



PĀRSKATS PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA ATBALSTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS:      INFORMĀCIJAS NODROŠINĀJUMS PAR  
VĒSTURISKO MEŽA SEGUMU, MEŽAUDŽU  
STRUKTŪRU UN SAIMNIECISKO DARBĪBU

LĪGUMA NR.:                      23-00-S0MF11-000002

PĒTĪJUMA NORISES LAIKS:      23.08.2023.–15.11.2023.  
Latvijas Valsts mežzinātnes institūts “Silava”

PĒTĪJUMA VADĪTĀJS:              Mārtiņš Lūkins, LVMI “Silava” zinātniskais asistents

Salaspils, 2023

## Saturs

Saturs .....	2
Saīsinājumi.....	4
Meža seguma un struktūras izmaiņu analīze no vēsturiskajiem iepriekšējā gadsimta aerofoto un meža inventarizācijas (mežierīcības) telpiskotajiem datiem .....	5
Pētījuma aplūkoti jautājumi un struktūra .....	5
Virsmas modeļa izstrāde brīvpieejas programmās.....	6
Aerofoto segmentācija .....	9
1930-to gadu mežainuma noteikšana.....	11
Secinājumi un priekšlikumi. ....	14
Kvartālu apraksti.....	14
Secinājumi un ieteikumi.....	17
Mikroreljefs un meža seguma ilglaicība. ....	18
Secinājumi un priekšlikumi .....	20
Iepriekšējā un šajā gadsimtā veiktu bezizcirtumu mežsaimniecības (pakāpenisko un izlases ciršu) vietu identifikācija, to attīstības izpēte no aerofoto vai meža inventarizācijas (mežierīcības) laika rindas datiem.....	21
Izlases ciršu atlase testa teritorijās .....	21
Materiāls un metodika.....	21
Rezultāti .....	23
Laika rinda ar aerofoto vai LĢIA ortofoto, taksācijas apraksti kopš 1999. g. ....	24
Materiāls un metodika.....	24
Rezultāti .....	24
Telpiskās struktūras analīze balstot uz LĢIA LiDAR datiem.....	25
Materiāls un metodika.....	25
Rezultāti .....	26
Dažādvecuma mežaudžu izplatības un sastāva izmaiņu analīze.....	29
Materiāls un metodika.....	29
Datu atlase.....	29
Dažādu dimensiju mežaudzes .....	31
Kopsavilkumi.....	31
Teritoriālā izplatība .....	35
Dažādvecuma mežaudžu nogabalu līmeņa izmaiņu salīdzinājums.....	38
Secinājumi un priekšlikumi .....	41
Mežaudzes atbilstoši dabisko meža biotopu faktoranalīzes kritērijiem.....	42

Secinājumi un priekšlikumi .....	43
Informācijas apkopojumu ievietot Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” mājas lapā, radot brīvpiekļuves iespēju interesentiem .....	44
Publicētās datu kopas .....	44
1. pielikums. Testa teritorijas Izlases ciršu objektu telpiskās struktūras statistiskie rādītāji .....	45
Izmantoto avotu saraksts .....	49

## Saīsinājumi

MVR – Meža valsts reģistrs

VMD – Valsts meža dienests

LĢIA – Latvijas ģeotelpiskās informācijas aģentūra

LVM – Latvijas valsts meži

LiDAR – Light Detection and Ranging

ĢIS – ģeogrāfiskās informācijas sistēmas

DMB – dabiskie meža biotopi

QGIS – atvērta koda ĢIS datu apstrādes programmatūra

SQL – Structured query language

MĪM – Mežizstrādes iecirknis mežniecība

## Meža seguma un struktūras izmaiņu analīze no vēsturiskajiem iepriekšējā gadsimta aerofoto un meža inventarizācijas (mežierīcības) telpiskotajiem datiem

### Pētījuma aplūkoti jautājumi un struktūra

Pētījums organizēts vairākās savstarpēji saistītos virzienos, kurus vieno divi papildinoši skatījumi uz pētījumu objektu. Pirmajā gadījumā aplūkojam mežu kā laika gaitā mainīgu, ainavas telpiskās struktūras elementu. Otrajā gadījumā, meža, precīzāk. mežaudžu struktūra un tās izmaiņas laika gaitā aplūkotas, sintezējot vēsturiskos ģeotelpiskus un aktuālos attālās izpētes datus. Pētījuma izpildei izvirzījām trīs uzdevumus:

- Dažādvecuma mežaudžu izplatības un sastāva izmaiņu analīze laika posmā kopš mūsu gadsimta sākuma, izmantojot meža inventarizācijas (mežierīcības) datu bāzes informāciju.
- Meža seguma un struktūras izmaiņu analīze no vēsturiskajiem iepriekšējā gadsimta aerofoto un meža inventarizācijas (mežierīcības) telpiskotajiem datiem.
- Iepriekšējā un šajā gadsimtā veiktu bezizcirtumu mežsaimniecības (pakāpenisko un izlases ciršu) vietu identifikācija.

Dažādvecuma mežaudžu izplatība un koku sugu sastāva izmaiņas aplūkotas laikā posmā 1999.–2023. Izmantojam piecu MVR datu bāzes kopijas meža nogabalu līmenī, kā arī pirmās meža nogabalu digitālās kartes, kas izgatavotas 1999. gadā atsevišķām Latvijas meža teritorijām. Rezultātus apkopojām pagastu līmenī, tomēr jāuzsver, ka iespējam arī detaļa izmaiņu telpiskā analīze. Izmaiņas aplūkotas attiecībā uz koku sugu mistrojumu dažādos meža tipos. Apskatījām arī platību izmaiņu sadalījumu Latvijas pagastos starp 2008. un 2023. gadu, kur apkopota to mežaudžu platība, kas atbilst noteiktiem vecuma, meža tipa, koku sugu sastāva raksturlielumiem un to kombinācijām., un tika noteikti platību apsekošanai dabā projektā “Dabisko meža biotopu inventarizācija”(2000–2004). Tāpat novērtētas izmaiņas dažādvecuma audzēs saistībā ar nogabalu platības izmaiņām meža tipos.

Iepriekšējo gadu pētījumos akcentējām vēsturisko taksācija aprakstu nozīmi meža daudzveidības telpisko īpatnību skaidrojumā. Lai noteiktu nozīmīgākās mežaudžu pazīmes, kas saistītas ar *Dabas kartēšanā* konstatēto meža biotopu platībām, izmantotājām 1960. gadu kvartālu aprakstus četrās MĪM teritorijās. Noskaidrojām ar atšķirīgo meža biotopu platību sadalījumu, kas apstiprina meža izmantošanas atšķirīgo izmantošanas pakāpi agrākos laikos.

Lai izvērtētu kokaudžu struktūras raksturu salīdzinājumā ar dabisko meža biotopu vainagu struktūru, no MVR izvēlēti 10 000 nogabali un aprēķināti tajā sastopamo koku stāvokuma raksturlielumi: atvērumi lielums, izplatība un zemāko koku izvietojums. Pētījuma uzdevumam izmantoti LIDAR dati.

LIDAR dati (zeme) izmantoti arī meža zemju mikroklimata izpētē, aplūkojot četru atšķirīga meža senuma teritorijas, kurās noteikta reljefa saposmju pakāpe un lauka darbos fiksēti meža attīstības gaitu raksturojošie elementi.

Vēsturiskā meža seguma noteikšanā pārbaudījām atšķirīgas kvalitātes melnbaltās airoainas, kas iegūtas laika posmā no 1942 līdz 1989. Izstrādājām arī algoritmu meža kontūru iegūšanai brīvpieejas ģeogrāfiskās informācijas programmās ar ticamību 80–90% un minimālās kontūras lielumi 0,1 ha.

#### Virsmas modeļa izstrāde brīvpieejas programmās

Zemes virsmas modeļi veido pamatu turpmākiem lietiskā pielietojuma darbiem, piemēram, atvasināto produktu izveidē, kur tiešā veidā var tik izmantoti saimnieciskās darbības iespēju un ierobežojumu noteikšanā. Kā viens no izaicinājumiem jāpiesauc programmiskais nodrošinājums, lai izmantotu publiski pieejamos datus lietotājam iespējami saprotamā un ekonomiski izdevīgā veidā. Ņemot vērā brīvpieejas ģeotelpisko programmu iespēju pieaugu pieejamība, ērtības un funkcionalitātes ziņā pētījumā paredzējam izstrādāt zemes virsmas modeļa iegūšanas algoritmu izmantojot brīvpieejas lāzerskanēšanas datus.

Pirmais solis algoritma izstrādē bija iegūt karšu lapas no LĢIA brīvpieejas datiem. Lai apvienotu LiDAR punktu mākoņu datus tika izmantota programma CloudCompare, kur ir pieejama ātra un intuitīva datu apvienošana, kas saglabā ievadīto datu pamatinformāciju un izveido jaunu punktu mākonis. Šis punktu mākonis tika apstrādāts ar pielikumā esošajiem skriptiem. Skripts ir paredzēts LiDAR datu failu apstrādei, izmantojot PDAL, atvērtā pirmkoda mākoņa apstrādes programmatūru. Rezultātā iegūstam mežu poligonus kā vektoru failus, kas atspoguļo skenēšanas brīdī aktuālo mežu konfigurāciju un izplatību.

Šajā kodā ir definēta secība darbību, kas tiks veiktas uz LiDAR datiem, kas saglabāti LAS formātā. Šīs darbības ietver datu lasīšanu, filtrēšanu, pārveidošanu un rakstīšanu GEOJSON failā. Šeit ir kodā ietvertie posmi:

1. Lasīšana (readers.las): Šis posms ielasīs datus no LAS failiem, kuru nosaukumi beigsies ar “.las”.
2. Filtrēšana (filters.assign): Šeit notiek filtrēšana, un visiem datiem tiks piešķirts klasifikācijas atribūts ar vērtību 0.
3. Filtrēšana (filters.elm): Šis posms veic filtrēšanu.
4. Filtrēšana (filters.outlier): Šajā posmā var tikt izmantots filtrs, lai noteiktu un noņemtu novirzes datus (outliers).
5. Filtrēšana (filters.smr): Šis posms izmanto Salient Point Similarity-Based Multidimensional Robust Fitting filtru, lai iegūtu gludākus datus. Ir definēti dažādi parametri, piemēram, slīpuma (slope), logs (window), sliekšnis (threshold) un robežvērtība.
6. Procesa augstums virs zemes (HAG): katram LiDAR failam tas izpilda PDAL komandu, lai aprēķinātu augstumu virs zemes (HAG) katram LiDAR datu punktam. HAG ir punktu augstums virs zemes, un tas ir izplatīts rādītājs, ko izmanto LiDAR apstrādē, lai noņemtu pašas zemes pacēlumu no izskatīšanas. Rezultāti tiek saglabāti jaunā failā ar sufiksu “\_HAG.laz”.
6. Hexbin apstrāde: Tā vada citu PDAL komandu, lai ģenerētu heksbīna robežas punktiem, kas atrodas noteiktā pacēlumu diapazonā (virs 0,5 metriem un zem 50 metriem). Tas tiek izmantots, lai identificētu kokus šajā augstuma diapazonā. Izvade tiek saglabāta failā ar paplašinājumu “\_koki.laz”, un metadati tiek saglabāti JSON failā ar paplašinājumu “\_koki.json”.
7. Rezultātus ieraksta GeoJSON: Tas nolasa metadatus no hexbin apstrādes un ieraksta robežu informāciju jaunā GeoJSON failā ar paplašinājumu “\_koki\_bounds.json”. Skripta mērķis ir automatizēt LiDAR datu apstrādi, lai iegūtu noderīgu informāciju, piemēram, punktu augstumu virs zemes, un iezīmētu pazīmes noteiktā augstuma diapazonā, iespējams, turpmākai analīzei vai kartēšanas lietojumprogrammām.

Šo kodu var izmantot dažādās lietojumprogrammās, kas saistītas ar ģeotelpisko analīzi un LiDAR datu apstrādi. Šeit ir daži īpaši lietošanas gadījumi:

1. Mežsaimniecība un veģetācijas pārvaldība:

- Aprēķināt koku augstumu virs zemes (HAG) meža inventarizācijai un apsaimniekošanai.

