 2.1.8. punkts). Līdzīgu izplatības atlantu veidošana ir rekomendējama arī citām organismu grupām;
- 3) sugu dzīvotņu stāvoklis. Tas tiek uzraudzīts vairākos veidos: sugu apsekojumos tiek izdarītas piezīmes par to dzīvotnēm, daļai sugu dzīvotnes sakrīt ar noteiktiem biotopiem, kas tiek uzraudzīti biotopu monitoringā, daļai sugu, kam dzīvotnes ir plašākas ainavas vienības, ir izmantojami ārpus programmas vākti dati citos monitoringos vai datu bāzēs, piemēram, CORINE, Meža Valsts reģistrs.

Attīstot fona monitoringa programmu būtu nepieciešams veikt monitoringu:

- 1) biotopu izplatību un kopplatību – reprezentatīvi izvēlēts paraugu ņemšanas vietu tīkls fona monitoringā ļauj aplēst vai izskaitļot arī biežāk sastopamo biotopu izplatību un kopplatību, taču pilnvērtīga aina iegūstama tikai izdarot vispārēju biotopu kartējumu (Vislatvijas kartēšanu) visā valstī. Tiklīdz ir pieejams kaut vai daļējs biotopu kartējums, ir iespējams uzraudzīt, kas notiek ar zināmajām biotopa platībām, tā konstatējot arī izplatības izmaiņas. Šādas darbības ir paredzētas fona monitoringā iekļautajā pasākumā - Biotopu platību uzraudzība (Pielikums Nr.3 - Fona monitoringa tabula 6.8. punkts).
- 2) biotopu struktūras, funkcijas un lietussargsugas – tiek uzraudzītas tādu funkciju kvalitāte, t.sk. lietussargsugu kontekstā, kas apzināmas atsevišķa biotopa fragmenta ietvaros. Taču funkciju jautājums attiecināms arī uz mijiedarbību starp biotopu fragmentiem plašākā ainavā un tas ir jautājums, kas varētu būt risināms arī ārpus šīs programmas ietvariem, speciālos pētījumos ainavekoloģiskā skatījumā.

### **1.1.2.4. Parauglaukumu dizains**

Programmā pieņemts, ka fona monitoringu parauglaukumu skaitam ir jābūt pietiekami lielam un tiem jābūt vienmērīgi izvietotiem visā valsts teritorijā, kā arī tiem jābūt pārstāvētiem visos

biotopos proporcionāli to sastopamībai valstī. Lai to nodrošinātu, parauglaukumu izvēlē obligāts ir nejaušības princips. Ir noteikti iespējamie monitoringa staciju izvietojuma varianti:

1) **Sistemātiskā izvēle.**

1.a. 5x5km kvadrāti, kuros atradīsies monitoringa parauglaukumi, tiek noteikti, izvēloties pēc Latvijas karšu nomenklatūras (TKS – 93, LKS – 92 koordinātu sistēmā, atbilstoši 1995. gada 23. maijā MK apstiprinātajai Latvijas kartogrāfijas attīstības koncepcijai) visu 25x25 km karšu lapu centrālos kvadrātus.

1.b. Alternatīvi iespējams izvēlēties divus 5x5 km kvadrātus katrā 25x25 km lapā, no kuriem viens ir prioritārais un otrs sekundārais. Sekundāro izmanto tad, ja primārais kādu iemeslu dēļ ir nepieejams. Transektu izvietojumam 5x5 km kvadrātā iekšienē tiek nejauši izvēlēti transekta sākumpunkti.

2) **Nejaušā izvēle.** Šajā gadījumā 5x5 km kvadrāti vai maršrutu sākumpunkti tiek izlozēti (izvēlēti 100 5x5 km kvadrāti).

3) **Stratificētā nejaušā izvēle.** Metode līdzīga nejaušai izvēlei, vienīgi izloze tiek izdarīta katrā no stratifikācijas klasēm proporcionāli to aizņemtajai platībai. Piem., stratificētās nejaušās izvēles piemērs, kur 5x5 km kvadrātu izvēlē stratifikācijai izmantoti Latvijas ģeobotāniskie rajoni. Monitoringa veikšana jānodrošina vismaz 30 monitoringa stacijās, ja vien tas nav noteikts savādāk, turklāt tā, lai katra no tām atrastos citā 50x50 km kvadrātā, kas vismaz daļēji atrodas valsts teritorijā. Konkrēti monitoringa tīkla nosacījumi bioloģiskās daudzveidības fona monitoringam norādīti Metodikas Pielikumā Nr.3.

**1.1.2.5. Datu saturs**

Fona monitoringa ietvaros organismu grupu un biotopu monitorings tiek veikts saskaņā ar Pielikumā Nr.3 doto uzskaitījumu.

**Dzīvnieku monitorings.**

\* Sīko zīdītājdzīvnieku monitorings t.sk. meža sicista;

\* Ūdru monitorings;

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
1.5.	Ūdru monitorings	Sugas relatīvā sastopamība	Reizi 6 gados, jebkurā laikā, izņemot ledus periodu	Sugas klātbūtnes pazīmju uzskaitē	4 ūdru klātbūtnes pazīmju pārbaudes vietas katrā 10x10 km kvadrātā	Zīdītājdzīvnieki - Ūdri <u>Ozoliņš 2013</u>

\* Lāču monitorings;

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
1.6.	Lāču monitorings	Sugas sastapšanas vietas un novērojumu raksturs	Netiek definēts	Gadījuma rakstura novērojumu sistematizēta		Zīdītājdzīvnieki - Lāči <u>Ozoliņš 2013</u>

\* Medījamo zīdītāju monitorings;

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
1.7.	Medījamo zīdītāju monitorings	Sugu sastopamība (klātbūtne) un katrai sugai novērtētais īpatņu skaits	Katru gadu	VMD mežziņu un vecāko mežziņu anketēšana		Medniecība un faunas menedžments <u>Ozoliņš 2013</u>

\* Dienas putnu monitorings (50 laukumi, 4km transekta);

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
2.1.1.	Dienas putnu monitorings	Sugu sastopamība (klātbūtne) un katrai sugai konstatētais īpatņu skaits	Katru gadu, 3 reizes sezonā: 1) no 20.04 līdz 1.05. 2) no 15.05 līdz 25.05. 3) no 10.06 līdz 20.06.	Maršrutu uzskaites	50 parauglaukumi; 4 km transekts nejauši izvēlēts, sistemātiski izvēlēti 5x5 km kvadrātā.	Latvijas līgdojošo putnu fona monitoringa metodika <u>Metodika</u>

\* Plēsīgo putnu monitorings 20 laukumi;

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
2.1.3.	Plēsīgo putnu monitorings	Monitoringam ir paredzēti 3 līmeņi: 1. sugu sastopamība (klātbūtne) un katrai sugai konstatētais teritoriālo pāru un neligzdojošo īpatņu skaits 2. Līdzdošanas statuss un sekmība	Katru gadu, 1. līmenī 8 reizes sezonā. Pūcēm: 1) marta otrajā pusē; 2) aprīļa 2.dekāde; 3) 5. līdz 20. maijs. 4) 5. līdz 15. jūnijs Dienas plēsīgajiem putniem: 1) 20. marts līdz 10.	Punktu uzskaites; teritoriju kartēšana, apsekojot parauglaukumu	20 parauglaukumi, nejausi izvēlēti 5×5 km kvadrāti.	Plēsīgo putnu fona monitoringa metodika <a href="#">Reihmanis, Avotiņš 2013</a>
		3. Produktivitāte un ligzdošanas parametri	aprīlis 2) 20. aprīlis līdz 10. maijs 3) jūnija otrajā pusē 4) jūlija otrajā pusē			

\* Lietussargsugu (tipisko putnu sugu) monitorings

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
2.1.7.	Biotopu lietussargsugu (tipisko putnu sugu) monitorings	Sugu sastopamība (klātbūtne) un katrai sugai konstatētais īpatņu skaits	Tiks noteikts pēc metodikas izstrādāšanas	Tiks noteikta pēc metodikas izstrādāšanas	Tiks noteikti pēc metodikas izstrādāšanas	Jāizstrādā metodika

\*ligzdojošo putnu atlants

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
2.1.8.	Ligzdojošo putnu atlants	Sugu sastopamība (klātbūtne) un ligzdošanas ticamība	Latvijas ligzdojošo putnu atlants – 5 gadus ik pa 20 gadiem, Eiropas ligzdojošo putnu atlants – nosaka Eiropas Putnu Uzskaišu Padome	10×10 km kvadrātu apsekošana ligzdošanas sezonā	Visi Latvijā ietilpstošie LKS-92 kvadrātu tīkla 5×5 km kvadrāti	Latvijas ligzdojošo putnu atlanta instrukcija <a href="#">Strazds, Račinskis 2000</a>

\* virsaugsnes faunas monitorings (30 pl)

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
4.4.	Virsaugsnes faunas monitorings	Sugu sastopamība (klātbūtne) un katrai sugai konstatētais īpatņu skaits	Katru gadu, 1 reizi sezonā, lamatas eksponē 14 dienas periodā no 15.05. līdz 15.06.	Augsnes lamatas	30 parauglaukumi	Bezmugurkaulnieku fona monitorings <a href="#">Valainis un citi. 2009</a>

\* sila ķirzakas monitorings (4 pl)

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
5.5.	Sila ķirzakas monitorings	Populācijas relatīvais blīvums	Katru gadu, aprīļa beigās – jūnija sākums	Maršrutu uzskaites	4 parauglaukumi	Abinieku un rāpuļu fona monitorings <a href="#">Čeirāns 2013</a>

Biotopi un raksturīgās sugas

\* virsāju un krūmāju biotopu monitorings +tipisko sugu monitorings

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
6.3	Virsāju un krūmāju biotopu monitorings	Biotopu kvalitātes izmaiņas	1 reizi 6 gados		Visa valsts teritorija ārpus Natura 2000	Kā attiecīgo biotopu <i>Natura 2000</i> monitoringā; jāizstrādā paraugu ņemšanas vietu plāns, metodika jāpapildina ar lietussargsugu ( <i>Typical species</i> ) monitoringu.

\* purvu biotopu monitorings + tipisko sugu monitorings MRM?

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojami parametri	Biezums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata

6.5	Purvu biotopu monitorings	Biotopu kvalitātes izmaiņas	1 reizi 6 gados		Visa valsts teritorija ārpus Natura 2000	Kā attiecīgo biotopu <i>Natura 2000</i> monitoringā; jāizstrādā paraugu ņemšanas vietu plāns, metodika jāpapildina ar lietussargsugu ( <i>Typical species</i> ) monitoringu, jāizvērtē iespējas integrēt šo monitoringu vai daļu no tā Meža resursu monitoringā.
-----	---------------------------	-----------------------------	-----------------	--	--	--

**\* meža biotopu monitorings + tipisko sugu monitorings MRM**

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
6.7	Mežu biotopu monitorings	Biotopu kvalitātes izmaiņas	1 reizi 6 gados		Visa valsts teritorija ārpus Natura 2000	Kā attiecīgo biotopu <i>Natura 2000</i> monitoringā; jāizstrādā paraugu ņemšanas vietu plāns, metodika jāpapildina ar lietussargsugu ( <i>Typical species</i> ) monitoringu, jāizvērtē iespējas integrēt šo monitoringu vai daļu no tā Meža resursu monitoringā.

**\* augu monitorings**

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
6.8	Augu monitorings		1 reizi 6 gados			Jāizstrādā monitoringa metodika, atbilstoši pieredzei vispārējos biotopu kartējumos.

**\* biotopi monitorings platības**

N.p.k.	Monitoringa veids	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglaukumi	Metodika / Rokasgrāmata
6.8	Biotopi monitorings – platības	Biotopu platību izmaiņas	1 reizi 6 gados			„Īpaši aizsargājamo biotopu platību izmaiņu uzraudzībai, izmantojot attālās izpētes datus un valsts reģistrus” Auniņš, Lārmanis, 2013

**1.1.2.6.Reprezentācijas pakāpe**

Formāli monitoringa parauglaukumiem vajadzētu sniegt statistiski ticamu informāciju par attiecīgo sugu un biotopu atbilstību labvēlīgam aizsardzības statusam.

**1.1.2.7.Datu apstrādes iespējas un ierobežojumi**

Metodikās visbiežāk datu apstrādes metodes nav norādītas. Izvērtējot metodiku pielikumos esošās anketas, konstatēts, ka datus iespējams apstrādāt, izmantojot gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvās datu apstrādes metodes.

**1.1.3.Speciālais monitorings**

**1.1.3.1.Mērķi**

Monitoringa mērķis ir sniegt informāciju par ekosistēmās notiekošiem sīkākām ekoloģiskiem procesiem un organismu savstarpējām atkarībām. Kā monitoringa objekti tiek izvēlētas aizsargājamās sugas, kurām Latvijā ir Eiropas kontekstā nozīmīgas populācijas vai organismi, no

kuriem tās ir atkarīgas. Tās liecina arī par citu sugu grupu vai biotopu stāvokli, jo vairums no šīm sugām atrodas ekoloģiskās piramīdas virsotnē vai tuvu tai.

### 1.1.3.2.Uzdevumi

Speciālā monitoringa ietvaros tiek veikti 10 dažādi monitoringi, no tiem uz mežiem tiešā veidā attiecināmi trīs:

- \* Mazā ērgļa monitorings (5 teritorijas);
- \* Melnā stārķa monitorings (120 ligzdas);
- \* Lielo plēsēju monitorings (vilki+ lūši).

### 1.1.3.3.Metodika

Speciālā monitoringa indikatori sniedz detalizētāku informāciju nekā tikai ‘skaits’ vai ‘klātbūtne’, kas bija indikatori Natura 2000 monitoringa un fona monitoringa sadaļās. Speciālā monitoringa indikatori ir, piemēram, sugas reprodukcijas rādītāji, demogrāfiskā struktūra, veģetācijas struktūra.

### 1.1.3.4.Parauglāukumu dizains

Monitoringa ietvaros sugu grupu vai biotopu monitorings tiek veikts saskaņā ar Pielikumu Nr.4.

N.p.k.	Suga/grupa	Novērojamie parametri	Biežums	Metode	Parauglāukumi
1.	Mazā ērgļa monitorings	Teritoriju aizņemība un ligzdošanas sekmes	1 reizi gadā	Ligzdu apdzīvotība, indivīdu uzskaitē, ligzdošanas sekmes	5 parauglāukumi: Murmastiene, Bukaiši, Pāle, Žūklis, Mazgramzda
2.	Melnā stārķa monitorings	Ligzdu apdzīvotība un ligzdošanas sekmes	1 reizi gadā	Ligzdu apdzīvotība, indivīdu uzskaitē, ligzdošanas sekmes	120 ligzdas visā Latvijas teritorijā
7.	Lielo plēsēju monitorings	Populācijas demogrāfija	Katru gadu	Ozoliņš 2013	Visu LV teritorijā nometīto vilku un lūšu indivīdu analīze

Praktiski monitoringa ietvaros parauglāukumi klasiskā izpratnē netiek ierīkoti.

### 1.1.3.5.Datu saturs

Datu saturs atkarīgs no konkrētā monitoringa veida. Piem., ligzdu apdzīvotība putniem, putnu morfometriskie parametri utt.

### 1.1.3.6.Reprezentācijas pakāpe

Atbilstoši metodikai paraugkopai vajag reprezentēt visu atbilstošo sugu populāciju stāvokli Latvijā.

### 1.1.3.7.Datu apstrādes iespējas un ierobežojumi

Metodikās visbiežāk datu apstrādes metodes nav norādītas. Izvērtējot pielikumos esošās anketas, konstatēts, ka datus iespējams apstrādāt, izmantojot gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvas datu apstrādes metodes.

## 1.2. AS LVM vides monitorings

### 1.2.1. Īpaši aizsargājamo un reto sugu monitorings

Mērķis: izsekot ES un Latvijas nozīmes īpaši aizsargājamo augu sugu un īpaši aizsargājamo putnu sugu (mazais ērglis *Aquila pomarina*, klinšu ērglis *Aquila chrysaetos*, jūras ērglis *Haliaeetus albicilla*, zivju ērglis *Pandion haliaetus*, melnais stārķis *Ciconia nigra*, mednis *Tetrao urogallus*) populāciju dinamikai.

Indikatori: doti LVM metodikā

Objekti: īpaši aizsargājamo augu sugu atradnes LVM ekomežos un citās LVM teritorijās, mazā ērgļa uzskaites parauglaukumi, visas zināmās klinšu ērgļa, jūras ērgļa, zivju ērgļa un melnā stārķa ligzdas, medņu riesta vietas LVM valdījumā esošajās teritorijās

Metodika: LVM īpaši aizsargājamo augu un putnu monitoringa metodika.

Fona monitorings, ja tiek konstatētas stāvokļa izmaiņas laikā. Validācijas monitorings, ja tiek analizēta saistība ar blakus notiekošo saimniecisko darbību vai aizsardzības pasākumu efektivitāti.

### 1.2.2. Latvijas un ES nozīmes aizsargājamo meža biotopu monitorings

Mērķis: ievākt datus par ES un Latvijas nozīmes aizsargājamiem meža biotopiem un to kvalitāti.

Indikatori: doti LVM metodikā

Objekti: Ekomeži, kuros veikta biotopu kartēšana. Atkarībā no EM izveidošanas mērķa (tai skaitā, atkarībā no dominējošā ES aizsargājamā biotopa veida), veic monitoringu vienā vai vairākos biotopu veidos. Monitorējamais nogabalus ar Latvijas vai ES biotopu atlasu pēc nejaušības principa. Transektu izvietojuma, tāpat kā EM atlasī, veic ģeotelpiskās informācijas uzturēšanas daļas speciālisti. Ja monitorings jau veikts ārpus EM teritorijas, to turpina izvēlētajā vietā. Minimālais monitorējamo Ekomežu skaits gadā katrā mežsaimniecībā ir 4-5 EM. No tiem vismaz 3 EM veic plašāk izplatīto meža biotopu monitoringu (biotopi 9010\*, 9020\*, 9080\*, 91D0\* u.c.), bet vismaz vienā EM – retāk izplatīto meža biotopu monitoringu. Retākajiem biotopu veidiem neveic nejaušo atlasu – monitorējamā biotopa vietu izvēlas vides eksperts.

Metodika: LVM Latvijas un ES nozīmes aizsargājamo meža biotopu monitoringa metodika.

Fona monitorings, ja tiek konstatētas stāvokļa izmaiņas laikā. Ja tiek analizēta biotopu apsaimniekošanas pasākumu efektivitāte, klasificējams kā validācijas monitorings

### 1.2.3. Meža struktūras monitorings

Mērķis: ievākt informāciju par videi un biologiskajai daudzveidībai nozīmīgām struktūrām un to izmaiņām laikā.

Indikatori: meža vecuma struktūra, par 70 gadiem vecāku audžu īpatsvars, valdošo koku sugu sadalījums, nedzīvā koksne, ekoloģisko koku dzīvotspēja, bebraines.

Objekti: LVM teritorija, ekomeži, meža masīvi.

Metodika: LVM meža struktūru monitoringa metodika.

Ieviešanas monitorings, ja iepriekš uzstādīti sasniedzami mērķi saistībā ar monitorējamo objektu. Fona monitorings, ja vienkārši tiek konstatētas stāvokļa izmaiņas laikā. Validācijas monitorings, ja tiek analizēta saimnieciskās darbības vai aizsardzības pasākumu ietekme.

### 1.2.4. Vides kvalitātes monitorings

Mērķis: veikt vides kvalitātes un rekreatīvo resursu novērtējumu vides un dabas resursu aizsargjoslās, ekomežos rekreācijai un sabiedrībai nozīmīgās vietās, iegūt datus par antropogēnās slodzes ietekmi, teritoriju un vietu nozīmi sabiedrībā, identificēt problēmas apsaimniekošanas plānošanā un apsaimniekošanā.

Indikatori: Aizsargjoslu kvalitāte (augšnes bojājumi, paauga, pamežs, piesārņojums), zemsedzes, augšnes degradācija (degradēto vietu skaits, garums uz transekta), citzemju augu sugu skaits, kvantitatīvais vērtējums, biotopiem neraksturīgo sugu skaits, kvantitatīvais vērtējums, nelikumīgi nocirstu, bojātu koku skaits, vides piesārņojums (sadzīves atkritumu skaits, kvantitatīvais vērtējums).

Objekti: LVM ekomeži rekreācijai, vides un dabas resursu aizsargjoslas, sabiedrībai nozīmīgas vietas.

Metodika: LVM vides kvalitātes novērtējuma metodikas.

Ieviešanas monitorings, ja iepriekš uzstādīti sasniedzami mērķi saistībā ar monitorējamo objektu.

Fona monitorings, ja vienkārši tiek konstatētas stāvokļa izmaiņas laikā. Validācijas monitorings, ja tiek analizēta saimnieciskās darbības vai aizsardzības pasākumu ietekme

## 1.3. VMD monitorings

### 1.3.1. Saimnieciskās darbības monitorings

Mērķis: Noteikt saimniecisko darbību veidu, apjomu un likumību attiecīgajā teritorijā.

Uzdevumi: Meža atjaunošanas veida un sekmīguma noteikšana

Koku ciršanas apjoma noteikšana.

Metodika: Apsekojumi dabā izlases veidā.

Parauglūkumu dizains: Atbilstoši MK noteikumiem par atjaunošanu, koku ciršanu.

Datu saturs:

Pārskats par veikto saimniecisko darbību (ciršana, atjaunošana);

Pārskats par bojājumiem;

Pārskats par ugunsgrēkiem.

Reprezentācijas pakāpe: Monitorings reprezentē stāvokli valstī.

Datu apstrādes iespējas un ierobežojumi: Formāli metodikā datu apstrādes metodes nav norādīta.

Izvērtējot MK noteikumos dotās anketas, konstatēts, ka datus iespējams apstrādāt, izmantojot gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvas datu apstrādes metodes.

### 1.3.2. Medijamo dzīvnieku monitorings

Mērķis: Novērtēt medijamo dzīvnieku populāciju lielumu un noteikt izmantošanas apjomus

Uzdevumi: Nav tiešā veidā definēts

Metodika: Dzīvnieku uzskaitē izmanto šādas metodes:

- pēc medijamo dzīvnieku pēdām sniegā;
- ar medijamo dzīvnieku dzīšanu;
- aļņu, staltbriežu un stirnu uzskaiti pēc ziemas ekskrementiem (turpmāk – ekskrementu metode);
- staltbriežu, stirnu un meža cūku uzskaiti barošanās un piebarošanas vietās;



- medību platību apdzīvotības blīvuma noteikšanu pēc tiešiem vizuāliem dzīvnieku novērojumiem;
- bebru uzskaiti pēc to apmetnēm.

Parauglaukumu dizains: Publiski pieejamā ZM rīkojumā katrai metodei norādīta uzskaites veikšanas kārtība.

Datu saturs:

Medijamo dzīvnieku populāciju stāvokļa novērtēšanā ietilpst:

- sugas izplatības novērtējums (vienmērīgums);
- dzīvnieku skaita noteikšana;
- populācijas pārmaiņu tendences novērtējums – samazinās, saglabājas, palielinās;
- demogrāfiskā stāvokļa novērtējums (dzimumu struktūra), vairošanās pierādījumi, medību sezonā nomedīto dzīvnieku skaits, nomedīto un kritušo limitēto medijamo dzīvnieku dzimuma un vecuma struktūra;
- mijiedarbība ar citām sugām (plēsēji, konkurenti);
- informācija par postījumiem mežsaimniecībai un lauksaimniecībai;
- cita nozīmīga informācija – dzīvnieku piebarošana, iežogotu platību tuvums, satiksmes infrastruktūra, aizsardzības pasākumi pret postījumiem mežsaimniecībai un lauksaimniecībai;
- lēmumi par populācijas stāvokļa uzlabošanu, saglabāšanu vai ierobežošanu.

Reprezentācijas pakāpe: Novērtējums reprezentē ģenerālkopu.

Datu apstrādes iespējas un ierobežojumi: Formāli metodikā datu apstrādes metodes ir norādītas.

Izvērtējot pielikumos esošo anketu, konstatēts, ka datus iespējams apstrādāt, izmantojot gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvas datu apstrādes metodes.

### 1.3.3. Ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo zīdītāju fona monitoringa

Mērķi

Piecas Eiropas Padomes 1992. gada 21. maija Direktīvas 92/43/EEK par dabisko dzīvotņu, savvaļas faunas un floras aizsardzību (Biotopu direktīva) V pielikuma sugas (baltie zaķi, beбри, vilki, meža caunas un seski) un viena IV pielikuma suga (lūsis) ir Latvijā medijami dzīvnieki. Vilki un lūši ir limitēti medijamie dzīvnieki, kuriem līdztekus populāciju fona monitoringam nepieciešams arī speciālais monitoringa, lai iegūtu datus ikgadējam lielākā pieļaujamā nomedīšanas apjoma (limita) pamatojumam.

Uzdevumi: Noteikt sugu sastopamību.

Metodika: Valsts meža dienests veic datu iegūvi un apkopo informāciju par dzīvnieku skaita un izplatības izmaiņu tendencēm (samazināšanās, saglabāšanās, pieaugums) 5x5km kvadrātos, un reizi gadā sagatavo kopējo dzīvnieku skaita novērtējumu visām limitēto medijamo un ierobežoti izmantojamo īpaši aizsargājamo sugu populācijām Latvijā. Monitoringu veic katru medību sezonu visā Latvijas teritorijā.

Parauglaukumu dizains: Nav parauglaukumi, atbilstošajos kvadrātos fiksē atbilstošās sugas klātbūtni.

Datu saturs: Baltie zaķi; Beбри; Lūši; Vilki; Meža caunas; Seski sastopamība kvadrātā.

Reprezentācijas pakāpe: Visa Latvija

Datu apstrādes iespējas un ierobežojumi: Formāli metodikā datu apstrādes metodes nav norādītas.

Izvērtējot pielikumos esošo anketu, konstatēts, ka datus iespējams apstrādāt, izmantojot gan kvalitatīvās, gan kvantitatīvas datu apstrādes metodes.

## 2.Meža bioloģiskās daudzveidības (BD) nacionālā meža monitoringa metodikas koncepcijas izstrāde

### 2.1.Meža BD stāvokļa indikatoru nozīmības vērtējuma izstrāde, svarīgāko indikatoru atlase meža mainības analīzei

DU2.1. Meža BD stāvokļa indikatoru nozīmības vērtējuma izstrāde, svarīgāko indikatoru atlase meža mainības analīzei (Izstrādāt tiešo un netiešo indikatoru sistēmu, lai novērtētu BD stāvokli/dinamiku). Definēt un aprakstīt dažādu telpisko un laika mērogu BD struktūras, kompozīcijas un procesu indikatorus ģenētiskajā, sugas un ekosistēmu līmenī.

#### 2.1.1. Teorētiskie priekšnosacījumi

##### 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 ģeņu 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 vēlamo efektu. Šis ir vienīgais no monitoringa veidiem, kas ļauj novērtēt, vai specifiskās saimnieciskās darbības ļauj panākt vēlamo efektu.
- *Stāvokļa (surveillance) jeb fona monitorings* – tas nav saistīts ar konkrētu meža apsaimniekošanu, bet tikai veido statusa ziņojumu par bioloģiskās daudzveidības trendiem konkrētajā teritorijā. Šis monitorings ir noderīgs, lai novērtētu neprognozētas izmaiņas vidē, vai lai novērtētu fona izmaiņas kontroles vietās.

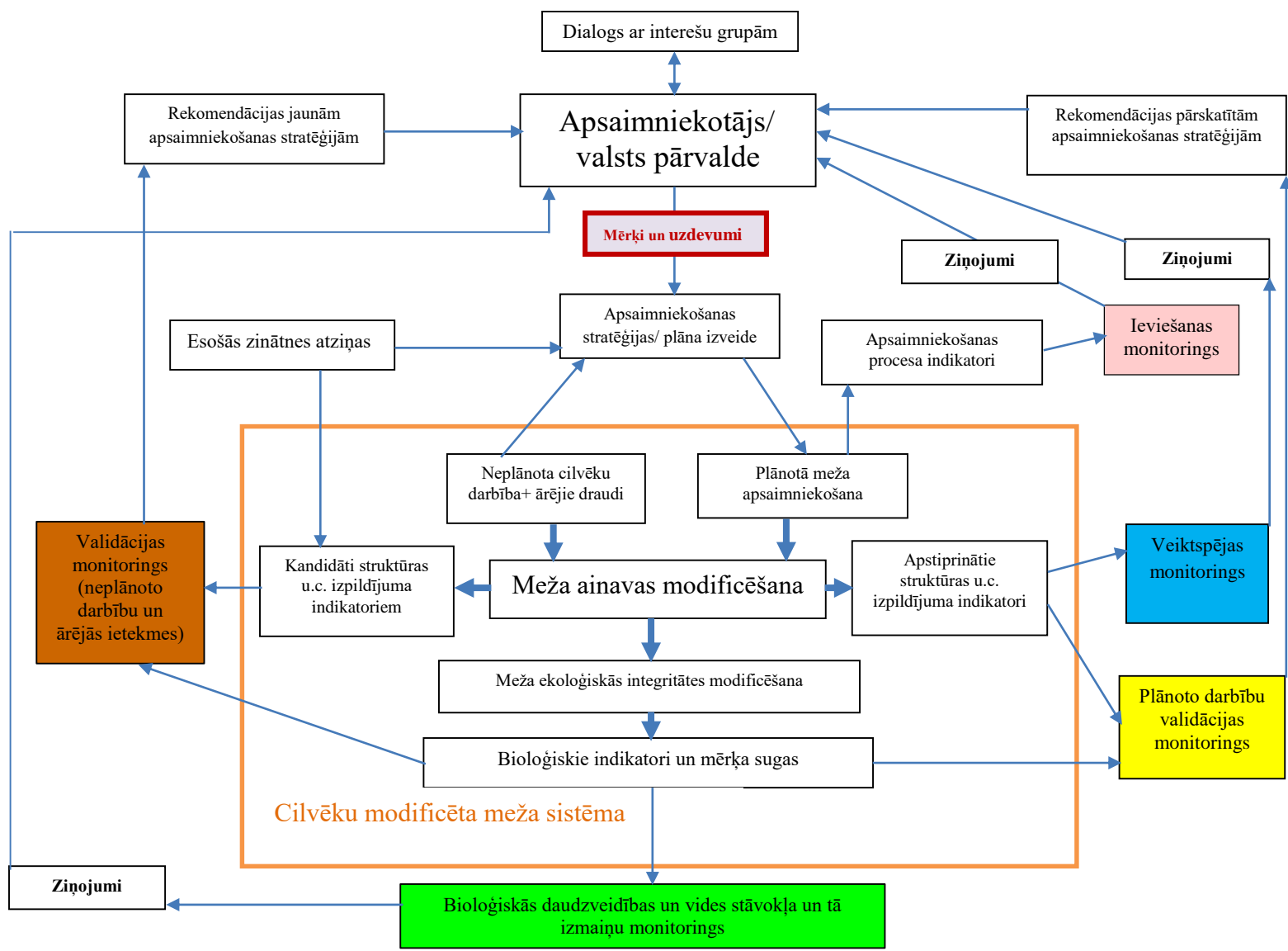
### Nacionālā meža monitoringa ietvaros uzsvars būtu jāliek uz stāvokļa jeb fona monitoringu.

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 ilgspējīgas attīstības kritēriju raksturojošo indikatoru mērķa vērtībām, nepieciešama meža apsaimniekošanas pielāgošana (adaptācija), lai nodrošinātu ilgspējīgas 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 ilgspēju visos trijos aspektos – ekoloģiskajā, ekonomiskajā un sociālajā (2.1. attēls).

Monitoringa programmai jābūt (Gardner 2011):

- Mērķtiecīgai (ar skaidri definētiem mērķiem, lai attaisnotu investīcijas un nodrošinātu pamudinājumu veikt izmaiņas apsaimniekošanā, ja tādas rastos, balstoties uz monitoringa rezultātā izstrādātajām rekomendācijām; mērķus definē apsaimniekotājs/valsts pārvaldes institūcija, konsultējoties ar ieinteresētajām pusēm);
- Efektīvai (monitoringa programmas dizainam un ieviešanai jābūt tādai, lai tā varētu nodrošināt izvirzīto mērķu izpildi);
- Reālai (monitoringa programmai jābūt efektīvai, ņemot vērā pieejamos tehniskos, loģistikas, kā arī finanšu un cilvēkresursu ierobežojumus).



2.1. 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.

Šī pārskata kontekstā par tiešajiem indikatoriem tiek uzskatīti kopozīcijas indikatori, kuri raksturo gēnu, sugu, ekosistēmu daudzveidību, savukārt par netiešajiem indikatoriem tiek uzskatīti struktūras un funkcijas jeb procesu indikatori, kuri ar lielu varbūtību varētu norādīt uz sugu daudzveidību.

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 indikatori ir doti atbilstošo MK noteikumu pielikumā. 2.1.tabulā atspoguļoti Kritērija "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori. To indikatoru informācija, par kuriem kā atbildīgā institūcija ir nosaukta Latvijas Valsts Mežzinātnes institūts “Silava” vai Zemkopības ministrija, būtu uzskatāma par minimālo programmu, kas būtu jāveic nacionālās meža monitoringa sistēmas ietvaros.

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

Meža ilgtspējīgas apsaimniekošanas kritēriji un indikatori

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

Nr. p.k.	Kritēriji un to indikatori	Mērvienība	Datu avots
4.	Kritērija "Meža ekosistēmu bioloģiskās daudzveidības uzturēšana, aizsardzība un atbilstoša uzlabošana" indikatori:		
4.1.	<b>kokū sugu sastāvs</b> (meža platību sadalījums pēc kokū sugu skaita mežaudzē)	ha	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
4.2.	<b>meža atjaunošana</b> (dabiski un mākslīgi atjaunotās mežaudzes)	ha, %	Valsts meža dienests
4.3.	<b>mežaudžu dabiskums</b> (cilvēka neskartu <sup>3</sup> , daļēji dabisku un plantāciju <sup>4</sup> mežaudžu platība)	ha	Valsts meža dienests
4.4.	<b>introducētās kokū sugas</b> (mežaudžu platība, kurā valdošā ir introducētā kokū suga)	ha	Valsts meža dienests
4.5.	<b>atmirusi koksne</b> (atmirušas koksnes apjoms mežā sadalījumā pa atmiruma veidiem (stāvoša, kritusi koksne) un sadalījumā pa caurmēra grupām (6–30 cm, 30 cm un vairāk))	m <sup>3</sup> /ha	Latvijas Valsts mežzinātnes institūts "Silava"
4.6.	<b>ģenētiskie resursi</b> (mežaudžu platība meža kokū sugu ģenētisko resursu ( <i>in situ</i> un <i>ex situ</i> ) saglabāšanai un sēkļu ieguvei)	ha	Valsts meža dienests
4.7.	<b>ainavas raksts</b> (meža <sup>5</sup> iedalījums telpiskā raksta klasēs <sup>6</sup> un meža savienojamība <sup>7</sup> )	%	Zemkopības ministrija
4.8.	<b>apdraudētās meža augu un dzīvnieku sugas</b> (valsts monitoringos iegūto meža augu un dzīvnieku sugas sadalījumā pa sugu grupām <sup>8</sup> un IUCN <sup>9</sup> kategorijām <sup>10</sup> saskaņā ar Vadlīnijām IUCN Sarkanā saraksta kritēriju piemērošanai reģionālos un nacionālos līmeņos)	%	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija
4.9.	<b>aizsargātie meži</b> (īpaši aizsargājamo dabas teritoriju, mikroliegumu un to buferzonu un mežu pilsētu administratīvajās robežās platība un aizsargājamo teritoriju sadalījums pa saimnieciskās darbības aprobežojumu veidiem (aizliegta galvenā cirte, aizliegta galvenā un kopšanas cirte, aizliegta kailcirte, aizliegta mežsaimnieciskā darbība))	ha, %	Valsts meža dienests

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

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

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

5 Mežs – mežs ar vismaz piecus metrus augstu mežaudzi.

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

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

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

9 IUCN – Pasaules Dabas aizsardzības savienība.

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

Indikatorus esam devuši atbilstoši katram struktūras, kompozīcijas un funkciju kritērijam. Paturot prātā, arī, ka mežu bioloģiskā daudzveidība ir atkarīga gan no ekosistēmu un ainavu struktūras, gan arī no traucējumiem un apsaimniekošanas pasākumiem, kas mežus ietekmē. Struktūras un funkciju indikatori

tāpēc nav konkrēti bioloģiskās daudzveidības komponenti (organismi), bet gan pazīmes, kas pastarpināti, indicē bioloģiskās daudzveidības stāvokli.