- Apzināt un kartēt koku lapotņu augstumus un blīvumus.

## 2. Pilsētplānošana:

- Analizēt ēku augstumus un to izplatību pilsētās.

- Palīdzēt plānot jaunus būvniecības projektus, izprotot esošo ainavu.

## 3. Vides pētījumi:

- Pētīt erozijas vai citu ģeoloģisko procesu izraisītās topogrāfiskās izmaiņas.

- Uzraudzīt veģetācijas izmaiņas laika gaitā, lai veiktu ietekmes uz vidi novērtējumus.

## 4. Plūdu riska novērtējums:

- Izveidot detalizētus zemes modeļus, kurus var izmantot plūdu modelēšanai un riska novērtēšanai.

## 5. Infrastruktūras attīstība:

- Palīdzēt maršrutu plānošanā ceļiem, cauruļvadiem un elektropārvades līnijām, identificējot zemes pacēlumu un iespējamās dabiskās šķēršļus.

- Izvērtēt zemes piemērotību būvprojektiem.

## 6. Lauksaimniecība:

- Palīdzēt precīzajā lauksaimniecībā, analizējot reljefu un optimizējot zemes izmantošanu.

## 7. Arheoloģija:

- Atklāt smalkas izmaiņas zemē, kas var liecināt par arheoloģisko īpatnību klātbūtni.

## 8. Katastrofu pārvaldīšana:

- Novērtēt postījumus pēc dabas katastrofām, salīdzinot LiDAR datus pirms un pēc notikuma.

## 9. Pētniecība un izglītība:

- Akadēmiskiem pētījumiem ģeogrāfijā, ģeoloģijā, vides zinātnē un citās jomās, kurās nepieciešama detalizēta reljefa analīze.

- Kā mācību līdzeklisursos, kas aptver tālīzpēti un ģeotelpisko analīzi.



Skripts automatizē LiDAR datu apstrādi, kas var būt laukietilpīga un sarežģīta, ja to veic manuāli. Izmantojot šo skriptu, profesionāļi un pētnieki var efektīvi apstrādāt lielas datu kopas, ļaujot viņiem koncentrēties uz rezultātu analīzi un interpretāciju.

### Aerofoto segmentācija

Latvijā, intensīva no gaisa uzņemto attēlu izmantošana tautsaimniecībā aizsākās 1930. gadu otrajā pusē. Plašākos apjomos aerorainas uzņemtas no 1942. līdz 1944. gadam vācu armijas militārajām vajadzībām. Noskaidrots, ka aerorainas uzņemtas mērogā 1 : 30 000 un pikseļa izmērs ir 1 m (Lukss, 2021). Aerofotogrāfiju priekšrocība ir tajā redzamā neklasificētā informācija, kuru iespējams izmantot praktiskiem nolūkiem. 1930. un 1940. g. gaisa uzņēmumus redzams faktiskais meža teritoriju izvietojums. Īpaši nozīmīga ir meža teritoriju iekšējās struktūras, kā arī ir sīko meža kontūru izvietojuma fiksācija, kas nav pieejama citu tā laika datos tik plašās teritorijās. Kā primāro darba uzdevumu izvirzījām meža kontūru noteikšanu aerorainās mozaikveida ainavās, kā arī izvērtēt iespējamās tehniskās grūtības. Uzskatījām, ka bezmaksas programmu izmantošana uzdevuma veikšanai ir nepieciešama prasība.

QGIS programmā integrētais programmu modulis OTB un Whitbox tools piedāvā virkni parametru ziņā maināmas attēlu apstrādes un modifikācijas programmpaketes. Šī lietojumprogramma ļauj veikt dažādus segmentācijas algoritmus zemes virsmas attēliem ne tikai to daudzkrāsu, bet arī melnbaltās versijās. Pētījuma gaitā noskaidrots, ka vislabākos rezultātus meža kontūru atpazīšanas ziņā, panāk izmantojot šādus algoritmus (uzskaitīti to lietojuma secībā):

#### 1. *WHITEBOX TOOLS / Image processing tools / Image enhancement / CorrectVignetting*

Šo rīku var izmantot, lai samazinātu attēloto objektu izgaismojuma īpatnības, kas saistītas ar izmantotā objektīva īpatnībām: aerorainu gadījumā ar izteiktāku attēla spilgtumu tā centrālajā daļā pretstatā tā malām.

#### 2. *OTB / Image Filtering / Smoothing*

Nākamajā solī iegūtais attēls tiek apstrādāts izmantojot krāsu izlīdzinošo filtru, atstājot nemainīgus sākotnēji noteikto parametru vērtības. Apstrādes rezultātā tiek izlīdzināts tonējums detālā mērogā, samazinot ekstrēmu toņu klātbūtni.

### 3. *OTB / All Applications / Segmentation*

Iepriekšējos soļos modificētais attēls tiek sadalīts viendabīgu areālu izvietojumam, izmantojot segmentācijas algoritmu. Par optimālāko parametru vērtību izvēli lielā mērā sakrīt ar sākotnējie iestatījumiem. Izņēmums ir *Tile size*, kura vērtību ir lietderīgi samazināt robežās no 100 līdz 200, kā arī definēt poligona minimālo vērtību ne mazāku par 0,01 ha.

### 4. *OTB / Image Manipulation / ZonalStatistics*

Katram izdalītajam areālam tiek aprēķinātas trīs raksturojošās min, max, mean, stdv vērtības.

### 5. *New point Vector Layer*

Līdztekus aprakstītiem soļiem veic jauna punktu vektorslāņa izveidi, kurā iekļauj zemes seguma novērtējumu, atbilstoši izdalītajām zemes lietojuma klasēs. Mūsu gadījumā definējām 2 klases: 1\_mežs un 2. pārējais. Vienmērīgi, proporcionāli zemes seguma klašu aizņemtai platībai, visā attēla teritorijā veic zemes seguma noteikšanu vizuāli, izvērtējot atbilstību vienai no klasēm. Apmēram 25 km<sup>2</sup> teritorijā zemes segumu noteicām 150 punktos.

### 6. *Join attributes by location*

Izveidoto zemes seguma klasifikācijas punktiem pievienoto kontūru statistikas vektorslāni (*zonal statistics*).

### 7. *OTB / All Applications / Learning / TrainVectorClassifier*

Programmriks ir balstīts LibSVM, OpenCV Machine Learning (2.3.1) un Shark ML algoritmos. Algoritma apmācībā izmanto 4. un 6. solī iegūstos failus, izmantojot arī 4. solī iegūtās statistiskās vērtības.

### 8. *OTB / All Applications / Learning / VectorClassifier*

Izmantojot 4. un 7. solī iegūtos failus, rezultātā iegūst prognozēto zemes lietojuma klasi katram izdalītajam segmentam.

Turpmākos datu apstrādes soļos var veikt sīko meža poligonu apvienošanu, robežu izlīdzināšanu un citas darbības atbilstoši darba uzdevumam.

Klasifikācijas rezultāti salīdzināti ar faktisko zemes seguma daļījumu attēlā 94 punktos apmēram 25 km<sup>2</sup> lielā teritorijā. Konstatēts, ka 87% gadījumu zemes lietojums noteikts precīzi.

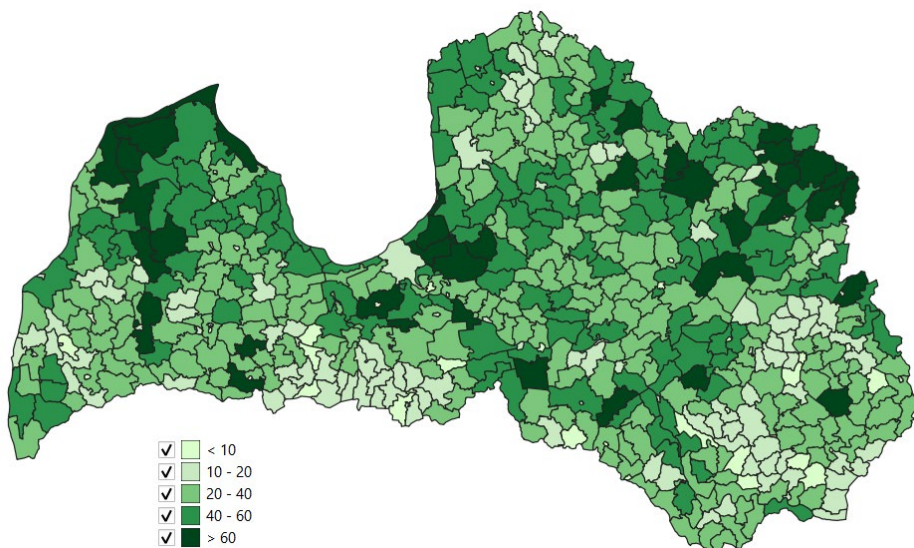
Klasifikācijas rezultātu neatbilstība faktiskajam zemes lietojumam novērota plašu zālāju un meža puduru saskares teritorijās, kā arī platībās, kur redzams lauksaimniecības zemju aizaugšanas process. Mazāk mežainās platībās, mežs klasificēts precīzāk pateicoties lielāka pelēko toņu kontrastam starp dažādām zemes lietojuma klasēm.

Klasifikācija rezultātu precizitātes paaugstināšanu var veikt izpildinot algoritma soļus no 1–8 sākotnējā, nekoriģētajā attēlā un iegūto vektora slāni apvienojot ar iepriekš iegūto. Jārēķinās, ka šādi pieaugs kontūru skaits tieši zālāju teritorijās, kas var radīt neprecīzāku klasifikāciju tieši zemes lietojumu klasēs, kas nav definētas kā mežs.

### 1930-to gadu mežainuma noteikšana

Mežainuma analīzei izmantoti digitalizētie Latvijas armijas topogrāfiskās kartes M 1 : 75 000 mežu poligoni, kas šobrīd ir vienīgais visā valsts teritorijā pieejamais digitālais vektoru datu slānis. Dati, kas var precīzāk izteikt mežainumu, atbilstošos zemes lietojumus ir vēsturiskie 1940-to gadu aerofoto, kuri analizēti izmantojot atvārtā koda tālzipētes tehnoloģijas (skat. Nodaļu Aerofoto segmentācija). 1930-to gadu kadastra zemes lietojumu plāni nav pieejami visai Latvijas teritorijai (skat. Iepriekšējos pētījumus). Turklāt to izmantošanai būtu nepieciešama šo zemes lietojumu vektorizācija un datu bāzes izveide.

Tāpēc, lai iegūtu iespējami precīzu mežainuma karti uz apmēram 1940. gadu, tika izmantots 1 : 75 000 topogrāfiskās kartes vektorizētais mežainuma slānis, kas statistiski koriģēts teritorijās, kurās pieejamas un projekta ietvaros analizētas NARA arhīvā iegūtas melnbaltās aeroainas (Attēls 1).



*Attēls 1. Mežainums analizējamo pagastu robežās*

2022. gada pētījumā, analizējot pilotteritorijas tika novērots, ka mežainuma noteikšanas precizitāte atšķiras atkarībā no tā meža platības ainavā veido vienlaidus masīvus un vai izvietotas mozaīkveidā. Tā kā aerofoto, ar kuru varētu noteikt precīzu mežainumu, ne tikai nav pieejams, bet arī netika sagatavots visai Latvijas teritorijai, digitalizētie meži tika sadalīti TKS93 lapu 1 : 50 000 lapu šūnās, katrai šai teritorijai nosakot dominējošo ainavas slēgumu. Šūnas mērogs izvēlēts kā tuvākais digitalizēto topogrāfisko karšu 1 : 75 000 mērogam un uz mazākā mēroga puse, jo mežainuma kontrole tiek veikta izmantojot aerofoto attēlus, kuru mēroga precizitāte pēc arhīva pārseguma kataloga datiem ir starp 1 : 40 000 un 1 : 20 000.

Ainavas slēgums tika noteikts aprēķinot lapā esošo meža masīvu skaitu un šo meža masīvu ģeometrijas kompleksitāti (Formula 1).