Struktūras kritēriju indikatori izstrādāti, pamatojoties uz pieņēmumu, ka mežaudzes, ekosistēmas, ainavas strukturālās sarežģītības pakāpei ir cieša korelācija ar bioloģiskās daudzveidības raksturlielumiem. Mežaudzes līmenī šie indikatori aptver audzes horizontālo un vertikālo struktūru, dzīvās un mirušās koksnes apjomu un tipu u.tml. parametrus, ainavas līmenī – biotopu sastāvu un telpisko izvietojumu, nozīmīgu biotopu savienotību un kontinuitāti u.c.

Kompozīcijas kritēriju indikatori ir sugas no dažādu organismu grupām. Indikatorsugas izmantojamas ne vien sugu līmeņa daudzveidības novērtēšanā, bet arī dažādu traucējumu režīmu indicēšanā. Tās var atspoguļot arī sugu daudzveidību apdraudošo faktoru, piem., fragmentācijas palielināšanos.

Funkciju kritēriju indikatori ļauj vērtēt daudzveidību veidojošo un ietekmējošo procesu un funkciju optimumu efektīvai daudzveidības saglabāšanai.

Gan kritēriju, gan indikatoru izmantošanas iespējas nosaka mērogs, kādā tos lieto. Jāņem vērā arī tas, ka konkrētu kritēriju un indikatoru nozīme un pielietojuma iespējas var nebūt vienādas dažādos ekosistēmu tipos.

### 2.1.2. Ģenētisko aspektu indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums

Ģenētiskā daudzveidība ir pamats, uz kā balstās pārējie daudzveidības līmeņi. Tā ir nepieciešama sugu un populāciju izdzīvošanai ilgā laika periodā, tāpēc saimnieciskās aktivitātes nedrīkst ilgtermiņā negatīvi ietekmēt mežā pārstāvēto sugu ģenētiskos resursus.

#### **Pieejamās metodikas bioloģiskās daudzveidības noteikšanai:**

Morfoloģiskas pazīmes – atšķirības starp sugām un indivīdiem no vienas sugas tiek noteiktas, izmantojot dažādas morfoloģiskas pazīmes (piem., lapu forma, mizas forma vai krāsa, koloniju vai micēliju forma sēnēm un baktērijām). Priekšrocības šādām metodēm ir, ka tās var izmantot bez sarežģītām iekārtām. Tomēr ir arī tādas morfoloģiskās pazīmes, kuru noteikšanai ir nepieciešams laboratorijas aprīkojums – piem., iekārtas sēņu un baktēriju tīrkultūru iegūšanai un mikroskopi to vizuālai analīzei. Papildus, bieži morfoloģiskās pazīmes neuzrāda lielu daudzveidību, tās nav iespējams novērtēt visos gadalaikos un augu attīstības stadijās (piem., lapu formas), dažreiz ir nepieciešams piesaistīt ekspertus ar pieredzi konkrētās sugu grupas morfoloģijā un ekoloģijā. Novērtēšana pēc morfoloģiskām īpašībām arī var būt ļoti laikietilpīgs process, īpaši, ja vērtēšana notiek meža/lauku apstākļos.

Genotipēšana – tiek izmantoti DNS marķieri, lai noteiktu daudzveidību starp sugām un sugas iekšienē. Priekšrocības šādām metodēm, ir, ka tās ir plaši izmantotas, un daudzām molekulārām laboratorijām ir pieejamas nepieciešamās iekārtas. Paraugus var ievākt jebkurā gadalaikā vai attīstības fāzē (ar nosacījumu, ka ir iespējams izdalīt DNS no ievāktiem paraugiem). DNS marķieri uzrāda augstāku daudzveidību, salīdzinot ar morfoloģiskām pazīmēm, un iegūti dati ir viegli apstrādājami ar dažādām analītiskām un statistiskām metodēm. Ir iespējams izveidot DNS kolekciju, kas dod iespējas atkārtot vai veikt papildu analīzes. Parasti tiek analizēti tikai daži genoma lokusi (<50). Marķieri var būt universāli un dominanti (ar zemāku informatīvo saturu)- piem. AFLP, RAPD u.c., vai tie var būt sugu-specifiski un ko-dominanti (ar lielāku informatīvo saturu) - piem., mikrosatelītu vai SSR marķieri. Parasti, mikrosatelītu marķierus ir nepieciešams izstrādāt katrai analizējamai sugai, kas var būt laika un resursu ietilpīgs process, tomēr daudzām sugām šādi marķieri jau ir izstrādāti un pieejami, un tos ir arī iespējams izmantot tuvi radniecīgās sugās. Šādas metodes ir vairāk piemērotas vaskulāro augu un citu makroskopisko sugu analīzei.

#### **Jaunās paaudzes sekvenēšanas (NGS – no angļu valodas *next generation sequencing*) metodes**

Pēdējos 5 gados, strauji attīstoties tehnoloģijām, masīvi paralēlās sekvenēšanas izmaksas strauji kritušas, un iegūto datu apjoms ir pieaudzis. Tas dod iespēju izmantot informāciju un tehnoloģijas ne tikai genotipēšanas marķieru izstrādei, bet arī tieša veidā izmantot NGS metodes bioloģiskās daudzveidības noteikšanai. NGS eksperimentā var iegūt starp 500 000 – 50 000 000 atsevišķu sekvenču. Iegūtie dati ir reprezentatīvi par visu genomu, un tie uzrāda visaugstāko daudzveidību. Tomēr analīzes ir salīdzinoši dārgas (kopumā - izmaksas par katru iegūto datu punktu ir ļoti zemas), un ir nepieciešamas specializētas iekārtas. Šādas metodes ir īpaši piemērotas mikroskopisko sugu izpētei, jo nav iespējams laboratorijas apstākļos iegūt daudz sēņu un baktēriālo sugu tīrkultūras. NGS metodes ir arī ļoti piemērotas mikrobioloģisko daudzveidības analīzēm dažādos vides paraugos (piem., augsnē, ūdenī utt.)

### **Saistība starp augsnes mikrobiālo daudzveidību un ekoloģiskiem parametriem**

Augsnes mikroflora ir dažādu ekosistēmas pakalpojuma dzinēji, un tapēc to daudzveidība tiek uzskatīta kā ļoti būtiska, lai nodrošinātu šos pakalpojumus – piem., barībasvielu un oglekļu aprite, oglekļu piesaiste, ūdeņu uzkrāšanu un attīrīšanu u.c. (Creamer et al, 2016). Augsne satur ļoti lielu biomasu, un izmaiņas tajā satāvā var būtiski ietekmēt virszemes ekosistēmas. Ir pierādīts, ka augsnes bioloģiskā daudzveidība ietekmē augu daudzveidību, sadalīšanos procesus, barībasvielu uzkrāšanos un apriti (Wagg et al., 2014). Eiropas Komisijas atzina augsnes bioloģiskās daudzveidības nozīmīgumu ekosistēmu funkcionēšanā, uzsverot netikai to ekoloģisko nozīmīgumu, bet arī to socio-ekonomisko ietekmi (Jones et al., 2012).

### **Molekulāri bioloģiskās metodes augsnes mikroorganismu kvantitēšanai un noteikšanai**

Morfoloģisko īpašību izmantošana mikrobiālās daudzveidības noteikšanai ir nepiemērota, jo tas ir ļoti laiktietilpīgs process. Iegūt tīrkultūras izolātus nav iespējams lielākai daļai augsnes mikroorganismiem, jo nav izstrādātas piemērotas barotnes un augšanas apstākļi. Turklāt ar morfoloģiskām analīzēm nav iespējams kvantitēt mikroorganismu sabiedrības.

Ilgāku laiku tiek izmantoti PCR (polimerāzes ķēdes reakcija – no angļu valodas *polymerase chain reaction*) metodes, kas izmanto deģenerātus PCR praimerus, lai amplificētu vienu noteiktu genoma fragmentu no dažādām sēņu vai baktēriju sugām. Pēc tam, nosaka šo fragmentu DNS sekvenci, un, salīdzinot ar esošām datubāzes sekvencēm, var noteikt sugu. Ir arī iespējams izmantot PCR metodi, lai kvantitēt kopējo sēņu vai baktēriju daudzumu paraugā (izmantojot reālā laika PCR). Tomēr, izmantojot šādas metodes, sekvenču apjoms ir ierobežots, jo ir jāveic iegūto fragmentu klonēšana pirms sekvenēšanas. Sekvences iegūst izmantot Sanger DNS sekvenēšanas metodi.

Jaunās paaudzes sekvenēšanas (NGS – no angļu valodas *next generation sequencing*) metodes ir īpaši piemērotas mikrobiālās daudzveidības noteikšanai, jo paralēlā veidā var noteikt sekvences visiem fragmentiem, kuri atrodas kādā maisījumā (piem. DNS kopumā, kas ir izdalīts no augsnes parauga). Iegūtos datus var salīdzināt ar datubāzēm lai identificētu paraugā esošās mikrobiālās sugas, kā arī izmantotu iegūtos datus, lai noteiktu relatīvo kvantitāti katrai sugai, kā arī kopējo bioloģisko daudzveidību.

### **Mikrobiālo sugu klasifikācija pēc biokīmiskām funkcijām**

Izmantojot NGS datus un nosakot mikrobiālo sugu sastāvu, ir iespējams arī novērtēt to funkcionālo sastāvu. Identificējot sēņu sugu sastāvu, var sadalīt tās par funkcionālām grupām – piem., saprotrofi, biotrofi, nekrotrofi, patagēni komensāli, mikorizas, utt. Tas dod papildu informāciju par iespējamiem ekosistēmas pakalpojumiem, ko veic augsne mikrobiota. Ir arī iespējams izmantot PCR metodes, lai amplificētu konkrētus gēnus vai gēnu grupas, ja ir zināmas tās funkcijas. Piem., ir noteikts, ka baktērijas,



kurām genomos ir hgcA/hgcB gēnu komplekts, spēj metilēt vidē esošu dzivsudrabu, palielinot to bioaktivitāti (Parks et al., 2013). Tomēr, šāda specifisku gēnu izpēte sniedz mazāk informāciju par kopīgo bioloģisko daudzveidību un relatīvo mikrobiotisko kantitāti, un monitoringa programmas ietvaros, parasti izmanto kopējās metodes (izmantojot “barcoding” vai “metagenomic” metodes).

### **Metodikas koku sugu ģenētiskās daudzveidības novērtēšanai**

Kā jau iepriekš minēts, morfoloģiskas īpašībās nav pilnībā piemērotas bioloģiskās daudzveidības noteikšanai. Šobrīd, vispiemērotākās metodes koku sugu un indivīdu ģenētiskās daudzveidības noteikšanai ir genotipēšana ar DNS marķieriem. DNS marķieri ir izstrādāti un aprobēti daudzās meža koku sugās, un šie marķieri tiek izmantoti dažādiem ģenētiskās daudzveidības un populācijas struktūra pētījumiem (Ruņģis et al., 2017; Ruņģis et al., 2016; Baumanis et al., 2012; Neimane et al., 2009; Pliūra et al., 2009). Monitoringa programmas ietvaros paredzēts analizēt lielu koku indivīda skaitu, un nepieciešamais informācijas apjoms par katru indivīdu ir mazāks, kā iegūtu izmantojot NGS metodes. Tomēr viena rekomendācija ir izveidot izanalizēto DNS kolekciju, kas dotu iespēju atkārtoti analizēt iegūtos paraugus ar papildus marķieriem, vai arī ar citām metodēm (piem. NGS), kuras nākotnē būs pieejamākas (Aravanopoulos et al., 2015).

Ģenētiskās daudzveidības vērtēšanas kritēriju un indikatoru izstrādei Latvijai tiek piedāvāts novērtēt sekojošus aspektus (2.2. tab.).

2.2. tabula

#### **Daži ģenētiskās daudzveidības kritēriji un indikatori**

Kritērijs	Indikators	Datu avots
<b>Meža atjaunošana</b>	Sugu maiņa dabiskās atjaunošanās rezultātā (suga pirms nociršanas-suga pēc atjaunošanās (ha, %))	MSI MVR
	Meža reproduktīvā materiāla (MRM) ģenētiskā kvalitāte mākslīgi atjaunotajās platībās:	MVR
	* MRM kategorija (ha, %)	MVR
	* klonu skaits sēkļu plantācijās (gab, %)	MVR
	* audzēs pārstāvēto koku skaits sēkļu partijās (gab, %)	MVR
	MRM piemērotība augšanas apgabalam (proveniences reģionam) (ha, %)	MVR
<b>Meža koku ģenētisko resursu aizsardzība, saglabāšana</b>	Ģenētisko resursu mežaudžu platība (ha, %)	MVR
	Pareizi apsaimniekotas* ģenētisko resursu mežaudzes (ha, %)	MRV
<b>Meža ģenētisko resursu (MGR) audžu ģenētiskā daudzveidība un struktūra</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- efektīvais populācijas lielums (Ne),</li> <li>- alēļu/genotipu frekvences,</li> <li>- ģenētiskās daudzveidības parametri (alēļu bagātība, alēļu skaits, novērotā un sagaidamā heterzigozitāte, populācijas struktūra),</li> <li>- starp-sugu hibridizācijas proporcija (ja attiecināms), svešapputes vai pašapputes sastopamība</li> </ul>	Speciāls pētījums

<b>Sēklu plantācijas vidējās sēklu ražas ģenētiskā daudzveidība</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- efektīvais populācijas lielums (Ne),</li> <li>- alēļu/genotipu frekvences,</li> <li>- ģenētiskās daudzveidības parametri (alēļu bagātība, alēļu skaits, novērotā un sagaidamā heterzigositāte, populācijas struktūra,</li> <li>- svešapputes vai pašapputes sastopamība,</li> <li>- ģimenes struktūra (radniecības pakāpe starp indivīdiem),</li> <li>- aputekšņotāju (putekšņu donoru) skaits,</li> <li>- potenciālais mātes koku skaits (salīdzināt ar sēklu plantāciju klonu skaitu).</li> </ul>	Speciāls pētījums
<b>Augsnes bioloģiskā daudzveidība</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mikrobiālā daudzveidība (OTU – operational taxonomic unit) skaits (OTU=suga),</li> <li>- funkcionāls raksturojums (piem., saprotrofī, patogēni, sugas ar dzīvsudraba metilēšanas aktivitāti utt.)</li> </ul>	Speciāls pētījums

\* - ģenētisko resursu mežaudzes, kurām ir izstrādāts un tiek praktiski, realizēts ilglaicīgs apsaimniekošanas un izpētes plāns jeb projekts

### 2.1.3. Sugu populācijas un to sabiedrību indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums

Par pamatu izmantots indikatoru saraksts un novērtējums (Laiviņš et al., 2001)

#### 2.1.3.1. Kompozīcijas kritēriji

Kompozīcijas indikatoru atspoguļoti 2.3.tabulā.

2.3. tabula

#### Kompozīcijas (sastāva) kritēriji

Kritērijs	Indikators	Mērogs			Indikatora trenda vērtējums <sup>s**</sup>	Informatīvā bāze <sup>***</sup>
		Latvija	Dabass reģioni	Lokāls		
<b>Floras un faunas bagātība</b>	Vietējie taksoni:					Publ., BI, LU
	* sugu skaits	3	3	3		“
	* ģinšu skaits	3	3	3		“
	* dzimtu skaits	3	3	3		“
	* īpatņu daudzums un blīvums			3		“
	Sugām bagātākās dzimtas	3	2			“
	Sugām bagātākās ģintis	3	2			“
	Tipisko meža sugu skaits		2	3	p/+, s/-	Sp. pēt.
	Apdraudētas sugas:		2	3		BI, LU, Publ., Sp. pēt.
	* skaits	3	3	3	p/-, s/+	“
	* atradņu skaits	3	3		p/+, s/-	“
	Svešzemju taksoni:					“
	* skaits	3	3	3	p/-, s/+	“
	* īpatņu daudzums, blīvums, trends			3	p/-, s/+	“
<b>Apdraudētas sēnes, ķērpji, sūnas, vaskulārie augi</b>	Populāciju lielumi, trendi	3	3			BI, LU, LDF, Sp. pēt.

<b>Vietējās kokaugu sugas</b>	Galveno koku sugu populāciju raksturlielumi	3	3			Silava, Sp.pēt.
	Sugu daudzuma trends	3	3			“
	Augšanas apstākļiem nepiemērotas sugas	3	3		p/-, s/+	”
<b>Svešzemju kokaugu sugas</b>	Populāciju raksturlielumi	3	3			Sp.pēt.
	Sugu daudzuma trends	3	3		p/-, s/+	Sp.pēt. MVR
<b>Bezmugurkaul nieki</b>	Apdraudēto ksilofāgu sugu skaits	3	3	3		LEB, Sp. pēt.
	Apdraudēto ksilofāgu sugu atradņu skaits	3	3	3		“
	Reto un apdraudēto zemesgliemežu sugu skaits	3	2	3		“
	Reto un apdraudēto zemesgliemežu sugu populāciju blīvums (īp.m <sup>-2</sup> )	1	1	3		“
	Naktstauriņu sugu skaits	2	2	3		“
	Naktstauriņu sugu populācijas blīvums (īp./ 12 lamatudienas)			3		“
	Virsaugšnes vaboļu sugu daudzveidība, Šenona indekss	1	1	3		“
	Kameņu sugu populāciju relatīvais blīvums (īp./lamata)			3		“
	Mežskudru ( <i>Formica</i> spp.) ligzdu blīvums (ligzdas/ha)	3	3	3		“
<b>Zīdītājdzīvniek i</b>	Zīdītājdzīvnieku skaits, izplatība, blīvums					LMB
	Populāciju lieluma tendi					LMB
	Medījamo dzīvnieku limits	3	3			VMD
	Medījamo dzīvnieku skaits, blīvums (skaits / 1000 ha)	3	2			VMD
	Nomedīto dzīvnieku dzimuma/vecuma struktūra	3	2			VMD
	Plēsēju populāciju lielums un blīvums, tendi	3	2			LMB
<b>Putni</b>	Putnu skaits, izplatība, blīvums pa sugām	3	3			LOB
	Populāciju lieluma tendi	3	3			LOB, LU, BI
	Medījamo putnu populāciju lielums un blīvums	3	2			VMD
	Medījamo putnu populāciju lieluma trends	3	2			VMD
	Dobumperētāju putnu sastopamība		3	3		LOB, LU, BI
	Atsevišķu apdraudēto putnu sugu populāciju lielums, blīvums, trends	3	3		p/+, s/-	LOB, LU, BI

\* Kritēriju nozīmība: 3 – ļoti nozīmīgs, 2 – nozīmīgs, 1 – maznozīmīgs

\*\* Indikatora trenda vērtējums dots indikatoriem, kuru vērtību pieaugums vai samazinājums bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas kontekstā viennozīmīgi vērtējams kā pozitīva vai kā negatīva parādība. Vērtējums nav dots indikatoriem, kuru vērtību pieauguma vai samazinājuma ietekme uz bioloģisko daudzveidību var būt gan pozitīva, gan negatīva atkarībā no dažādiem citiem faktoriem.

p – pieaugums, s – samazinājums, (-) – negatīva parādība, (+) – pozitīva parādība

Piemēram, indikatora “svešzemju taksonu skaits” vērtējums p/-, s/+ nozīmē, ka svešzemju taksonu skaita pieaugums ir negatīvs process, bet samazinājums – pozitīvs process.

\*\*\* Ailē *Informatīvā bāze* norādītas galvenās organizācijas, kurās glabājas pamatdati vai kurās tiek veikti attiecīgie pētījumi. LU – Latvijas Universitāte, BI – Bioloģijas Institūts, LOB – Latvijas Ornitoloģijas biedrība, LMB – Latvijas Malakoloģijas biedrība, LEB – Latvijas Entomoloģijas biedrība, Sp.pēt. – nepieciešami speciāli pētījumi, Publ. – daļa informācijas ir publicēta, VMD – Valsts meža dienests.

## Augu sabiedrības

Augu sabiedrību raksturojošo indikatori ir iekļauti pie netiešajiem indikatoriem.

### 2.1.4. Ainavas līmeņa aspektu indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums

Ainavas līmeņa bioloģiskās daudzveidības apzināšana, novērtēšana un attīstības gaitas prognozes lielā mērā balstās ainavu ekoloģijā atziņās un pieejās. Viens no ainavu ekoloģijas pamatuzdevumiem ir aprakstīt, kā arī noskaidrot telpiskās daudzveidības vai nevienādabīguma (angl. heterogeneity) cēloņus, sekas un funkcionālo nozīmi, piešķirot tam kvantitatīvu vērtējumu (Turner, 2015). Kvantitatīvā analīze ir nepieciešama arī tāpēc, lai fiksētu tieši kādas izmaiņas laika gaitā ir notikušas un kādā veidā tās ir notikušas.

Kvantitatīvā analīze tiek veikta, aprēķinot ainavas indikatorus (angl. metrics), izmantojot trīs līmeņu kategorijas (klases):

- Plankuma līmeņa (PATCH-LEVEL) indikatorus nosaka gan attiecībā uz atsevišķiem plankumiem, gan arī, lai raksturotu plankumu izkārtojumu un situācijas kādā plankumi atrodas. Par plankumu pieņemts uzskatīt viendabīgu platību, kas skaidri nodalāma no citām sastāva, struktūras un funkciju ziņā atšķirīgām platībām.
- Klases jeb seguma (CLASS-LEVEL) līmeņa indikatori integrē visus pārstāvētos izdalītās kategorijas plankumus. Tas var būt saistīts, piemēram, ar plankumu indikatoru vidējās vērtības noteikšanu vai tikts izmantots arī plankumu izkārtojuma vērtējumā, ko iegūst izmantojot katra atsevišķā plankuma atrašanās vietu analizējamā ainavā.
- Ainavas līmeņa (LANDSCAPE-LEVEL) indikatori aplūko visus plankumus un tos aptverošos segumus (klases) analizējamās platības (ainavas) robežās. Līdzīgi kā seguma indikatori tie var aprakstīt plankumu mozaikas raksturu.

Analizējamās kategorijas jāizvēlas hierarhiski – no vispārīgā uz konkrēto. Piemēram, vispirms nošķir meža zemes no pārējiem zemes lietojumiem, bet nākamajā dalījumā ietver skujkoku, lapkoku, jauktos mežus; savukārt vēl detālākā dalījumā, tiek nodalītas vienības atbilstoši minēto sugu grupām. Svarīgi uzsvērt, ka ainavas iedalījums kategorijās paredz pieņemt, ka katra kategorija, atsevišķi ņemot, ir homogēna. Atšķirīga pieeja tiek izmantota, ainavu analizējot pēc tās tekstūras un virsmas rakstura.

Datu apstrāde principiālā veidā notiek vektoru un/vai rastra formātā. “Grauda” izmērs jeb izšķirtspēja rastra datus ir atkarīga no pikseļa izmēra oriģinālajos vai pārrēķinātajos datus. Tāpat jānosaka mazākās kartējamās vienības lielums. Tiek uzskatīts, ka rastra datu gadījumā, grauda izmēram jābūt 2 līdz 5 reizes mazākam nekā mazākai kartējamai vienībai (pikseli 20x20m 1000m<sup>2</sup>). Savukārt analizējamās teritorijas platībai jābūt vismaz 2-5 reizes lielākai nekā lielākie plankumi (O’Neill et al. 1996).

Par populārākajiem indikatoriem, kas izmantojami plankumu raksturošanai (Patch-based metrics) uzskata šādus indikatorus:

- A. Plankumu skaits, aizņemta platība un perimetrs (Patch number, area and perimeter). Aplūkojot katru plankumu atsevišķi, tā raksturlielumus ir sarežģīti interpretēt, tomēr, apkopojot klases robežās, rādītāji iegūst lielāko nozīmi, Kopsavilkumos parasti norāda: plankumu skaitu atkarībā no platības, plankumu blīvumu, plankumu skaitu attiecībā pret ainavas kopplatību u.c.;
- B. Perimetra un platības attiecība (perimeter –to –area ratio). Lietderīgi izmantot, ja iespējams nodefinēt kontrastējošus seguma tipus;
- C. Lielākā plankuma indekss (largest patch index) attiecināms uz attiecīgā seguma fragmentācijas pakāpi;
- D. Plankuma izolācijas (patch isolation index) indikators raksturo kādā mērā viena seguma plankumi ir izolēti;
- E. Kodola platība (core area) – Kodola platība raksturo plankuma centrālo platību, kas paliek pāri pēc malas vai saskares joslas (edge) “nogriešanas”. Malas joslas platums jānosaka katram saskares joslas tipam, kas savukārt nozīmē ievērojamā pakāpē vienkāršot jautājumu par sugu izplatīšanās, saglabāšanās

spējām. Kodola indikators iekļauj plankuma platības, konfigurācijas un malas joslas platuma rādītājus vienkopus;

F. Kontrasta indikators (contrast). Indikators attiecas uz relatīvām vairāku plankumu tipu atšķirībām. Piemēram, robeža starp mežaudzēm ir mazāk kontrastaina kā robeža starp diviem dažādiem zemes lietojumiem;

Indikatori klases (seguma) līmenī:

- 1) Malas kontrasts. Kontrasta pakāpe starp definēto klasi un apkārtējiem plankumiem;
- 2) Plankuma formas sarežģītības pakāpe. Plankumu robežu sarežģītības pakāpe, kas izriet no perimetra un platības attiecības;
- 3) Agregācija (sakopojumu izvietojums). Interesējošās klases platību savstarpējā izvietojuma pakāpe, uzskatot, ka lieli kompakti klasteri uzskatāmi par savstarpēji saistītiem;
- 4) Attālums līdz "tuvākajam kaimiņam". Indekss, kas iegūts aprēķinot vidēji svērto attālumu starp plankumiem;
- 5) Plankumu izkliede telpā. Raksturo plankumu izvietojuma tipus: vienmērīgs, grupēts, nejaušs;
- 6) Lielo plankumu dominance. Pakāpe kādā interesējošā plankumu klase koncentrējas dažās lielās teritorijās ar lielu kodola platību;
- 7) Apkārtnes līdzības pakāpe. Relatīvā interesējošo plankumu nošķirtība no tās pašas klases plankumiem.

Ainavas struktūras indikatori:

- 1) Aizņemtā frakcija vai proporcija. Nozīmīgs un vienkāršs rādītājs, kas aprēķina kāda ainavas daļu aizņem katrs seguma veids.
- 2) Daudzveidības indekss. Visu ainavā pārstāvēto segumu relatīvais izkārtojums un daudzveidība;
- 3) Lielo plankumu dominances indekss. Relatīvs lielo plankumu dominances aprēķins;
- 4) Seguma tipu sajaukuma pakāpes indekss;
- 5) Malas kontrasta indekss. Kontrasta pakāpe starp seguma tiptiem. Rādītājs parāda kādā mērā atšķiras klases pēc vienas vai vairākām pazīmēm;
- 6) Plankuma formas sarežģītības pakāpes indekss. Indekss raksturo lietotāja definēto perimetra un platības atšķirības mainību;
- 7) Proksimitātes indekss. Relatīvā vienas klases izolācijas pakāpe no tuvumā esošajiem tās pašas klases plankumiem;
- 8) Attālums līdz "tuvākajam kaimiņam" indekss. Normalizētais attālums starp vienas klases plankumiem.

Papildinājums ainavas indikatoru aprēķinam ir izvērtēt ainavas konektivitāti, izmantojot "tīklojuma analīzi", kurā ainavas raksts tiek izteikts kā tīklojums, kas sastāv no mezgliem (plankumiem vai dzīvotnēm) un savienojumiem starp tiem.

Tīklojuma elementu termini:

Mezgli, punkti, vai līniju lūzumvietas, kas reprezentē dzīvotņu plankumus;

Saites vai malas. Līnijas, kas savieno mezglus;

Komponenti. Mezglu vietas jeb mezglu vietu grupas, kas savās starpā savienotas ar saitēm;

Centrs. Mezgls, kuram ir daudzas saites;

Izolēts mezgls. Mezgls bez saitēm;

Ceļš. Attālums, kas izveidots savienojot mezglus, neatkārtojot maršrutu;

Ceļa garums. Īsākais attālums starp diviem mezgliem.

Ainavas līmeņa indikatori:

Lielākā komponenta platība. Dzīvotnes platība lielākajā komponentā attiecībā pret dzīvotnes kopplatību.

Tikai tie plankumi, kuri pārsniedz minimālo platību tiek uzskatītas par piemērotiem;

Saišu blīvums. Izteikts procentos.

Plankumu līmeņa indikatori:

Mezglu pakāpe. Kopējais saišu skaits, kas saista konkrēto mezglu, mērot lokālo konektivitāti;

Saistības sfēra, lauks. No aplūkotā mezgla kopējais tīklojumā sasniedzamo mezglu skaits. Indikators mēra plašāka mēroga plankumu konektivitāti, jo aplūko teritoriju ārpus tiešām saitēm.

## 2.1.5. Netiešo indikatoru saraksts un to nozīmības izvērtējums

### 2.1.5.1. Struktūras kritēriji

Struktūras kritēriji un indikatori un to nozīmība apkopoti 2.4. tabulā

2.4. tabula

#### Struktūras kritēriji

Kritērijs	Indikators	Mērogs			Indikatora trenda vērtējums**	Informatīvā bāze
		Latvija	Dabas reģioni	Mežaudzes		
1	2	3	4	5	6	7
Meža zemju dabiskie elementi	Meža zemju platība (ha)	3	3			MSI, AI
	Ar mežu apklātā platība (ha)					MSI, AI
	Mežainums (%)	3	3		p/+, s/-	MSI, AI
	Mežainuma pieaugums (+) vai samazinājums (-)	3	3			MSI, AI
	Purvi (ha,%)	3	3		s/-	MSI, AI
	Ūdenstilpes un ūdensteces (ha, km, %)	3	3		s/-	MSI, AI
	Dabiski smiltāji (ha, %)	3	3		s/-	MVR, AI
Meža zemju antropogēnie elementi	Izcirtumu īpatsvars meža zemēs (ha,%)	3	3		p/-s/+	MSI, AI, MVR
	Izcirsto platību pieaugums (+) vai samazināšanās (-) (ha, %)	3	3		p/-s/+	MSI, AI, MVR
	Mākslīgi pārveidotas ūdensteces un ūdenstilpes (ha, km,%)	3	3		p/-s/+	MSI, AI, MVR
	Meža ceļu garums (km) un blīvums (km/1000 ha)	3	3		p/-	MSI, AI, MVR
	Meža ceļu garums platība (ha)					MSI, AI
	Nosusināto mežu īpatsvars no pārmitro mežu platības (ha,%)	3	3		p/-	MSI, AI, MVR
	Mežā nosusināšanas grāvju garums (km) un blīvums (km/1000 ha)	3	3		p/-	MSI, AI, MVR
Zemes (meža) izmantošanas vēsture	Zemes lietošanas veidi (ha, %)	3	3			Arhīva dati
	Apzināta dedzināšana	1	1	3		Arhīva dati
	Medības	1	2	2		Arhīva dati
	Ganīšana	1	2	3		Arhīva dati
	Liela izmēra koku (dižkoku) daudzums			3	p/+s/-	Arhīva dati, pētījumi
Biotopi	Meža tipu platība un īpatsvars (ha, %)	3	3			MSI, AI, MVR
	Tipa platība ha uz 1000 ha	2	3			MSI, AI, MVR
	Meža tipu rindu platība un īpatsvars (ha, %)	2	3			MSI, AI, MVR
	Meža tipu rindu platība ha uz 1000 ha	1	3			MSI, AI, MVR
	Meža tipu grupu platība un īpatsvars (ha, %)	2	3			MSI, AI, MVR
	Meža tipu grupu platība ha uz 1000 ha	1	3			MSI, AI, MVR
	Biotopu tipu platība un īpatsvars (ha, %)	3	3			MSI, AI, MVR
	Eiropas Savienības direktīvu biotopu platība un īpatsvars (ha,%)	3	3		p/+	Speciāla inventarizācija
	Augu sabiedrību tipu platība un īpatsvars (ha, %)	3	3			Speciāla inventarizācija
Meža biotopu saglabāšana un aizsardzība	Aizsargājamo mežu platība (ha, %)	3	3		p/+	MVR, Ozols
	Dabas rezervātu un liegumu skaits un platība (ha)	3	3		p/+	MVR, Ozols

	Meži sugu un biotopu aizsardzībai, kur pilnīgi aizliegta mežsaimnieciskā darbība (ha, %)	3	3		p/+	MVR
	Meži sugu un biotopu aizsardzībai, kur daļēji aizliegta mežsaimnieciskā darbība (ha, %)	3	3		p/+	MVR
	Meži sugu un biotopu aizsardzībai, kur paredzēta saimnieciskā darbība (ha, %)	3	3			MVR
	Meži sugu un biotopu aizsardzībai, kur veikta saimnieciskā darbība (ha, %)	3	3			MVR
	Meži sugu un biotopu aizsardzībai, kur paredzēta specializēta saimnieciskā darbība (ha, %)	3	3		p/+	MVR
	Meži sugu un biotopu aizsardzībai, kur veikta specializēta saimnieciskā darbība (ha, %)	3	3		p/+	MVR
	Meži valsts nozīmes aizsargājamajos objektos (ha, %)	3	3			MVR
	Meži vietējās nozīmes aizsargājamajos objektos (ha, %)	3	3			MVR
	Dabisko mežu biotopi (skaits, platība)	3	3		p/+	MVR
	Aizsargjoslu platība (ha)	3	3			MVR
Meža ražība un biomasa	Kopējā krāja ( $m^3$ )	3	3		p/-	MSI, AI
	Vidējā kokaudzes krāja ( $m^3ha^{-1}$ )	3	3	3		MSI, AI
	Krājas kopējais pieaugums ( $m^3ha^{-1}gads^{-1}$ )	3	3			MSI
	Valdošo kokaudzes sugu krājas pieaugums ( $m^3ha^{-1}gads^{-1}$ )	3	3	3		MSI
	Mežaudzes fitomasa ( $kg\cdot ha^{-1}$ )	3	3	3		MSI, Speciāli pētījumi
Audzes vecums	Kokaudzes vecuma sadalījums un dinamika desmitgadēs (ha,%)	3	3			MSI
	Kokaudzes vecuma sadalījums un dinamika desmitgadēs pa meža tipiēm (ha,%)	3	3			MSI
	Koku sugu vecuma sadalījums un dinamika desmitgadēs (ha,%)	3	3			MSI
	Saimnieciskā vecuma grupu struktūra un dinamika (ha,%)	3	3			MSI
	Saimnieciskā vecuma grupu struktūra un dinamika pa meža tipiēm (ha,%)	3	3			MSI
	Koku sugu saimnieciskā vecuma grupu sadalījums un dinamika (ha,%)	3	3			MSI
	Vecuma klašu struktūra un dinamika (ha,%)	3	3			MSI
	Vecuma klašu struktūra un dinamika pa meža tipiēm (ha,%)	3	3			MSI
	Koku sugu vecuma klašu sadalījums un dinamika (ha,%)	3	3			MSI
Meža atjaunošana	Dabiski atjaunotās platības (ha, %)	3	3			MSI, MVR
	Dabiski atjaunoto platību dinamika (pa gadiem, desmitgadēm)	3	3			MSI, MVR
	Dabiski atjaunoto platību sugu sastāvs (ha, %)	3	3			MSI
	Dīgstu blīvums (skaits / ha)			3		Speciāli pētījumi
	Mākslīgi atjaunotās platības (ha,%)	3	3		p/-s/+?	MVR
	Stādītas (ha,%)	3	3			MVR
	Sētas (ha,%)	3	3			MVR
	Sugu sastāvs (ha, %)	3	3			MVR
	Mākslīgi atjaunoto platību dinamika (pa gadiem, desmitgadēm)	3	3		p/-s/+	MVR
	Tiraudzes (ha, %)	3	3		p/-s/+	MSI
Sukcesijas stadija	Zālaugu stadija (ha, %)	1	3			MSI, Speciāli pētījumi
	Krūmāju stadija (ha, %)	1	3			MSI, speciāli pētījumi
	Pioniersugu stadija (ha, %)	1	3			MSI, speciāli pētījumi

	Pamatsugu (klimaksa) stadija (ha, %)	1	3			MSI, speciāli pētījumi
	Augšanas apstākļiem atbilstošs sugu sastāvs	2	2	3		MSI, speciāli pētījumi
Audzes kontinuitāte	Ar mežu aplāto platību pastāvēšanas ilgums			3	p/+ s/-	Vēsturi un kartogrāfiski materiāli, arhīva dati
	Par kontinuitāti liecinošas indikatorsugas			3		Speciāls pētījums
	Audzū vidējais vecums (ha, %)	2	3		p/+ s/-	MSI
	Attālums starp pāraugušām audzēm	3	3		p/- s/+	MSI, AI, MVR
Fragmentācija	Ar mežu aplāto zemju īpatsvars (%) uz platības vienību meža zemēs	3	3			MSI
	Attālums starp diviem nefragmentētiem noteiktiem biotopiem			3		Speciāls pētījums
	Attālums starp divām nefragmentētām noteikta vecuma audzēm			3		Speciāls pētījums
	Meža masīvu skaits un lielums ainavā	3	3			Speciāls pētījums
	Meža īpašumu skaits	2	2		p/-	MVR
	Īpašumu vidējā meža platība	2	2		p/+	MVR
	Meža nogabalu skaits	2	2		p/-	MVR, AI
	Meža nogabalu vidējā platība (ha)	2	2		p/+, s/-	MVR, AI
	Meža ceļu garums (km) un blīvums (km / 1000 ha)	3	3		p/-	MVR
	Nosusināšanas grāvju garums (km) un blīvums (km / 1000 ha)	3	3		p/-	MVR
	Kvartālstīgu garums (km) un blīvums (km/1000 ha)	3	3		p/-	MVR
Elektrolīniju garums (km) un blīvums (km/1000 ha)	3	3		p/- s/+	MVR	
Ekotoni (pārejas joslas, mežmalas)	Ar mežu aplāto platību pieaugums uz platības vienību lauksaimniecības zemēs	3	3			MVR
	Meža – lauksaimniecības zemju saskares joslu garums attiecināts uz meža platību	3	3			Satelītuizvērtējumi
	Mežaudzes malas un platības attiecība		3	3		Speciāls pētījums
	Ekotona garums (km) un blīvums (km/1000 ha)	3	3			Speciāls pētījums
Mežaudzes struktūra	Mežaudzes platība (ha)			3	p/+, s/-	MVR
	Stāvu skaits			3	p/+	Speciāli pētījumi
	Stāvu slēgums un segums			3		Speciāli pētījumi, MSI
	Stāvu augstums			3		Speciāli pētījumi
Kokaudzes struktūra	Koku skaits un blīvums (uz ha)			3		MSI, speciāli pētījumi
	Lapukoku un skujkoku attiecība			3		MSI
	Šķērslaukums (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )			3	p/+, s/-	MSI
	Caurmērs (cm)			3	p/+, s/-	MSI
	Koku vainagu izlīdzinātība (sociālais stāvoklis)			3	p/-	MSI Speciāli pētījumi
	Izretinājumi		2	3	p/+	Speciāli pētījumi
	Lauces		3	3		Meža valsts reģistrs, speciāli pētījumi
	Dobumainu koku skaits un blīvums (uz ha)			3	p/+	MSI, Speciāli pētījumi
Koku telpiskais izvietojums					Speciāli pētījumi	
Mirusī koksne	Stāvoša koksne (m <sup>3</sup> . ha <sup>-1</sup> )		2	3	p/+, s/-	MSI
	Nokaltušu koku sadalīšanās stadijas		2	3		MSI
	Stāvošas koksnes caurmērs (cm)		2	3	p/+, s/-	MSI



	Kritalu caurmērs (cm)		2	3	p/+, s/-	MSI
	Kritalu apjoms (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )		2	3	p/+, s/-	MSI
	Kritalu sadalīšanās pakāpe		2	3		MSI
Zemsega	Humusa formas		1	3		Speciāli pētījumi
	Zemsegas biezums, masa		1	3		Speciāli pētījumi
	Ugunsbīstamība		2	3		Speciāli pētījumi

\* Kritēriju nozīmība: 3 – ļoti nozīmīgs, 2 – nozīmīgs, 1 – maznozīmīgs

\*\* Indikatora trenda vērtējums dots indikatoriem, kuru vērtību pieaugums vai samazinājums bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas kontekstā viennozīmīgi vērtējams kā pozitīva vai kā negatīva parādība. Vērtējums nav dots indikatoriem, kuru vērtību pieauguma vai samazinājuma ietekme uz bioloģisko daudzveidību var būt gan pozitīva, gan negatīva atkarībā no dažādiem citiem faktoriem.

p – pieaugums, s – samazinājums, (-) – negatīva parādība, (+) – pozitīva parādība

Piemēram, indikatora “izcirtumu īpatsvars” vērtējums p/-, s/+ nozīmē, ka izcirtumu platības īpatsvara pieaugums ir negatīvs process, bet samazinājums – pozitīvs process.

\*\*\* MSI – Meža resursu monitorings, AI- attālās izpētes metode, MVR – meža valsts reģistrs.

### 2.1.2.3. Funkciju kritēriji

Bioloģiskās daudzveidības funkciju kritēriji veido trīs lielas grupas: dabiskie faktori (traucējumi), dabisko faktoru (traucējumu) ierobežojumi, antropogēnie faktori (2.5.tab.).

2.5. tabula

### Funkciju (traucējumu) kritēriji

Kritērijs	Indikators	Mērogs un nozīmības pakāpe*			Indikatora trenda vērtējums**	Informatīvā bāze	
		Nacionālā	Reģionālā				Lokālā
			Latvija	Dabas reģioni			
<b>Dabiskie faktori</b>							
Uguns	Meždegu platība, trends	3	3			MVR	
	Meždegu skaits, trends	3	3			MVR	
	Meždegas aizsargājamās mežos, platība	3	3			MVR	
	Izdegušas platības, kur notiek dabiska atjaunošanās	3	3		p/+	MVR	
Vējš	Vējgāžu platība, ha	3	3			MVR	
	Vēja apdraudēto mežaudžu platība, ha	3	3			MVR	
	Vējlauzes, ha	3	3			MVR	
	Atsevišķi izgāzti koki audzē (izretināšanās)	1	3		3	Speciāls pētījums	
Sniegs	Snieglaužu platība, ha	3	3			MVR	
Ūdens (pali)	Palos applūstošo mežu platība	3	3			Speciāls pētījums	
Bioloģiskie traucējumi	Slimību skarto mežu kopējā platība, ha	3	3			MSI, MVR, speciāls pētījums	
	Meža kaitēkļu postījumi, ha	3	3			MSI, MVR, speciāls pētījums	
	Stumbra mizas bojājumi	3	3		3	MSI, MVR, speciāls pētījums	
	Bebu appludinātās platības	3	3			MSI, MVR, speciāls pētījums	
	Atsevišķi veci izgāzušies koki audzē (izretināšanās)	1	3		3	Speciāls pētījums	
<b>Dabisko faktoru ierobežojumi</b>							
Uguns	Ugunsbarjeru (uzartu stigu, lapkoku joslu) garums, km	3	3			MVR	
	Nocirsto meždegu platība, apjoms (ha, m <sup>3</sup> )	3	3		s/+	MVR	
	Mākslīgi atjaunoto meždegu platība, ha	3	3		s/+	MVR	
Vējš	Nocirsto vējgāžu platība, apjoms (ha, m <sup>3</sup> )	3	3		s/+	MVR	
	Nocirsto vējlaužu platība, apjoms (ha, m <sup>3</sup> )	3	3		s/+	MVR	
	Vēja aizsargjoslu stādījumi, ha	1	1			Speciāls pētījums	
Ūdens	Palus ierobežojošie pasākumi (nosusināšanas grāvji, iztaisnotas, padziļinātas upes (km))	3	3		s/+, p/-	Speciāls pētījums	

Bioloģiskie traucējumi	Nocirsto meža slimību bojāto audžu platība un apjoms (ha, m <sup>3</sup> )	3	3			s/+	MVR
	Nocirsto meža kaitēkļu ietekmēto audžu platība un apjoms (ha, m <sup>3</sup> )	3	3			s/+	MVR
	Izpostītie bebru dambji, nolaistie bebru dīķi (skaits, ha)	3	3				Speciāls pētījums
	Mākslīgu viena vecuma audžu daudzums (ha,%)	3	3		3	p/-, s/+	Speciāls pētījums
Meža cirtes	Kailciršu platība gadā (ha, %)	3	1			p/-, s/+	MSI, AI, MVR
	Izcirtuma vidējā platība (ha)	3	3			p/-, s/+	AI, MVR
	Kopšanas ciršu platība gadā (ha, %)	3				p/-	MSI, AI, MVR
	Sanitāro ciršu platība gadā (ha, %)	3				p/-	MSI, AI, MVR
	Nosusinātās meža platības (ha, %)	3	3			p/-	MSI, MVR
	Ar mežu neapklātās platības (ha, %)	3	3			p/-	MSI, AI, MVR
	Ar mežu neapklāto platību sadalījums pa meža tipiem (ha,%)	3	3				MSI, AI, MVR
Nemiera faktors	Ciršu apjoms pa mēnešiem (ha, m <sup>3</sup> )	3	3			p/-,s/+	AI
	Atpūtas mežu platība, ha	3	3			p/-	MVR, AI
	Apmeklētāju skaits un biežums	3	3			p/-,s/+	Speciāls pētījums
	Medību saimniecību meži, ha	3	2				MVR
	Meži militārām vajadzībām, ha	3					MVR
Meža sinantropizācija	Svešzemju sugu skaits	3	3		3	p/-,s/+	MSI, Speciāls pētījums
	Apofītu un antropofītu sugu skaita attiecība	3	3		3		Speciāls pētījums
	Ruderālo sugu skaits un blīvums					p/-,s/+	Speciāls pētījums
	Graudzāļu sugu skaits un blīvums	2	2		3	p/-,s/+	Speciāls pētījums
	Krūmu stāva slēgums un blīvums	2	2		3		Speciāls pētījums
	Lakstaugu stāva segums	2	2		3		Speciāls pētījums
	Vietējo un neofītu augu sabiedrību attiecība	3	3				Speciāls pētījums
Substrāta eutrofikācija	Sēra un slāpekļa depoziņu apjoms	3	3		3	p/-,s/+	Speciāls pētījums
	Meža piegružošana un piemēslošana	3	2		3	p/-,s/+	Speciāls pētījums
	Mēsloto mežu mežu platība, ha	3				p/-,s/+	Speciāls pētījums
	Zemsegas sadalīšanās intensitāte				3		Speciāls pētījums
Gaišana	Gaišanai izmantotās meža platības (ha)	3	3		3		Speciāls pētījums

\*Kritēriju nozīmība: 3 – ļoti nozīmīgs, 2 – nozīmīgs, 1 - maznozīmīgs

\*\* Indikatora trenda vērtējums dots indikatoriem, kuru vērtību pieaugums vai samazinājums bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas kontekstā viennozīmīgi vērtējams kā pozitīva vai kā negatīva parādība. Vērtējums nav dots indikatoriem, kuru vērtību pieauguma vai samazinājuma ietekme uz bioloģisko daudzveidību var būt gan pozitīva, gan negatīva atkarībā no dažādiem citiem faktoriem.

p – pieaugums, s – samazinājums, (-) – negatīva parādība, (+) – pozitīva parādība

Piemēram, indikatora “kailciršu platība gadā” vērtējums p/-, s/+ nozīmē, ka kailciršu platības gadā pieaugums ir negatīvs process, bet samazinājums – pozitīvs process.

\*\*\* MSI – meža resursu monitorings, AI – attālās izpētes metodes, MVR – meža valsts reģistrs.

## 2.2. Priekšlikumi par BD indikatoriem, pamatojoties uz meža resursu monitoringa (MRM) parauglaukumu tīklojumu

DU2.2. Sagatavot priekšlikumu par analizējamajiem BD indikatoriem, pamatojoties uz meža resursu monitoringa (MRM) parauglaukumu tīklojumu. (Izvērtēt MRM parauglaukumos iegūstamos datus un izstrādāt to pielietojuma algoritmus BD monitoringā).

### 2.2.1. Meža resursu monitoringa laukumos iegūstamie BD indikatori

Meža statistiskās inventarizācijas jeb meža resursu monitoringa tīkls ir izveidots ar mērķi reprezentēt Latvijas mežu krāju nacionālā līmenī. Taču, ja parauglaukumu skaits attiecīgajā Latvijas reģionā ir pietiekami liels, to var izmantot arī reģionālo stāvokļa un izmaiņu novērtēšanai.

Jau ar pašreizējo MRM metodiku ir iegūstama sekojoša informācija, kas izmantojama bioloģiskās daudzveidības raksturošanai:

- Koku sugu sastāvs (ģints līmenī);
- Krūmu sugu sastāvs (ģints līmenī);
- Atmirušu koku stumbri (sausokņi, kritālas) skaits un dimensijas (garums, resnums, krāja);
- Atmirušu koku stumbru (kritālas) sadalīšanās pakāpe 3 klases;
- Nolūzušu koku stumbeņu krāja (garums, resnums, krāja);
- Atmirušās koka suga;
- Cilvēku darbības rezultātā radušies celmi (nav informācija par dabiski veidojušos koku celmiem);
- Meža aizsardzības pakāpe (atbilstoši MRV reģistrētajiem ierobežojumiem);
- Informācija par veikto saimniecisko darbību (koku ciršana, atjaunošana);
- Informācija par dabiskajiem traucējumiem un bojājumiem;
- Atjaunotās platības;
- Atjaunotā suga;
- Atjaunošanas veids;
- Krūmu augstums, krāja;
- Augsnes mitrums;
- Organiskā slāņa biezums;
- Augsnes tips;
- Attīstības stadija Development phase (vecumgrupa);
- Horizontālā struktūra (Horizontal structure);
- Vertikālā struktūra (Vertical structure) stāvoklis;
- Koku vecums;
- Koku vainagu klājums;
- Koka caurmērs;
- Koka veselības stāvoklis;
- Koku augstums;
- Koksnes bojājumi (Tree infections);
- Iepriekšējās paaudzes veco koku esamība (veteran trees)

Pašlaik no MRM netiek noteikti:

- Dabiskuma pakāpe (pašlaik netiek noteikta, bet to iespējams noteikt)
- Mikro dzīvotņu sastopamība (pašlaik netiek noteikta)
- dabisko celmi (bet to ir iespējams noteikt)
- dzīvo koku atmirušās daļa
  
- Putnu sugas
- Sūnaugu sugas
- Sēņu sugas
- Augu sugas (Herb and grass species)
- Bez mugurkaulnieku sugas (Invertebrate species)
- Kērpju sugas (Lichen species)
- Mugurkaulnieku sugas (Vertebrate species)

Balstoties uz pašreiz veiktajiem mērījumiem iespējams veikt sekojošu indikatoru aprēķinus 55 struktūras indikatoru aprēķinu (2.4. tabula) un 9 funkciju indikatorus (2.5.tabula)

Taču no tiem pārbaudei piedāvājam tikai 6

2.2.1. Platību sadalījums un izmaiņas pa sugu skaita grupām;

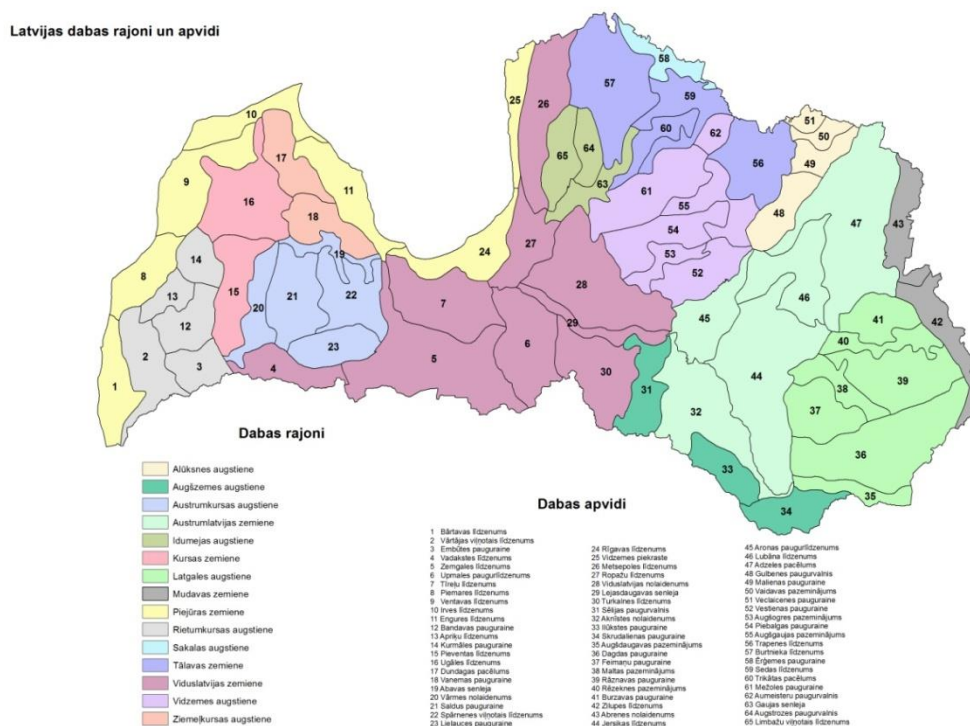
- 2.2.2. Platību sadalījums pēc meža atjaunošanas veida (dabiski vai mākslīgi atjaunotas audzes)
- 2.2.3. Atmirušās koksnes apjoms un tā izmaiņas;
- 2.2.4. Platību sadalījums un izmaiņas pa attīstības stadijām;
- 2.2.5. Platību sadalījums un izmaiņas pa pameža daudzveidības grupām;
- 2.2.6. Audžu sadalījums pa vertikālās struktūras grupām.

## 2.2.2. MRM parauglaukumos ar papildus pētījumiem iegūstamie BD indikatori

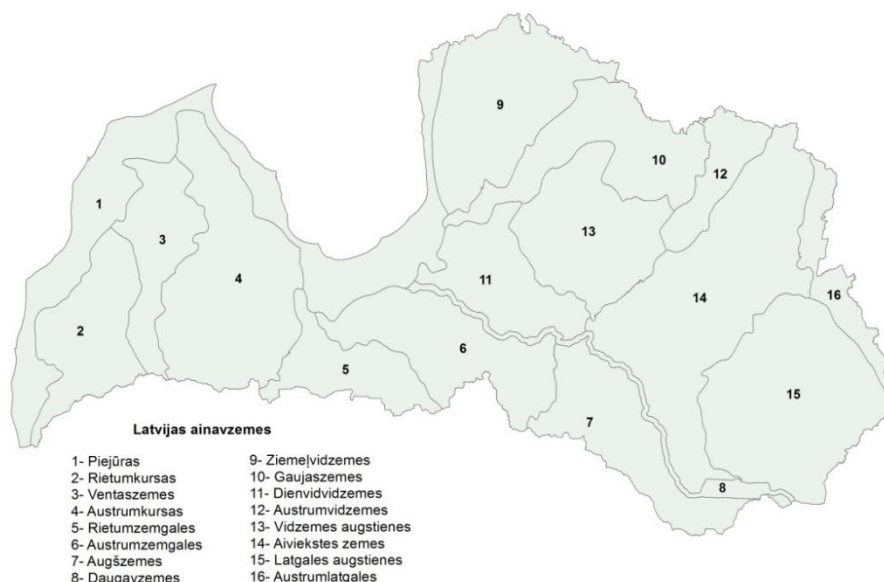
Mežaudžu bioloģiskās daudzveidības pašreizējā stāvokļa vērtējumam un izmaiņu prognozēšanai izmantojami dati, kas iegūti pastāvīgos parauglaukumos, kuros pēc noteiktas un vienotas metodes veikti ilglaicīgi mežaudzes parametru novērojumi. Šādu sistemātisku mežaudžu novērojumu veikšanai jāvadās no šādiem galvenajiem pamatprincipiem.

*Pirmkārt*, datu uzskaites laukumiem jābūt izvietotiem valsts teritorijā tā, lai tie **aptvertu (reprezentētu) dabas apstākļu dažādību reģionālā dimensijā**. Šim nosacījumam pašlaik atbilstošākās ir Latvijas teritorijas rajonēšanas shēmas pēc dabas apstākļu dažādības, kuras izstrādātas pamatojoties uz zemes virsas (jeb ģeomorfoloģiskām) un klimatiskām pazīmēm.

Pašlaik visvairāk lietotās ir V. Zelča un V. Šteina 1989. gadā publicētā fiziogēogrāfiskā rajonēšanas shēma (2.2.att.) K. Ramana 1994. gadā publicētā ainavrajonēšanas shēma (2.3. att.).



2.2.attēls. Latvijas fiziogēogrāfiskā rajonēšana. Latvijas dabas reģioni un dabas apvidi.



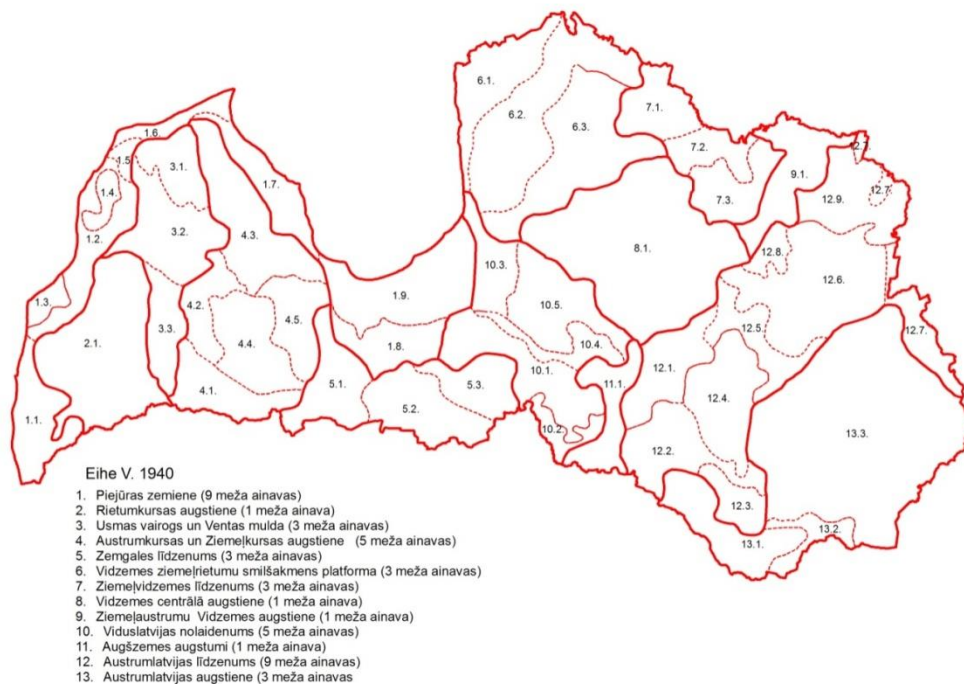
2.3.attēls. Latvijas ainavzemes.

Abās minētajās dabas rajonēšanās shēmās dalījums pirmās pakāpes reģionos (dabas reģioni un ainavzemes) ir visumā līdzīgs, reģionu skaits un nosaukumi, kā arī reģionu robežas daudzviet sakrīt, vai ir ļoti tuvas. Izvēloties pastāvīgo parauglaukumu tīklu mežaudžu bioloģiskās daudzveidības monitoringam ieteicams izmantot K. Ramana ainavzemju sistēmu, jo K. Ramana ainavzemes pārņemto un papildina pirmo Latvijas dabas un saimniecības reģionu (Ramans 1935) izdalīšanas pamatnostādnes; pirmais vispusīgais un līdz pat mūsdienām nozīmīgais V. Eihe pētījums par Latvijas meža ģeogrāfiju (Eihe, 1940), balstījās uz Ģ. Ramana 1935.gada rajonēšanas shēmas (2.4.att.). Ne mazāk svarīgi, ka K. Ramana 1994.gada dabas rajonēšanā, ainavzemes dalās trīs zemākas pakāpes ainavās – mežaiņu, mežāru un āru ainavās, tādejādi ar meža un nemeža platību attiecību attiecīgajā apvidu atspoguļojot teritorijas iekultivēšanas/dabiskuma pakāpi.

*Otrkārt*, meža daudzveidības monitoringa parauglaukumiem jāreprezentē meža reģiona (ainavzemes) **meža tipu struktūra**. 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**. Plānojot parauglaukumu skaitu ir jāņem vērā visos reģionos trīs **valdošo** (izplatīto) audzi veidojošos sugu (priede, egļe, bērzs), **pareto** audzi veidojošo sugu (baltalksnis, apse, melnalksnis) un **reto** sugu (osis, ozols, vīksna, liepa, kļava, skābardis un dižskābardis) audžu daudzums un vecuma struktūra.

*Ceturtkārt*, meža bioloģiskās daudzveidības novērojumu parauglaukumu izkārtojumam jāatbilst **regulāram vai arī kombinētam** (regulāram un nejaušam). Šāds parauglaukumu izkārtojums vienmērīgi aptvertu visu Latvijas teritoriju un nodrošinātu datu ticamību.



#### 2.4. attēls. V. Eihe Latvijas meža ģeogrāfiskie reģioni.

Kā jau minēts Meža statistiskās inventarizācijas jeb meža resursu monitoringa tīkls ir izveidots ar mērķi reprezentēt Latvijas mežu krāju nacionālā līmenī. Taču, ja parauglaukumu skaits attiecīgajā reģionā ir pietiekami liels, to var izmantot arī reģionālo stāvokļa un izmaiņu novērtēšanai.

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):

$\alpha$ -daudzveidība: sugu daudzveidība lokālā mērogā, konkrētā ekosistēmā;

$\beta$ -daudzveidība: daudzveidības atšķirības starp dažādām ekosistēmām;

$\gamma$ -daudzveidība: daudzveidība ainavas mērogā, reģionā.

Veģetācijas uzskaites laukumu izvietojumu platībā iespējams plānot dažādi, no šī izvietojuma lielā mērā atkarīgas turpmākās rezultātu interpretācijas iespējas. Viena no iespējām ir izvietot laukumus proporcionāli meža tipoloģiskajai struktūrai iepriekš definētā reģionā (ainavzemē/sateces baseinā).

Apsekojot MRM parauglaukumus un veicot papildus pētījumus iespējams iegūt sekojošu informāciju:  
 Struktūru daudzums un biotopu kvalitāte līdzīgi kā Eiropas biotopu kvalitātes novērtēšanā;  
 Meža novērtējums atbilstībai EUNIS vai direktīvas biotopu klasifikācijai

### 2.3. Priekšlikumi par monitorējamo meža modeļteritoriju atlases principiem

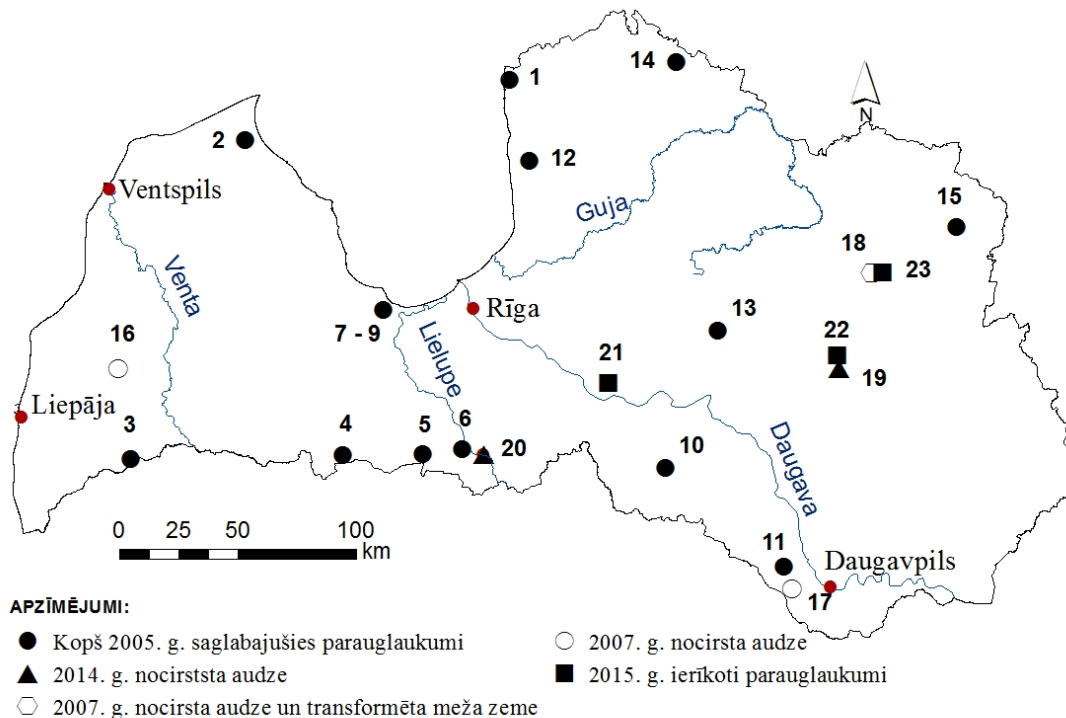
D.U.2.3. Sagatavot priekšlikumu par monitorējamo meža modeļteritoriju (intensīvi un/vai ekstensīvi apsaimniekoti meža masīvi) un meža etalonaudžu (dažādi mežaudzes tipi, saliktas audzes, destruētas audzes utt.) atlases principiem.

#### 2.3.1. Modeļteritoriju atlase reto koku sugu audžu novērtēšanai

Izvērtējot iepriekšējās nodaļās aprakstītos uzstādījumus, konstatēts, ka fona monitoringa veikšanai bez MSI parauglaukumiem nepieciešams izmantot parauglaukumus reti sastopāmo koku sugu audzēs, kā arī ģenētisko resursu audzēs.

## Reto audžu parauglaurkumu tīklojums

Reto audzi veidojošo sugu (osis, ozols, vīksna, liepa, kļava, skābardis un dižskābardis) monitoringam iesakām izmantot jau pašlaik oša, vīksnas, ozola, skābarža un dižskābarža audzēs iekārtoto pastāvīgo parauglaurkumu tīklu. Piemērs (2.5. att.)



### 2.5. attēls. Oša audžu pastāvīgo parauglaurkumu izvietojums Latvijā

Parauglaurkumi: 1 - Ainaži, 2 – Vidāle, 3 – Vaiņode, 4 – Ukri, 5 – Bērvircava, 6 – Rundāle, 7 – Ķēmeri\_1, 8 – Ķēmeri\_2, 9 – Ķēmeri\_3, 10 – Viesīte, 11 – Jaunlaši, 12 – Limbaži, 13 – Vestiena, 14 – Pīksāre, 15 – Viļaka, 16 – Aizpute, 17 – Šēdere, 18 – Gulbene, 19 – Barkava, 20 – Bauska, 21 – Skrīveri, 22 – Lisiņa, 23 – Ezernieki.

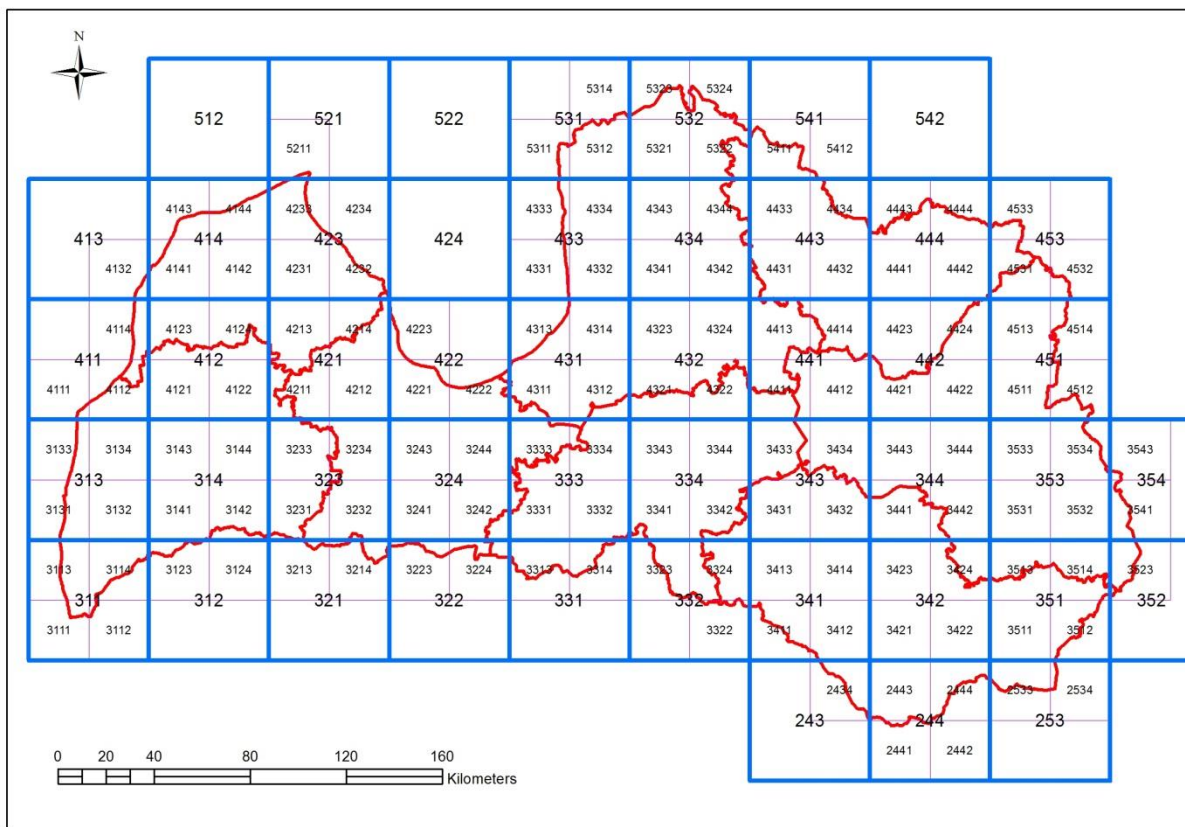
### 2.3.2. Modeļteritoriju atlase ainavas indikatoru novērtēšanai

Ja tehnisku iemeslu dēļ nav iespējama visas Latvijas teritorijas analīze ainavas līmeņa indikatoru noteikšanai, analīzei izmantojami 8 kvadrāti no 50\*50km kvadrātiem 313, 314, 323, 324, 333, 334, 341, 342, 343, 351, 353, 412, 414, 421, 423, 431, 432, 433, 434, 441, 442, 443, 444, 451, 532. (100m pikseļi).

Tajos izlozes kārtībā izvēlas 16 gab. 25 \*25km kvadrātus (2 katrā no 8 atlasītajiem)

Savukārt 3. solī atlasa 32 gab. 5\*5km kvadrātus (2 katrā no 16 iepriekšējā solī atlasītajiem). 2.6. attēls.

Sadalījuma izmaiņas analizē laika rindā.



2.6.Attēls. Monitoringa kvadrāti

## 2.4. Priekšlikumi par attālās izpētes metožu izmantošanu meža BD monitoringā, saistot ar MRM parauglaukumu datus, lokālo un ainavas līmeni

D.U.2.4. Sagatavot priekšlikumu par attālās izpētes metožu izmantošanu meža BD monitoringā, saistot ar MRM parauglaukumu datus, lokālo un ainavas līmeni

Nacionālā meža monitoringa pamatuzdevums ainavas līmenī ir pamatojoties uz parauglaukumu un attālās izpētes datiem, sekot līdzi izmaiņām meža ainavu struktūrā, identificējot izmaiņu cēloņus un paredzēt iespējamās sekas meža ekosistēmu daudzveidībai.