*Formula 1 Ģeometrijas kompleksitāte*

$$G_{km} = 1 - S / S_{ch},$$

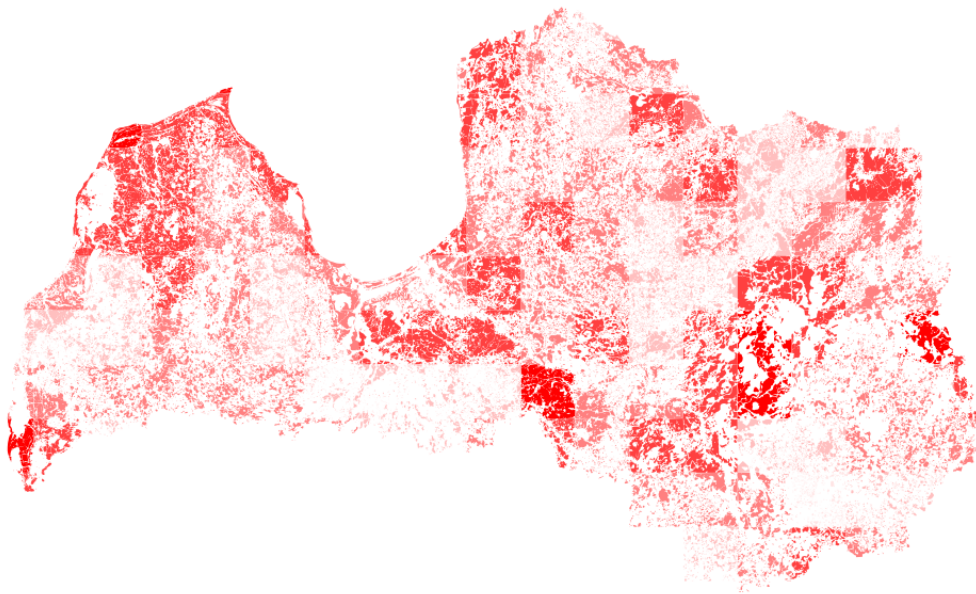
kur

$G_{km}$  – ģeometrijas kompleksitāte;

S – poligona platība;

$S_{ch}$  – poligona convex hull vai nolīdzināta platība, kas ietilpina visu poligonu.

1 : 50 000 lapas pēc statistikas novērtējuma sadalītas noslēgtās uz mozaīkveida meža teritorijās. Attiecīgi tumšākās (Attēls 2) platības kā noslēgtākas meža teritorijas.



*Attēls 2. Veco mežu teritoriju mozaīkas/viendabīguma indekss 1 : 50 000 TKS93 karšu lapām*

Izstrādātās meža kartes precizitāte pārbaudīta, salīdzinot tos ar 1942.–1944. gadā uzņemto aerofoto meža segumu atpazīšanas (segmentācijas) rezultātiem. Teritorijās ar mozaīkveida ainavu, meža poligonu ticamība, rēķinot pēc platības, topogrāfiskajā kartē noteikta ar 92% precizitāti. Segmentācija rezultāti uzrāda par 8% mazāku meža platību nekā topogrāfiskajā kartē. Apmēram 75% gadījumu abu avotu kontūras sakrīt. Savukārt, apm. 45% gadījumu topogrāfiskās kartes mežu kontūru vietā atrodas citi zemes lietojumi.

Atšķirības starp avotiem: topogrāfisko karti un mežu kontūrām, kas iegūtas segmentācija rezultātā, skaidrojamas ar:

- 1) Mērogs, kas nozīmē ģeneralizāciju: sapludinot sīkākas lielākās kontūrās;
- 2) Sīku atklātu kontūru, piemēram aizaugošu lauksaimniecības zemju pievienošanu meža kontūrai, īpaši gadījumos, kad tās atrodas meža masīvu teritorijās;

- 3) Segmentācijas algoritms nepietiekamā pakāpē atpazīst augsto purvu un tiem pieguļošos skrajo, purvainu mežu joslas. Topogrāfiskā kartē nav atsevišķi nodalītas nelielo purvu teritorijas, tāpēc uzskatām, ka to nevar uzskatīt par segmentācijas kļūdu definēto uzdevumu kontekstā;
- 4) Notikušās zemes lietojumu maiņas. Topogrāfiskās kartes materiāli gatavoti pirms 1. Pasaules kara, tātad, pirms zemes reformas un 40 gadus pirms aeroainas uzņemšanas.

*Tabula 1 Segmentācijas rezultātu un topogrāfiskās kartes salīdzinājums*

	MEZA TOPO 1940	SEGMENTĀCIJA	Topo 1940 un Segmentācija sagrīt	Segmentācijas rezultāti ārpus Topo 1940	Mežs topo Nemežs segmentācijā
Kontūru skaits	24	13022	7108	5914	14177
Mazākās kontūras platība	0,34	0,01	0,01	0,01	
Lielākās kontūras platība, ha	719,3	36,9	36,9	4,2	21,3
Kopplatība, ha	949,1	873,4	651,7	221,6	417,5
Kontūru vidējā platība	39,5	0,05	0,09	0,03	0,02
standartnovirze	142,3	0,71	0,95	0,1	0,34

#### Secinājumi un priekšlikumi

Atkarībā no darba uzdevuma nepieciešams izvēlēties atbilstošā mēroga un detalizācijas pakāpes vēsturiskā mežainuma karti. Seno mežu izpētē, kas vērsta uz dabas un ainavas vēsturiski nozīmīgo parādību iesaisti saimnieciskās darbības procesos, kā arī turpmāko zemes pārvaldības stratēģiju izstrādi, nepieciešama pēc iespējas augstāka detalizācija pakāpe. Tāpēc, precīzākas vēsturisko meža teritoriju kontūras, izmantojot attēlu segmentācijas algoritmu, vēlams iegūt pēc iespējas lielākā teritorijā.

#### Kvartālu apraksti

2021. un 2022. gada pētījumos izmantotām lokālus piemērus, kur diskutējām par vēsturisko taksācijas aprakstu izmantošanas iespējām meža vēsturiskās saimniekošanas un dabas

daudzveidības pētījumos. Šogad analizējām taksācijas aprakstos kvartālu kopsavilkumus četru kādreizējo mežizstrādes iecirkņu-mežniecību (MIM) teritorijās, kas iekļautas Cēsu un Kokneses mežrūpniecības saimniecībās. Abu bijušo MRS robežas lielā mērā sakrīt pašreizējo a/s “Latvijas valsts meži” Rietumvidzemes un Vidusdaugavas mežsaimniecību robežām. Kvartālu kopsavilkumi sagatavoti par stāvokli uz 1967. gadu Kokneses MRS un 1969. gada Cēsu MRS teritorijām. No kvartālu aprakstiem izmantotas šādas pazīmes (2. tabula).

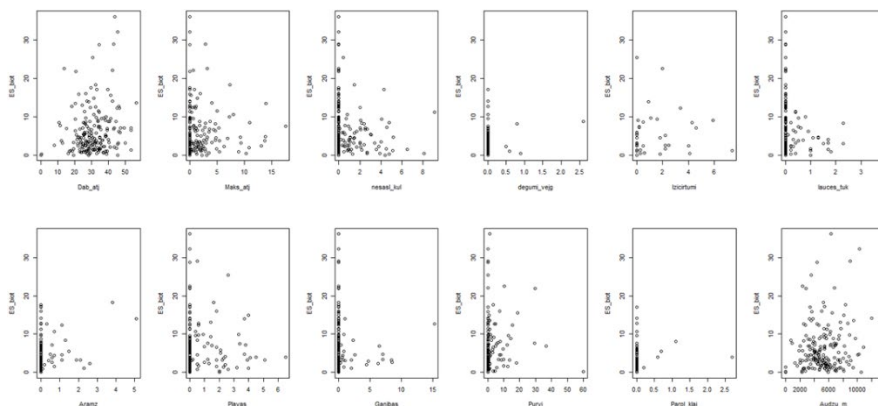
*Tabula 2. Analizētās pazīmes no kvartālu kopsavilkumiem 1960. gadu meža ierīcības taksācijas aprakstos*

Pazīme kvartālu kopsavilkumā	Mērvienība
Dabiski atjaunoto audžu platība	ha
Mākslīgi atjaunoto audžu platība	ha
Nesaslēgušās kultūras	ha
Izcirtumi (1950–1960)	ha
Degumi (1950–1960)	ha
Lauces un smiltāji	ha
Aramzemes	ha
Pļavas	ha
Ganības	ha
Pārplūduši klajumi	ha
Purvi	ha
Audžu masa	m <sup>3</sup>

Savietojot MIM kvartālu digitālo slāni ar šī brīža valsts meža kvartāliem tika izvēlēti tie kvartāli, kas pārsedzas vismaz 75% teritorijas. Konstatēts, ka šādi attiecināma mazāk nekā puse no kādreizējo kvartālu platībām. Tomēr, tieši šajos kvartālos ES biotopu īpatsvars ir 2–3 reizes augstāks, nekā attiecinot to platību īpatsvars visos kādreizējo MIM teritorijas mežos. Tāpat konstatēts, ka vairāk nekā puse ES biotopu atrodas tieši meža kvartālos, kas bijuši valsts meži pirms MIM izveidošanas, kurās tika iekļauti arī nacionalizētie meži.

Tabula 3. ES biotopu sastopamības kopsavilkums kādreizējo MĪM teritorijās

MIM	ES biotopu kopplatība meža teritorijās	Kvartālu kopplatība 1960. gadu mežierīcībā	Analizēto kvartālu platība	ES biotopu platība analizētajos kvartālos	ES biotopu īpatsvars bij. mežniecību teritorijās	ES biotopu īpatsvars analizēto kvartālu platībās
<b>Bānūži</b>	333,1	7457,8	2671,2 (35,8)	244,4 (73,3)	4,4	9,2
<b>Ērgļi</b>	190,2	3796,5	1014,9 (26,7)	98,4 (52)	5	9,7
<b>Katrīna</b>	914,5	13018,8	3773,8 (30)	636,0 (69,5)	7	16,8
<b>Kosa</b>	509,8	11049,8	1746,8 (15,3)	231,1 (45,3)	4,6	13,2
<b>Kopā</b>	1947,8	35322,9	9206,7	1209,9		



Attēls 3. Kvartālu aprakstu pazīmju un ES biotopu platība kopsakarība pētījumu teritorijās



Tabula 4. Analizēto pazīmju būtiskums attiecībā uz ES meža biotopu sastopamību pētījuma teritorijās

	Rho	p	n
Dabiski atjaunotas audzes	0,573394	< 0,001	192
Mākslīgi atjaunotas audzes	0,2672182	0,00006709	125
Nesaslēgušās kultūras	0,13066	0,04271	72
Degumi, vējgāzes	0,1018093	0,3628	5
Izcirtumi	0,2822624	0,0603	25
Lauces un smiltāji	0,03566736	0,6443	35
Aramzemes	0,2271501	0,008812	23
Pļavas	0,2157304	0,0007478	55
Ganības	0,08479306	0,2135	25
Purvi	0,3352972	< 0,001	35
Pārplūduši klajumi	0,192379	0,0894	73
Audžu masa	0,5004761	< 0,001	191

Pazīmju vērtības analizētas ar Spīrmana rangu korelācijas analīzi. Konstatēts, ka 3 pazīmes, kas būtiski korelē ar ES meža biotopu platībām: dabiski atjaunoto audžu un purvu platība kā arī audžu masa. Tādu pazīmju kā degumi un smiltāji būtiskumu novērtēt ierobežo nelielais novērojumu skaits.