Būtiska ir ne tikai indeksu izvēle atkarībā no līmeņa, bet arī datu avoti, kas tiek izmantoti ainavu struktūras izpētē.

Latvijas meža teritorijas, atkarībā no mēroga un pētījuma uzdevuma, veido dažādā pakāpē kompleksas telpiskās mozaīkas, kas laika gaitā mainās. Telpisko mozaīka lietderīgi aprakstīt un analizēt tās izmaiņas, izmantojot šādus telpisko datu veidus:

1) Augstas izšķirtspējas ortofoto kartes, kas pieejamas kopš 1994. gada; pilnā apjomā 5.ciklu periodos ar 1-3 gadu pārtraukumiem starp aerofotografēšanas cikliem. Dati pieejami bez maksas un sagatavoti augstā izšķirtspējā (0,25-0,5m), tomēr atšķirīgā fotografēšanas laika, fenoloģisko, meteoroloģisko un citu faktoru ietekmē, līdzšinējie mēģinājumi, nedod augstākas ticamības rezultātus meža ekosistēmu atpazīšanā kā vien skujkoku un mistroto kokaudžu nodalīšana.

2) Virsmas raksturu var ilustrēt arī skaitliskiem mērījumiem, kuri nepārtraukti mainās visā ainavas teritorijā, faktiski padarot skaidru noteiktu robežu novilkšanu par problemātisku. Piemēram, virsmas modelis, kurā dati tiek sagatavoti kā 3D produkts (x, y un z koordināte), kur katrs virsmas punkts tiek aprakstīts ar virsmas augstumu. Virsmas raksta analīze lielā mēra ir vērsta, lai noteiktu un modelētu telpiskās sakarības, kādas pastāv mērāmajā raksturlielumā. Virsmas datu analīze palīdz atbildēt uz jautājumu: vai plankumi, kas atrodas tuvu cits citam ir līdzīgi arī attiecībās uz mērāmo raksturlielumu? Latvijas (pagaidām ne visai teritorijai) situācijā ir pieejami klasificēti lāzerskanēšanas materiāli (zemes



virsmā, zemā veģetācija, augstā veģetācija, būves), kur kopējais punktu skaits – 4/m<sup>2</sup>, no kuriem zemes punkti ne mazāk kā 1,5/ m<sup>2</sup> un vertikālā precizitāte ne mazāka kā 12cm. Paredzams, ka visai valsts teritorijai dati būs iegūstami līdz 2020.gadam.

3) Publicētie dati un pieejamie uzskaišu rezultāti (ĪADT, mikroliegumi, “dabas skaitīšanas” rezultāti u.c).

4) Lauka apstākļos iegūtie dati ainavas analīzē tiek izmantoti, lai kartētu telpisko rakstu, piemēram, noteiktiem veģetācijas tipiem, salīdzinoši nelielā platībā vai pārbaudītu telpiskos modeļus relatīvi nelielā platībā. Rezultātā iespējams pārbaudīt un izvērtēt kādu noteiktu biotopu struktūru, un izmantot rezultātus attēla paraksta sagatavošanai, veicot interesējošo ainavas mozaīkas elementu atlasī. Šajā datu grupā pieskaitāmi MRM dati, kā arī lauku pētījumu (veģetācijas uzskaites parauglaukumi).

5) Lineārā tīklojuma dati. Tie nepieciešami, jo attēlo lineāros ainavas elementus, piemēram, upju palieņu teritorijas nepieciešams un tiek izmantoti, lai raksturotu ainavas fizisko struktūru: koridoru blīvumu, tīklojuma savienojuma pakāpi.

6) Kategorizētie dati, kas attēlojas kā skaidri nodalāma plankumu mozaīka. Šeit pieskaitāmi dažādas izšķirtspējas satelītattēli (esam apzinājuši dažus populārākos produktus):

6.1. Azerocosmos piedāvātās Azerspace-1 (SPOT-7) Azersky/SPOT 6 ar 1,5m izšķirtspējas melnbaltām ainām un 4 joslu (RGB un NIR) multispektrāliem attēliem ar 6m izšķirtspēju. Atbilstoši 2016. gada cenas par četrus gadu periodā arhīvā uzkrātajām bildēm ir no EUR 0,9-2,9 pasūtīt vismaz 100km<sup>2</sup> lielu teritoriju.

6.2. WorldView -2 ar izšķirtspēju 0,5-1,5m piedāvā WMS ortofoto kartes servisu ar metadatiem kopš 2017. gada. Kartes tiek atjaunotas katru gadu. Cena svārstās robežās no EUR 515-625/100km<sup>2</sup> un atkarīgā no pasūtītās teritorijas lieluma.

6.3. Eiropas kosmosa aģentūras piedāvātais SENTINEL 1, 2 satelītattēli ar 10-60m telpisko izšķirtspēju, arī iekļauj radara datus. Produkts ir bezmaksas, tomēr līdzšinējā pieredze liecina par grūtībām gada laikā iegūt vairāk nekā vienu kvalitatīvu attēlu sēriju.

Datu apstrādei izmantojamas vairākas plaši lietotas programmas, kas brīvi pieejamas lejuplādei to mājas lapās.

Geospatial Modelling Environment

Piedāvā plašu statistisko rīku klāstu.

Pieejama:

<http://www.spatial ecology.com/gme/gmedownload.htm>

Conifore Sensinode

Piedāvā kvantificēt dzīvotņu teritorijas un to savienojumus, lai uzturētu vai uzlabotu savienojamību, kā arī analizētu ietekmi uz dzīvotņu savienojamību un ainavas izmaiņām. Iespējams izmantot, lai identificētu un prioritizētu būtiskas teritorijas dzīvotņu un ainavas konektivitātei.

Pieejama:

<http://www.conefor.org/coneforsensinode.html>

FRAGSTATS

FRAGSTATS tiek izmantots, lai analizētu plašu ainavas indikatoru spektru kategorizētām ainavu mozaikām. Pieejama nu jau ceturtā šīs programmas versija, iekļaujot arī virsmas raksta indikatorus.

Pieejama: [http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats\\_downloads.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/downloads/fragstats_downloads.html)

Guidos

Programma, lai veiktu morfoloģisku telpiskā raksta analīzi pētāmajā attēlā. Īpašs uzsvars likts uz strukturālo konektivitāti un atšķirīgu attēla elementu klasifikāciju, iekļaujot kodolzonas, malas u.c. Kā programmaplašinājums izveidots arī ArcGIS. Iekļauj arī Conifore Sensinode.

Pieejama:

<http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos>

<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=f2e45827e3e7467dae39e9abeff26410>

Ņemot vērā datu īpašības iespējams izmantot arī objektu atpazīšanas programmu, kas ļautu precizēt attēlās izpētes datus identificētos neskaidros elementus. Šādu iespēju nodrošina eCognition, kas ir maksas programma. eCognition programmatūrā iespējams vienlaicīgi izveidot daudzveidīgu ģeodatu

kopu, kurā ietilpst rastra attēli, LIDAR punktu mākonis, GIS vektordati, radara un hiperspektrālie dati. Datu apstrādes process ir balstīts pieejā, kas identificē ģeogrāfisku objektus un strukturē to savstarpēji saistītā tīklojumā. Datu apstrādes process tiek saukts par objektā balstītu attēla analīzi. Programma sekmīgi izmantota, lai augstas izšķirtspējas tāluzpētes datus identificētu koku sugu mistrojumu kokaudzēs.

Ieteikumi bioloģiskās daudzveidības monitoringam ainavas līmenī:

1) Attiecībā uz MRM datiem:

1.1. MRM parauglaukumu centru precīzu koordināšu noteikšana izmantojot LatPos GNSS bāzes stacijas, kas nodrošina iespēju ar atbilstošu aprīkojumu noteikt koordinātas ar piecu milimetru precizitāti, veicot uzkrāto datu pēcapstrādi ar ģeodēziskām programmatūrām, piemēram, pieejams: <http://www.rtklib.com/>

1.2. MRM parauglaukumā augošo pirmā stāva koku vainagu spektrālo parakstu un tekstūras kolekcijas izveide attēlu atpazīšanas algoritmu procesam. Ņemot vērā Latvijas mežu dažādību, datu aktualitāti, pieejamo datu kvalitātes atšķirības dažādās Latvijas vietās, lietderīgi izvēlēties pietiekami lielas testa teritorijas, lai pārbaudītu ainavas indikatoru, programmatūru. Ierosinām izvēlēties dažādās Latvijas vietās teritorijas, atbilstoši TKS 92 1:50 000 mēroga karšu lapu dalījumam, tā, lai kopumā tiktu pārstāvēts ainavzemju un ainavapvidu iedalījums (Ramans, 1993).

1.3. Reprezentatīvo (iespējami viendabīgo) MRM parauglaukuma teritoriju izvēle un sasaiste ar DEM un DSM modeļiem, kā arī aprēķinot apauguma (CHM), augstuma un vainaga biežības rādītājus, lai izvērtētu vienas ainavu dalījuma klases (skujkoku vai mistrotās audzes) iespējas nodalīt audzes divās grupās, atbilstoši to vecumam. Kokaudžu vainagu tekstūras, kā arī citu rādītāju analīze izmantojot eCognition programmas iespējas.

1.4. Attēlu sagatavošana ainavas indikatoru aprēķina procesam. Attēli ģeneralizējami, izveidojot 20x20m lielus pikselus, uz kā pamata identificētas homogēnas platības ne mazākas par 0,1ha. Klašu dalījums norādīts punktos 2.1. un 2.2.

2) Ainavas līmeņa monitoringam, atkarībā no datu pieejamības jānošķir:

2.1. Plankumi – skujkoku audzes, mistrotās audzes, cits;

2.2. Plankumi – vecas skujkoku audzes, vecas mistraudzes, vecas lapu koku audzes, cits;

2.3. Attiecībā uz ainavas indikatoriem:

2.4. Plankuma līmenī prioritāti aprēķināmi šādi indikatori:

Plankumu skaits, aizņemta platība un perimetrs;

Kodola platība;

Plankuma izolācija.

2.5. Klases līmenī aprēķināmi šādi indikatori:

Agregācija;

Plankumu izkliede telpā;

Attālums līdz “tuvākajam kaimiņam”.

2.6. Ainavas līmenī aprēķināmie indikatori:

Aizņemtā frakcija vai proporcija;

Seguma tipu sajaukuma pakāpes indekss;

Malas kontrasta indekss;

3) Testa teritorijās pārbaudāms konektivitātes (tīklojuma) modelis

4) Izstrādāto modeļu pārbaude testa teritorijās, tad visai valsts teritorijai

5) Attiecībā uz datu iegādi:

5.1. Augstas izšķirtspējas iegāde, lai palielinātu interesējošo ainavas klašu skaitu, piemēram, vecumu, dabiskumu, mistrojumu;

5.2. Atkārtoti iegūti LiDAR dati.

### 3. Konceptijas ietvaros sagatavoto priekšlikumu aprobācija MRM laukumu paraugkopā un testa teritorijās.

D.U.3. Aprobēt konceptijas ietvaros sagatavotos priekšlikumus MRM laukumu paraugkopā un testa teritorijās

#### 3.1. Ģenētiskie aspekti

Metodiski netika plānots pārbaudīt ģenētiskā līmeņa indikatoru pārbaudi, jo projekta ietvaros netika paredzēts atbilstošo reaktīvu iepirkšana.

Silavā ir iepriekšējā pētījumi, bet tie nav sistemātiskā veidā ievākti par katru paredzēto parauglaukumu/ parauga avotu. Parametru vidējām vērtībām nav būtiska nozīme, īpaši, ja tie ir iegūti no literatūras. Laboratorijas ir iestrādes par visām metodikām. Protokoli ir izstrādāti visiem analīžu posmiem – DNS izdalīšanai, DNS marķieru atlasei un aprobācijai, datu analīzei (publicēti zinātniskie raksti arī ir par atsevišķām sugām). Viens parametrs, kas varētu būt kā robežsliekšnis, salīdzinot to pašu objektu dažādos monitoringa ciklos ir ja izmainās ģenētiskās daudzveidības radītāji par vairāk nekā 25% (Aravanopoulos (2011)

#### 3.2. Augu sabiedrības un epifītie ķērpji

##### 3.2.1. Augu sabiedrības novērtējums

Piemērs – Barkavas ozolu audzes parauglaukuma ģeobotāniskais apraksts  
Apraksta laukums 900 m<sup>2</sup>, laiks – 2017. gada 12. jūlijs

**Koku stāva** (E<sub>3</sub>) projektīvais slēgums 85 %: *Quercus robur* 50 %, *Alnus glutinosa* 25 %, *Fraxinus excelsior* 20 %, *Betula pubescens* 9 %, *Acer platanoides* 1 %;

**Krūmu stāva** (E<sub>2</sub>) projektīvais slēgums 20 %: *Frangula alnus* 10 %, *Fraxinus excelsior* 4 %, *Sorbus aucuparia* 2 %, *Viburnum opulus* 1 %, *Alnus glutinosa* +, *Betula pubescens* +, *Corylus avellana* +, *Daphne mesereum* +, *Grossularia reclinata* +, *Malus domestica* +, *Padus avium* +, *Picea abies* +, *Populus tremula* +, *Quercus robur* +, *Rhamnus cathartica* +, *Rosa majalis* +;

**Lakstaugu/sīkkrūmu stāva** (E<sub>1</sub>) projektīvais segums 80 %: *Deschampsia cespitosa* 14 %, *Convallaria majalis* 14 %, *Melampyrum polonicum* 11 %, *Impatiens noli-tangere* 8 %, *Chaerophyllum aromaticum* 8 %, *Angelica sylvestris* 8 %, *Milium effusum* 6 %, *Cirsium oleraceum* 6 %, *Carex pallescens* 5 %, *Lapsana communis* 4 %, *Elymus caninus* 4 %, *Rubus saxatilis* 3 %, *Mycelis muralis* 3 %, *Platanthera bifolia* 2 %, *Carex sylvatica* 2 %, *Carex elongata* 2 %, *Athyrium filix-femina* 2 %, *Lysimachia vulgaris* 1 %, *Epilobium montanum* 1 %, *Festuca gigantea* 1 %, *Fraxinus excelsior* 1 %, % *Iris psudacorus* 1 %, *Agrimonia pilosa* +, *Agrostis stolonifera* +, *Alnus glutinosa* +, *Anthriscus sylvestris* +, *Calamagrostis canescens* +, *Carex vesicaria* +, *Crepis paludosa* +, *Epilobium palustre* +, *Filipendula ulmaria* +, *Fragaria vesca* +, *Galium palustre* +, *Lycopus europaeus*, *Moehringia trinervia* +, *Paris quadeifolia* +, *Phragmites australis* +, *Potentilla erecta* +, *Prunella vulgaris* +, *Pyrola minor* +, *Quercus robur* +, *Ranunculus acris* +, *Rubus caesius* +, *Scrophularia nodosa* +, *Senecio paludosus* +, *Stellaria media* +, *Succisa pratensis* +, *Taraxacum officinalis* +, *Thelypteris palustris* +, *Viola mirabilis* +, *Viola riviniana* +, *Lychnis flos-cuculi* +;

**Sūnu stāva** (E<sub>0</sub>) projektīvais segums 10 %: *Plagiomnium undulatum* 5 %, *Cirriphyllum piliferum* 2 %, *Climacium dendroides* 2 %, *Plagiomnium ellipticum* +.

#### Darba laika režīms:

Mērījumi parauglaukumos jāveic vismaz diviem cilvēkiem. Mērījumu ilgums vienā parauglaukumā **3 līdz 3.5 stundas**. Dienas norma diviem cilvēkiem – **divi parauglaukumi**

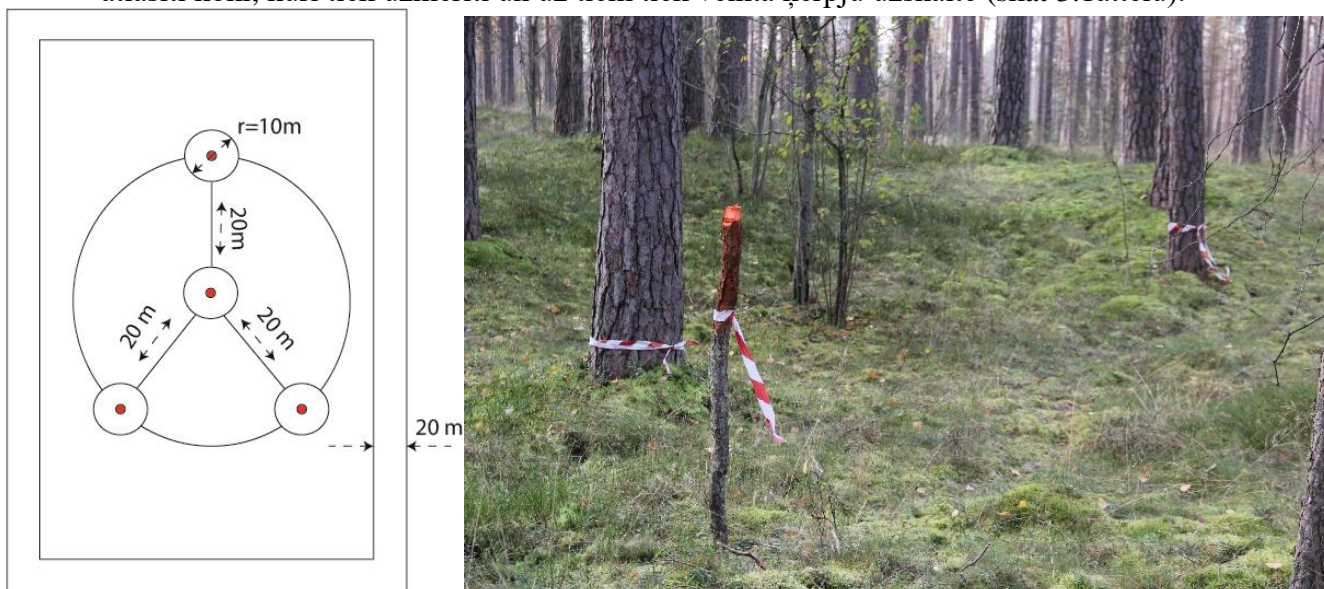
Savukārt augsnes ķīmiskās analīzes un fizikālo īpašību analīze atkārojama **ik pēc desmit gadiem**. Augsnes bedres rakšana, morfoloģisko īpašību aprakstīšana un paraugu noņemšana no ģenētiskajiem horizontiem aizņem **vienu stundu**.

### 3.2.2. Epifito ķērpju novērtējums

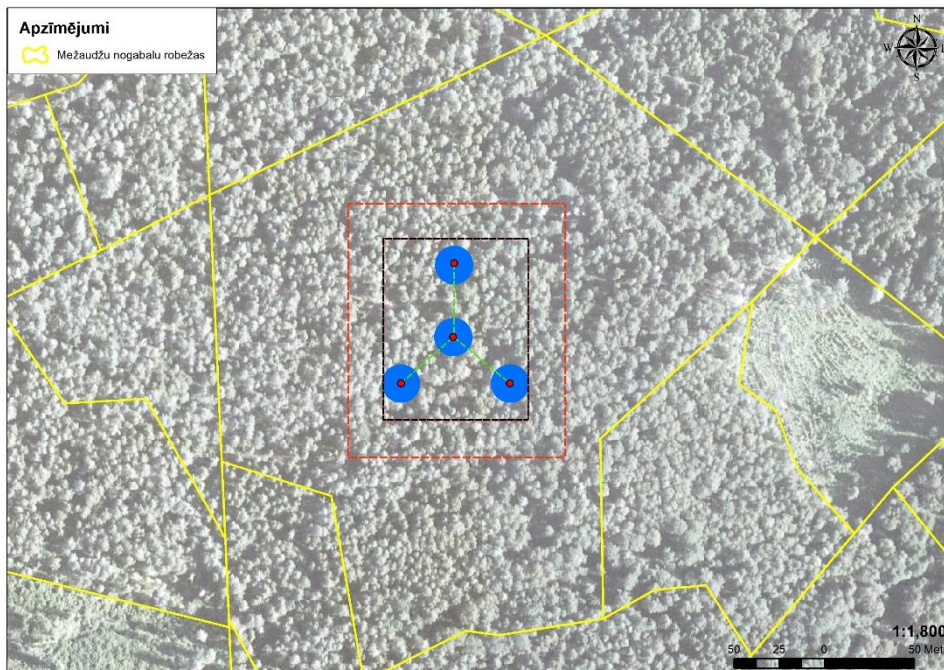
Epifītisko ķērpju monitoringā pētāmās vienības ir meža nogabali. Monitorējamo meža nogabalu atlase notiek pēc stratificētas atlases principa. Monitoringā pētāmie parauglaukumi tiek atlasīti, balstoties uz valsts meža resursu monitoringa parauglaukumu izvietojumu, taksācijas datiem, meža augšanas apstākļu tipu, mežaudzes vecumu, ģeogrāfisko izvietojumu, nogabalu izmēriem un faktisko stāvokli dabā. Monitorings tiks veikts iepriekš noteiktos meža nogabalos, ar piecu gadu intervālu, uzskaitot sugu un meža struktūras. Nogabala apsekošanas laikā tiek aizpildīta meža struktūru anketa.

#### *Nogabalu atlasīšana un parauglaukumu ierīkošana*

Monitorējamo meža nogabalu platība ir vismaz 2,5 ha, ar iekšējo buferjoslu 20m platumā. Atlasītos meža nogabalos tiek ierīkotas 4 apļveida parauglaukumu vietas (skat 2.attēlu). Atlasītie apļveida parauglaukumi reprezentēs pētāmo nogabalu. Apļveida parauglaukumu centri tiek atzīmēti ar GPS koordinātēm (max. kļūda < 7m) un krāsainu lentu, kuru piesien pie staba (DM > 10cm, h=150cm), ko nokrāso ar oranžu vai sarkanu krāsu un iesprauž zemē. No parauglaukuma centra 10 m rādiusā tiek atlasīti koki, kuri tiek uzmērīti un uz tiem tiek veikta ķērpju uzskaitē (skat 3.1.attēlu).



3.1.attēls. Parauglaukumu izvietošanas princips nogabalā. Apļveida parauglaukuma centrs un divi dažāda vecuma atlasītie koki.



3.2.attēls. Parauglaukumu izvietojanas princips atlasītos meža nogabalos.

### **Koku atlase**

Monitoringa apļveida parauglaukumos ( $r=10\text{m}$ ) tiek atlasīts vismaz viens koks no katras parauglaukumā sastopamas koku sugas (neattiecas uz krūmaugiem). Kopā apsekojamo koku sugu skaits vienā apļveida parauglaukumā nepārsniedz 2.

Gadījumā, ja mežam ir izteikta dažādvecuma kokaudzes struktūra, katrai koku sugai ir nepieciešams atlasīt 2 koku vecuma grupas (minimālais atlasītā koka diametrs nedrīkst būt mazāks par 10 cm ( $DM > 10\text{ cm}$ )), katrā grupā ir nepieciešams atlasīt vismaz 1 koku (skat. 3.attēlu).

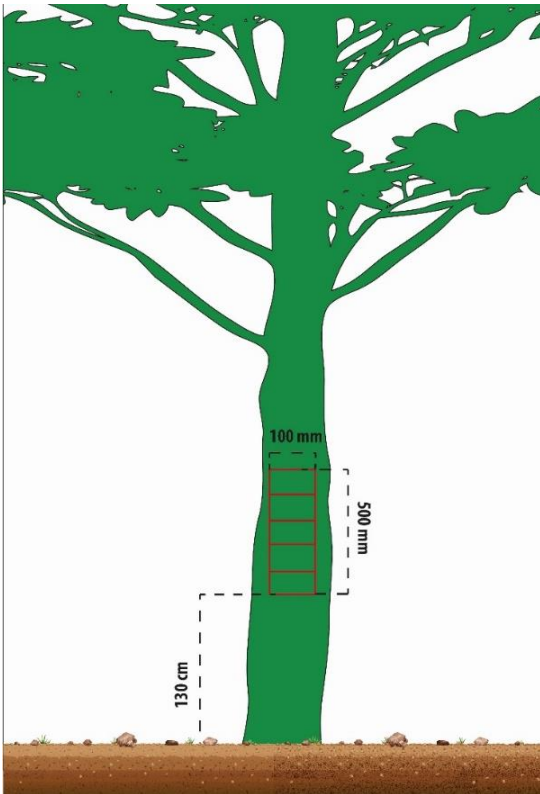
**Piemērs:** Meža nogabals, kurā ir izteikta dažādvecuma kokaudzes struktūra un no kokaugiem ir sastopamas priedes, egles dažādā vecumā un bērzi piemistrojumā. Katrā apļveida parauglaukumā tiek atlasītas 2 vecuma grupas 1) veci koki - 1 veca priede, 1 veca egle; 2) jauni koki – 1 jauna priede, 1 jauna egle. Bērzi šajā gadījumā ignorē, bet norāda, ka tas bija sastopams mežaudzē.

Lai konkrēto koku būtu vieglāk atrast dabā atkārtotas apsekošanas laikā, pirmās apsekošanas laikā katram atlasītajam kokam tiek pierakstītas LKS-92 xy koordinātes. Pie pamatnes koki tiek marķēti ar krāsainu lentu (izmanto spilgtas krāsas). Katrs atlasītais koks tiek fotografēts no apļveida parauglaukuma centra.

Gadījumā ja atkārtotas apsekošanas laikā tiek konstatēts, ka iepriekš atlasītais koks ir nokritis (vai kādu citu iemeslu dēļ netiek atrasts dabā), ir nepieciešams atlasīt tāda paša vecuma un sugas koku, nomarkēt dabā un veikt ķērpju uzskati atbilstoši metodikai. Šādos gadījumos anketas sadaļā „piezīmes” norāda, ka ķērpju uzskaites parauglaukums ir ierīkots uz cita koka.

### **Ķērpju parauglaukumu izvietošana un datu ievākšana**

Datus par epifītiskajiem ķērpjiem ievāc, izmantojot mazo parauglaukumu metodiku (režģis  $10 \times 50\text{cm}$ , sadalīts 5 kvadrātos  $100 \times 100\text{mm}$ ). Mazie parauglaukumi tiek piestiprināti katram atlasītam kokam četrās vietās – koka Z, D, A un R daļās. Režģa apakšējā mala tiek uzstādīta atkāpjoties 130 cm no stumbra pamatnes. (skat. 2.13.attēlu). Katrs parauglaukuma stūris tiek marķēts ar alumīnija naglām, lai būtu iespējama atkārtota režģa uzstādīšana nākamajā monitoringa periodā. Jauniem un lēni augošiem kokiem režģis tiek uzstādīts tikai no Z un D puses. Jaunu un lēni augošu koku diametram ir jābūt  $20\text{ cm} > DM > 10\text{cm}$ . Pēc uzskaites darbu paveikšanas režģis tiek novākts.



3.3..attēls. Mazo parauglaukumu izvietojums uz atlasītiem kokiem.

Epifītisko ķērpju uzskaites laikā tiek aizpildīta monitoringa anketa. Katram kokam paredzēta atsevišķa monitoringa anketa. Ķērpju sugu sastopamība režģa parauglaukumā tiek novērtēta, balstoties uz katras sugas konstatējumu režģa kvadrātos, pielietojot skalu no 1 līdz 5. Sugām, kuru noteikšana nav iespējama lauka apstākļos, arī tiek novērtēta sastopamība. Nenoteiktu sugu īpatņiem sastopamību novērtē režģa parauglaukumā un vēlāk ievāc herbārija materiālu. Ievācot šādus paraugus, uz herbārija aploknes ir jānorāda ievākšanas datums, ievācēja v. uzvārds, monitorējamā meža numurs, apļveida parauglaukuma numurs, koka numurs, koka suga, un parauga kārtas numurs (piemēru skat. 3.4.attēla). Sugu sarakstos, šādas sugas tiek atzīmētas, tāpat kā parauga numurs.

Pēc ievākšanas ir nepieciešams izkaltēt ievāktu materiālu (turot paraugu siltā un sausā vietā 1-2 st.). Lielus paraugus ir atļauts ievākt ZIP-maisiņos, uz kuriem norāda tādu pašu informāciju kā uz herbārija aploknes. ZIP-maisiņos paraugus ir atļauts glabāt ne ilgāk par 1 dienu.



3.4.attēls. Paraugu ievākšana herbārija aploksnēs un norādāmā informācija

### **Darba laika režīms:**

Mežaudzes struktūru uzskaitē: 8-10 min (ne ilgāk)

Koka parametru izvērtēšana: 8-10 min (ne ilgāk)

Sugu uzskaitē vienam kokam: 40 min - 10 min katram rāmim (ne ilgāk)

Pārtraukumi: ik pēc 2 darba stundām (30 min pārtraukums) un pēc 4 darba stundām – vienas stundas pārtraukums (braukšanas laiks tiek uzskatīts par darba laiku).

Papildus laiks: 10 min - pēc paveiktajiem lauka darbiem atkārtoti jāpārlicinās, ka visi lauku darbi tika izpildīti.

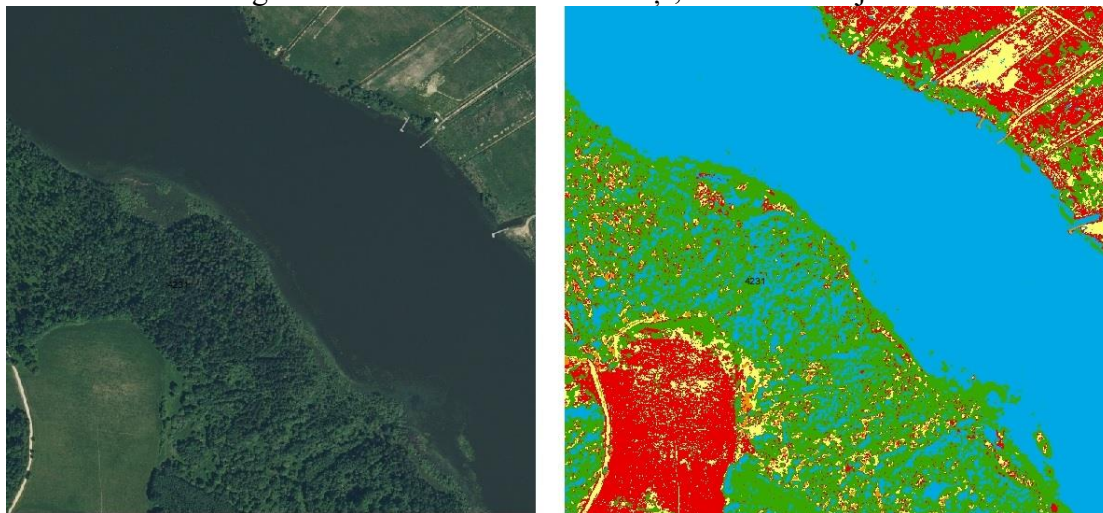
### 3.3. Ainava un attālās izpētes metodes

ArcMap10 vidē tika izveidots ĢIS projekts, kuram tika pievienotas klasificējamās ortofoto kartes un MRM parauglaukumu centru slānis. Analīzei tika izvēlēta četru karšu lapu teritorija (4231; 4232; 4233; 5211), tad no MSI parauglaukumiem tika atlasīti tikai tie parauglaukumi, kas atrodas klasificējamā ortofoto karšu lapu pārklātajā teritorijā.

#### **Meža maskas (meža seguma) noteikšana**

Meža klājuma maskas izveidei, atsevišķu ortofoto karšu lapu teritorijās vispirms gan RGB gan CIR ortofoto karšu lapas tika klasificētas ar nevadītās klasifikācijas metodi (ArcMap *Spatial analyst tools* funkciju *Iso Cluster Unsupervised Classification*), mainot klašu skaitu un klases lielumu. Pēc katras klasificēšanas vizuāli novērtējot rezultātus, tika konstatēts, ka šāda klasifikācija nedod vēlamo rezultātu meža maskas iegūšanai, kas skaidrojams, galvenokārt, trīs iemeslu dēļ: pirmkārt, koku ēnas gandrīz visos gadījumos tiek noklasificētas vienā klasē ar ūdeņiem, otrkārt, tukšumi starp koku vainagiem tiek klasificēti vienā klasē ar zālājiem, treškārt, klasificēšanas rezultātus būtiski ietekmē krāsas toņu atšķirības vienas ortofoto kartes lapas ietvaros. Krāsas toņu atšķirības vienas karšu lapas ietvaros sevišķi negatīvi ietekmē CIR ortofoto karšu klasifikāciju. Visi šie iemesli traucē iegūt vienlaidus meža masku testa teritorijā. Klasificēšanas rezultātā kā mežs galvenokārt tiek noklasificētas koku vainagu augšējās daļas, kas nedod pietiekami labu rezultātu par meža faktisko platību analizējamā teritorijā.

Meža maskas izveidošanai tika pārbaudīta arī vadītā klasifikāciju (*supervised classification*). Klasifikācijas klašu izveidei nepieciešamie spektra paraugi tika izveidoti no MRM parauglaukumu poligoniem ar ArcMap *Spatial Analyst* funkciju *Create Signatures*. Klašu iedalījumam tika norādīta parauglaukumu poligonu slāņa atribūtu informācija – zemes kategorija. Klasifikācija tika veikta ar ArcMap *Spatial Analyst* rīku *Maximum Likelihood Classification*. Vizuāli novērtējot klasificēšanas rezultātu, var secināt, ka tas tomēr nav derīgs meža maskas izveidei (3.5. attēls), jo mežā ēnas no koku vainagiem tiek noklasificētas kā ūdeņi, savukārt zālāji vietām tiek klasificēti kā apbūve.



3.5. attēls. Zemes lietojumu veidu vadītās klasificēšanas piemērs (avots: LĢIA 3. cikla ortofoto)

Izveidojot nepilnīgu meža maskas no ortofoto kartēm klasifikācijas ceļā, ir iespējams pielietot vismaz četras alternatīvas meža maskas izveidošanai: klasificējot satelītattēlus, izmantojot topogrāfiskās kartes datus, apstrādājot LIDAR datus vai arī, izmantojot Meža valsts reģistra un un topogrāfisko karti vektorformātā, iezīmējot meža teritorijas manuāli.

## **Atsevišķu ortofoto karšu lapu sugu grupu klasificēšanas rezultātu novērtējums pēc meža digitālās kartes nogabaliem.**

Koku sugu grupu spektra paraugu izveidošanai iepriekš atlasīto MRM parauglaukumu vektordatu slānim bija nepieciešams papildināt atribūtu tabulu. Atribūtu tabulā tika pievienots jauns lauks un tajā ar *ArcMap* rīku *Field Calculator* izveidoti ieraksti par piederību skuju koku vai lapu koku grupai atbilstoši parauglaukuma valdošajai sugai. Vadītās klasifikācijas rezultātus nepieciešams novērtēt, tādēļ no izvēlētajiem parauglaukumiem daļa ir jāizmanto spektra parakstu izveidošanai, bet daļa ir jāatstāj klasifikācijas rezultātu novērtēšanai.

Parauglaukumu atlasīšana pēc nejaušības principa tika veikta ar *ArcMap* papildinājuma *Hawths Tools* funkciju *Random Selection Within Subsets*. Ar šo funkciju pēc nejaušības principa tika atlasīti 50 % katras sugu grupas parauglaukumi. Jāpiemin ir arī funkcijas *Random Selection With Subsets* opcija, kas atlasāmo objektu slāņa atribūtu tabulā izveido jaunu lauku, kurā atlasītajiem objektiem tiek ierakstīts kods „1”, bet neatlasītajiem – „0”. Šie ieraksti atvieglo turpmāku atlasīto un neatlasīto objektu nošķiršanu. Dotajā gadījumā pēc šiem kodiem tika atlasīti un eksportēti atsevišķos jaunus vektordatu failos objekti, kuri nepieciešami spektra parauga sagatavošanai un objekti, kuri nepieciešami klasifikācijas rezultātu novērtēšanai.

Pilnīgākai ortofoto karšu iespēju izvērtēšanai tika izveidotas kombinētie attēli, kuros ir iekļautas spektra joslas no krāsainajām (redzamā spektra) ortofoto kartēm un no CIR ortofoto kartēm. Kombinētie attēli tika izveidoti ar funkciju *Composite Bands*, kas atrodas *ArcMap Toolbox Data Management Tools* rastra apstrādes rīku pakotnē.

Sākotnēji spektra paraugi tika sagatavoti no visām četrām ortofoto karšu lapām vienlaicīgi. Tomēr klasifikācija ar šādi sagatavotiem spektra paraugiem neizdevās. Tādēļ parauglaukumi tika atlasīti pēc karšu lapām un eksportēti jaunus vektordatu failos – katrai karšu lapai savs fails ar tās pārklājumā esošiem parauglaukumiem. No šiem parauglaukumiem katrai sugu grupai ar *ArcMap* papildinājuma *Hawths Tools* funkciju *Random Selection Within Subsets* tika atlasīti 50 % parauglaukumu spektra paraugu izveidošanai un atlikušie atstāti klasifikācijas rezultātu novērtēšanai. Ortofoto kartes lapas Nr. 5211 teritorijā visi parauglaukumi ir ar valdošo sugu priede, tādēļ no šīs karšu lapas parauglaukumiem vien nevar veidot spektra paraugus sugu grupu izdalīšanai. Lai šo situāciju risinātu, karšu lapas Nr. 5211 klasificēšanai ir jāizmanto spektra paraugi, kas sagatavoti citās karšu lapās. Tas savā ziņā ļauj novērtēt, cik veiksmīgi vienā karšu lapā sagatavotie spektra paraugi ir pielietojami citu karšu lapu klasificēšanā. Spektra paraugu sagatavošanai tika izvēlēta karšu lapa Nr. 4233, jo tās pārklājuma teritorijā parauglaukumi pārstāv visvairāk koku sugu. Tad tika sagatavoti spektra paraugi un noklasificētas ortofoto kartes.

## **Sugu grupu klasifikācijas rezultātu novērtēšana**

Sugu grupu klasificēšanas rezultātu tika salīdzināti izvēlēto MRM parauglaukumu datus ar klasificēšanas rezultātu. No MRM parauglaukumu uzmērīšanas datiem ir zināma valdošā koku sugu grupa katrā parauglaukumā. Lai varētu veikt salīdzināšanu, no klasificēšanas rezultātiem arī ir jāiegūst katras sugu grupas pārstāvētība salīdzināšanas parauglaukumu nosegtajās teritorijās. No klasificētajiem rastrojiem ar *ArcMap* rīka *Spatial Analyst Tools* funkciju *Tabulate area* tika aprēķināta katras klases aizņemtā platība parauglaukumos. Izmantojot aprēķinātās katras klases platības, katram parauglaukumam noteikta valdošā (dominējošā) sugu grupa. Rezultātu novērtēšanai izmantota kļūdu matrica, Sugu grupu klasificēšanas rezultātu novērtēšanai tika nolemts salīdzināt izvēlēto MSI parauglaukumu datus ar klasificēšanas rezultātu. No MSI parauglaukumu uzmērīšanas datiem ir zināma valdošā koku sugu grupa katrā parauglaukumā. Lai varētu veikt salīdzināšanu, no klasificēšanas rezultātiem arī ir jāiegūst katras sugu grupas pārstāvētība salīdzināšanas parauglaukumu nosegtajās teritorijās. No klasificētajiem rastrojiem ar *ArcMap* rīka *Spatial Analyst Tools* funkciju *Tabulate area* tika aprēķināta katras klases aizņemtā platība parauglaukumos. Izmantojot aprēķinātās katras klases platības, katram parauglaukumam noteikta valdošā (dominējošā) sugu grupa. Rezultātu novērtēšanai izmantota kļūdu matrica, kurā norādīts klasifikācijā noteikto sugu grupu atbilstību vai neatbilstību faktiskajai sugu grupai skaits (3.1. tabula).



Sugu grupu klasificēšanas kļūdu matrica

Karšu lapa	Paraug- laukuma faktiskā sugu grupa	RGB ortofoto klasificēšanas rezultāti			CIR ortofoto klasificēšanas rezultāti			Kombinētās ortofoto klasificēšanas rezultāti		
		Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %
4231	Skuju koki	3	1	75	3	1	75	2	2	50
	Lapu koki	0	6	100	3	3	50	2	4	66,7
4232	Skuju koki	8	1	88,9	7	2	77,8	6	3	66,7
	Lapu koki	2	4	66,7	5	1	16,7	5	1	16,7
4233	Skuju koki	5	0	100	5	0	100	5	0	100
	Lapu koki	5	4	44,4	2	7	77,8	3	6	66,7
5211	Skuju koki	3	0	100	3	0	100	0	3	0
	Lapu koki	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Visas kopā	Skuju koki	19	2	90,5	18	3	85,7	13	8	61,9
	Lapu koki	7	14	66,7	10	11	52,4	10	11	52,4

No 42 parauglaukumiem RGB ortofoto kartēs ir pareizi noklasificēti 33 parauglaukumi (78,6 %), CIR ortofoto kartēs – 29 (69 %) un kombinētajās ortofoto kartēs – 24 (57,1 %). No tā var secināt, ka eksperiments veidot kombinētās ortofoto kartes, apvienojot RGB un CIR ortofoto karšu spektra joslas vienā kartē, un tās klasificēt, šinī gadījumā nav attaisnojies. Savukārt no kļūdu matricas var secināt, ka klasificēšanas rezultātā skuju koki nosakāmi veiksmīgāk, kā lapu koki. Tomēr rezultāti karšu lapām atšķiras, kas varētu būt izskaidrojams ar to, ka visām karšu lapām klasificēšana tika veikta pēc spektra paraugiem, kas sagatavoti no karšu lapas Nr. 4233. Šo hipotēzi nepieciešams pārbaudīt, klasificējot katru ortofoto kartes lapu ar tikai tajā lapā sagatavotiem spektra paraugiem. Tomēr ne visās darbam izvēlētajās lapās var sagatavot spektra paraugus. Kartes lapā Nr. 5211 visos atlasītajos parauglaukumos valdošā suga ir priede, līdz ar to no šīs lapas var sagatavot paraugus tikai skuju koku grupai, bet lapu kokiem nevar. Tādēļ paraugi tika sagatavoti un pēc tiem noklasificētas ortofoto karšu lapas Nr. 4231 un Nr. 4232. Klasificēšanas rezultāti karšu lapām, kuras noklasificētas pēc tajās sagatavotiem paraugiem, sakārtoti kļūdu matricā novērtēšanai (3.2. tabula).

3.2. tabula.

Sugu grupu klasificēšanas kļūdu matrica karšu lapām, kuras klasificētas pēc tajās sagatavotiem spektra paraugiem.

Karšu lapa	Paraug- laukuma faktiskā sugu grupa	RGB ortofoto klasificēšanas rezultāti			CIR ortofoto klasificēšanas rezultāti			Kombinētās ortofoto klasificēšanas rezultāti		
		Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %
4231	Skuju koki	3	1	75	3	1	75	3	1	75

	Lapu koki	0	6	100	0	6	100	0	6	100
4232	Skuju koki	7	2	77,8	9	0	100	9	0	100
	Lapu koki	1	5	83,3	1	5	83,3	1	5	83,3
4233	Skuju koki	5	0	100	5	0	100	5	0	100
	Lapu koki	5	4	44,4	2	7	77,8	3	6	66,7
Visas kopā	Skuju koki	15	3	83,3	17	1	94,4	17	1	94,4
	Lapu koki	6	15	71,4	3	18	85,7	4	17	81

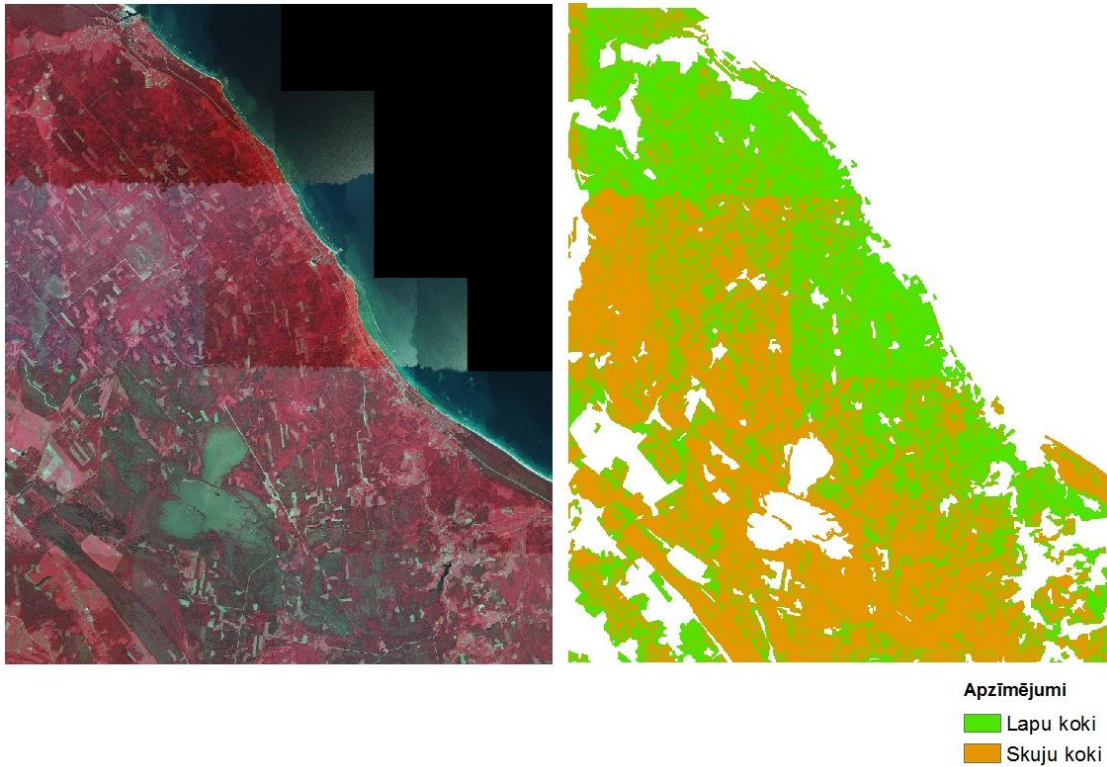
Rezultāti liecina, ka, klasificējot ortofoto karti pēc tajā pašā lapā izveidotiem paraugiem, vislabākie sugu grupu izdalīšanas rezultāti ir CIR ortofoto karšu klasificēšanā. Savukārt, ja salīdzina klasificēšanas rezultātus, kur spektra paraugi sagatavoti tajā pašā ortofoto karšu lapā ar rezultātiem, kur spektra paraugi sagatavoti citā ortofoto karšu lapā, var secināt, ka RGB ortofoto karšu klasificēšanā rezultāti ir līdzīgi. Bet CIR un kombinēto ortofoto karšu klasificēšanā ir novērojami labāki rezultāti (it sevišķi lapu koku noteikšanā), ja klasificēšana tiek veikta pēc tajā pašā ortofoto karšu lapā sagatavotiem paraugiem (3.3. tabula).

3.3. tabula.

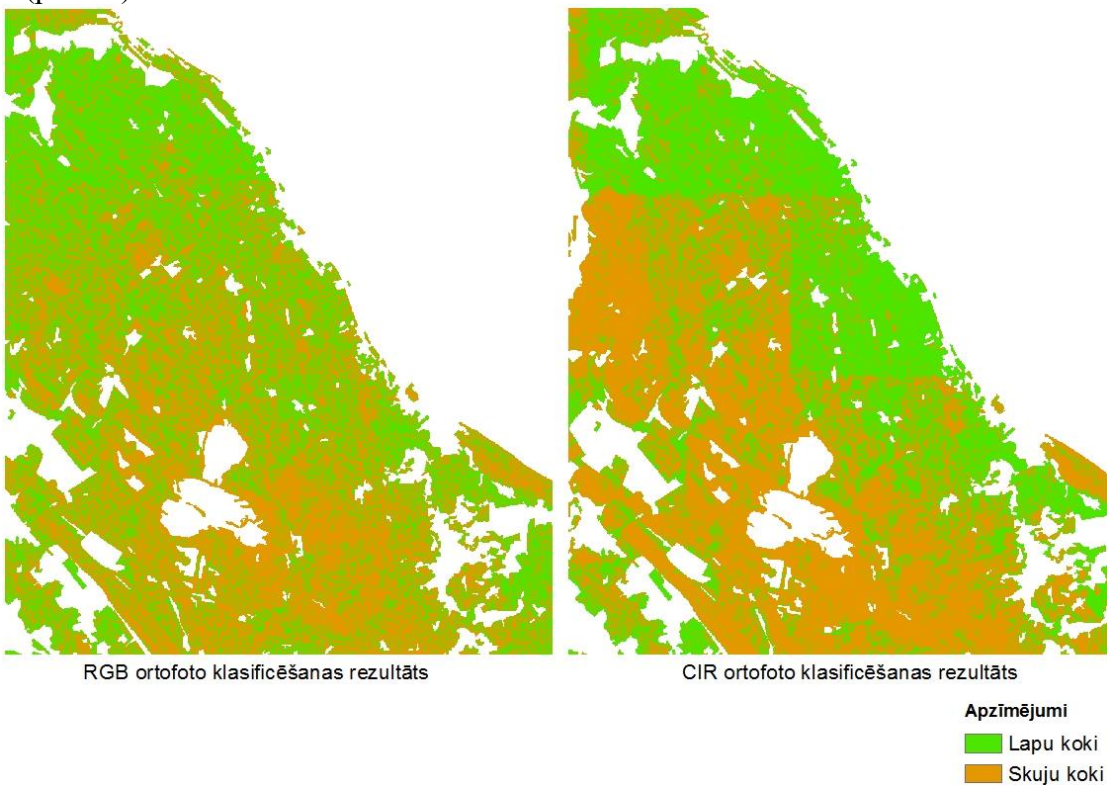
Sugu grupu klasificēšanas rezultātu salīdzinājums.

Karšu lapa	Klasificēšanai paraugi gatavoti	RGB ortofoto klasificēšanā pareizi noklasificētu parauglukumumu skaits			CIR ortofoto klasificēšanā pareizi noklasificētu parauglukumumu skaits			Kombinētās ortofoto klasificēšanā pareizi noklasificētu parauglukumumu skaits		
		Skuju koku	Lapu koku	Kopā	Skuju koku	Lapu koku	Kopā	Skuju koku	Lapu koku	Kopā
4231	<b>Šajā lapā</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>9</b>
	Citā lapā	3	6	9	3	3	6	2	4	6
4232	<b>Šajā lapā</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>14</b>
	Citā lapā	8	4	12	7	1	8	6	1	7
Abas kopā	<b>Šajā lapā</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>21</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>12</b>	<b>11</b>	<b>23</b>
	Citā lapā	11	10	21	10	4	14	8	5	13

Lai gan parauglukumumu salīdzināšanas dati norāda, ka sugu grupu klasificēšanā nedaudz labāki rezultāti sasniedzami klasificējot CIR ortofoto kartes pēc tajās pašās karšu lapās sagatavotiem paraugiem, tomēr vizuāli novērtējot klasificēšanas rezultātus, nākas secināt, ka krāsu toņu pārejas CIR ortofoto kartē nelabvēlīgi ietekmē klasificēšanas rezultātus (2.14. attēls). RGB ortofoto kartē krāsu toņu pārejas ir vienmērīgākas (2.15. attēls).



3.6. attēls. Krāsu tonu atšķirības CIR ortofoto kartē (pa kreisi) un koku sugu grupu klasificēšanas rezultāts (pa labi).



3.7. attēls. RGB un CIR ortofoto karšu koku sugu grupu klasificēšanas rezultāti

Turpmākajā darba procesā tika izveidota ģeodatubāzi, kurā katram ortofoto kartes veidam – RGB, CIR un kombinētajam - ir jāizveido sava rastra datu kopā. Tad ortofoto karšu lapas ielādē ģeodatubāzē attiecīgajā rastra datu kopā. Kombinētā ortofoto kartē tika izveidota, ielādējot ģeodatubāzē visas spektra joslas no RGB ortofoto kartes un pirmo spektra joslu no CIR ortofotokartes, jo tā satur informāciju par infrasarkano spektru. Šādi ģeodatubāzēs apvienojot ortofoto karšu lapas, var gan sagatavot spektra parakstus, gan veikt klasificēšanu uzreiz visai karšu lapu pārklātajai teritorijai.

Ģeodatubāzēs apvienoto ortofoto karšu klasificēšanas rezultāti pēc iepriekš aprakstītās metodes salīdzināti ar parauglaukumu datiem un izveidota kļūdu matrica (3.4. tabula)

Ģeodatubāzēs apvienoto ortofoto karšu lapu klasificēšanā labāki rezultāti tika panākti kombinēto ortofoto karšu klasificēšanā, kur no 42 parauglaukumiem sugu grupa bija pareizi noteikta 36 parauglaukumos. Savukārt RGB ortofoto karšu klasificēšanā sugu grupa bija pareizi noteikta 32 parauglaukumos, bet CIR ortofoto karšu klasificēšanā – 29 parauglaukumos. Tomēr, salīdzinot ar rezultātiem, kas iegūti klasificējot atsevišķas karšu lapas ar tajās sagatavotiem spektra paraugiem, nākas secināt, ka ģeodatubāzē apvienotu ortofoto karšu klasificēšana nav devusi labākus rezultātus.

3.4. tabula.

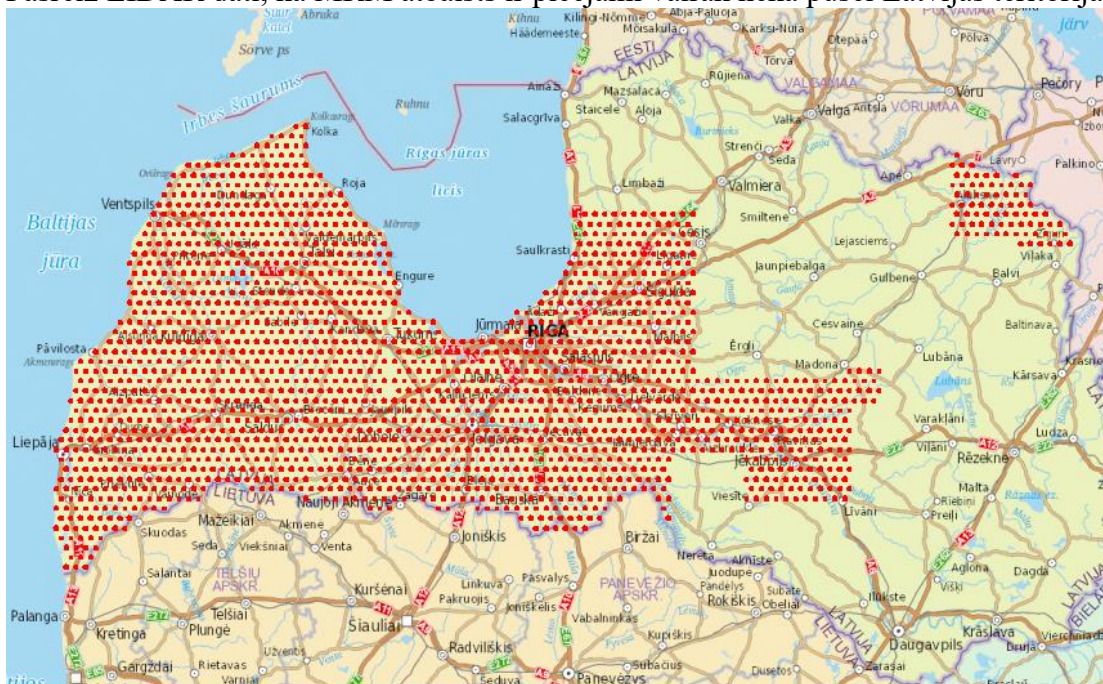
Sugu grupu klasificēšanas kļūdu matrica ģeodatubāzes apvienotām ortofoto karšu lapām.

Pauglaukuma faktiskā sugu grupa	RGB ortofoto klasificēšanas rezultāti			CIR ortofoto klasificēšanas rezultāti			Kombinētās ortofoto klasificēšanas rezultāti		
	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %	Skuju koki	Lapu koki	Pareizi noteikti, %
Skuju koki	18	3	85,7	15	6	71,4	19	2	90,5
Lapu koki	7	14	66,7	7	14	66,7	4	17	81,0

### **LIDAR datu izmantošanas virsmas struktūras analizē (tests)**

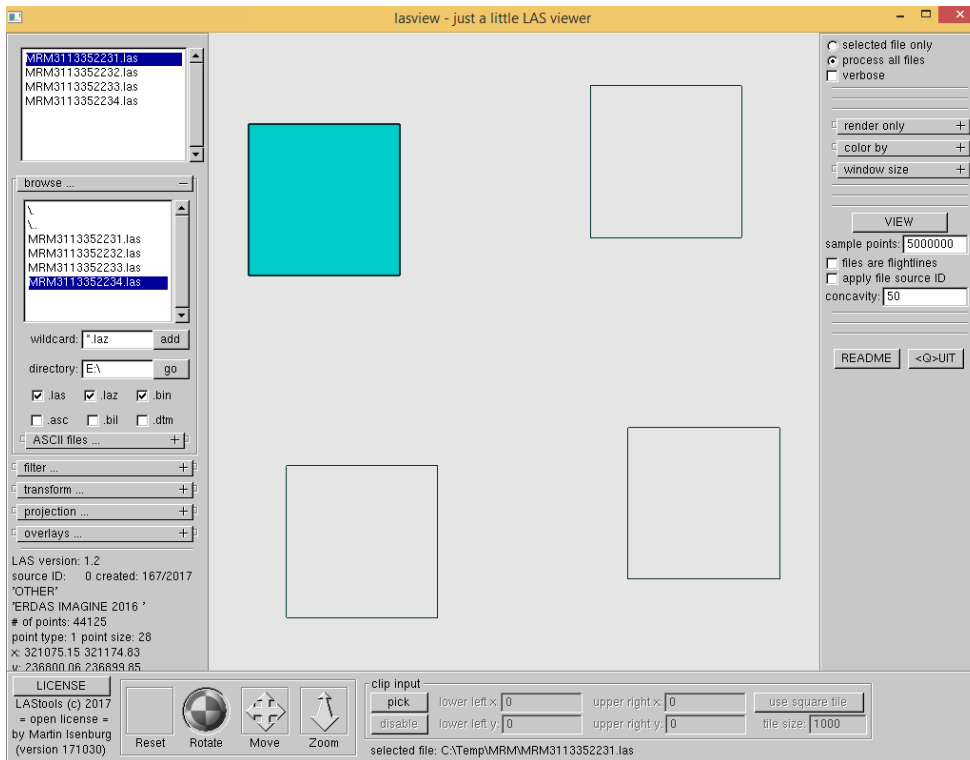
Sagatavotie las faili MRM parauglaukumiem

Pašreiz LIDAR dati, kā MRM atbalsts ir pieejami vairāk nekā pusei Latvijas teritorijas (3.8. attēls)



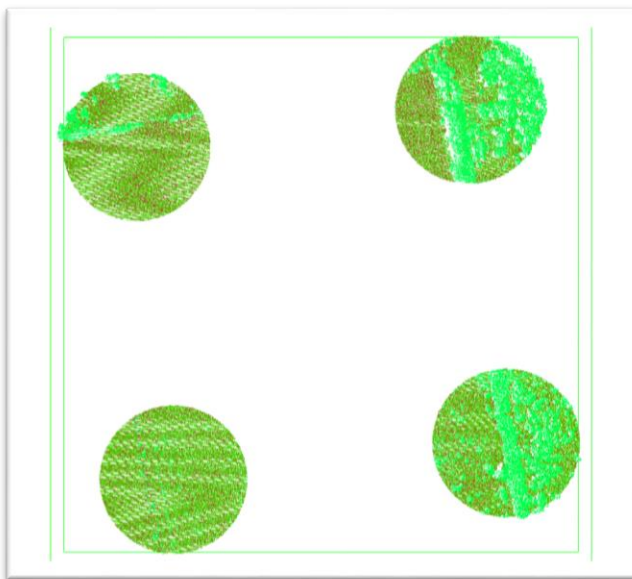
3.8. attēls. LIDAR datu pieejamība 2017. gada oktobrī.

LIDAR punktu mākoņa (las\* dati) apstrādē tika izmantota LASTools programmpakete, kas salīdzinoši ar standarta ARCGIS rīkiem ļauj ātri apstrādāt lielus datu apjomus un piedāvā plašu virsmas analīzes rīku klāstu (3.9.attēls).



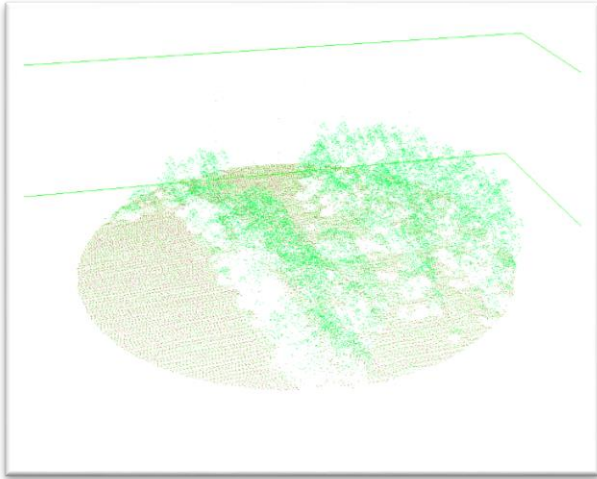
### 3.9.attēls. LAStools programmas pamatloms

Secināts, ka efektīvi un ātri iespējams nodalīt jaunaudzes un izcirtumus no lieliem kokiem klātām platībām (3.10. attēls). Viena MRM trakta gadījumā tas aizņem apmēram 5 minūtes, pie nosacījuma, ja ir izstrādāti datu apstrādes nosacījumi (modeļi).



### 3.10. attēls. Kokaudžu nodalīšana no kokiem neapklātām platībām.

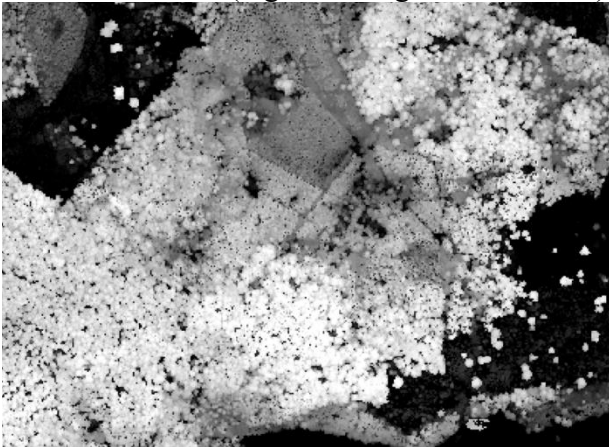
Kokaudzes vertikālā struktūra ne tikai vizualizējama 3D formā, bet iespējams noteikt arī atsevišķu elementu (koku, krūmu) augstumu 3.11. attēls).



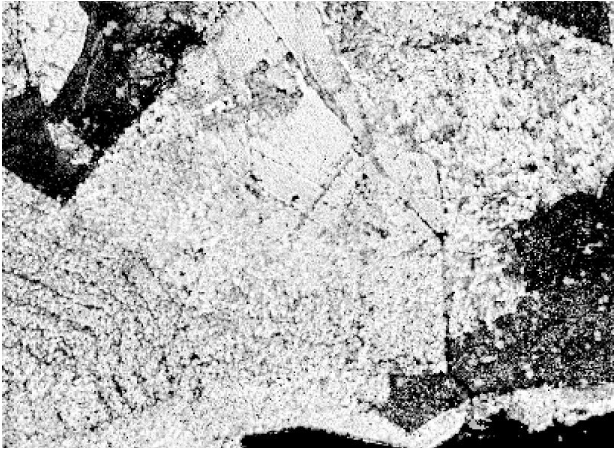
3.11. attēls. Kokaudzes 3D vizualizācija.



3.12.attēls. DEM (digitālais augstuma modelis)



3.13. attēls. CHM (digitālais vainagu augstuma modelis)



3.14. attēls. Vainagu slēguma modelis, kas ļauj analizēt koku aizņemto platību MRM parauglukumā. Atkarībā no telpiskās struktūras var spriest par saimnieciskās darbības intensitāti nesēnā pagātnē.

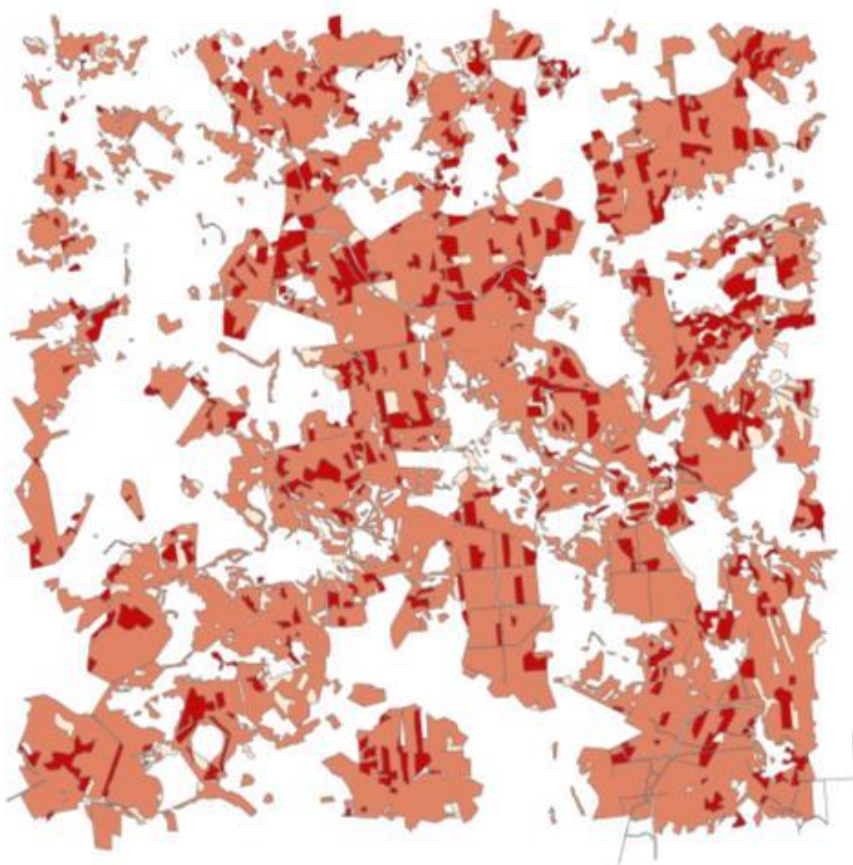
### **Ainavas indikatoru tests**

Ainavas indikatori (plankumam, klasei un ainavai) tika aprēķināti 10km<sup>2</sup> lielai teritorijai, kuras ainavas rakstu, līdzīgās attiecībās, veido zālāju un mežu mozaīka. Vispirms tika nodalītas mežmalu teritorijas gar ceļiem, lauksaimniecības zemēm uc. Paliesto meža teritoriju slānis tika iedalīts trīs klasēs: mežs lauksaimniecības zemē (digitizēts izmantojot Ortofoto un Lauku atbalsta dienesta datus); mežs Meža valsts reģistrā; mežs, kurā meža inventarizācija nav veikta.

Ainavas indikatori tika aprēķināti izmantojot *Patch Analyst*, kas ir papildus bezmaksas rīku pakete, kas strādā ArcGIS 10 programmā.

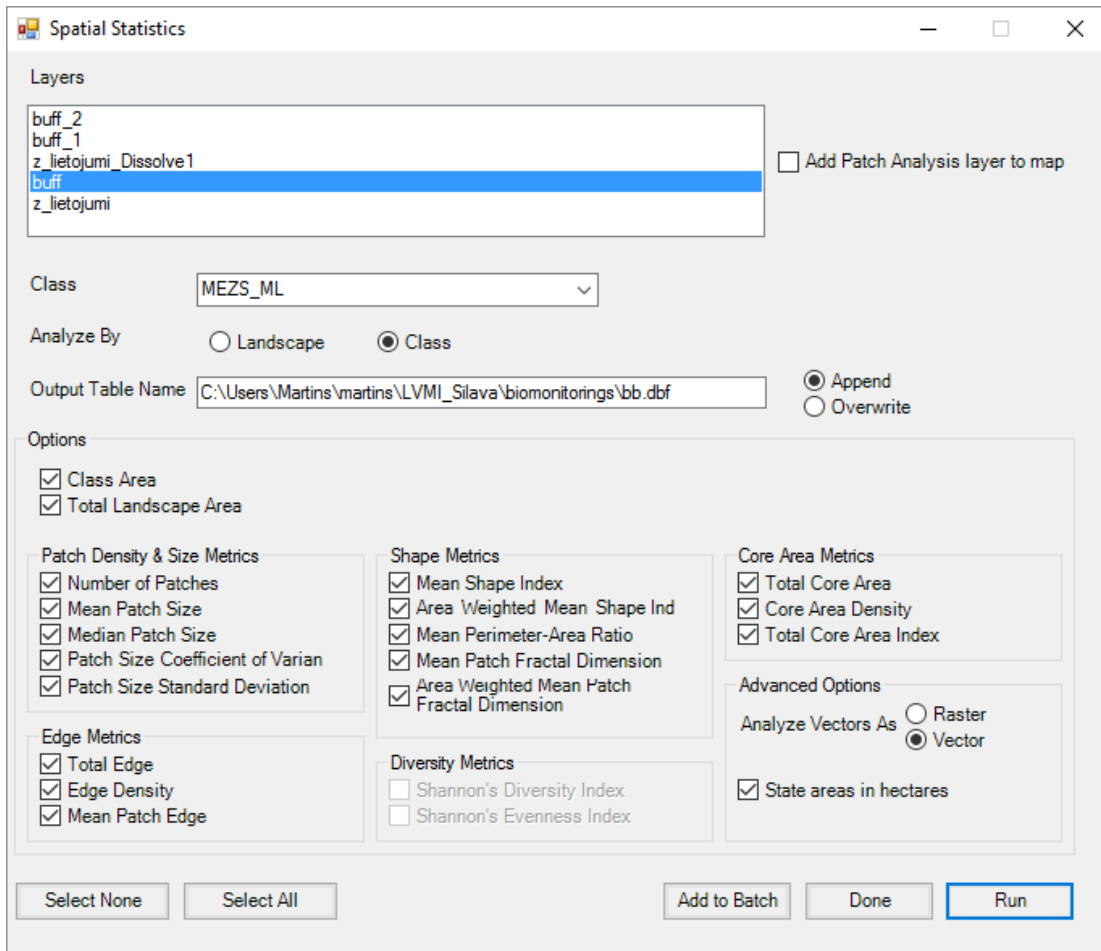
Testa ilguma pārbaudei tika izmantoti visi 20 piedāvātie ainavas indikatori, kuru aprēķināšana prasīja mazāk nekā minūti.

Rezultāti tika sagatavoti datu bāzes formāta failā, bet plankumiem pievienotas indikatoru vērtības atribūtu tabulai, automātiski izveidojot atsevišķus laukus.



3.15. attēls. Meža mozaīka testa teritorijā.





3.16 attēls. Patch analyst rīkjosla un ainavas indikatori.

### 3.4. Netiešie indikatori no MRM parauglaukumu datiem

Balstoties jau uz šobrīd pieejamiem MRM parauglaukumu datiem aprēķināti piemēri, lai noskaidrotu laikietilpību datu bāzu pārveidošanai un atbilstošo pieprasījumu sagatavošanai.