Triju minēto pazīmju būtiskums skaidrojams ar augšanas apstākļiem, vislielākā mērā tieši ar trofiskumu un mitruma apstākļiem. Netieši šie faktori ietekmē saimnieciskās darbības raksturu un intensitāti tās īslaicīgajā un ilglaicīgajā nozīmē. Piemēram, koku stādīšanu, kas izmaina ne tikai turpmāko veģētācijas attīstības gaitu, bet arī saimnieciskās darbības biežumu, kā rezultātā atšķirīgā pakāpē notiek to ekosistēmu struktūru veidošanās, kas desmitgades vēlāk tiek atzītas par ES biotopu kvalitātes un atbilstības statusu noteicošām. Pretstatā stādījumiem, dabiski atjaunojušās mežaudzēs, jo īpaši auglīgos meža tipos, ES biotopu kvalitātes struktūras var izveidoties lielākā apjomā un būt biežāk sastopamas. Audžu masas rādītājs faktiski uzrāda kvartālā esošo kokaudžu vecumstruktūru, kurai laika gaitā mainoties saistībā ar dabisko audžu attīstības gaitu un mazāku saimnieciskās darbības intensitāti, izveidojas ES meža biotopu diagnosticējošas pazīmes.

#### Secinājumi un ieteikumi

Meža kvartālu kopsavilkumu analīze apstiprina agrāk veikto novērojumu par augstāku ES biotopu īpatsvaru ilglaicīgās valsts meža zemju platībā. Teritoriālajās meža pārvaldes vienībās, kur valsts meži dominē veidojot vienlaidus meža masīvus, ES biotopu platības konstatētas apmēram par 40%

vairāk nekā teritorijās, kur meža masīvi ir mazāki. Tomēr, arī lielo meža masīvu teritorijās var būt ievērojami mazāks biotopu īpatsvars.

#### Mikroreljefs un meža seguma ilglaicība.

Reljefa nozīme dabas aizsardzības kontekstā parasti tiek saistīta ar noteiktām situācijām, piemēram, nogāzēm, gravām, citiem vārdiem, īpašu apstākļu kopumu – citu vides apstākļu gana spēcīgu sadalījumu telpā, kas nosaka/dod iespēju veidoties noteikta biotai. Šajā gadījumā tam ir prioritārāk nozīme nekā citur, kur reljefs ir mazāk saposmots, te reljefs, iespējams, ir būtiskākā pazīme.

Meža ilglaicību saistot ar “apstākļiem retu un apdraudētu sugu sastopamībai” pamato jēdziena “senie meži” ieviešanu un izmantošanu bioloģiskās daudzveidības problemātikā. Viena no pazīmēm, kas norāda uz ilgstošu meža ekosistēmai raksturīgu struktūru klātbūtni, ir īpatnējais reljefa (sīk)saposmojums. Tā veidošanās gaita saistīta ar ilgstošu vējgāžu ietekmi, kā rezultātā nelielos attālumos redzamas “bedres” un “spilveni”. Pastāv pieņēmums, ka aprakstītais mikroreljefa saglabājas ilgstošu laika periodu un “līdzienā vietā” var izveidoties 300 gadu laikā, vējgāzēm pakāpeniski izgāžot kokus visā platībā.

Kāds ir seno mežu teritoriālais izplatības raksturs, kādas ir to telpiskā izvietojuma likumsakarības ainavās, kādi ekoloģiskie raksturlielumi būtu jāizmanto, lai šādu mežu atrašanās vietas konstatētu pietiekami precīzi un ar augstu ticamību, izvirzot – iezīme jautājumus, uz kuriem šobrīd nav skaidras atbildes.

Vispārīgi zināms, ka saistībā ar ilgstošo zemkopības un kultūras tradīciju ainavas dabiskajā struktūrā mežu telpiskais raksts nav vienmērīgi pārstāvēts. Te varam pieminēt lielo smiltāju masīvus Vidusgaujas zemienē vai plašo purvu mežu masīvus Sēlijā, kur lielās vienlaidus platībās pārstāvēti senie meži. Turpretī, morēnas paugurainēs, meža platību ir mazāk un tās vairāk sadrumstalotas.

Otra iezīme, kas jāpiemin ir zemes izmantošanas prakšu izmaiņas un dinamiskā attīstībā un ar to saistītā meža zemju saraušanās un izplešanās. Novērojuma, ka pēdējo 100–150 gadu laikā meža platību pakāpeniskais pieaugums, īpaši vēsturiski mazmežainos apvidos, norāda, ka meža “senums” ir saposmots ne tikai laikā, bet arī telpā. Citiem vārdiem meža teritorijas telpiskās izmaiņas aplūkot ne tikai kā dinamisku procesu, bet kā zemes izmantošanas spektru. Te jāpiemin

“lokālo notikumu” efekts, kur liela ietekme iespējama caur zemes resursu izmantošanas tiesībām un to pārdali.

Domājam, ka seno mežu problemātika jāaplūko, atkarībā no to pārstāvniecības pakāpes korekti noteiktās, šādu pētījumu ievirzei koriģētās dabas vienībās, kā arī atkarīga no iepriekš pieminētās iezīmēm. Šobrīd varam nodalīt 3 seno mežu situācijas.

### **Lielie meža masīvi:**

Ilgstoši pastāvējuši (attēloti senākajās kartēs); nepieciešams izvērtēt lokālos gadījumus.

### **Apvidi ar krasām mežainuma svārstībām:**

Teritorijas ar lielu mežainumu šobrīd (mozaikveida ainavas), kur mežainuma pieaugums noticis vairākos periodos; nepieciešams raksturot dažādos laikos izveidojušos mežus.

### **Senie meži mazmežainos rajonos:**

Nepieciešams izvērtēt to lokālo dinamiku.

Saistībā ar 2021. un 2022. gada pētījumiem, noteicām šādus ar mikroreljefu izpēti saistītus pētījumu uzdevumus:

1. Meža kontūru 19. gs. muižu plānos mazmežainos apvidos izpēte;
2. Novērtēt vai attālās izpētes datos iespējams atpazīt seniem mežiem raksturīgo mikroreljefa saņemumu.

Savstarpēji papildinoši izmantotas kartogrāfiskā, lauka apsekojumu un statistikā metode.

Pirmā uzdevuma izpildei, izmantojot Kosas valsts muižas zemju plānu (1866), veicām laika ziņā secīgu meža klājuma izpēti teritorijā, lai noskaidrotu brīdi, kad var ticami apgalvot, ka meža klājumā nav novērojamas citu zemes lietojumu radītais pārrāvums. Jāuzsver, ka ekstensīvas prakses kā lopu ganīšana mežā un siena pļaušana koku ieskautajās laucēs nav uzskatāma, kā zemes lietojuma maiņa.

Tika nodalītas šādas meža ilglaicības klases:

- a. Mežs 19. gs. vidū;
- b. Mežs 20. gs. sākumā;
- c. Mežs 1940. gados;
- d. Mežs šobrīd.

Turpmākais analīzei tika atlasītas vietas ( $n = 20$ ), kur atrodas vismaz 2 līdz 3 meža ilglaicības klašu vietas. Atmetot stāvas nogāzes, ieplakas un meža tehnikas radītās risas, iegūti reljefa apstākļu ziņā līdzīgi izpētes poligoni.

No brīvi pieejamiem zemes virsmas datiem tik atlasīts virsmas augstumu punktu slānis un izveidots digitālās virsmas modelis (DEM) ar 1 m izšķirtspēju (pikseli) Katrā vietā, reljefa apstākļi aprakstīti, iegūstot šādus parametrus: MIN, MAX, RANGE, STDV. Katram DEM punktam parametru vērtības pievienotas, ņemot vērā tuvāko 8 pikseļu absolūtā augstuma vērtības.

Dati apstrādāti ar t-Test: Two-Sample Assuming Unequal Variances. Konstatēts, ka būtiskas atšķirības pastāv ne tikai starp meža ilglaicības klasēm, bet arī starp izvēlētajām vietām. Tomēr, senākajās meža zemēs parādās, lai arī nelielā skaitā, parādās lielas zemes virsmas augstuma starpības nelielos attālumos, kādas nav novērotas jaunāko mežā zemju platībās.

Apmeklējot izvēlētās teritorijas lauku darbu laikā novērotas šādas īpatnības:

- a. Teritorijās, kurās patiešām, visā platībā skaidri redzams vējgāžu reljefs;
- b. Teritorijas, kuras pēc karšu leģendās atbilst mežam, taču reljefa apstākļi par to neliecina. Atkarībā no vecuma, vecākajās kokaudzēs atrodas zemu zarotas priedes.

Secinājumi un priekšlikumi

19. gadsimta zemes lietojumu plānos kopā ar mikroreljefa ziņā raksturīgām senajām meža zemēm kā meža zemes kartētas arī noras – intensīvi noganītas (pārganītas) meža teritorijas jeb noras, kur ierobežotas koku augšana un jo sevišķi jauno koku ieaugšana. Koku ar zemu zarojumu klātbūtne var kalpot par pazīmi šādu vietu atpazīšanā.

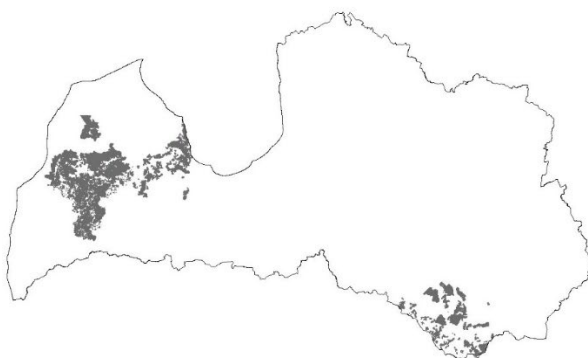
Salīdzinoši līdzīgā mikroreljefa saposmuma pakāpe, kas iegūts analizējot virsmas datus dažāda ilguma meža seguma teritorijās skaidrojams ar nolasīto zemes virsmas punktu atrašanās vietām. Piemēram, ja virsmas augstums nolasīts tuvu koka stumbram vai “trāpījis” sāņus ejošais saknei vai kritalai, tad iegūts neprecīzs rezultāts par faktisko zemes virsmu. Tomēr noteicošas faktors ir pieejamais nolasījumu skaits platības vienībā. Tāpēc reljefa datu izmantošana seno meža platību noteikšanai vietas līmenī, nepieciešami zemes virsmas dati ar lielāku novērojumu (punkti/m<sup>2</sup>) skaitu. Nepieciešams veikt salīdzinošo analīzi starp zemākas un augstākas izšķirtspējas datu kopām, meža teritorijās, kur šādi dati pakāpeniski būs pieejami.

Iepriekšējā un šajā gadsimtā veiktu bezizcirtumu mežsaimniecības (pakāpenisko un izlases ciršu) vietu identifikācija, to attīstības izpēte no aerofoto vai meža inventarizācijas (mežierīcības) laika rindas datiem

Izlases ciršu atlase testa teritorijās

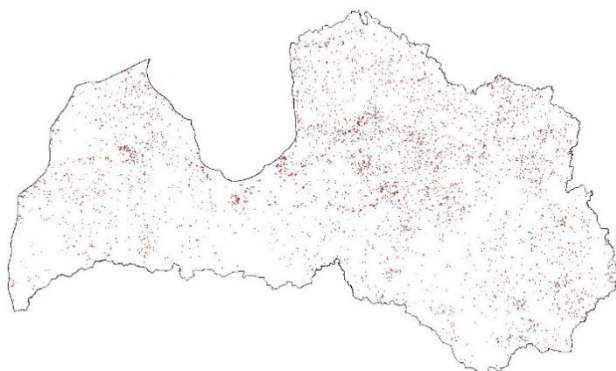
Materiāls un metodika

No Silavas rīcībā esošās VMD datu bāzes nogabalu poligoniem un to saīsinātās taksācijas aprakstu versijas par valsts mežiem 1998./1999. g. Kuldīgas, Tukuma, Daugavpils, Ventspils (daļa) rajonos atspoguļota 4. attēlā.