#### 3.4.1. Platību sadalījums un izmaiņas pa sugu skaita grupām

Mežaudzes platība (tūkst. ha) sadalījumā pa sugu skaita grupām

Gads	Valdošā koku suga	Sugu skaits parauglaukumā					Kopā
		1	2	3	4	5 un vairāk	
2008	Priede	395.91	295.01	150.36	40.24	5.38	886.90
	Egle	152.13	171.06	139.17	63.24	25.84	551.44
	Bērzs	245.43	258.97	203.38	87.15	29.25	824.17
	Melnalksnis	28.53	52.51	39.30	21.41	12.12	153.86
	Baltalksnis	100.06	88.00	57.94	25.65	14.54	286.20
	Apse	70.42	53.65	64.49	32.07	14.91	235.54
	Ozols	3.12	2.78	4.47	6.88	2.43	19.69
	Osis	3.46	7.51	7.99	3.72	4.62	27.31
	citi	7.53	13.70	10.59	7.10	7.46	46.38
	<b>Visas sugas</b>	<b>1006.59</b>	<b>943.20</b>	<b>677.69</b>	<b>287.47</b>	<b>116.54</b>	<b>3031.49</b>
2016	Priede	384.97	292.84	137.00	27.32	4.44	846.57
	Egle	162.73	199.01	135.36	60.43	18.00	575.54
	Bērzs	268.93	277.29	191.33	64.36	22.93	824.84
	Melnalksnis	42.09	63.67	46.56	20.62	9.84	182.78
	Baltalksnis	107.32	85.58	54.91	33.31	12.92	294.04
	Apse	79.57	73.10	59.92	28.96	13.30	254.84
	Ozols	3.88	3.75	7.39	4.22	1.11	20.34

Gads	Valdošā koku suga	Sugu skaits parauglaukumā					Kopā
		1	2	3	4	5 un vairāk	
	Osis	3.51	4.78	4.69	0.80	1.70	15.47
	citi	7.14	14.26	11.34	8.03	8.09	48.86
	Visas sugas	1060.14	1014.28	648.49	248.04	92.32	3063.27

### 3.4.2. Platību sadalījums pēc meža atjaunošanas veida (dabiski vai mākslīgi atjaunotas audzes)

Mežaudzes platība (tūkst. ha) sadalījumā pa mežaudzes izcelsmes grupām

Gads	Valdošā koku suga	Mežaudzes izcelsme		Kopā
		Mākslīgi	Dabiski	
2011	Priede	178.26	710.04	888.30
	Egle	227.05	337.99	565.03
	Bērzs	24.57	884.88	909.45
	Melnalksnis	1.42	170.06	171.48
	Baltalksnis	1.99	313.94	315.93
	Apse	2.24	249.76	252.01
	Ozols	0.53	18.98	19.51
	Osis		18.27	18.27
	citi	4.46	57.77	62.23
	Visas sugas	440.50	2761.70	3202.20
2016	Priede	179.17	695.13	874.30
	Egle	231.56	364.66	596.21
	Bērzs	27.69	869.07	896.76
	Melnalksnis	1.05	183.88	184.93
	Baltalksnis	2.91	341.39	344.30
	Apse	0.88	266.85	267.73
	Ozols	2.00	18.30	20.30
	Osis	0.84	15.68	16.53
	citi	2.16	61.73	63.90
	Visas sugas	448.26	2816.70	3264.96

### 3.4.3. Atmirušās koksnes apjoms un tā izmaiņas

Atmirušās koksnes apjoms  $m^3ha^{-1}$

Gads	Atmiruma veids	Mežaudzes vecuma grupas				
		Jaunaudzes	Vidēja vecuma audzes	Briestaudzes	Pieaugušas audzes	Pāraugušas audzes
2006	Sausokņi	1.38	8.52	4.38	5.44	1.47
	Stumbeņi	1.45	9.17	4.43	5.16	1.64
	Kriticalas	9.54	27.20	14.53	16.05	6.28
	Kopā	12.36	44.89	23.34	26.65	9.39
2016	Sausokņi	1.69	8.55	5.78	6.34	3.01
	Stumbeņi	1.61	6.05	3.98	4.98	2.93
	Kriticalas	10.86	25.16	16.83	20.91	12.06
	Kopā	14.16	39.76	26.59	32.22	17.99

### 3.4.4. Platību sadalījums un izmaiņas pa attīstības stadijām;

Mežaudzes platība (tūkst. ha) sadalījumā pa valdošajām koku sugām un vecuma grupām

Gads	Valdošā koku suga	Mežaudzes valdošās koku suga vecums							Kopā
		1_20	21_40	41_60	61_80	81_100	101_120	120<	
2008	Priede	89.57	60.43	114.03	216.96	194.13	100.01	85.05	860.18

Gads	Valdošā koku suga	Mežaudzes valdošās koku suga vecums							Kopā
		1_20	21_40	41_60	61_80	81_100	101_120	120<	
2016	Egle	116.96	140.58	151.24	95.91	53.65	20.15	12.60	591.10
	Bērzs	265.25	147.80	256.38	175.48	38.02	3.20	0.67	886.79
	Melnalksnis	49.07	37.80	59.63	35.15	6.30	0.00	0.00	187.95
	Baltalksnis	144.14	117.27	63.99	4.32	0.00	0.00	0.00	329.72
	Apse	120.77	34.53	56.23	43.70	9.28	1.49	0.40	266.39
	Priede	71.26	64.73	160.80	244.69	184.00	105.17	69.17	899.83
	Egle	81.89	182.91	115.31	101.62	47.04	22.04	10.26	561.08
	Bērzs	227.10	183.85	302.91	142.94	24.71	1.16	0.42	883.09
	Melnalksnis	26.68	48.13	58.86	23.79	1.71	0.28	0.00	159.46
	Baltalksnis	117.59	154.23	42.85	1.06	0.00	0.00	0.00	315.72
	Apse	90.94	42.06	74.61	31.16	4.98	1.20	0.00	244.96

### 3.4.5. Platību sadalījums un izmaiņas pa pameža daudzveidības grupām

#### Mežaudzes platība (tūkst. ha) sadalījumā pa pameža sugu grupām

Gads	Valdošā mežaudzes koku suga	Pameža sugas							Kopā
		Kārkli	Kadiķi	Pīlādži	Krūķi	Lazdas	Ievas	Citi	
2008	Priede	123.77	47.14	287.41	286.20	69.06	44.68	61.10	486.05
	Egle	112.20	5.81	279.01	164.42	135.69	69.69	84.24	416.76
	Bērzs	280.10	14.14	361.48	380.46	177.57	185.55	149.23	713.40
	Melnalksnis	44.56	0.40	53.88	58.89	20.71	53.66	34.61	130.83
	Baltalksnis	86.62	1.87	78.37	38.86	55.60	171.78	69.67	251.85
	Apse	46.21	2.72	126.99	68.86	84.50	67.41	55.74	191.99
	Ozols	3.34		10.60	5.43	12.18	11.01	6.52	18.86
	Osis	1.05		9.41	4.25	16.32	19.05	10.93	24.35
	citi	26.34	0.40	13.46	6.30	15.06	21.25	11.55	48.90
	Visas sugas	724.20	72.48	1220.62	1013.67	586.69	644.08	483.58	2282.98
2016	Priede	107.72	34.41	243.10	245.13	67.89	36.73	57.51	422.39
	Egle	96.75	3.98	252.76	156.77	153.12	66.61	79.85	396.34
	Bērzs	279.33	7.40	342.91	372.61	198.02	197.54	150.23	700.61
	Melnalksnis	49.12	0.75	50.09	71.64	30.55	61.45	34.46	146.70
	Baltalksnis	80.99	0.40	71.07	41.05	66.34	179.00	68.82	256.55
	Apse	42.14	1.02	122.39	65.90	98.96	81.76	62.21	202.48
	Ozols	2.99		12.04	4.71	13.61	9.15	7.08	18.54
	Osis	1.10		5.50	0.86	10.47	10.08	6.42	13.95
	citi	21.39		19.67	10.58	19.73	23.08	13.65	49.67
	Visas sugas	681.53	47.95	1119.52	969.26	658.69	665.40	480.23	2207.22

### 3.4.6. Audžu sadalījums pa vertikālās struktūras grupām

#### Mežaudzes platība (tūkst. ha) atkarībā no kokaudzes stāvu skaita mežaudzē

Gads	Valdošā koku suga	Stāvu skaits parauglaukumā			Kopā
		1	2	3	
2008	Priede	254.5	353.8	278.6	886.9
	Egle	185.5	227.5	138.4	551.4
	Bērzs	245.3	330.4	248.5	824.2
	Melnalksnis	47.3	72.8	33.8	153.9
	Apse	84.2	79.2	72.1	235.5
	Baltalksnis	128.7	118.9	38.6	286.2
	Ozols	4.7	10.4	4.6	19.7
	Osis	5.5	13.0	8.8	27.3
	citi	21.7	16.2	8.5	46.4
	Visas sugas	977.3	1222.2	832.0	3031.5
	2016	Priede	231.9	314.0	300.7
Egle		173.9	242.5	159.1	575.5

Gads	Valdošā koku suga	Stāvu skaits parauglaukumā			Kopā
		1	2	3	
	<b>Bērzs</b>	216.4	315.0	293.5	824.8
	<b>Melnalksnis</b>	55.4	80.3	47.1	182.8
	<b>Apse</b>	94.8	83.4	76.7	254.8
	<b>Baltalksnis</b>	128.1	116.3	49.6	293.9
	<b>Ozols</b>	5.6	7.1	7.6	20.3
	<b>Osis</b>	4.9	8.3	2.4	15.6
	<b>citi</b>	22.3	16.5	10.1	48.9
	<b>Visas sugas</b>	933.2	1183.3	946.8	3063.3

## 4. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēma

D.U.4. Sagatavot meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa sistēmu un metodiku, nosakot mērķus, parauglaukumu dizainu, iegūstamo datu saturu, parauglaukumu reprezentācijas pakāpi, uzskaites periodiskumu, iegūstamo datu apstrādes metodes un ierobežojumus.

### 4.1. Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa mērķi

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

### 4.2. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ģenētiskais līmenis

#### 4.2.1. Uzdevumi

Ģenētiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana:

1. Meža koku sugu ģenētiskā daudzveidība
  - a. Meža ģenētisko resursu (MĢR) audzes
  - b. Sēkļu plantācijas sēkļu raža
2. Augsnes bioloģiskās daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana

#### 4.2.2. Meža ģenētisko resursu (MĢR) audzes

##### Metodika

Atlasi parauglaukumus pēc vidējā vecuma audzēs. Ja MĢR audzēs ir veikta atjaunošana, tad pēc iespējas ievāc papildus paraugus (48) no atjaunotās audzes daļas.

No katras audzes ievāc 48 indivīdus, ievērojot minimālo parauglaukuma platību 4 ha.

Vēlamais ievākšanas materiāls – lapas/skujas. Nepieciešamības gadījumā var arī koksnes paraugus (piem. ja lapas/skujas nav sasniedzamas).

Ievākšanas laiks – 15. maijs – 15. septembrim (lapu koku sugas). Skuju koku sugas var arī agrāk (iepriekšējo gadu skujas) vai vēlāk.

Ievāktos paraugus saglabāt uz ledus klučiem augstumu kastē vai leduskapī (+4°C). Cita iespēja ir saglabāt paraugus silīka ģēlā, bez atdzesēšanas (izdalītās DNS kvalitāte varētu būt zemāka, bet tad nepieciešams veikt papildus izmēģinājumus, vai šāda metodika ir pielietojama).

Paraugu ievākšanai nepieciešmais laiks – 1-2 stundas (bez aizbraukšanas). Paraugus var ievākt nespeciālists, un/vai savienot ar citiem meža darbiem.

Paraugus nogādā LVMI Silava laboratorijā 2 dienu laikā.

4.1.tabula

#### Ģenētisko resursu mežaudzes

Nr.	Virsmežniecība	mežniecība	ĢRM nosaukums	platība, ha	Parauglaukumu skaits
<b>Parastās priedes ģenētisko resursu mežaudzes</b>					
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
<b>Parastās egles ģenētisko resursu mežaudzes</b>					
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
<b>Kārpainā bērza ģenētisko resursu mežaudzes</b>					
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
<b>Parastās apses ģenētisko resursu mežaudzes</b>					
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
<b>Pārējo sugu ģenētisko resursu mežaudzes</b>					
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

DNS izdala, veic genotipēšanu ar 12 mikrosatelītu marķieriem.

Genotipus ievieto vietējā datubāzē (Excel fails vai tml.), analizē ar dažādām bezmaksas programmām.

INDIKATORI –

**alēļu skaits**

**reto alēļu skaits ( $f < 0.05$ )**

**populāciju (audžu) diferenciacija**

MGR analīze var dot pamatu koku sugu ģenētiskās daudzveidības noteikšanai, un noskaidrot vai ir nepieciešams izdalīt papildus MGR audzes.

#### 4.2.3.Sēklu plantācijas sēklu raža

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

No katras sēklu plantācijas sēklu vidējā parauga izdiedzē sēklas, lai varētu izdalīt DNS no 192 paraugiem.

Veic genotipēšanu ar 12 mikrosatelītu marķieriem.

Genotipus ievieto vietējā datubāzē (Excel fails vai tml.), analizē ar dažādām bezmaksas programām

INDIKATORI –

**alēļu skaits**

**reto alēļu skaits ( $f < 0.05$ )**

**radniecības pakāpe starp indivīdiem**

**noteiktais mātes koku skaits (salīdzināt ar sēklu plantāciju klonu skaitu)**

Sēklu plantāciju analīze dod iespēju salīdzināt selekcijas materiālu ar MGR fonu.

Atjaunoto audžu analīze var dot iespēju noteikt dažādu paņēmieni ietekmi uz ģenētiskās daudzveidības (piem. dabīgā atjaunošana, stādīšana, sēšana utt). Tas arī dod iespēju noteikt selekcijas efektu (kā arī noteikt ģenētisko piesārņojumu – putekšņu fons, mežeņi utt).

#### 4.2.4.Augsnes bioloģiskā daudzveidība

Tiek izmantoti 1. līmeņa ICP Forests monitoringa parauglaukumi (kopumā 115)

Paraugu ievākšana – augsnes paraugus ievāc ar cilindru no 4-5 vietām monitoringa parauglaukumā (samaisot kopā vienā plastmasas (ziplock) maisā. No viena parauglaukuma ievāc vienu vidējo augsnes paraugu.

Paraugu ievākšanas laiks - 15. maijs – 15. septembris

Paraugus saglabā aukstumu kastē uz ledus klučiem. Paraugu ievākšanai nepieciešamais laiks – 1-2 stundas (bez aizbraukšanas). Iespējams, ka paraugus var ievākt nespeciālists, un/vai savienot ar citiem meža darbiem.

Paraugus nogādā GRC laboratorijā 2 dienu laikā.

Kopējo DNS izdala no augsnes, un veic “barcoding” vai “metagenomic” analīzi (izmantojot IonTorrent sekvenatoru (HTS – “high-throughput sequencing”).

Mērķu sekvenču skaits (“reads”) no katra parauga – 100 000.

INDIKATORI –

**mikrobiālā daudzveidība (OTU – operational taxonomic unit) skaits (OTU=suga)**

**iespējams arī sadalīt identificētās sugās pēc funkcijām (piem. saprotrofi, patogēni, sugas ar dzīvsudraba metilēšanas aktivitāti utt.)**

Šādas analīzes dod iespēju salīdzināt dažādu paraugus (audzes u.c.), īpaši monitorēt izmaiņas augsnes mikrobu daudzveidībā. Augsnes mikrobu daudzveidība ietekmē virzemes bioloģisko daudzveidību, un tapēc tas varētu būt piemērots/informatīvs indikators. Šādas analīzes arī dod iespēju novērtēt dažādu

mežsaimnieciskas paņēmienu ietekmi uz augsnes biodaudzveidību (augšnes veselību, produktivitāti un tas arī ir saistīts ar virszemes bioloģisko daudzveidību).

### *Periodiskums*

Monitoringa cikla garums: 5 gadi. Katru gadu analizēt aptuveni 1/5 daļu no paredzētiem parauglaukumiem/paraugu avotiem. Meža ģenētisko resursu (MGR) monitoringā tiek papildus analizētas atjaunotās MGR audzes, ņemot vērā, ka pieaugušo koku audžu atkārtoto analīzi var veikt tikai pēc 10-12 gadiem. Sēkļu plantācijas monitoringam jāņem vērā, ka nav iespējam iegūt sēkļu ražu katru gadu (piem., eglei), un attiecīgi ir jāplāno ikgadējais darbu plāns. Augšnes bioloģiskās daudzveidības monitoringā tiks izmantoti ICP Forests 1. līmeņa parauglaukumi, kas dos iespēju salīdzināt daudzveidības un funkcionālo raksturojumu ar pamatdatiem, kuri tiek ievākti no šiem parauglaukumiem.

### *Datu apstrādes metodes un ierobežojumi*

Genotipus ievieto vietējā datubāzē (Excel fails vai tml.), analizē ar dažādām specializētajām bezmaksas programām

## **4.3. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ekosistēmas līmenis**

### **4.3.1. Uzdevumi**

Ekosistēmas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana:

- Bieži sastopamu mežaudžu tipu augu sabiedrību novērtējums;
- Reti sastopamu mežaudžu tipu augu sabiedrību novērtējums.

### **4.3.2. Augu sabiedrību novērtējums Meža resursu monitoringa parauglaukumos**

#### *Metodika*

Meža bioloģiskās daudzveidības programmas obligātā sadaļa ir vaskulāro augu, augsnes sūnu un ķērpju sugu kvalitatīvā un kvantitatīvā uzskaitē, kas veicama ģeobotāniskā apraksta formā. Ģeobotāniskie apraksti veicami kā reprezentatīvajos MSI, tā arī platlapju audžu parauglaukumos, ģeobotānisko aprakstu nozīme.

Pirmkārt, vaskulārie augi un sūnas ir labi vides stāvokļa indikatori, tāpēc pilnīga sugu kompozīcija parauglaukumā atspoguļo vides apstākļu kopumu. Sistemātiska un atkārtota sugu uzskaitē mežaudzē indicēs vides izmaiņu gradientu.

Otrkārt, pamatojoties uz ģeobotānisko datu analīzes, ir iespējama objektīva, starptautiski aprobēta un unificēta **mežaudžu, ka augu sabiedrību**, klasifikācija, klasifikācijas vienību salīdzināšana ar citu valstu un reģionu klasifikācijas sistēmām. ‘Ģeobotānisko aprakstu analīze dod iespēju **identificēt aizsargājamus un retos** ES nozīmes un Latvijas nozīmes biotopus. Un visbeidzot, ģeobotānisko aprakstu datubāze ir vienīgais objektīvais pamats **meža tipu sistēmas pilnveidošanā**.

Parauglaukumā veģetācijas aprakstā sugu inventarizācija veicama pa četriem mežaudzes pamatstāviem: koku stāvā (E<sub>3</sub>), krūmu stāvā (E<sub>2</sub>), lakstaugu un sīkkrūmu stāvā (E<sub>1</sub>), kā arī sūnu un ķērpju stāvā (E<sub>0</sub>).

Koku stāvu veido visi kokaugi, augstāki par 5 m. Krūmu stāvā ietilpst visi jaunie kociņi (paauga) un krūmi (pamežs), kuri ir augstāki par vidējo lakstaugu/sīkkrūmu stāva līmeni un līdz 5 m augstumam. Lakstaugu un sīkkrūmu stāvu veido lakstaugi, stiebrzāles un sīkkrūmi. Veicot sugu inventarizāciju, lakstaugu stāvā parasti reģistrē arī jaunus koku dīgļstus. Koku dīgļstus. Sūnu un ķērpju stāvā ietilpst augsnes sūnas un ķērpji. Lakstaugu/sīkkrūmu stāvu un sūnu un ķērpju stāvu sauc par zemsedzi.



Atsevišķu stāvu projektīvo segumu novērtē pēc acumēra procentos, tāpat arī katrā stāvā uzskaitīto sugu projektīvo segumu novērtē pēc acumēra procentos. Sugu projektīva seguma summai stāvā ir jābūt vienādai vai lielākai par stāva kopējo projektīvo segumu. Stāva atsevišķu sugu projektīvā seguma summa var pārsniegt kopējo stāva segumu, jo parasti vairākām sugām stāva vasas daļas pārklājas. Ja sugas projektīvais segums ir mazāks par procentu, tad tādā gadījumā sugu ar nelielo segumu atzīmē ar + zīmi.

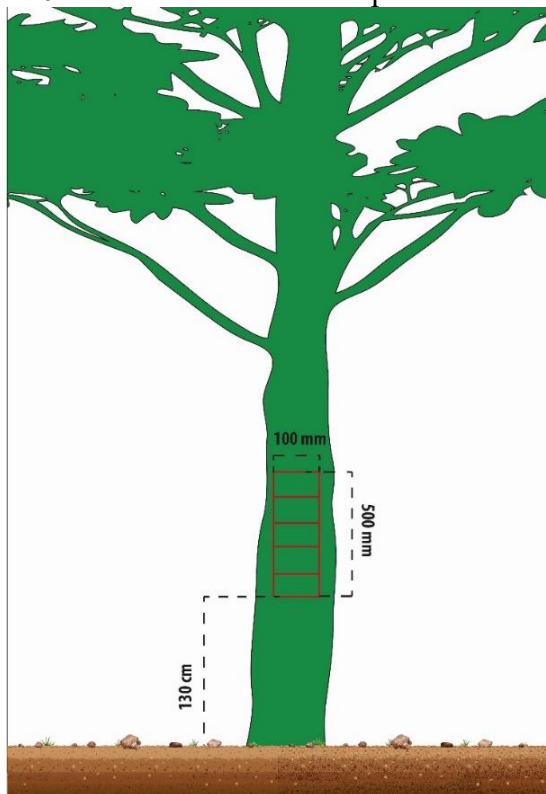
Sugu sastāva inventarizācijas minimālais laukums 400 m<sup>2</sup>, maksimālais – 900 m<sup>2</sup>. Sugu uzskaites laukuma lielums ir atkarīgs no audzes homogenitātes pakāpes. Veicot aprakstu, obligāti ir jānorāda laukuma lielums.

#### Epifītisko ķērpju novērtējums

Ne tālāk kā 10 m rādiusā no parauglaukuma centra tiek atlasīti koki, kuri tiek uzmērīti un uz tiem tiek veikta ķērpju uzskaitē. Monitoringa aplūveida parauglaukumos tiek atlasīts vismaz viens koks no katras parauglaukumā sastopamas koku sugas (neattiecas uz krūmaugiem). Kopā apsekojamo koku sugu skaits vienā aplūveida parauglaukumā nepārsniedz 2.

Gadījumā, ja mežam ir izteikta dažādvecuma kokaudzes struktūra, katrai koku sugai ir nepieciešams atlasīt 2 koku vecuma grupas (minimālais atlasītā koka diametrs nedrīkst būt mazāks par 10 cm (DM >10 cm)), katrā grupā ir nepieciešams atlasīt vismaz 1 koku.

Datus par epifītiskajiem ķērpjiem ievāc, izmantojot mazo parauglaukumu metodiku (režģis 10x50cm, sadalīts 5 kvadrātos 100x100mm). Mazie parauglaukumi tiek piestiprināti katram atlasītam kokam četrās vietās – koka Z, D, A un R daļās. Režģa apakšējā mala tiek uzstādīta atkāpjoties 130 cm no stumbra pamatnes. (skat. 2.13.attēlu). Katrs parauglaukuma stūris tiek marķēts ar alumīnija naglām, lai būtu iespējama atkārtota režģa uzstādīšana nākamajā monitoringa periodā. Jauniem un lēni augošiem kokiem režģis tiek uzstādīts tikai no Z un D puses. Jaunu un lēni augošu koku diametram ir jābūt 20 cm > DM >10cm. Pēc uzskaites darbu paveikšanas režģis tiek novākts.



Epifītisko ķērpju uzskaites laikā tiek aizpildīta monitoringa anketa. Katram kokam paredzēta atsevišķa monitoringa anketa. Ķērpju sugu sastopamība režģa parauglaukumā tiek novērtēta, balstoties uz katras sugas konstatējumu režģa kvadrātos, pielietojot skalu no 1 līdz 5. Sugām, kuru noteikšana nav iespējama lauka apstākļos, arī tiek novērtēta sastopamība. Nenoteiktu sugu īpatņiem sastopamību novērtē režģa

parauglaukumā un vēlāk ievāc herbārija materiālu. Ievācot šādus paraugus, uz herbārija aploknes ir jānorāda ievākšanas datums, ievācēja v. uzvārds, monitorējamā meža numurs, apļveida parauglaukuma numurs, koka numurs, koka suga, un parauga kārtas numurs. Sugu sarakstos, šādas sugas tiek atzīmētas, tāpat kā parauga numurs.

Pēc ievākšanas ir nepieciešams izkaltēt ievāktu materiālu (turot paraugu siltā un sausā vietā 1-2 st.). Lielus paraugus ir atļauts ievākt ZIP-maisīšos, uz kuriem norāda tādu pašu informāciju kā uz herbārija aploknes. ZIP-maisīšos paraugus ir atļauts glabāt ne ilgāk par 1 dienu.

Parauglaukumu atlasī veic speciālists ar pieredzi kartogrāfijā. Epifītisko ķērpju monitoringa lauku darbu veicēji ir profesionāli biologi. Dabā nenoteiktas sugas nosaka lihenologs ar pierādāmu pieredzi sugu noteikšanā (zinātniskie raksti un publikācijas saistībā ar attiecīgo sugu grupu). Izpildītājam ir jābūt pieejamiem ķērpju noteicējiem, mikroskopiem un sugu noteikšanai nepieciešamiem ķīmiskajiem reaģentiem. Svarīgākais ir pirms pamatuzskaites veikt monitoringa darbinieku apmācības un kalibrāciju vismaz vienas darba dienas laikā. Gadījumā, ja kāds no monitoringa veicējiem mainās, ir nepieciešama interkalibrācija starp izpildītājiem.

Lauku darbus atļauts veikt tikai gaišā diennakts laikā. Gaisa temperatūra ārā nevar būt zemāka par 5°C. Pierakstu veikšana dabā ir veicama, izmantojot zīmuli. Uz ZIP maisīšiem pieraksti tiek veikti ar permanento marķieri. Sliktu laikapstākļu laikā (pērkona negaiss, stiprs lietus utt.) nav atļauts veikt monitoringu.

Epifītisko ķērpju monitoringa īstenošanai tika izdalītas 8 mežu grupas atbilstoši to sastopamībai Latvijas teritorijā, augšanas apstākļu tipam, mitruma režīmam, valdošai koku sugai un zināmām epifītisko ķērpju preferencēm pret sekojošiem faktoriem (mitrums, apgaismojums, prasības pret substrātu/koku sugu).

Monitoringa veikšanas gads	1.gads	2.gads	3.gads	4.gads	5.gads
Plānots monitorēt meža grupas	1.un 2.	3.un 4.	5.	6. un 7.	8.

- 1) Sl; Mr; Ln – Sausieņu meži, kuros kokaudzē valdošā koku suga ir parastā priede (*Pinus sylvestris*);
- 2) Dm; Vr; – Sausieņu meži, auglīgāki un ar augstāku mitrumu nekā 1. mežu grupa, dominē parastā egles un piemistrojumā sastopama parastā apse (*Picea abies* + *Populus tremula*);
- 3) Mrs; Dms – Slapjainu klases meži ar samērā augstu mitrumu, kuros kokaudzē dominē parastā priede (*Pinus sylvestris*);
- 4) Pv; Nd – Purvaiņu meži, ar augstu mitrumu, kuros kokaudzē dominē parastā priede (*Pinus sylvestris*);
- 5) Db; Lk - Purvaiņu meži, ar augstu mitrumu, kuros kokaudzē dominē melnalksnis (*Alnus glutinosa*) un piemistrojumā ir sastopams purva bērzs (*Betula pubescens*);
- 6) Av; Am; As – Āreņi, susināti meži, ar samērā augstu mitrumu, kuros kokaudzē dominē parastā priede (*Pinus sylvestris*) un/vai bērzi (*Betula spp.*);
- 7) Kv; Km; Ks – Kūdreņi, susināti meži, ar samērā augstu mitrumu, kuros kokaudzē dominē parastā priede (*Pinus sylvestris*) un/vai bērzi (*Betula spp.*);
- 8) Ap; Kp; Gr – Dažādi meža tipi, susināti un nesusināti meži, ar samērā augstu mitrumu, kuros kokaudzē ir sastopamas platlapju sugas.

### MSI parauglaukumu tīklojums

Meža bioloģiskās daudzveidības monitoringam lietderīgi ir atlasīt MSI sistēmas parauglaukumus, kuri atbilst minētajiem trīs pamatnosacījumiem. MSI parauglaukumu tīklā meža bioloģiskās daudzveidības monitoringa programma realizējama valdošo sugu – priedes, egles un bērza audzēs, kā arī pareto sugu – baltalksnis, apse, melnalksnis audzēs.

MRM parauglaukumus izvēlas dažādās trofiskajās grupās un edafiskajās rindās.

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

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

Katru gadu ierīko parauglaukumus 120 MRM parauglaukumos, kopā 600 parauglaukumos

### **Periodiskums**

Katru gadu ierīko parauglaukumus 120 MRM parauglaukumos, kopā 600 parauglaukumos. Pārmērīšana plānojama ik pēc 5 gadiem.

### **Datu apstrādes metodes un ierobežojumi**

Augāja aprakstu un epifītu uzskaites datu glabāšana un analīze

Ģeobotānisko aprakstu un epifītu sugu uzskaites datu kopas kolekcionējamas vienotā datubāzē. Pašlaik piemērotāka datubāzes struktūra augāja datu uzkrāšanai, glabāšanai un analīzei ir Eiropā plaši lietotā TURBOVEG datubāze (Hennekens 1995).

TURBOVEG datubāzes pamatstruktūra ir Eiropas vaskulāro augu sugu, sūnu un ķērpju sugu sugu saraksts. Ikviens konkrēta apraksta sugu kvalitatīvais sastāvs un katras sugas daudzums, sasaistē ar šo sugu sarakstu, tiek uzkrāts elektroniskajos datu nesējos.

Papildus bez apraksta sugu sastāva, datubāzē ir iespējams uzkrāt vispārīgu informāciju, kas raksturo apraksta vietu, piemēram, apraksta laukums, ģeogrāfiskās koordinātes, virsas vērsums un slīpums, apraksta laiks utt.; ekoloģiska rakstura datus, piemēram, augšņu ķīmisko un fizikālo īpašību rādītājus u.c. parametrus.

Datubāze TURBOVEG ir savietojama ar izplatītām datu apstrādes un analīzes sistēmām, piemēram, ArcGIS, PCord, SPSS un citām.

TURBOVEG sistēmu, kā ērtu ģeobotānisko aprakstu bibliotēku, plaši lieto ģeobotāniskos pētījumos arī Latvijā.

Ģeobotānisko aprakstu sistematizācijā (klasificēšanā), objektīvā aprakstu grupēšanā ar ordinācijas metodēm, augu sugu izplatības un vides faktoru sasaistē (gradientanalīze), kā arī statistisko parametru aprēķināšanā, ieteicams izmantot pašlaik izplatītākās datu analīzes programmu paketes – PCord (McCune, Grace 2002; Peck 2010), JUICE (Tchy, Jason 2006), SPSS (Arhipova, Baltiņa 2003; Lasmanis 2002) u.c..

Aprakstu klasificēšanā un ordinēšanā sevišķi sekmīgi izmantojama PCord datu apstrādes pakete, kas dod iespēju objektus grupēt ar Galveno komponentu metodi – PCA (galveno komponentu metodi sekmīgi lietoja 80-os gados K. Bušs Latvijas meža tipu identificēšanā), Nemetrisko daudzdimensiju mērogošanu (NMS), Kanonisko korespondencanalīzi (CCA), Detrendēto korespondencanalīzi (DCA) un citas metodes.

#### **4.3.3. Augu sabiedrību novērtējums pastāvīgajos platlapju parauglaukumos**

##### **Platlapju audžu pastāvīgo parauglaukumu objekti**

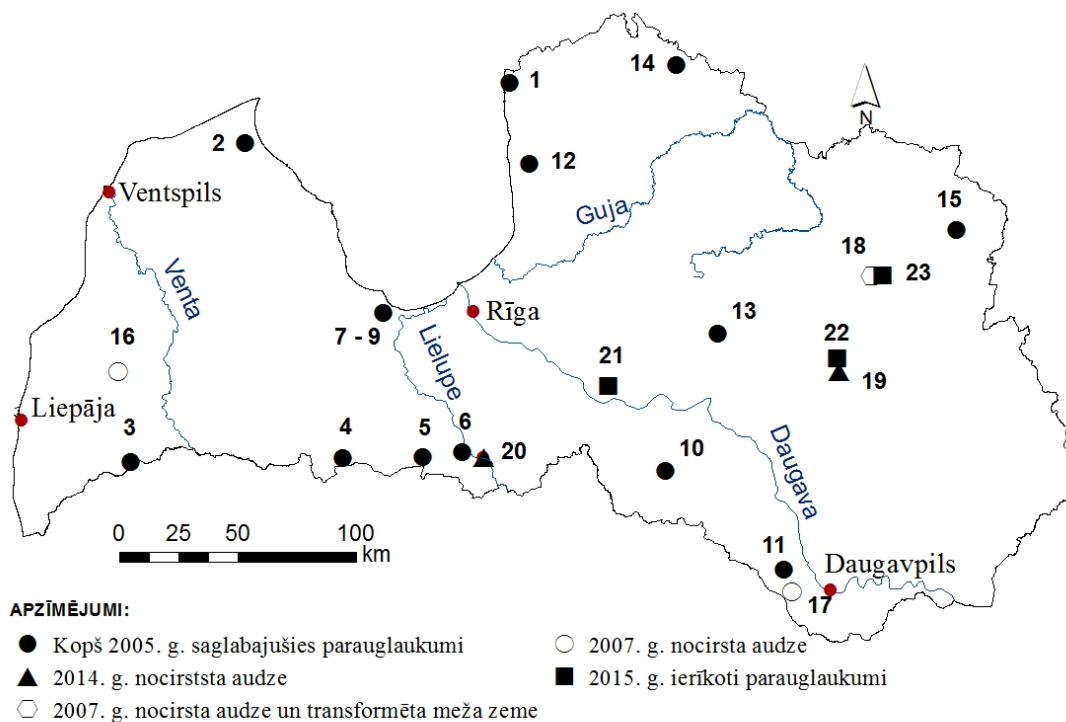
Ošu, vīksnu, ozolu, skabāržu un dižskabāržu audžu izvietojums attēlots 4.1.-4.5.attēlos.

## Platlapju audžu pastāvīgo parauglaukumu lielums un forma

### Metodika

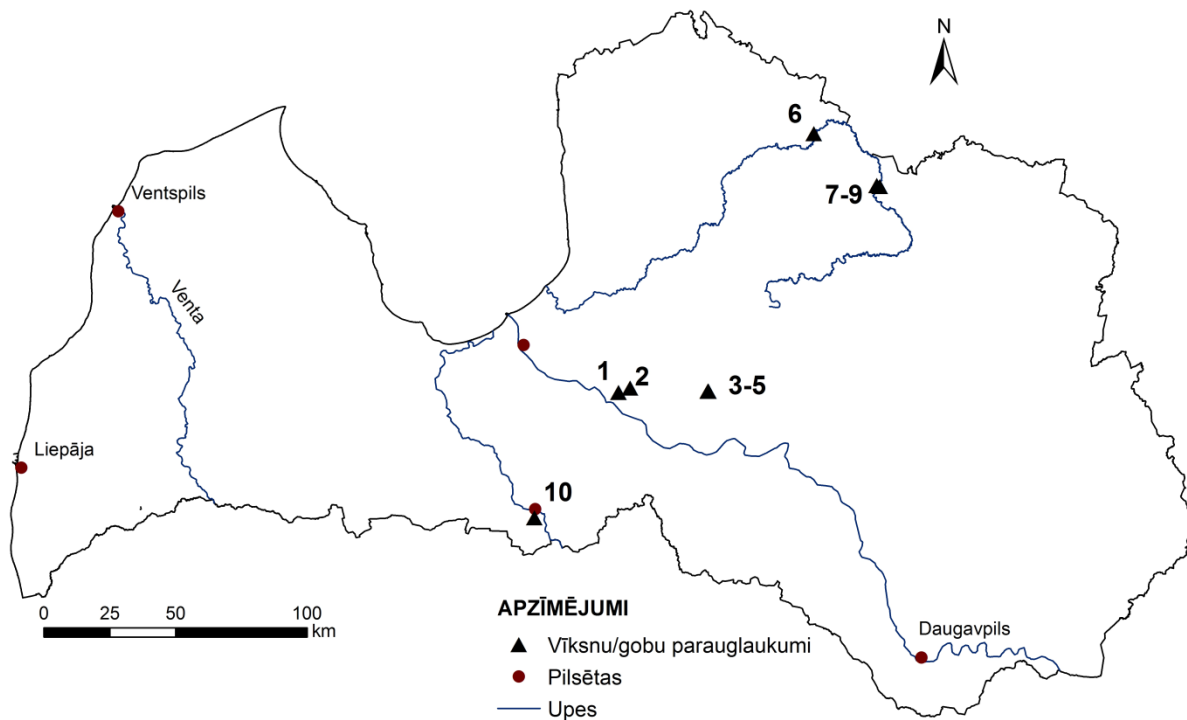
Laukumam ir riņķa forma, tā rādiuss ir 15 m, platība – 706.5 m<sup>2</sup>. Laukuma centrā ierakts 1.7 m garš un 15 - 20 cm resns stabs, centram ir noteiktas ģeogrāfiskās koordinātes (LKS-92), kā arī noteikts laukuma attālums no jūras un augstums virs jūras līmeņa. Laukumā numurēti visi par 5 m garāki koki (numuri ar baltu krāsu uzkrāsoti uz stumbra 1.5 – 1.6 m augstumā).

Visos laukumos pēc vienotas metodes ievākta mežaudzi raksturojoša datu kopa. Pētījumu stratēģijas izstrādē laukumos izmantotas kvantitatīvās ekoloģijas un mežsaimniecības pētījumu pamatnostādnes.



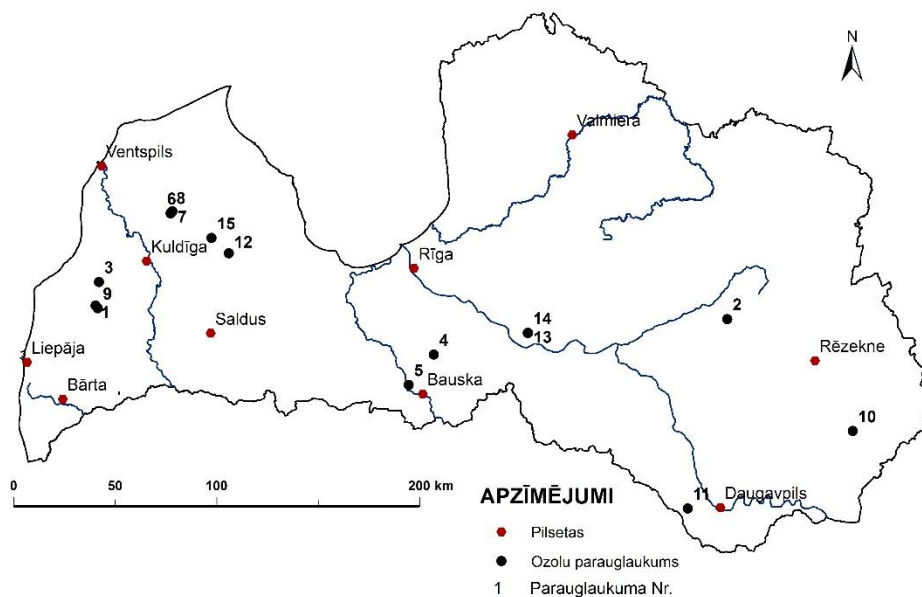
#### 4.1. attēls. Oša audžu pastāvīgo parauglaukumu izvietojums Latvijā

Parauglaukumi: 1 - Ainaži, 2 – Vidāle, 3 – Vaiņode, 4 – Ukri, 5 – Bērvircava, 6 – Rundāle, 7 – Ķemeri\_1, 8 – Ķemeri\_2, 9 – Ķemeri\_3, 10 – Viesīte, 11 – Jaunlaši, 12 – Limbaži, 13 – Vestiena, 14 – Pīksāre, 15 – Viļaka, 16 – Aizpute, 17 – Šēdere, 18 – Gulbene, 19 – Barkava, 20 – Bauska, 21 – Skrīveri, 22 – Lisiņa, 23 – Ezernieki.

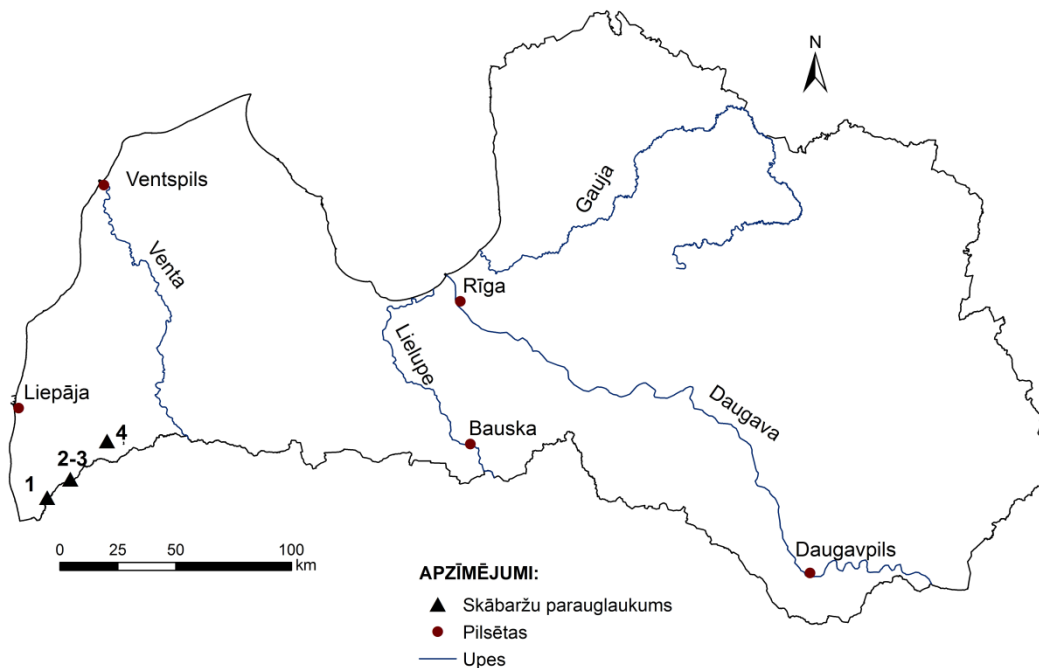


4.2. attēls. Pastāvīgo parauglaukumu izkārtojums vīksnas audzēs:

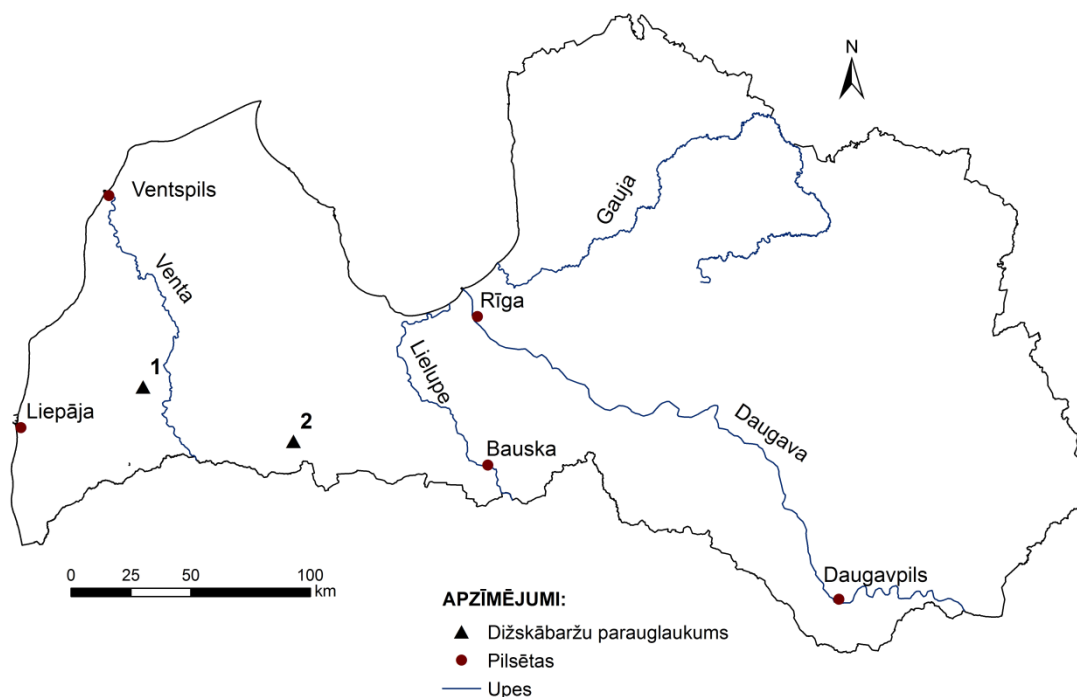
1 - Mazpeči, 2 – Indrāni, 3,4,5 – Paliene, Grava, Skacers (Vērene), 6 – Saule, 7,8,9 – Smidži, Lejassmidži, Kalnasmidži, 10 – Rītausma



4.3. attēls. Pastāvīgo parauglaukumu izkārtojums ozola audzēs: 1 - Apriķi, 2 – Barkava, 3 – Gudenieki, 4 – Iecava, 5 – Mežotne, 6 - Moricsala\_Dakterdruva, 7 - Moricsala\_Dziļdangkalns, 8 - Moricsala\_Kaķukalns, 9 – Padure, 10 – Pilori, 11 – Rauda, 12 – Sabile, 13 - Skrīveri1, 14 - Skrīveri2, 15 Veģi



4.4. attēls. Skābarža audžu laukumu izvietojums:  
1 – Liepnieki, 2,3 – Lukna, 4 – Mazgramzda



4.5. attēls. Ilglaicīgo novērojumu laukumu izvietojums dižskābarža audzēs:  
1 – Valtaīki, 2 – Auce.

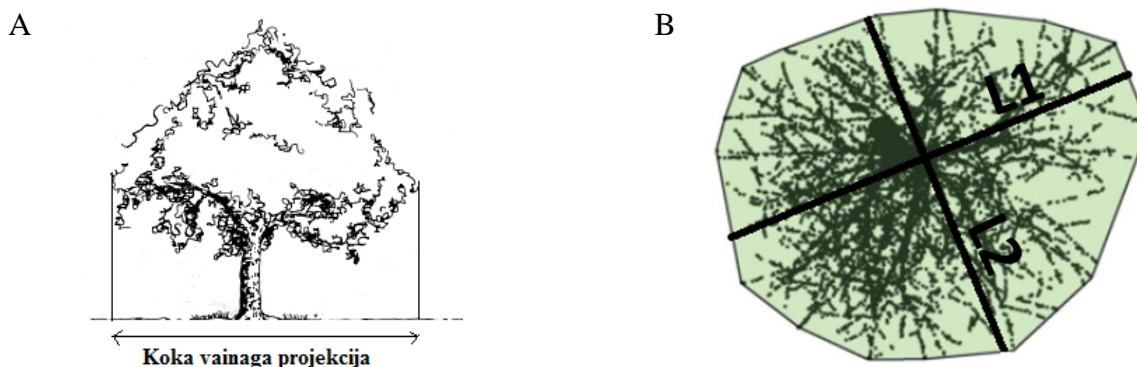
### *Reto audžu (platlapju meži) parametru uzskaites metodes*

**Kokaudzes taksācija.** Noteikti šādi audzes parametri:

- stumbra caurmērs 1.3 m augstumā,
- koka augstums (mērīts bezlapu stāvoklī pavasarī vai rudenī),
- koka attālums un azimuts no laukuma centra,
- koka vainaga projekcijas garākā un tai perpendikulārā ass,

- ar Preslera pieauguma svārpstu ievākti paraugi no stumbra gadskārtu skaita un platuma mērījumiem.

**Vainaga projekcija** ir koka vainaga kontūra uz zemes (4.6. att. A, B). Katram kokam gar stumbru uzmērītas vainaga projekcijas divām asīm: garākajai (L1) un tai perpendikulārajai asij (L2) (4.6. att.). Pamatojoties uz šiem diviem mērījumiem, katram kokam aprēķināts vainaga caurmērs  $(L1+L2)/2$ , kā arī vainaga asimetrija ( $L2/L1$ ).



4.6. attēls. Koka vainaga projekcija (A) un projekcijas asis (B).

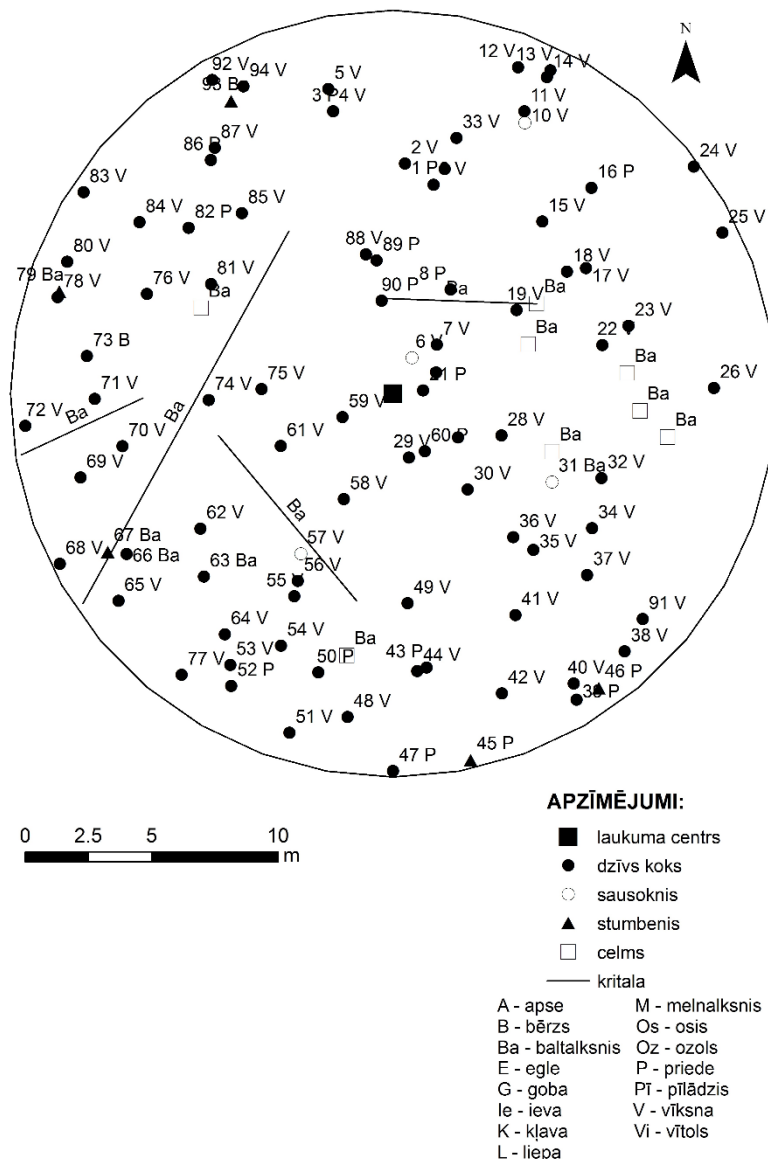
Katram parauglaukumam ArcGIS programmatūrā aprēķināts vainagu slēgums, kas ir attiecība starp dotā parauglaukuma koku vainagu horizontālo projekciju summu un parauglaukuma platību.

**Vainaga stāvoklis.** Novērtē pēc starptautiski aprobētām un Latvijas meža monitoringā ieviestām metodēm (Anon. 1993, 2000; Gillespie et al. 1993; Millers et al. 1993). Pēc acumēra procentos (ar 5% intervālu) novērtēti šādi vainaga stāvokļa parametri:

- vainaga attiecība – rāda, kādu daļu no koka garuma aizņem dzīvais vainags;
- vainaga blīvums – zaru, skuju vai lapu daudzums, kas neļauj gaismai izplūst caur vainagu; šo vainaga daļu novērtē pret ideālo vainaga formu, kas ir raksturīga katrai koku sugai;
- vainaga atmirums – sauso zaru un zariņu daudzums kopumā visā vainagā (netiek vērtēts vainaga atmirums atsevišķi tā augšējā un apakšējā daļā);
- vainaga defoliācija – komplekss jeb integrāls vainaga veselības stāvokļa rādītājs, to nosaka galvenokārt pēc lapu vai skuju zuduma vainagā, ņemot vērā arī vainaga blīvuma, atmiruma un caurredzamības rādītājus.

Kokiem, sevišķi jaunajām gobām un vīksnām, stresa stāvoklī uz stumbra, ka arī uz vainaga skeletzariem veidojas **ūdenszari**. Katram kokam laukumā uz stumbra pēc acumēra procentos novērtēta ūdenszaru attiecība (no koka garuma aizņemtā daļa) un ūdenszaru segums – ar ūdenszaru lapotni nosegtā stumbra daļa.

**Kokaudzes atmirums.** Uzskaitīti **sausokņi** – suga, stumbra caurmērs, garums, azimuts un attālums no laukuma centra; **kritalas** – suga, caurmērs, garums, sadalīšanās pakāpe 3 ballēs, kritalas azimuts un resnākā gala attālums no laukuma centra; **celmi** – suga, caurmērs, augstums un sadalīšanās pakāpe 3 ballēs, azimuts un attālums no laukuma centra. Visām audzēm uzzīmēts dzīvo koku, sausokņu, stumbeņu, celmu un kritalu telpiskas izvietojums (4.7. att.)



4.7. attēls. Kokaudzes elementu izkārtojums Kalnasmidžu vīksnas audzē.

**Jaunie kociņi un krūmi.** Līdz 5 m augsti koki uzskaitīti ilglaicīgajā laukumā 3 mazākos riņķveida laukumiņos (rādiuss 5 m), kuru attālums (laukumiņa centrs) no laukuma centra ir 7 m, bet azimuts attiecīgi 0, 120 un 240 grādi. Katrā laukumiņā uzskaitīti visi kokaugu sugu indivīdi (dzinumi) un pēc acumēra noteikts to augstums šādos augstuma intervālos: 0.5 m, 1 m, 1.5 m, 2 m, 3 m, 4 m, 5 m.

**Audzes sugu sastāvs.** Laukumā inventarizētas visas koku stāvā ( $E_3$ ), krūmu stāvā ( $E_2$ ), lakstaugu stāvā ( $E_1$ ) un sūnu stāvā ( $E_0$ ) augošās sugas. Pēc acumēra procentos novērtēts katras sugas projektīvais segums (Braun-Blanquet 1964; Dierschke 1994).

**Augsnes pētījumi.** Katrā laukumā izrakta augsnes bedre (līdz 1 m dziļumam), aprakstīti augsnes ģenētiskie horizonti: to sastāvs un īpašības, no augsnes ģenētiskajiem horizontiem noņemti paraugi augsnes fizikālā un ķīmiskā sastāva analīzēm.

LVMI Silava Meža vides laboratorijā noteikts augsnes skābums potenciometriski 1 M KCl šķīdumā, hidrolītiskais skābums 1 M nātrija acetāta  $\text{CH}_3\text{COONa}$  izvilkumā pēc Kapena metodes, apmaiņas bāzes 0.1 M HCl izvilkumā pēc Kapena-Gilkoviča metodes,  $\text{CaCO}_3$  daudzums ar kalcimetru Eijkellamp (LVS ISO 160 10693), kopējais trūdvielu saturs noteikts ar elementanalizatoru *LECO CR12*, bet kopējais slāpekļis – ar modificēto Kjeldāla metodi (analizators Selecta P). Pēc analīžu datiem aprēķināts organiskais ogleklis  $C_{\text{org}}$ , karbonātos saistītais ogleklis  $C_{\text{karb}}$ , apmaiņas bāzu kapacitāte, piesātinājums un C/N attiecība. (Skujāns un Mežals 1964; Riņķis un Ramane 1989).

1 M HCl šķīdumā ar atomabsorbcijas spektrometru Analyst 700 noteikts Ca, Mg, K, Na, Fe, Mn, Ni, Zn, Cu, Cd, Pb daudzums (Riņķis un Ramane 1989).



Aprakstītas augsnes ģenētisko horizontu morfoloģiskās īpašības (Kārklīņš 2007, 2008), horizontu krāsa noteikta laboratorijā ar Mansela krāsu skalu (Anon 2000).

Kā piemērs dots Mazpeču gobu/vīksnu audzes augsnes rakuma morfoloģisko pazīmju apraksts, kā arī fizikālo un ķīmisko īpašību dati apkopoti

### *Parametru mērījumu periodiskums un noslodze platlapju audzēs*

Platlapju audzēs kokaudzes taksācija, veselības stāvokļa vērtējums, dabiskā atjaunošanās, vaskulāro augu un epifīto sugu inventarizācija atkārtojama **ik pēc pieciem gadiem**.

Mērījumi parauglaukumos jāveic vismaz diviem cilvēkiem. Mērījumu ilgums vienā parauglaukumā **3 līdz 3.5 stundas**. Dienas norma diviem cilvēkiem – **divi parauglaukumi**

Savukārt augsnes ķīmiskās analīzes un fizikālo īpašību analīze atkārtojama **ik pēc desmit gadiem**. Augsnes bedres rakšana, morfoloģisko īpašību aprakstīšana un paraugu noņemšana no ģenētiskajiem horizontiem aizņem **vienu stundu**.

### *Datu apstrādes metodes un ierobežojumi*

Augāja aprakstu un epifītu uzskaites datu glabāšana un analīze

Ģeobotānisko aprakstu un epifīto sugu uzskaites datu kopas kolecionējamas vienotā datubāzē. Pašlaik piemērotāka datubāzes struktūra augāja datu uzkrāšanai, glabāšanai un analīzei ir Eiropā plaši lietotā TURBOVEG datubāze (Hennekens 1995).

TURBOVEG datubāzes pamatstruktūra ir Eiropas vaskulāro augu sugu, sūnu un ķērpju sugu sugu saraksts. Ikviens konkrēta apraksta sugu kvalitatīvais sastāvs un katras sugas daudzums, sasaistē ar šo sugu sarakstu, tiek uzkrāts elektroniskajos datu nesējos.

Papildus bez apraksta sugu sastāva, datubāzē ir iespējams uzkrāt vispārīgu informāciju, kas raksturo apraksta vietu, piemēram, apraksta laukums, ģeogrāfiskās koordinātes, virsas vērsums un slīpums, apraksta laiks utt.; ekoloģiska rakstura datus, piemēram, augšņu ķīmisko un fizikālo īpašību rādītājus u.c. parametrus.

Datubāze TURBOVEG ir savietojama ar izplatītām datu apstrādes un analīzes sistēmām, piemēram, ArcGIS, PCord, SPSS un citām.

TURBOVEG sistēmu, kā ērtu ģeobotānisko aprakstu bibliotēku, plaši lieto ģeobotāniskos pētījumos arī Latvijā.

Ģeobotānisko aprakstu sistematizācijā (klasificēšanā), objektīvā aprakstu grupēšanā ar ordinācijas metodēm, augu sugu izplatības un vides faktoru sasaistē (gradientanalīze), kā arī statistisko parametru aprēķināšanā, ieteicams izmantot pašlaik izplatītākās datu analīzes programmu paketes – PCord (McCune, Grace 2002; Peck 2010), JUICE (Tchy, Jason 2006), SPSS (Arhipova, Baltiņa 2003; Lasmanis 2002) u.c..

Aprakstu klasificēšanā un ordinēšanā sevišķi sekmīgi izmantojama PCord datu apstrādes pakete, kas dod iespēju objektus grupēt ar Galveno komponentu metodi – PCA (galveno komponentu metodi sekmīgi lietoja 80-os gados K. Bušs Latvijas meža tipu identificēšanā), Nemetrisko daudzdimensiju mērogošanu (NMS), Kanonisko korespondencanalīzi (CCA), Detrendēto korespondencanalīzi (DCA) un citas metodes.

## **4.4. Bioloģiskās daudzveidības monitorings: ainavas līmenis**

### **4.4.1. Uzdevumi**

Ainavas daudzveidības stāvokļa un izmaiņu novērtēšana:

- 1.Meža platību sadalījums pa valdošajām sugām un ekoloģiskās attīstības stadijām;
- 2.Plankumu, klašu un ainavas līmeņa indikatoru stāvokļa un izmaiņu novērtējums;

3. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums;

4. Meža savienojamības un to novērtējums.

#### 4.4.2. Meža platību sadalījums pa valdošajām sugām un ekoloģiskās attīstības stadijām

##### Metodika

Informācijas avots – MRM dati

Atlase - meža parauglaukumi atbilstoši ekoloģiskās attīstības stadijai – izcirtums, jaunaudze, vidēja vecuma audze, briestaudze, pieaugusi audze, pāraugusi audze, grupējot pa valdošajām sugām Latvijas mežos kopumā vai atbilstoši administratīvajām robežām.

Piemēram:

Suga\ATTĪST STAD.	IZCIRTUMS (IZC)	JAUNAUDZE (JA)	VID._VEC. (VV)	BRIESTAUDZE (BA)	PIEAUGUSI (PI)	PĀRAUGUSI&DAŽAD (PA)
P						
E						
B						
Ma						
A						
Ba						
.....						

Sadalījuma izmaiņas analizē laika rindā.

#### 4.4.3. Ainavas plankumu, klašu un ainavas līmeņa indikatori

##### Metodika

1) Attiecībā uz MRM datiem:

1.1. MRM parauglaukumu centru precīzu koordināšu noteikšana izmantojot LatPos GNSS bāzes stacijas, kas nodrošina iespēju ar atbilstošu aprīkojumu noteikt koordinātas ar piecu milimetru precizitāti, veicot uzkrāto datu pēcapstrādi ar ģeodēziskām programmatūrām, piemēram, pieejams: <http://www.rtklib.com/>

1.2. MRM parauglaukumā augošo pirmā stāva koku vainagu spektrālo parakstu un tekstūras kolekcijas izveide attēlu atpazīšanas algoritmu procesam.

1.3. Reprezentatīvo (iespējami viendabīgo) MRM parauglaukuma teritoriju izvēle un sasaiste ar DEM un DSM modeļiem, kā arī aprēķinot apauguma (CHM), augstuma un vainaga biežības rādītājus, lai izvērtētu vienas ainavu daļējuma klases (skujkoku vai mistrotās audzes) iespējas nodalīt audzes divās grupās, atbilstoši to vecumam. Kokaudžu vainagu tekstūras, kā arī citu rādītāju analīze izmanto eCognition programmas iespējas.

1.4. Attēlu sagatavošana ainavas indikatoru aprēķina procesam. Attēli ģeneralizējami, izveidojot 20x20m lielus pikselus, uz kā pamata identificētas homogēnas platības ne mazākas par 0,1ha. Klašu daļējums norādīts punktos 2.1. un 2.2.

2) Ainavas līmeņa monitoringam, atkarībā no datu pieejamības jānošķir:

2.1. Plankumi – skujkoku audzes, mistrotās audzes, cits;

2.2. Plankumi – vecas skujkoku audzes, vecas mistraudzes, vecas lapu koku audzes, cits;

2.3. Attiecībā uz ainavas indikatoriem:

2.4. Plankuma līmenī prioritāti aprēķināmi šādi indikatori:

Plankumu skaits, aizņemta platība un perimetrs;

Kodola platība;

Plankuma izolācija.

2.5. Klases līmenī aprēķināmi šādi indikatori:

Agregācija;

Plankumu izkliede telpā;  
Attālums līdz “tuvākajam kaimiņam”.

- 2.6. Ainavas līmenī aprēķināmie indikatori:  
Aizņemtā frakcija vai proporcija;  
Seguma tipu sajaukuma pakāpes indekss;  
Malas kontrasta indekss.

Sadalījuma izmaiņas analizē laika rindā.

#### 4.4.4. Ainavas telpiskā raksta klašu stāvokļa un izmaiņu novērtējums

##### Metodika

- 1) Informāciju par ainavas telpiskā raksta klasēm aprēķina:
  - a. Visiem mežiem (5m un augstāks) Latvijā
  - b. visiem mežiem (5m un augstāks) 8 nejauši izvēlētos tks93\_100000 50\*50km kvadrātos, kuri vairāk nekā 50 % ir Latvijas sauszemes teritorijā.

Ievades dati:

- 1.Meža (ZKAT 10) poligoni no MVR. Poligonu datus pārveido 20m, 40m un 100 m pikseļos, vai
2. Attālās izpētes datu (LIDAR, ortofotoattēli, satelītattēli) interpretācija. Datus pārveido 20m, 40m un 100 m pikseļos.

Ainavas funkcionālos elementus aprēķina, izmantojot datorprogrammu **Guidos**, kas ir brīvas piekļuves programma nekomerciālai izmantošanai:

<http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos/>

Aprēķinus veic nosakot buferjoslu 40m un (80)100m.

- 25km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 5\*5km (pix 20m) (atbilstoši 2 un 5 pikseļi)
- 625 km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 25\*25km (pix 40m) (atbilstoši 1 un 2 pikseļi)
- 2500 km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 50\*50km (pix 100m) (atbilstoši 1 pikselis).

Aprēķina sekojošas morfoloģiskās klases:

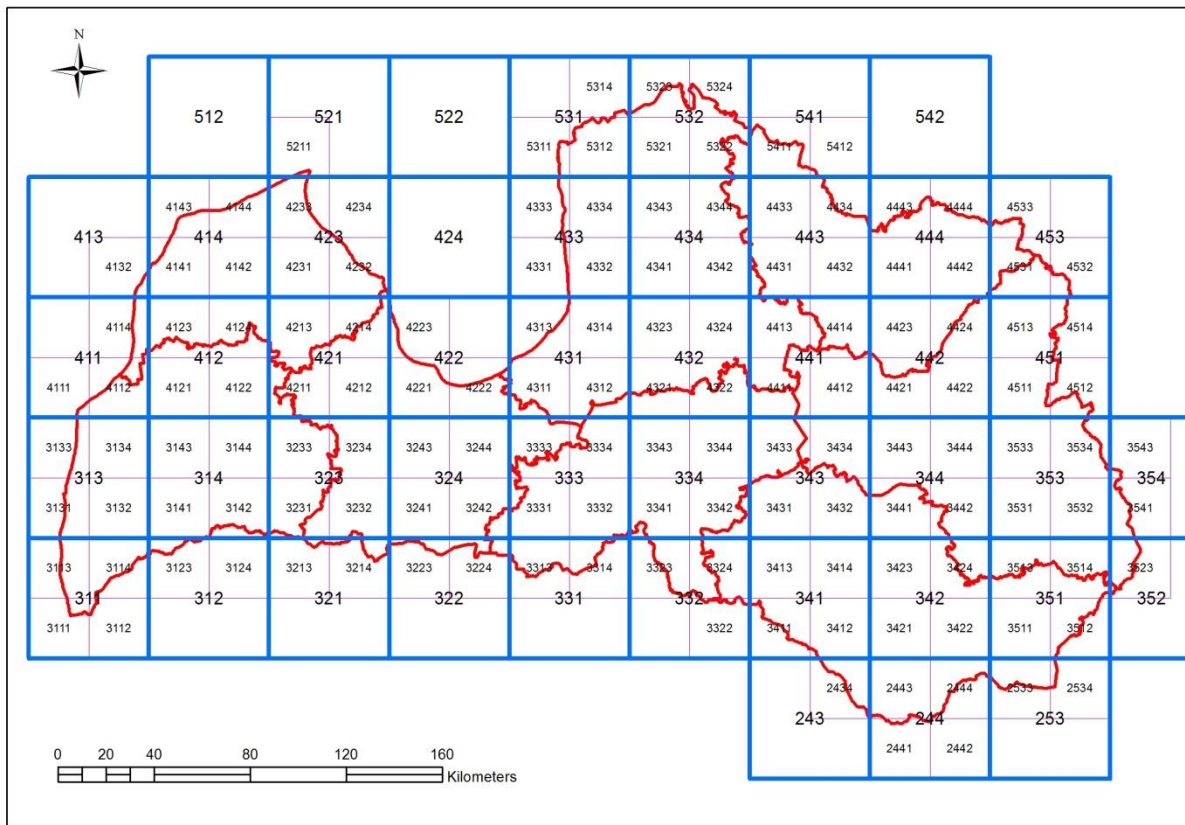
- 1) Kodols - Core
- 2) Sala - Islet
- 3)Perforācija - Perforation
- 4) Mala - Edge
- 5) Cilpa - Loop
- 6) Tilts - Bridge
- 7) Zars - Branch

Ja analīzi veic ne visai Latvijai, bet paraugkopai, tad analīzei izmantojami 8 kvadrāti no 50\*50km kvadrātiem 313, 314, 323, 324, 333, 334, 341, 342, 343, 351, 353, 412, 414, 421, 423, 431, 432, 433, 434, 441, 442, 443, 444, 451, 532. (100m pikseļi).

Tajos izlozes kārtībā izvēlas 16 gab. 25 \*25km kvadrātus (2 katrā no 8 atlasītajiem)

Savukārt 3. solī atlasa 32 gab. 5\*5km kvadrātus (2 katrā no 16 iepriekšējā solī atlasītajiem). (4.8.att.)

Sadalījuma izmaiņas analizē laika rindā.



4.8.att. Monitoringa kvadrāti

#### 4.4.4. Meža savienojamības novērtējums

##### Metodika

2) Informāciju par ainavas telpiskā raksta klasēm aprēķina

a. Visiem mežiem Latvijā

b. visiem mežiem 8 nejauši izvēlētos tks93\_100000 50\*50km kvadrātos, kuri vairāk nekā 50 % ir Latvijas sauszemes teritorijā.

1. Ainavas elementu ekoloģiskā nozīmīguma analīze

Atlase :

1.Meža (ZKAT 10) poligoni no MVR. Poligonu datus pārveido 20m, 40m un 100 m pikseļos, vai

2.Attālās izpētes dati (LIDAR, ortofotoattēli, satelītattēli). Datus pārveido 20m, 40m un 100 m pikseļos.

Analīzi veic visiem mežiem iepriekšējā punkta a apakšpunktā izvēlētajos kvadrātos vai visai Latvijas teritorijai.

Izmanto datorprogrammu **CONFOR SENSINODE 2.2**, kas ir brīvas piekļuves programma nekomerciālai izmantošanai:

[www.conefor.org/](http://www.conefor.org/)

Analīzi veic MVR datu bāze esošajiem Meža (ZKAT=10) apvienotajiem poligoniem(dissolved). Analīzi veic katram poligonam aprēķinot, izmantojot sekojošas distances savienojuma distances:

- Dist.100m, 25km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 5\*5km
- Dist. 500m, 625 km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 25\*25km

- Dist. 1000m, 2500 km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 50\*50km
- Dist. 5000m 2500 km<sup>2</sup> LKS-92 sistēmā 50\*50km

Distances aprēķina no poligona malas. Meklēšanas distance atbilstoši savienojuma distancei. Aprēķina integrēto savienojamības indeksu (integral index of connectivity).

#### 4.4.5. uzskaites periodiskums

Analīzi visiem ainavas indikatoriem veic reizi 5 gados.

### 4.5. Bioloģiskās daudzveidības monitorings audžu struktūras novērtējuma uzlabojumi MRM ietvaros

MRM pašreizējā metodika ļauj novērtēt virkni bioloģiskās daudzveidības indikatoru, tomēr, lai rezultātus padarītu pilnvērtīgākus, atsevišķi parametri jānovērtē detālāk nekā līdz šim.

#### 4.5.1. Atmiruma sadalīšanās pakāpe

Pašreizējā metodikā atmirums tiek vērtēts tikai nepāra MRM ciklos, būtu nepieciešams:

- 1) iekļaut šī rādītāju novērtējumu visos ciklos.
- 2) Noteikt, ka atmirumu (sausokņi, stumbeņi, kritālas) nosaka dominējošo sadalīšanās pakāpi (tāda, kura ir lielākajā daļā no stumbra) atbilstoši 4.5.1. tabulai.