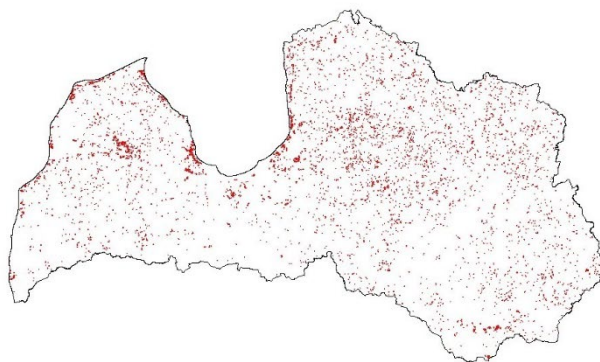
*Attēls 4. Valsts mežu izvietojums pēc stāvokļa 1998.,1999. gadā testa teritorijās  
(veidots pēc VMD 1999 ©)*

Izmantojot VMD meža valsts reģistra 2010. g. saīsinātās datu bāzes versijā dotos mežaudžu taksācijas aprakstus atlasīti nogabali, kurā “Pēdējās cirtes veids” ir reģistrēts Izlases cirtes (skat. Attēls 5). Šādām prasībām atbilda 9666 nogabali.



*Attēls 5. Izlases ciršu telpiskais izvietojums pēc stāvokļa 2010. gadā (veidots pēc VMD 2010 ©)*

Savukārt VMD reģistrēts “Pēdējās cirtes veids” ir “Izlases cirte” pēc stāvokļa 2022. g. (skat. Attēls 6). Šajā gadā kāds no izlases ciršu veidiem kā pēdējā reģistrētā cirte ir 43567 nogabalos.



*Attēls 6. Izlases ciršu telpiskais izvietojums pēc stāvokļa 2022. gadā (veidots pēc VMD 2022 ©)*

Datorprogrammā ArcGIS10.5, izmantojot funkciju “Select by location”, no VMD 1998./1999. g. nogabalu poligoniem atlasīti tie poligoni, kuri atrodas (kaut daļēji) 2010. g. vai 2022. g. datu bāzēs reģistrēto izlases ciršu poligonos. Savukārt otrajā solī no šiem 1999. g. datu bāzes poligoniem atlasīti tie poligoni, kuru centroīdi atradās 2010. g. vai 2022. g. “izlases ciršu” poligonos.

Atbilstošajiem poligoniem (1998/1999), izmantojot ArcGIS Spatial join funkciju, pievienoti taksācijas dati no MVR 2010. g. un 2022. g. versijas.

Salīdzinātie varianti:

- Datu bāze “Meža fonds” 1999 (1998);
- MVR 2010 (2009);
- MVR 2023 (2022).

Rezultāti

Testa teritorijās nevienam no 2010. g. vai 2022. g. datu bāzē reģistrētam nogabalam, kurā veikta izlases cirte, nesakrīt visas (nav identiskas) poligonu robežas ar 1999. g. datu bāzē reģistrēto nogabalu robežām. Savukārt no 1999. g. datu bāzē no reģistrētajiem nogabaliem 5150 kaut daļēji pārklājās ar nogabaliem, kuros 2010. g. datu bāzē vai 2022. g. datu bāzē kā pēdējais cirtes veids reģistrēta izlases cirte. Taču, ja kā atlasē kritēriju izvēlas “nogabalus, kuru centroīds atrodas vēlāko gadu datu bāzēs reģistrētos nogabalos, kuros veikta izlases cirte”, tad šādu nogabalu skaits samazinās līdz 1333. Vizuāli izlases veidā salīdzinot dažādu gadu datubāzes reģistrētos nogabalus, konstatējams, ka 1999. g. datu bāzē nogabali visai ievērojami atšķiras no vēlākajās datu bāzēs reģistrētajiem, t.i., nogabali ir sadalīti mazākos nogabalos vai mainītas to robežas (skat. piemēru, Attēls 7). Tālākai analīzei atlasīti 182 poligoni (DB 1999), kuros izlases cirtes veiktas laika posmā no 2004. g. līdz 2015. g.



*Attēls 7. Izlases ciršu nogabalu robežas pēc stāvokļa 2022. gadā (sarkanās līnijas) (veidots pēc VMD 2022 ©) un nogabalu robežas VMD 1999 © datu bāzē – pelēkās līnijas. Gaišzilās līnijas – turpmākajai analīzei atlasītie nogabali. (Fona ortofotoattēls LĢIA ©)*

Laika rinda ar aerofoto vai LĢIA ortofoto, taksācijas apraksti kopš 1999. g.

Materiāls un metodika

Analīzē izmantoti iepriekšējā darba uzdevuma ietvaros atlasītie 182 nogabali. Jaunākajās datu bāzēs izvēlēti nogabali, kuros atrodas augstāk minēto 182 nogabalu centroīdi.

Salīdzinātie varianti:

- Datu bāze “Meža fonds” 1999 (1998) taksācija;
- MVR 2010 (2009) taksācija;
- MVR 2023 (2022) taksācija.

Rezultāti

No analizētajiem 182 nogabaliem 162 gadījumos kā valdošais meža elements ir tas pats, kas bija 1999. g. datu bāzē. 7 gadījumos nomainījusies valdošā suga, bet 13 gadījumos valdošais meža elements ir citas paaudzes koki. Objektos izlases cirte veikta laika posmā no 2004. g. līdz 2015. g., t.sk., 88 gadījumos izlases cirte veikta no 2010. g. līdz 2015. g., bet vēl 56 gadījumos izlases cirte



veikta 2009. g., tomēr 2010. g. datu bāzē, ņemot vērā pieeju datu bāzes aktualizācijā, izmaiņas krājā pēc izlases cirtes netika norādītas, ja netika mainīta valdošā suga vai vecums. Savukārt 2023. g. datu bāze informācija par audzēm jau iegūta atkārtotā meža inventarizācijā. Vidējā nogabala platība ir 2,4 ha, šeit gan jānorāda, ka virkne nogabalu, kuros veiktas izlases cirtes savstarpēji saskaras, tādējādi var apgalvot, ka vidējā cirsma ir bijusi lielāka. Valdošās koku sugas krāja 2023. g. vidēji ir par  $6,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  mazāka nekā tā bija 1998./1999. g. Priedei valdošās sugas krāja 25 gadu laika samazinājusies par  $2,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , bet egļu un bērzu audzēs attiecīgi par 26,6 un  $13,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ . Ņemot vērā, ka informācija ir iegūta pēc acumēra taksācijas novērtējumiem, šie skaitļi būtu jānovērtē detālākos pētījumos, bet pagaidu secinājums ir, ka valdošā meža elementa krāja ne bērzu, ne egļu audzēs pēc izlases cirtēm, kā tās realizētas šajā periodā, neatjaunojas. Ja no paraugkopas atlasa tīraudzes ( $K_{10} > 0,8$ ), tad priežu audzēs krāja 1. stāvā 25 gadu laikā nav mainījies, savukārt bērzu audzēs tā ir vidēji par  $15,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  mazāka nekā 1999. gadā.

### Telpiskās struktūras analīze balstot uz LĢIA LiDAR datiem

#### Materiāls un metodika

Analizēti tikai tie nogabali, kur poligonu centroīdas ir sākotnējā (1999. g.) poligonā Kuldīga, Tukums, Daugavpils, Ventspils – Izlases cirte (2004–2015) ( $n = 182$ ).

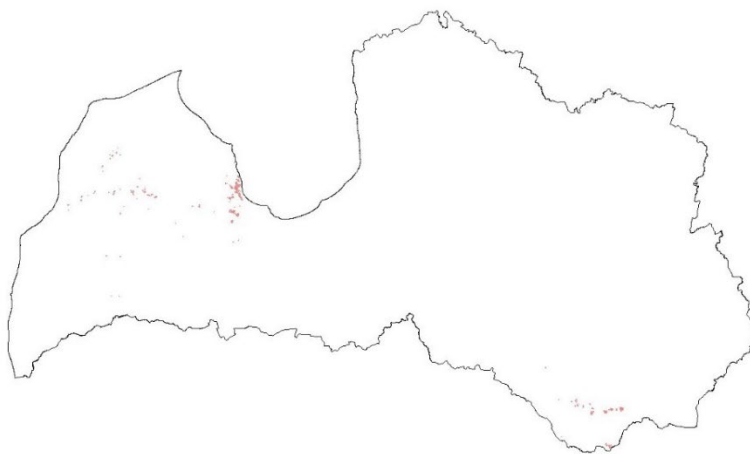
Analizēto izlases ciršu telpiskais izvietojums pēc stāvokļa 2022. gadā dots Attēlā 8.

No LĢIA mājas lapas (<https://www.lgia.gov.lv/lv/Digit%C4%81lais%20virsmas%20modelis>) tika lejuplādēti nogabaliem atbilstošo karšu lapu .las faili. Datorprogrammā FUSION 4.21. aprēķināti digitālais virsmas modelis (DTM) un koku vainagu augstumu modelis (CHM)  $1 \text{ m}^2$  lielam pikselim.

Pēc tam, lai atvērumu statistiskie rādītāji tiktu aprēķināti tikai atbilstošajam nogabalam, pikseļu vērtības ārpus nogabala poligona pārveidotas uz 40 m datorprogrammā QGIS3.22 (skat. piemēru Attēlā 7 (1)). 1 m pikseļi pārrēķināti uz 3 m pikseļu vērtībām, jaunā pikseļa vērtību nosakot kā maksimālo no  $3 \times 3 \text{ m}$  blakus esošo 1 m pikseļu vērtībām.

Katram objektam, izmantojot rīku ForestGapR (<https://github.com/carlos-alberto-silva/ForestGapR>) aprēķināti: atvērumu skaits, atvērumu lielumi, atvērumu telpiskais izvietojums, izmantojot 1 m pikseli un 3 m pikseli. Kā atvēruma sliekšnis pieņemts 10 m augstums, t.i., vietas, kurās koku vainagu nav vai tie zemāki par 10 m tiek uzskatīti par atvērumiem, un atvēruma lielums

1 (9) m<sup>2</sup> līdz 5000 m<sup>2</sup>. Atvērumu lielumu sadalījuma raksturošanai aprēķināts rādītājs “Maximum likelihood fit to a Zeta distribution” un aprēķināts  $\lambda$  (lambda), savukārt atvērumu telpiskā izvietojuma raksturošanai aprēķināts Ripley’s K un L funkcijas un Klarka-Evansa indekss R.



*Attēls 8. Analizēto izlases ciršu telpiskais izvietojums Latvijā pēc stāvokļa 2022. gadā  
(veidots pēc VMD 2022 ©)*

## Rezultāti

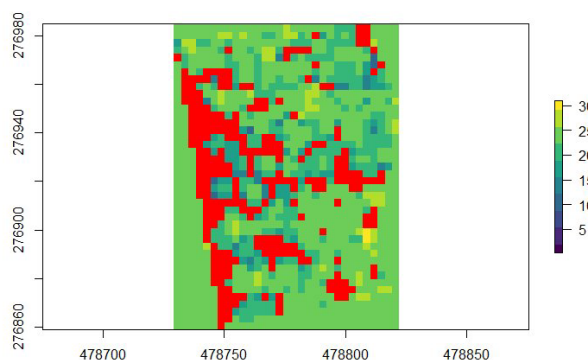
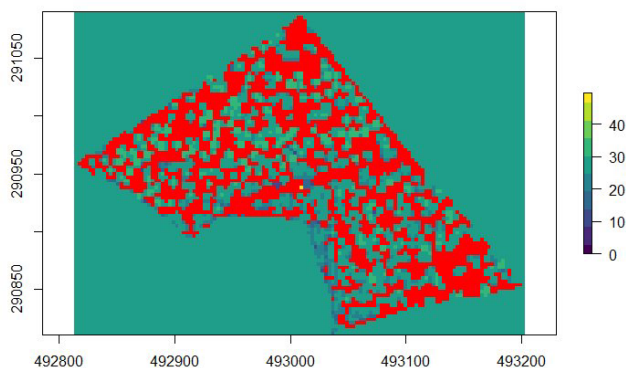
Katram objektam aprēķinātie rādītāji – atvērumu lielumu sadalījums, atvērumu telpiskais izvietojums, koku vainagu augstums atvērumos. Aprēķinātie statistiskie rādītāji atspoguļoti 1. pielikumā. Savukārt izlases ciršu telpiskā struktūras piemērī doti Attēls 9. Analizēto izlases ciršu atvērumu skaita un lieluma sadalījums piemērs pēc stāvokļa LiDAR datu ieguves brīdī dots Attēls 10, savukārt Analizēto izlases ciršu atvērumu telpiskā izvietojuma statistisko rādījumu piemērs pēc stāvokļa LiDAR datu ieguves brīdī dots Attēls 11.