4.5.1. tabula

Atmirušo koku sadalīšanās pakāpes

Kods	Skaidrojums
1	Svaigi atmiris (kārtējā gadā) koks ar mizu un/vai saglabājušos lapojumu (lapas vai skujujas)
2	Cieta koksne ar vai daļēji ar mizu
3	Koksne nedaudz mīksta, tajā var viegli iedurt nazi 1 cm dziļumā
4	Koksne mīksta, tajā var viegli iedurt nazi 5 cm dziļumā
5	Koksne ļoti mīksta, tā viegli drūp rokās

#### 4.5.2. Mikrodzīvotņu novērtējums

Nepieciešams ieviest papildus rādītājus pie audzes apraksta

Raksturīga zemesdzes veģetācija _____%	Ciņi ap koku pamatnēm	Vecu lazdu puduri
Dažādvecuma kokaudzes struktūra _____%	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10
Īslaicīgi vai pastāvīgi pārplūstoši lauk. _____%	<b>Bioloģiski veci+lieli (virs 50cm caurmērā) koki</b>	<b>Atvērumi vainaga klājā, lauces</b>
Atbilstošs pamežs+paauga+2.stāvs _____%	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10
Mežaudzei raksturīga pašizrobošanās _____%	<b>Stāvoši koki ar piepēm (dzīvi un nokaltuši)</b>	<b>Lēni auguši (mazi koki)</b>
Avoksnainu platību īpatsvars _____%	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10
Zemesdzē dominē ekspansīvās, invazīvās ruderālās sugas _____%	<b>Priedes ar deguma rētām</b>	<b>Dzeņveidīgo sakalti un dobumaini koki (t.sk. kritālas, stumbeņi, sausokņi)</b>
	0    1 līdz 5    6 līdz 10 >10	

		0	1 līdz 5	6 līdz 10	>10
		<b>Atsegti substrāta laukumi</b>			
0	1 līdz 5	6 līdz 10	0	1 līdz 5	6 līdz 10
>10			>10		_____ %

#### 4.6. Meža putnu monitorings

**Mērķis:** Meža putnu monitoringa mērķis ir sekot līdzi to Latvijas ligzdojošo putnu sugu populāciju lieluma un teritoriālā izvietojuma izmaiņām, kuras iespējams konstatēt standartizētās rīta uzskaitēs.

**Indikatori:** Latvijas meža putnu indeksa sugas

**Objekti:** monitoringa kvadrāti.

Lauku darbu metodika: Auniņš A., 2009:

[http://www.lob.lv/download/Metodika\\_090808.pdf](http://www.lob.lv/download/Metodika_090808.pdf)

Datu apstrāde: TRIM (TRENds and INdices for Monitoring data):

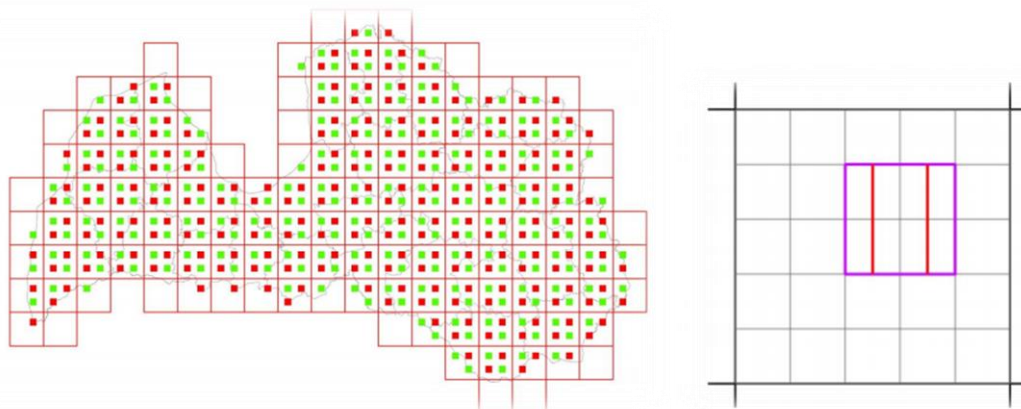
<http://www.ebcc.info/trim.html>

Meža putnu indeksā vērtē sekojošas putnu sugas:

Vistu vanags (*Accipiter gentilis*), zvirbuļvanags (*Accipiter nisus*), mežirbe (*Bonasa bonasia*), pelēkā dzilna (*Picus canus*), melnā dzilna (*Dryocopus martius*), vidējais dzenis (*Dendrocopos medius*), baltmugurdzenis (*Dendrocopos leucotos*), mazais dzenis (*Dendrocopos minor*), sila strazds (*Turdus viscivorus*), svirlītis (*Phylloscopus sibilatrix*), zeltgalvītis (*Regulus regulus*), mazais mušķērājs (*Ficedula parva*), melnais mušķērājs (*Ficedula hypoleuca*), garastīte (*Aegithalos caudatus*), purva zīlīte (*Parus palustris*), pelēkā zīlīte (*Poecile montana*), cekulzīlīte (*Parus cristatus*), meža zīlīte (*Parus ater*), mižložņa (*Certhia familiaris*), riekstrozis (*Nucifraga caryocatactes*), egļu krustknābis (*Loxia curvirostra*), svilpis (*Pyrrhula pyrrhula*), dižknābis (*Coccothraustes coccothraustes*) (Auniņš, 2015).

Mežos parauglaukumus izvieto tajos kvadrātos, kas iekļaujas vispārējā Latvijā ligzdojošo putnu monitoringa parauglaukumu shēmā, bet kuros nav veikta uzskaitē 4.9.attēls.

Uzskaiti veic 32 maršrutu kvadrātos, kas reprezentē meža tipu sadalījumu Latvijas mežos.



4.9.att. Monitoringa kvadrāti putnu uzskaitēi

## 5. BD monitoringa izmaksu aprēķins

D.U.5. Sagatavot BD monitoringa izmaksu aprēķinu

### 5.1. Ģenētiskās daudzveidības indikatori

Darba spēka noslodze ik gadus

- (1) vadošais pētnieks, pētnieks – 0.3 slodze 576 stundas (Eur 9216) t.sk. darba devēja nodokļi.  
(2) inženieris, asistents – 1 (pilna) slodze 1920 stundas (Eur124192) ) t.sk. darba devēja nodokļi.

Komandējuma izdevumi [Pārnakšņošana nebūs vajadzīga]

MĢR monitoringam: 10 dienas (1 MĢR audze dienā)

Sēklu plantāciju monitoringam: 0 dienas (ja sēklas vidējo paraugu var iegūt no LVM vai sēklu plantācijas apsaimniekotāja)

Augsnes bioloģiskās daudzveidības monitoringam: 10 dienas (2 parauglukumus dienā). [šo varbūt varētu apvienot ar ICP Forests monitoringa aktivitātēm]

Tehniskā aprīkojuma izdevumi

Materiāli

MĢR monitoringam:

DNS izdalīšanas un genotipēšanas izmaksas (48 paraugiem) – EUR308.18

Kopējais MĢR paraugluku skaits – 61. Monitoringa cikla garums – 6 gadi

Prognozētās izmaksas gadā - EUR308.18 x 10 = EUR3081.80

Sēklu plantāciju monitoringam:

DNS izdalīšanas un genotipēšanas izmaksas (192 sēklām) – EUR1171.71

Kopējais MĢR paraugluku skaits – 58. Monitoringa cikla garums – 6 gadi

Prognozētās izmaksas gadā - EUR1171.71 x 10 = EUR11717.10

Augsnes bioloģiskās daudzveidības monitoringam:

DNS izdalīšanas un sekvencēšanas izmaksas (1 paraugam) – EUR205.89

Kopējais ICP Forests 1. līmeņa paraugluku skaits – 115. Monitoringa cikla garums – 6 gadi

Prognozētās izmaksas gadā – EUR205.89 x 20 = EUR4117.80

### 5.2. Augu sabiedrības, ķērpju indikatori

Ikgadējo izmaksu aprēķins.

Veģetācijas un epifītu novērtēšanas ikgadējās izmaksas

Nodarbinātība 1.5 pētnieki 2880 stundas. Euro 14 stunda, ieskaitot darba devēja nodokļus 40320 Euro gadā.

Komandējumu izmaksas Euro 6000

Transporta degvielas izmaksas Euro 1620

Aprīkojums un materiāli Euro 1360.

- Globālās pozicionēšanas sistēmas (GPS) uztvērējs;
- Kartogrāfiskais materiāls mērogā 1: 10 000, kurā attēloti parauglukumus ar koordinātēm, Meža valsts reģistra informācija un ortofoto karte;
- Kompass;

- Zīmulis pierakstu veikšanai;
- Kabatas lupa ar palielinājumu vismaz 20x;
- Monitoringa anketas;
- Iepriekš sagatavotas aploksnes paraugu ievākšanai;
- Parauglaukumu režģis 10x50 cm;
- Krāsainas lentas parauglaukumu koku atzīmēšanai dabā;
- Kabatas nazis;
- Fotoaparāts;
- Marķieris;
- ZIP maisiņi;
- Soma.
- Soma.

Ķērpju noteikšanai nepieciešamais laboratorijas aprīkojums:

- Gaismas mikroskops ar palielinājumu no 40x līdz 1000x;
- Gaismas mikroskops ar palielinājumu no 20x līdz 50x;
- Ķīmiskie reaktīvi: KOH (10%), Nātrija hipohlorīds (5-7%) (aizvietojams ar komerciālu balinātāju), Parafinēndiamīna šķīdums spirtā (Šteinera šķīdums), Etiķskābe (>98% tīrība), toluols (>98% tīrība), sērskābe 10%;
- Plānslāņu hromatogrāfijas plates (50 gab.);
- Velkmes skapis;
- UV gaismas ierīce (ar 245nm un 365nm viļņu garumiem).

### 5.3. Dzīvnieku monitoringa indikatori

Izvērtējot citās institūcijas notiekošo monitoringu veidus un apjomus, uzskatām, ka nacionālā meža monitoringa ietvaros dzīvnieku monitorēšana papildus nevajag veikt, jo fona informācija tiek iegūta VARAM finansētā fona monitoringa ietvaros. Pašreiz no DAP nepilnīgi tiek finansēts putnu monitoringa, tādēļ var izvērtēt papildus veikt putnu uzskaites Meža putnu indeksa aprēķinam.

### 5.4. Netieši BD indikatori (MSI papildus mērījumi)

Papildus mērījumu veikšana MSI laukumos, pieņemot, ka apmaksā papildus darbu.

Tehniskie darbinieki lauku darbu veikšanai 1080 cilvēkstundas gadā. Pie likmes Euro 14 stundā, izmaksas Euro 15120

Datu ievadīšana un apstrāde 100 cilvēkstundas gadā. Euro 1400 gadā

Datu analīze 320 stundas Euro 4480.

### 5.5. Ainavas līmeņa indikatori

Uzrādītie laika aprēķini iegūti izanalizējot aprakstītās darbības, izmantojot vidējas jaudas datorus. Gadījumā, ja izmanto, atbilstošu parametru datorus, tad uzskaitītās analīzes paveicamas ātrāk.

Digitālā zemes virsmas modeļa (DTM/DEM), Digitālā veģetācijas virsmas modeļa, Digitālā veģetācijas vertikālā struktūras kā arī vainaga augstuma modeļa (CHM) sagatavošana 2m izšķirtspējā, piecām 25x25km lapām (apm. 3000km<sup>2</sup> lielai teritorijai) nepieciešamas apmēram 45 datorstundas. Latvijas teritorijai tas aizņem ne mazāk kā 900 stundas.

Lai sagatavotu tikpat lielai teritorijai vainagu (augāja) horizontālā struktūras (biezības) modeli 2 m izšķirtspējā, nepieciešamas 20 datorstundas, bet visai Latvijas teritorijai, apmēram 500 stundas.



Veicot vadīto klasifikāciju 5 000km<sup>2</sup> lielai meža teritorijai, kur mežs aizņem apmēram pusi, nepieciešamas 2-4 stundas, lai pievienotu attēlu parakstu paraugu, aktivizētu datu apstrādi, vispirms, pirmajā, paņēmienā, nodalot mežu no citiem lietojumiem, bet otrajā paņēmienā skujkoku un lapu koku kokaudzes. Latvija teritorijai nepieciešami vismaz 25 līdz 50 stundas.

Veicot vadīto klasifikāciju ortofoto kartei, kas atbilst 1:50 000 dalījumam, izmantojot analogu iedalījumu, (mežs – nemežs; lapu koki – skujkoki) nepieciešamas apmēram 3 stundas. Latvijas teritoriju iespējams klasificēt apmēram 250 stundās.

Ainavas indikatoru aprēķinam 100km<sup>2</sup> lielā teritorijā, izmantojot kategorizētu attēlu (mežs, kodolzona), nepieciešamas apmēram 2 minūtes dator laika. Visai Latvijai būtu nepieciešamas ne mazāk kā 20 līdz 25 stundām.

Kopējais nepieciešamais laiks ir apmēram 1725 stundas.

Cilvēkstundas gadā 690 cilvēkstundas

Nepieciešamā kvalifikācija pētnieks. Likme 14 Euro stundā kopējās darba spēka izmaksas 9600 Euro.

## Literatūras saraksts

- Hill, R.A. & Hinsley, S.A. (2015). Airborne Lidar for Woodland Habitat Quality Monitoring: Exploring the Significance of Lidar Data Characteristics when Modelling Organism-Habitat Relationships, *Remote Sens.* 7, 3446-3466;
- Forman, R.T.T. (1995). *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*, Cambridge University Press, Cambridge;
- Forman, R.T.T. & Godron, M. (1986). *Landscape Ecology*, Wiley, New York;
- McGarigal, K., Tagil, S., Tagil, Cushman, S.,A. (2009). Surface metrics: an alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure, *Landscape Ecology* 24, 433-450;
- McGarigal, K. (2002). Landscape pattern metrics. In: El-Shaarawi AH, Piegorisch WW (eds) *Encyclopedia of environmetrics*, vol 2. Wiley, Chichester, pp 1135-1142;
- McGarigal, K. (2015). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Pieejams: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- O'Neill, R.V., Krummel, J.R., Gardner, R.H., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D.L., Milne, B.T., Turner, M.G., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V.H. & Graham, R.L. (1988). Indices of landscape pattern, *Landscape Ecology* 1, 153-162;
- O'Neill, R.V., Hunsaker, C.T., Jones, K. B., Riitters, K. H., Wickham, J. D., Schwartz, P.M., Goodman, I. A., Jackson, B. L., Baillargeon, W. S. (1997). Monitoring Environmental Quality at the Landscape Scale: Using landscape indicators to assess biotic diversity, watershed integrity, and landscape stability, *BioScience*, 47, 8, 513-519;
- Turner, M.G. (1990). Spatial and temporal analysis of landscape patterns, *Landscape Ecology* 4, 21-30;
- Turner, M.G. & Gardner, R. H. (2015). *Landscape Ecology in Theory and Practice Pattern and Process* Second Edition, Springer-Verlag, New York.
- Aravanopoulos, F. Tollefsrud, MM, Graudal, L., Koskela, J., Katzel, R., Soto, A., Nagy, L., Pilipovic, A., Zhelev, P., Božič, G., and Bozzano, M. 2015. Genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees in Europe. *Biodiversity International*.
- Baumanis, I., Veinberga, I., Ļubinskis, L., Ruņģis, D., Jansons, Ā. (2012) Parastās priedes (*Pinus sylvestris* L.) plantāciju sēkļu kvalitāte un ģenētiskā daudzveidība mainīgos vides apstākļos *Mežzinātne* 26: 74.-87.
- Creamer, R.E., Hannula, S.E., Van Leeuwen, J.P., Stone, D., Rutgers, M., Schmelz, R.M., De Ruiter, P.C., Hendriksen, N.B., Bolger, T., Bouffaud, M.L. and Buee, M., 2016. Ecological network analysis reveals the inter-connection between soil biodiversity and ecosystem function as affected by land use across Europe. *Applied Soil Ecology*, 97, pp.112-124.
- Jones, A., Panagos, P., Barcelo, S., Bouraoui, F., Bosco, C., Dewitte, O., Gardi, C., Erhard, M., Hervás, J., Hiederer, R., Jeffery, S., Lükewille, A., Marmo, L., Montanarella, L., Olazábal, C., Petersen, J.-E., Penizek, V., Strassburger, T., Tóth, G., Van Den Eeckhaut, M., Van Liedekerke, M., Verheijen, F., Viestova, E., Yigini, Y., 2012. The State of Soil in Europe. JRC Reference Report EUR 25186 EN. Publications Office of the European Union, Luxembourg  
doi:<http://dx.doi.org/10.2788/77361>.
- Neimane U., Veinberga I., Ruņģis D. (2009) Parastās priedes populāciju ģeogrāfisko atšķirību fenotipiskās un ģenētiskās īpašības Latvijas teritorijā. *Mežzinātne* 19(52): 3-15.
- Parks, J.M., Johs, A., Podar, M., Bridou, R., Hurt, R.A., Smith, S.D., Tomanicek, S.J., Qian, Y., Brown, S.D., Brandt, C.C. and Palumbo, A.V., 2013. The genetic basis for bacterial mercury methylation. *Science*, 339(6125), pp.1332-1335.
- Pliūra A, Rungis D., Baliuckas V. (2009) Population Structure of Pedunculate Oak (*Quercus robur* L.) in Lithuania Based on Analysis of Chloroplast DNA Haplotypes and Adaptive Traits. *Baltic Forestry* 15:2-12.
- Ruņģis D., Laiviņš M., Gailīte A., Korica A., Lazdiņa D., Šķipars V., Veinberga I. (2017). Genetic analysis of Latvian *Salix alba* L. and hybrid populations using nuclear and chloroplast DNA markers. *iForest*. vol. 10: 422-429 doi: 10.3832/ifer2004-009.

- Rungis, D, Korica, A., Pušpure, I., Veinberga, I. (2016) Analysis of the genetic diversity and population structure of Latvian ash (*Fraxinus excelsior* L.) stands using nuclear and chloroplast SSR markers. *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact and Applied Sciences*. 70: 101-108. DOI: 10.1515/prolas-2016-0017
- Wagg, C., Bender, S.F., Widmer, F. and van der Heijden, M.G., 2014. Soil biodiversity and soil community composition determine ecosystem multifunctionality. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(14), pp.5266-5270.
- Allendorf, F.W., England, P.R., Luikart, G., Ritchie, P.A. & Ryman, N. 2008. Genetic effects of harvest on wild animal populations. *Trends in Ecology & Evolution*, 23: 327–337.
- Aravanopoulos, F.A. 2011. Genetic monitoring in natural perennial plant populations. *Botany*, 89: 75–81.
- Aravanopoulos, F. Tollefsrud, MM, Graudal, L., Koskela, J., Katzel, R., Soto, A., Nagy, L., Pilipovic, A., Zhelev, P., Božič, G., and Bozzano, M. 2015. Genetic monitoring methods for genetic conservation units of forest trees in Europe. *Bioversity International*.
- Bariteau, M. 2004. The state of forest genetic resources in the world: feasibility study and work options. *Forest Genetic Resources Working Paper FGR/76E*. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Rome, Italy.
- Geburek, T., Milasowszky, N., Frank, G., Konrad, H. & Schadauer, K. 2010. The Austrian Forest Biodiversity Index: All in one. *Ecological Indicators*, 10: 753–761.
- Granke, O., Kenter, B., Kriebitzsch, W.U., Kohl, M., Kohler, R. & Olschofsky, K. 2009. Biodiversity assessment in forests – from genetic diversity to landscape diversity. *iForest*, 2: 1–3.
- Graudal, L., Kjar, E.K. & Canger, S.C. 1995: A systematic approach to conservation of forest genetic resources in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 73: 117–134.
- Hansen, M.M., Olivieri, I., Waller, D.M., Nielsen, E.E. and GeM Working group. 2012. Monitoring adaptive genetic responses to environmental change. *Molecular Ecology*, 21: 1311–1329.
- Konnert, M., Maurer, W., Degen, B. and Kätzel, R., 2011. Genetic monitoring in forests-early warning and controlling system for ecosystemic changes. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 4(2), p.77.
- Kuparinen, A. & Merila, J. 2007. Detecting and managing fisheries-induced evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, 22: 652–659.
- Laikre, L., Larsson, L.C., Palme, A., Charlier, J., Josefsson, M. & Ryman, N. 2008. Potentials for monitoring gene-level biodiversity: using Sweden as an example. *Biodiversity Conservation*, 17: 893–910.
- McKinnell, F.H. 2002. Status and trends in indicators of forest genetic diversity. *Forest Genetic Resources Working Paper, No. 38*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- Namkoong, G., Boyle, T., Gregorious, H.R., Joly, H., Savolainen, O., Ratman, W., Young A. 1996. Testing criteria and indicators for assessing the sustainability of forest management: genetic criteria and indicators. *Centre for International Forestry Research. CIFOR Working Paper, No. 10*. Bogor, Indonesia.
- Schoen, D.J., Reichman, J.R. & Ellstrand, N.C. 2008. Transgene escape monitoring, population genetics and the law. *BioScience*, 58: 71–78.
- Schwartz, M.K., Luikart, G. & Waples, R.S. 2007. Genetic monitoring as a promising tool for conservation and management. *Trends in Ecology & Evolution*, 22: 25–33
- Literatūra

**Anon 1993.** *Manual for Integrated Monitoring ICP IM Programme* Center. Finnish Environment Institute. Helsinki.

**Anon 2000.** *Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assesment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests*. Hamburg and Praque, 177 p

**Arhipova I., Baltiņa S. 2003.** *Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft EXCEL*. Rīgā, Datorzinību centrs, 349

**Braun-Blanquet J. 1964.** *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Wien, New York, Springer Verlag, 865 S.

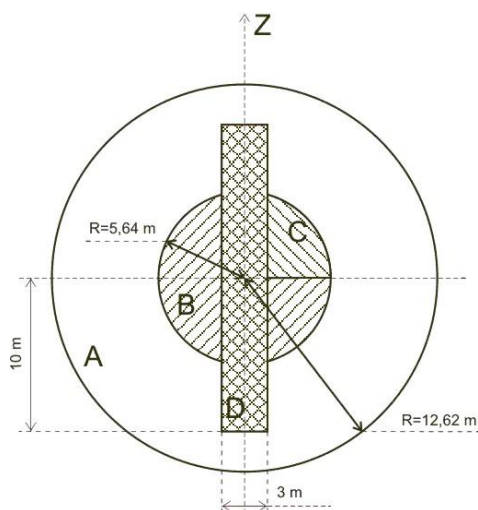
- Dierschke H. 1994.** *Pflanzensoziologie*. Stuttgart, Verlag Eugen Ulmer, 683 S.
- Eihe V. 1940.** Latvijas mežu ģeogrāfiskais iedalījums. *Mežkopja darbs un zinātne*. Rīgā, Šalkone, I/II: 471-565.
- Gillespie A. J. R. Miller-Week M., Barnett Ch., Burkman W. 1993.** *Forest Health Monitoring. New England/Mid-Atlantic*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 15 p.
- Hennekens S. M. 1995.** *TURBO(VEG). Software package for input, processing and presentation of phytocoological data*. IBN-DLO, Wageningen.
- Kārklīš A. 2007.** *Augsnes diagnostika un apraksts. Lauku darba metodika*. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava 119 lpp.
- Kārklīš A. 2008.** *Augsnes diagnostika un apraksts*. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava, 335 lpp.
- Lasmanis A. 2002.** *Datu ieguves, apstrādes un analīzes metodes pedagoģijas un psiholoģijas pētījumos*. 2.grāmata. Rīgā, SIA Izglītības soļi, 422.
- McCune B., Grace J. B. 2002.** *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Glenden Beach, Oregon, 300.
- Miller I. Allen D. C., Lachance D., Cymbala R. 1993.** *Sugar maple crown condition improve between 1988 and 1992*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, 9 p.
- Peck J. L. 2010.** *Multivariate analysis for community ecologists. Step-by-step using PC-ORD*. MjM Software design, Glenden Beach, Oregon, 162
- Ramans G. 1935.** Latvijas teritorijas ģeogrāfiskie reģioni. *Ģeogrāfiski Raksti* 5:178-240
- Ramans K. 1994.** Ainavrajonēšana. G.Kavacis (red.). *Enciklopēdija Latvijas Daba* 1:22-24
- Rinķis G, Ramane H. 1989.** Kā barojas augi. Rīga, Avots, 151. lpp.
- Skujāns R., Mežals G. 1964.** *Augšņu pētīšana*. 2. papildinātais izdevums. LVI, Rīgā, 349 lpp.
- Tichy L., Jason h. 2006.** *JUICE, program for management, analysis and classification of ecological data. Program manual*. Brno, 96.
- Zelčs V., Šteins V. 1989.** Latvijas daba un fiziogēogrāfiskie rajoni. *Zinātne un Tehnika* 7:22-24.

**1.pielikums.** MSI parauglaukumos uzņēmīto rādītāju statistisko lielumu aprēķināšana un to izmantošanas iespējas darbības ietekmes uz bioloģisko daudzveidību monitoringam

Ģenerālkopas un izlases kopas definēšana

**Platības noteikšana**

Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) parauglaukumi izvietoti regulārā tīklā 4\*4 km kvadrātos ar nejauši izvēlētu sākumpunktu. Kopumā Latvijas teritorijā ir ierīkoti 16 157 pastāvīgie parauglaukumi, kuri tiek uzņēmīti 5 gadu ciklā, katru gadu 1/5 daļa. No šiem laukumiem LVM apsaimniekotajās platībās atrodas viena ceturtdaļa.



Attēls 1. Parauglaukumu shēma (A – 500 m<sup>2</sup> parauglaukums, B – 100 m<sup>2</sup> parauglaukums, C – 25 m<sup>2</sup> parauglaukums, D – pameža un paaugas uzskaites parauglaukums)

Kopējo meža zemes platību saskaņā ar parauglaukumu uzņēmīšanas datiem nosaka šādi:

$$Q_m = Q * p_m, \text{ vai} \quad (1)$$

$$Q_m = K_m * q_R \quad (2)$$

$$Q_m = (q_m * q_R) / 500, \text{ kur} \quad (3)$$

$Q$  - kopējā Latvijas teritorija;

$Q_m$  - meža zemes platība;

$p_m$  - meža zemes īpatsvars.

$$p_m = K_m / K, \text{ kur} \quad (4)$$

$K_m$  - parauglaukuma vai to daļu, kas ietilpst meža zemē un ir inventarizēti (MSI), summa gabalos;

$K$  - kopējais parauglaukumu skaits LVM apsaimniekotajā teritorijā.

$$K = Q / q_R, \text{ kur} \quad (5)$$

$q_R$  - platība, ko reprezentē viens parauglaukums;

$q_m$  - visu parauglaukumu un sektoru, kas iekrīt meža zemē platība.

Platības novērtēšanas kļūdu procentos aprēķina:

$$P_{Qm} = (((1 - p_m) / ((K - 1) * p_m))^{1/2}) * 100$$

## Izslases kopas taksācijas rādītāju aprēķināšana

### Koku skaits

Meža elementa koku skaits  $N_i$ :

$$N_i = \frac{n_i}{m}, \quad i = 1, 2, \dots, l, \quad \text{kur} \quad (6)$$

$N_i$  - meža elementa koku skaits,  $ha^{-1}$ ;

$l$  - attiecīgo meža elementu (koku sugu) skaits;

$n_i$  - koku skaits parauglaukumā  $i$ -jā meža elementā;

$m$  - parauglaukuma koncentra pārrēķināšanas koeficients (koncentra A  $m = 0,0025$ , koncentra B  $m = 0,01$ ,  
koncentra C  $m = 0,05$ ).

Audzis (kokaudzis stāva) koku skaits  $N$ ,  $ha^{-1}$ :

$$N = \sum_i N_i, \quad i = 1, 2, \dots, l \quad (7)$$

### Šķērslaukums

Meža elementa šķērslaukums  $G_i$ :

$$G_i = \frac{\pi}{40000m} \sum_j d_j^2, \quad j = 1, 2, \dots, n_i, \quad \text{kur} \quad (8)$$

$G_i$  - meža elementa šķērslaukums,  $m^2 \cdot ha^{-1}$ ;

$d_j$  - krūšaugstuma caurmērs,  $cm$ .

Audzis (kokaudzis stāva) šķērslaukums  $G$ ,  $m^2 \cdot ha^{-1}$ :

$$G = \sum_i G_i, \quad i = 1, \dots, l \quad (9)$$

### Krāja

Aprēķina katra koku stumbra tilpumu un parauglaukumā esošo meža elementa krāju.

Meža elementa krāja  $M_i$ ,  $m^3 \cdot ha^{-1}$ :

$$M_i = \frac{1}{m} \sum_j v_j, \quad j = 1, 2, \dots, l, \quad \text{kur} \quad (10)$$

$v_j$  - koka stumbra tilpums,  $m^3$ :

$$v_j = \psi \cdot h_j^\alpha \cdot d_j^{\beta \cdot \lg h_j + \varphi}, \quad \text{kur} \quad (11)$$

$h_j$  - augstums,  $m$ ;

$d_j$  - krūšaugstuma caurmērs,  $cm$ ;

$\psi, \alpha, \beta, \varphi$  - no koku sugas atkarīgi stumbra tilpīguma koeficienti (Tabula 1)

Stumbra tilpīguma koeficientu vērtības

Koku suga	$\psi$	$\alpha$	$\beta$	$\varphi$
Priede	$1,6541 \cdot 10^{-4}$	0,56582	0,25924	1,59689
Egle	$2,3106 \cdot 10^{-4}$	0,78193	0,34175	1,18811
Bērzs	$0,9090 \cdot 10^{-4}$	0,71677	0,16692	1,75701
Apse	$0,5020 \cdot 10^{-4}$	0,92625	0,02221	1,95538
Melnalksnis	$0,7950 \cdot 10^{-4}$	0,77095	0,13505	1,80715
Baltalksnis	$0,7450 \cdot 10^{-4}$	0,81295	0,06935	1,85346
Ozols	$1,3818 \cdot 10^{-4}$	0,56512	0,14732	1,81336
Osis	$0,8530 \cdot 10^{-4}$	0,73077	0,06820	1,91124

Audzes krāja  $M$ ,  $m^3 \cdot ha^{-1}$ :

$$M = \sum_i M_i, \quad i = 1, 2, \dots, l \quad (12)$$

Sausokņu krāju  $M_s$ ,  $m^3 \cdot ha^{-1}$  aprēķina pēc formulām (10), (11) un (12).

Kritalu krāju  $M_k$ ,  $m^3 \cdot ha^{-1}$  aprēķina:

- ja kritalu kokam saglabājies stumbra garums un tas viss atrodas koncentra robežās, tā tilpumu aprēķina pēc formulām (10) un (11):

$$M_{k1} = \frac{1}{m} \sum_j v_j, \quad j = 1, 2, \dots, n_{k1}, \quad \text{kur} \quad (13)$$

$n_{k1}$  - atbilstošo koku skaits;

- ja kritala ir koka atlūza vai izgāzta koka koncentrā esoša daļa, tās tilpumu aprēķina pēc F. Hūbera vienkāršās viduslaukuma formulas:

$$v_j = \frac{\pi \cdot d_{1/2}^2}{4} L, \quad \text{kur} \quad (14)$$

$v_j$  - kritalas tilpums,  $m^3$ ;

$L$  - kritalas koncentrā esošās daļas garums,  $m$ ;

$d_{1/2}^2$  - caurmērs kritalas vidū,  $m$ .

$$M_{k2} = \frac{1}{m} \sum_j v_j, \quad j = 1, 1, \dots, n_{k2}, \quad \text{kur} \quad (15)$$

$n_{k2}$  - atbilstošo koku skaits.

Kopējā kritalu krāja  $M_k$ ,  $m^3 \cdot ha^{-1}$ :

$$M_k = M_{k1} + M_{k2} \quad (16)$$

Stumbeņu krāja  $M_{st}, m^3 \cdot ha^{-1}$ :

$$v_{st} = \frac{\pi \cdot d_{1/2}^2}{4} h_{st}, \text{ kur} \quad (17)$$

$v_{st}, m^3$  - atsevišķa stumbeņa tilpums;

$d_{1/2}$  - caurmērs stumbeņa vidū (izmēra tieši),  $m$ ;

$h_{st}$  - stumbeņa augstums,  $m$ .

$$M_{st} = \frac{1}{m} \sum_j v_{stj}, \quad j = 1, 2, \dots, n_{st} \quad (18)$$

### ***Paaugas un pameža uzskaitē***

Pamežu un paaugu uzskaita 20 m garā un 3 m platā joslā.

Pie paaugas pieskaita meža elementa kokus, kuri 1,3 m augstumā nav sasnieguši 2,1 cm caurmēru. Ja meža elements ar caurmēru mazāku par 2,1 cm veido valdaudzi, tā kokus neietver paaugas uzskaitē.

Pameža un paaugas kokiem nosaka sugu un īpatņu skaitu, kā arī vizuāli izvēlēta vidējā kokauga augstumu un diametru tā vidū.

Katrai no pameža un paaugas sugām nosaka vidējo vecumu – uzskaita mieturus vai arī ārpus parauglaukuma nozāgē koku un skaita tā gadskārtas. Pameža un paaugas uzskaites laikā saskaita visus dzinumus, kas ir izauguši no zemes vai celma

### **Ģenerālkopas un paraugkopas audzes parametru un to variācijas novērtējums uz platības vienību**

Ņemot vērā, ka meža inventarizācijā pamatparauglaukuma lielums ir 500 m<sup>2</sup>, bet tas sadalās mazākos parauglaukumos un sektoros, kuriem ir atšķirīgi izmēri, novērtējot vidējos rādītājus un to variāciju, izmanto vidējo svērto lielumu aprēķināšanas metodi. **Audzes rādītājus uz 1 ha** aprēķina šādi:

$$\bar{Y} = \sum(Y_i \cdot p_i) / \sum p_i, \text{ kur dispersija} \quad (23)$$

$$\sigma(\bar{Y})^2 = \sum((Y_i - \bar{Y})^2 \cdot p_i) / \sum p_i, \text{ kur} \quad (24)$$

$\bar{Y}_i$  - audzes parametra vērtība uz 1 ha  $i$  parauglaukuma vienībā

$$Y_i = y_i / x_i, \text{ kur} \quad (25)$$

$y_i$  - parametra vērtība  $i$  parauglaukuma vienībā;

$x_i$  - parauglaukuma vienības platība, m<sup>2</sup>;

$\bar{Y}$  - vidējais audzes rādītājs uz 1 ha;

$p_i$  - parauglaukuma daļa.



$$p_i = x_i/q, \text{ kur} \quad (26)$$

parauglaukuma platība (0,05 ha).

Vidējo rādītāju uz 1 ha dispersiju nosaka šādi:

$$\sigma(\check{Y})^2 = \sigma(\tilde{Y})^2/n \quad (27)$$

Vidējo rādītāju standartnovirze absolūtos lielumos:

$$\sigma(\check{Y}) = (\sigma(\tilde{Y})^2)^{1/2} \quad (28)$$

un procentos:

$$P_{\check{Y}} = ((\sigma(\check{Y}) / \check{Y}) * 100), \text{ kur} \quad (29)$$

$\sigma(\tilde{Y})^2$  - audzes parametra uz 1 ha dispersija;  
 $n$  - parauglaukumu vienību skaits (parauglaukumi, sektori).

### Meža inventarizācijas rādītāju novērtēšana inventarizācijas objektā

Koku krāju, pieaugumu un to skaitu visā inventarizācijas objektā aprēķina, sareizinot šo rādītāju vērtības uz 1 ha ar atbilstošu audžu grupu (stratu) skaitu:

$$Y_i = \check{Y}_i * Q_i, \text{ kur} \quad (30)$$

$\check{Y}_i$  -  $i$  audžu grupas inventarizācijas rādītāja vērtība;  
 $Q_i$  -  $i$  audžu grupas platība, ha.

Koku krājas kļūdu un to skaitu visā platībā nosaka pēc formulas:

$$P_{\pi} = (P(\check{Y}_i)^2 + (P(Q_i))^2)^{1/2}, \text{ kur} \quad (31)$$

$P(\check{Y}_i)$  -  $i$  audžu grupas inventarizēto rādītāju kļūda (%);  
 $P(Q_i)$  -  $i$  audžu grupas platības kļūda (%).