Izlases ciršu objektos vidējais atvērumu lielums ir 92 m<sup>2</sup> (skat. Tabula 5), taču maksimālais atvērumu lielums vidēji ir 1509 m<sup>2</sup>. Šeit būtiski norādīt, ka maksimālās vērtības standartnovize pārsniedz vidējo vērtību, kas nozīmē, ka maksimālais atvērumu lielums starp nogabaliem ievērojami atšķiras. Vizuāli izvērtējot attēlos redzamos atvērumus, jākonstatē, ka atvērumos ir saglabājušies atsevišķi koki, vai to grupas. Tādējādi maksimālā atvēruma platība norāda nevis uz vienlaidus atvērumu, bet gan savstarpēji saistītu “tukšumu” starp kokiem vērtējumu. Virknē

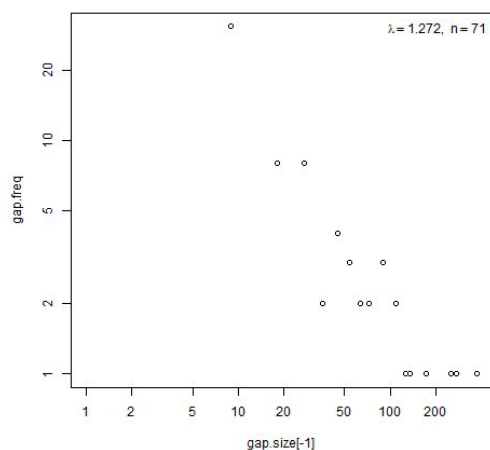
gadījumu lielākie atvērumi ir pievešanas ceļi. Tas nozīmē, ka nepieciešams papildus analizēt, ne tikai atvērumu lielumu, bet arī to formu.

Vidējais koku augstums atvērumos pētījuma objekts ir 2,65 metri.

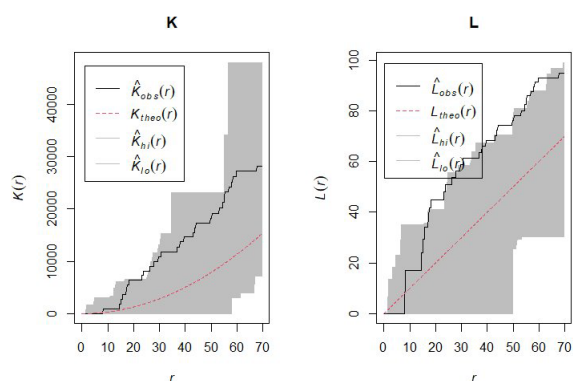
Vairumā gadījumu izlases ciršu objektos dominē lielāki atvērumi (Lambda mazāks par 2), kā arī 68 no 182 gadījumiem atvērumi izvietoti klasteros ( $R < 1$  un  $p < 0,05$ ). Šie rezultāti sakrīt ar citos mūsu pētījumos analizētajiem izlases ciršu objektiem. Tā kā atvērumu telpiskais izvietojums lielā mērā ir saistīts ar meža apsaimniekotāju lēmumu, kādā veidā izvēlēties izcērtamos / saglabājamus kokus, jautājums cik līdzīga atvērumu telpiskā struktūra ir salīdzinājumā ar objektiem, kuros saimnieciskā darbība nav veikta, un atvērumu struktūru lielā mērā ir noteikuši dabiskie traucējumi.



Attēls 9. Analizēto izlases ciršu telpiskās struktūras piemēri pēc stāvokļa LiDAR datu ieguves brīdī



Attēls 10. Analizēto izlases ciršu atvērumu skaita un lieluma sadalījuma piemērs pēc stāvokļa LiDAR datu ieguves brīdī



Attēls 11. Analizēto izlases ciršu atvērumu telpiskā izvietojuma statistisko rādītāju piemērs pēc stāvokļa LiDAR datu ieguves brīdī

Tabula 5. Analizēto izlases ciršu nogabalu atvērumu statistisko radītāju kopsavilkums

Parametr s	Max atvēruma platība, m <sup>2</sup>	Vidējā atvērumu platība, m <sup>2</sup>	Atvērumu skaits nogabalā	Vidējais CHM_ augstu ms atvērums, m	R	P < 0,05	Lambda
Vidējais	1509,8	92,8	87,3	2,65	0,95	68	1,27
Standart- novirze	2090,9	89,8	104,1	1,58	0,14	-	0,02
Standart- klūda	155,0	6,7	7,7	0,12	0,01	-	0,00

## Dažādvecuma mežaudžu izplatības un sastāva izmaiņu analīze

### Materiāls un metodika

Secīga un vienas struktūras meža inventarizācijas informācija Latvijā kopš gadsimta sākuma pieejama mūsdienu Meža valsts reģistra datu formātā, iepriekš – meža fonda datu bāze. Pēc metodiskā ietvara, audžu apraksta līdzīga informācija par valsts mežiem pieejama kopš otrā pasaules kara pēckara gadiem. Tā līdz skaitļošanas centra attīstībai “Silavā” un sekojoši mežierīcības institūtā gan pieejama analogā veidā – taksācijas apraksti LVMI “Silava” veco karšu materiālu arhīvā.

Datu atlasēm izmantotas:

- Meža fonda datu bāze no 1999. gada;
- Meža valsts reģistrs no 2005., 2008., 2013., 2015. un 2023. gadiem.

Visas datu bāzes apkopotas MS SQL datu bāzu vadības sistēmas programmā, lai varētu veikt salīdzināmus datu pieprasījumus.

Nogabala pret nogabalu līmeņa salīdzinājums iespējams atlasot datus no trīs kādreizējo virsmežniecību teritorijām, kurās 1999. gadā tika izgatavotas pirmās digitālās nogabalu kartes. Tās ir Kuldīgas, Tukuma, Daugavpils virsmežniecības. Atsevišķām mežniecībām digitālās kartes 1999. gadā bija sagatavotas arī Dundagas, Talsu, Ventpils virsmežniecībās, piemēram, Šlīteres mežniecība Dundagas virsmežniecībā vai Mētru mežniecība, kurai pirmajai pilnībā tika digitalizēti meža nogabali Ventpils virsmežniecībā. Šeit iespējama to nogabalu telpiskā atlase, kuri nav vai salīdzinoši maz mainījušies līdz 2023. gadam, kā arī tajos nav notikusi mežsaimnieciskā darbība.

### Datu atlase

Mežaudzes daudzveidību raksturo tās inventarizācijas rādītāju, kā augstums, vecums, sugu sastāvs, caurmērs neviendabīgums. Atzīmējams, ka arī mākslīgi atjaunotas mežaudzes attīstības laikā var veidoties ar atšķirīgām dimensijām, kas atkarīgs gan no veiktajiem mežsaimnieciskajiem darbiem, gan no dabīgās attīstības, ko ietekmē nogabala vides, augsnes īpatnības.

Izmaiņas meža inventarizācijas datos attiecībā uz sugu sastāvu notiek tikai veicot atkārtotu meža inventarizāciju. Augšanas gaitas algoritmi, kurus izmanto VMD datu aktualizācijai, ietekmē reģistrēto inventarizācijas rādītāju vecumu (matemātiski), caurmēru un augstumu. Kopš

2016. gada aktualizācijas algoritmi var ietekmēt valdošās sugas maiņu nogabalā, neietekmējot inventarizācijā uzskaitīto sugu sastāvu, skaitu.

Atbilstoši inventarizācijas noteikumiem, nogabalā var tikt iekļautas noteiktas platības īpatnības (Meža inventarizācijas un Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumi), kuras būtu iespējams izdalīt atsevišķā nogabalā, šādi normatīvi un mākslīgi mazinot daudzveidību nogabalu ietvaros. Īpatnības atbilstoši taksācijas noteikumiem (Taksācijas darbu vietējie noteikumi Latvijas PSR mežu nepārtrauktajā ierīcībā) kartogrāfiskajos materiālos zīmēja līdz 2000. gadam. Informācija nav tikusi digitalizēta.

Analizējot dažāda vecuma mežaudzes no meža inventarizācijas datiem, jāņem vērā pastāvošie meža inventarizācijas noteiktumi, kuri nosaka kādai vecuma atšķirībai viena nogabala ietvaros vienai koku sugai ir pieļaujama reģistrēšanai datu bāzē. Šobrīd nav iespējams reģistrēt vienas sugas dažāda vecuma elementus, ja to vecuma atšķirība ir vienas vecuma klases ietvaros. Līdz ar ko inventarizācija neparādās, piemēram, 10 gadu atšķirība priežu audzēs, kas var būt veidojusies apvienojot kādreizējās cirsmu kulises vienā nogabalā.

Visa datu atlase veikta kopumā pa visiem inventarizētiem mežiem. Lai iegūtu salīdzinošu teritoriālo sadalījumu, dati apkopoti pa pagastu teritorijām, kuru pazīme datu bāzē saglabājas un ir salīdzināma kopš 1999. gada Meža fonda datu bāzes. Šādi iespējams arī telpiski vizualizēt šādu audžu izmaiņas. Vienlaikus atzīmējam divas teritorijas, kur administratīvo robežu dalīšanas vai apvienošanas dēļ tieša salīdzināšana nav korekta. Tās ir Miglenieku un Nautrēnu pagastu teritorijas, Kandavas un Cēres pagastu teritorijas, Demenes un Līdumnieku pagastu teritorijas. Šeit apkopojums un mežu piederība dažādu laiku Meža valsts reģistra un meža fonda datu bāzēs atšķiras.

Nogabalu līmeņa salīdzināšanā salīdzināti 1999. gada nogabali ar 2023. gada nogabaliem pēc šādiem kritērijiem:

- Nogabalu ģeometrija telpiski abos periodos sakrīt vai arī tie ir 1 : 10 000 mēroga karšu sagatavošanas precizitātes ietvaros.
- Nogabalos starp datu ievākšanas gadiem nav veikta saimnieciskā darbība.
- Nogabalu valdošās koku sugas vecums šajā laikā nav samazinājies, kas liecinātu par datu bāzē nefiksētu, bet inventarizācija konstatētu mežsaimniecisko ietekmi.

Šādā veidā atlasīti ~ 8 tūkst. nogabali minētajās teritorijās, kuriem noteikts:

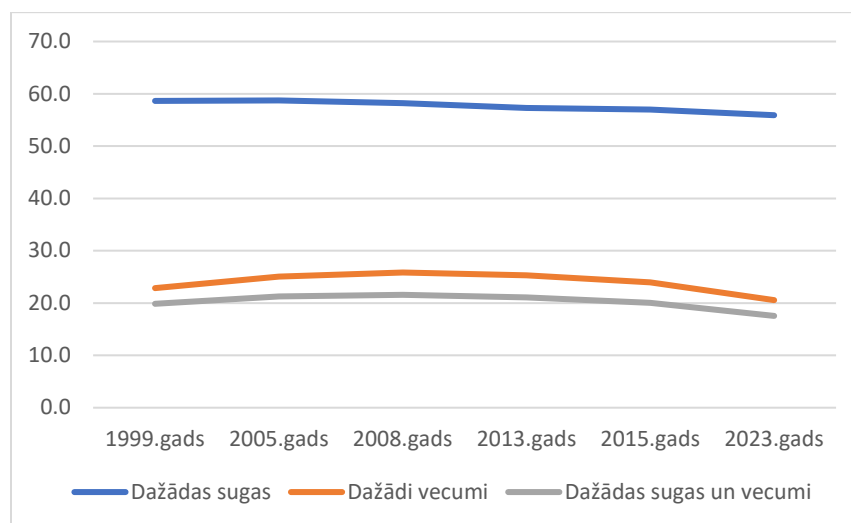
- Vai ir dažāda vecuma mežaudze 1999. gadā.
- Vai ir dažāda vecuma mežaudze 2023. gadā.
- Savstarpēji salīdzinātas dažādvecuma mežaudzes pazīmes, lai konstatētu, vai tas bijis tikai vienā no periodiem vai saglabājies šajā laikā.

### Dažādu dimensiju mežaudzes

No Meža valsts reģistra datu bāzēm atlasīti meža nogabali, kuriem pirmā stāva sastāva formulā ir dažādu sugu, vecuma meža elementi. Attiecīgi, ja jebkura no sugām, kura jāreģistrē meža inventarizācijā atbilstoši krājas īpatsvaram atšķiras no jebkuras citas sugas sastāvā. Piemēram, ja saliktā mežaudzē atšķiras tikai suga ar sastāva koeficientu 1. Līdzīgi arī vecuma atšķirības nogabalos tikai šajā gadījumā iespējamās arī vecuma atšķirības vienas sugas ietvaros, ko reģistrē meža inventarizācijā.

### Kopsavilkumi

Dažādu sugu sastāvs Latvijas mežaudzēs pārstāvēts vairāk kā 55% gadījumā un šādu platību izmaiņas stabilas pēdējo 24 gadu laikā (Grafiks 6). Dažāda vecuma mežaudzes (atceroties meža inventarizācijas nosacījumus) ap 20% meža nogabalos. Neliels kāpums līdz 2013. gadam un kritums starp 2013. gadu un 2023. gadu.



Grafiks 6. Dažāda sugu sastāva, vecuma audžu īpatsvars

Sadalījumā pa meža tipiem mežaudžu īpatsvars ar dažādu vecumu un sugu pārstāvniecību starp 1999. gadu un 2023. gadu mainījies. Kā atskaite kopsavilkumā (Tabula 7) pieņemts kārtojums pēc dažādu sugu īpatsvara 1999. gada datu bāzēs.

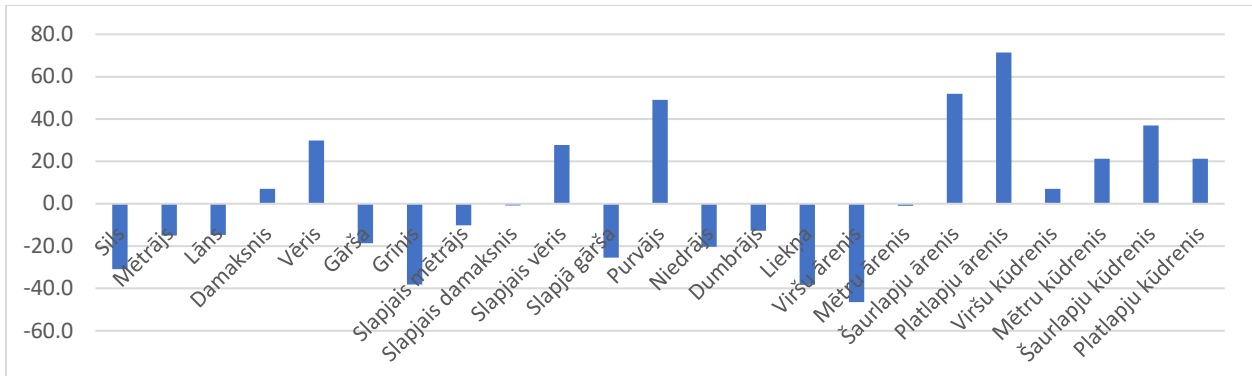
Tabula 7. Dažāda vecuma un sugu īpatsvara audzes pa meža tipiem 1999. un 2023. gados

Meža tips	1999. gads		2023. gads	
	Sugu dažādība / vidējais svērtais	Vecuma dažādība / vidējais svērtais	Sugu dažādība / vidējais svērtais	Vecuma dažādība / vidējais svērtais
Sils	15,4	18,6	11,1	29,5
Mētrājs	16,9	10,8	15,8	15,2
Purvājs	21,7	19,1	24,2	31,0
Viršu kūdrenis	25,8	19,3	29,9	22,6
Viršu ārenis	34,2	22,9	28,8	27,1
Grīnis	37,4	32,2	37,5	42,6
Slapjais mētrājs	38,8	18,8	38,9	21,6
Lāns	41,0	13,3	34,5	14,3
Mētru ārenis	44,1	16,2	40,2	16,2
Mētru kūdrenis	51,6	18,7	45,4	23,4
Niedrājs	70,1	26,3	65,2	30,5
Šaurlapju kūdrenis	70,5	24,5	65,7	25,9
Vēris	75,3	35,2	70,8	24,6
Platlapju kūdrenis	76,4	23,8	70,3	25,0
Dumbrājs	77,4	25,0	79,3	26,2
Damaksnis	78,5	28,3	69,8	21,2
Gārša	79,3	29,7	73,5	30,8
Šaurlapju ārenis	79,3	30,0	69,4	24,1
Slapjais damaksnis	80,2	33,5	75,1	28,4
Slapjais vēris	80,6	35,3	78,6	29,8
Platlapju ārenis	81,6	29,4	75,6	26,0
Liekņa	85,1	22,4	82,4	23,1
Slapjā gārša	86,1	25,1	84,5	25,6

Ticami, ka dažāda vecuma un sugas audžu pārstāvniecību mežaudzēs ietekmē meža tipu platību izmaiņas kopumā, kur novērojama nabadzīgo meža tipu kā sils, lāns platību samazinājums (Grafiks 8) un susināto meža platību palielinājums. Attiecīgi mainoties meža tipam atbilstoši sugai, sugu kopumam.

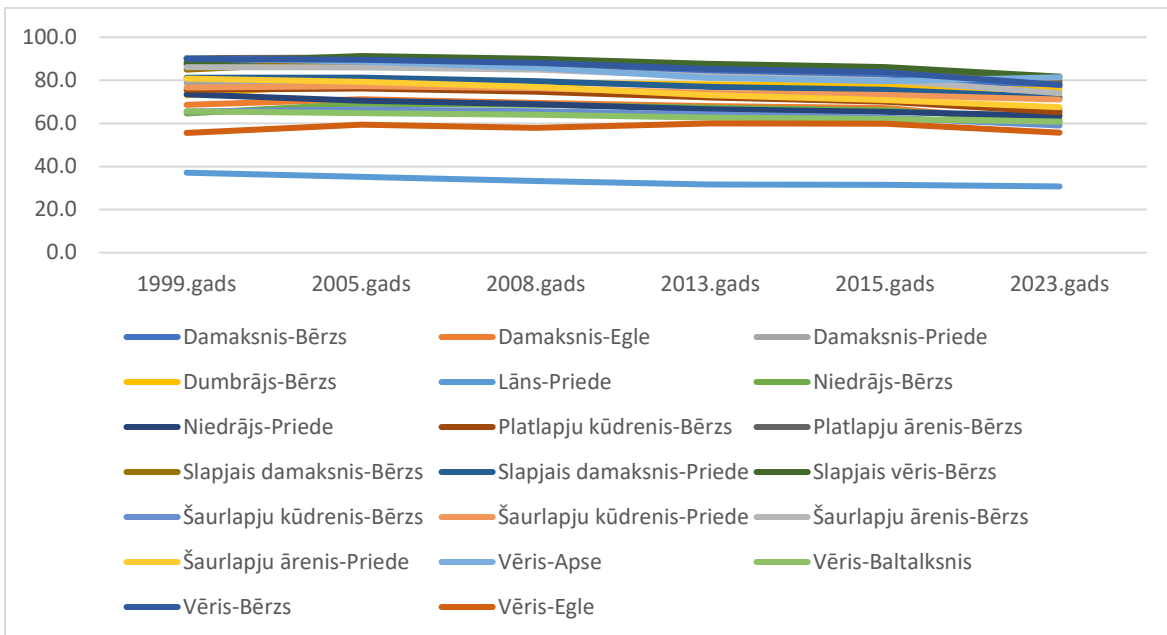


Grafiks 8. Meža tipu platību izmaiņas 2023. gadā pret 1999. gadu



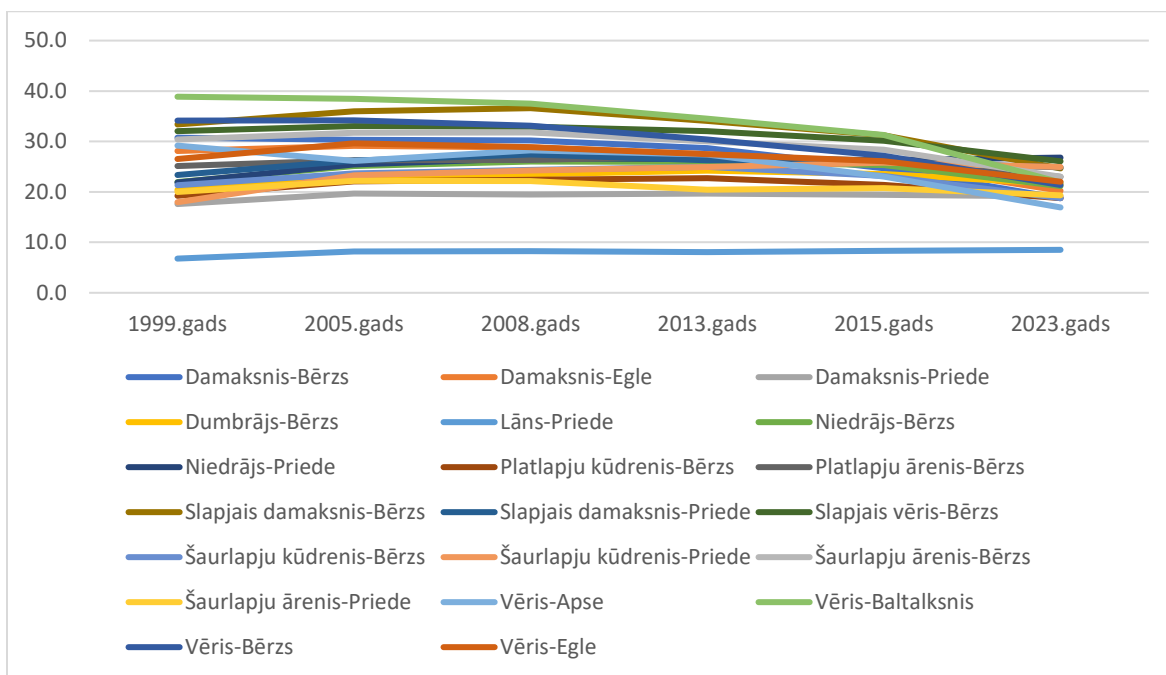
Tāpēc, lai novērtētu izmaiņas kopš gadsimta sākuma, 1999. gada datu atlasē izvēlētas pēc dažādu sugu sastāva pēc platības plašāk pārstāvēto meža tipa / valdošās sugas TOP 20. Attiecīgi vērtības 1999.gadā šai atlasē salīdzinātas ar sekojošo MVR periodu dažāda vecuma un sugu īpatsvara novērtējumu (Grafiks 9).

Grafiks 9. 1999. gada TOP 20 dažāda sugu sastāva audžu platību īpatsvara izmaiņas



Dažāda sugu sastāva mežaudzes. Lielākais īpatsvara kritums vērī (baltalksnis, apse), damaksnī (bērzs) > 10% un lielākais kāpums niedrājā (priede), šaurlapju kūdrenī (priede) > 6% (Grafiks 10).

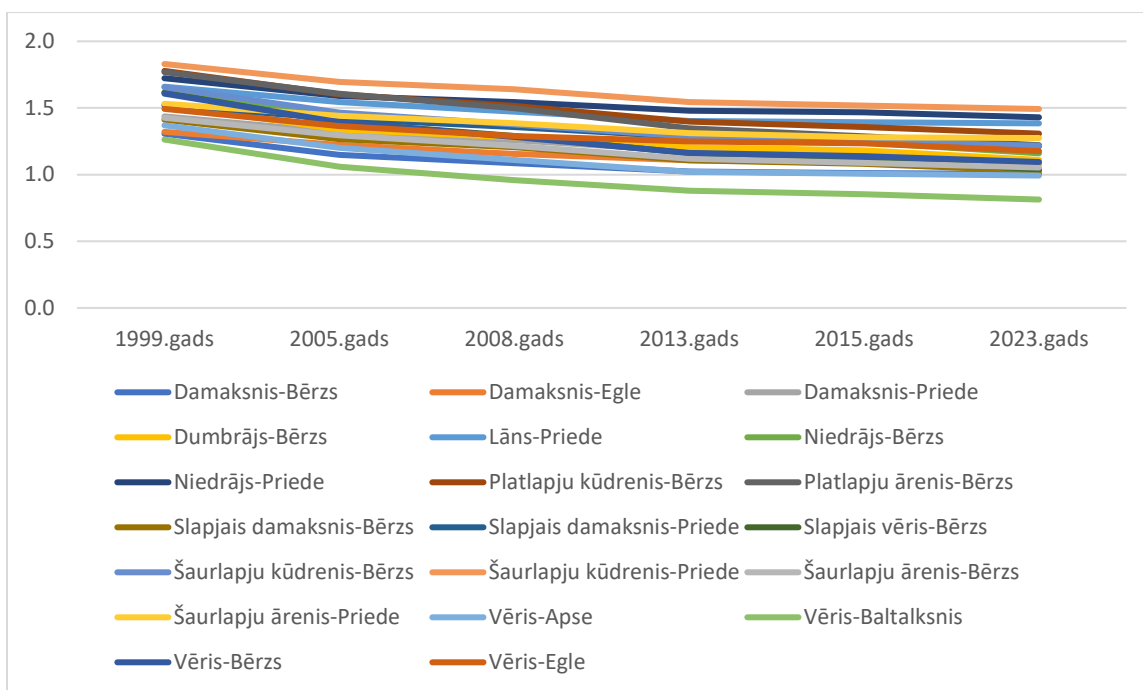
Grafiks 10. 1999. gada TOP 20 dažāda vecuma audžu platību īpatsvara izmaiņas



Dažāda vecuma mežaudzes. Lielākais kritums no 44,5% (Grafiks 10) uz 25,3% baltalkšņu audzēm vērī, ievērojami pēdējā periodā. Lielākais kāpums no 24,1% uz 32,7% priežu audzēm niedrājā.

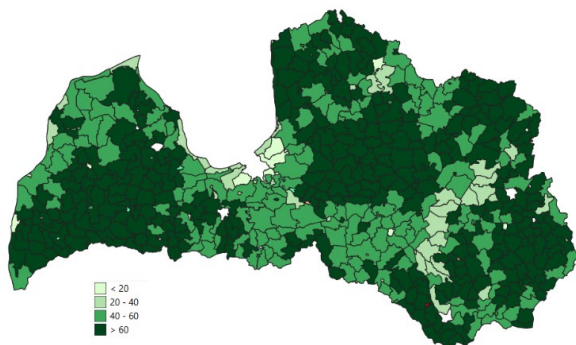
Novērtējot mežaudžu nogabalu vidējo platību izmaiņas, kur kopumā meža fondā 1999. gadā reģistrēti ~ 2 milj. nogabali, bet 2023. gadā ~ 2,8 milj. nogabali, arī vidējās platības dažāda vecuma un dažāda sugu sastāva mežaudzēs ar lejupejošu tendenci. Lielākie kritumi par 0,6, 0,5 ha vērī (bērzs, baltalksnis), slapjajā vērī (bērzs), platlapju ārenī (bērzs). Piemēram, platlapju ārenī (bērzs) vidējā nogabalu platība mainījiesies no 1,8 ha uz 1,2 ha (Grafiks 11).

Grafiks 11. 1999.gada TOP 20 dažāda vecuma audžu nogabalu vidējās platības izmaiņas

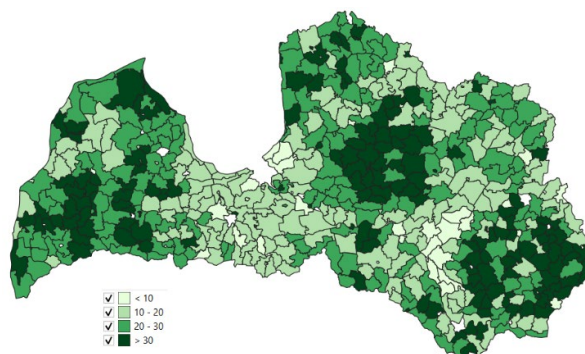


#### Teritoriālā izplatība

Pagasti ar lielāko dažāda vecuma mežaudžu izplatību 1999. gadā, kur šādas audzes vismaz 30% (lielais šādu audžu īpatsvars pagastos var būt vairāk nekā 30%) visvairāk Kurzemē, Centrālvidzemes augstienē, Latgalē un Vidzemes Z daļā (Attēls 13). Līdzīgi arī dažādu sugu mežaudžu izplatība, kur ir pagasti ar vairāk nekā 80% dažādu sugu sastāva mežaudzes (Attēls 12).

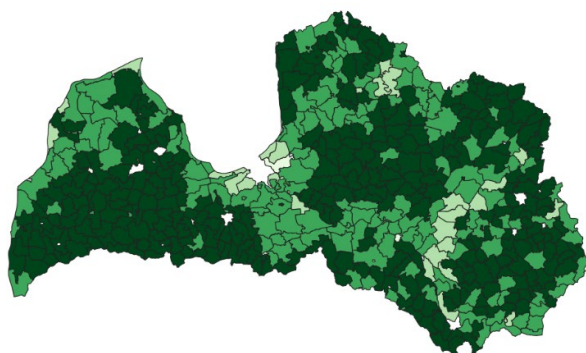


Attēls 12. Dažādu sugu sastāvu audžu īpatsvars 1999. gadā (pagasti)

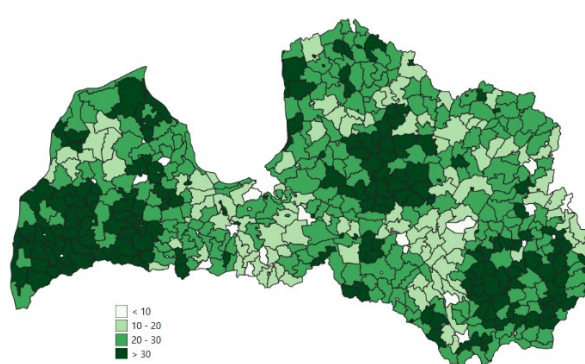


Attēls 13. Dažāda vecuma sastāvu audžu īpatsvars 1999. gadā (pagasti)

2005. gadā salīdzinājumā ar 1999. gadu dažāda vecuma mežaudžu izplatības īpatsvars visvairāk palielinājies Latgales, Sēlijas, Zemgales D pagastos (Attēls 15). Attiecīgi sugu sastāva izmaiņas visā valsts teritorijā.



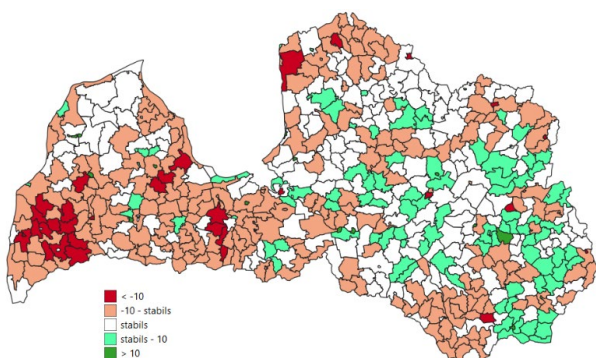
Attēls 14. Dažādu sugu sastāvu audžu īpatsvars 2005. gadā (pagasti)



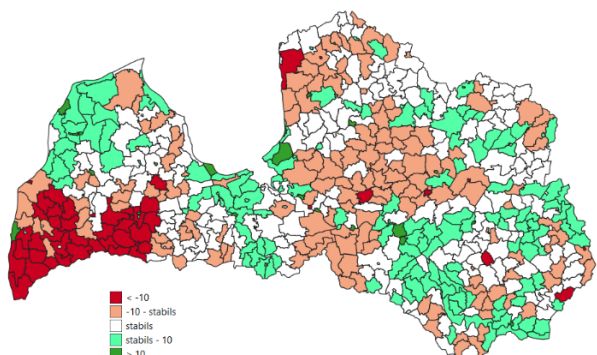
Attēls 15. Dažāda vecuma sastāvu audžu īpatsvars 2005. gadā (pagasti)

Lai izslēgtu nelielas svārstības reģistrētajā informācijā datu bāzē, izmaiņas analizētas, lai starp datu bāzēm būtu vismaz divi citi novērojumu periodi. Tā izmaiņas teritoriālā dažāda vecuma un sugu sastāvu audžu izplatībā skatītas divos periodos. No 1999. gada līdz 2013. gadam (pa vidu 2005. un 2008. gadu periodi) un no 2008. gada līdz 2023. gadam (pa vidu 2013. un 2015. gada periodi).

Starp 2015. un 1999. gadiem, dažāda vecuma mežaudžu īpatsvars visvairāk palielinājies Latgales, Ziemeļkurzemes, Zemgales ZA pagastos, samazinājies Dienvidkurzemes pagastos (Attēls 17). Sugu sastāva īpatsvars palielinājies Latgales un Centrālvidzemes pagastos, samazinājies Dienvidkurzemes, Zemgales pagastos (Attēls 16).

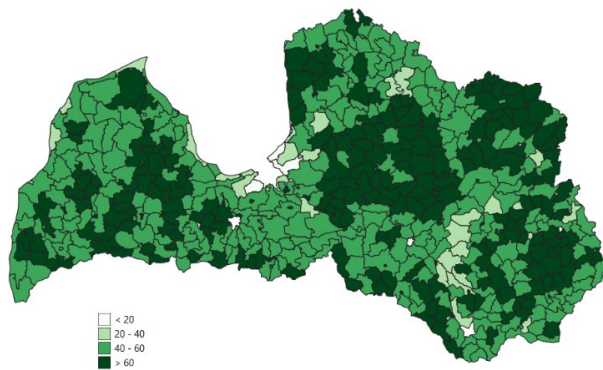


*Attēls 16. Dažāda sugu sastāva nogabalu mežaudzēs īpatsvara izmaiņas starp 1999. un 2015. gadu (pagasti)*

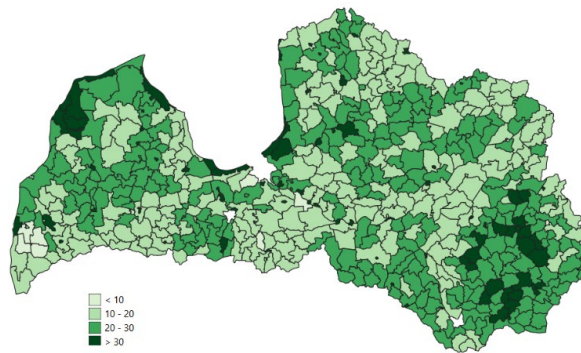


*Attēls 17. Dažāda vecuma sastāva nogabalu mežaudzēs īpatsvara izmaiņas starp 1999. un 2015. gadu (pagasti)*

Pagasti ar lielāko dažāda vecuma mežaudžu izplatību 2023. gadā Latgalē, Sēlijā, Centrālvidzemes augstienē un Kurzemes centrā, ziemeļos. Ar mazāko izplatību – Zemgalē, Dienvidkurzemē (Attēls 19). Lielākais dažādu sugu audžu īpatsvars 2023.gadā Latgalē, Vidzemes un Alūksnes augstienēs, Ziemeļkurzemē (Attēls 18).

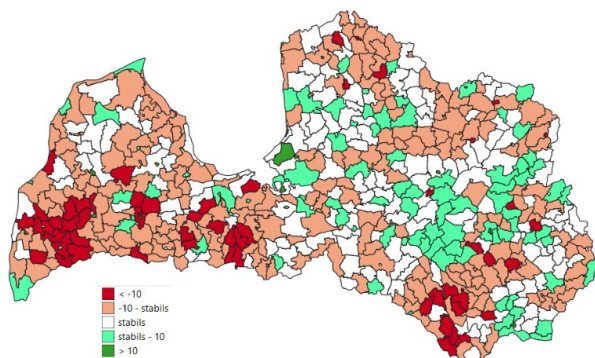


Attēls 18. Dažādu sugu sastāvu audžu īpatsvars 2023. gadā (pagasti)

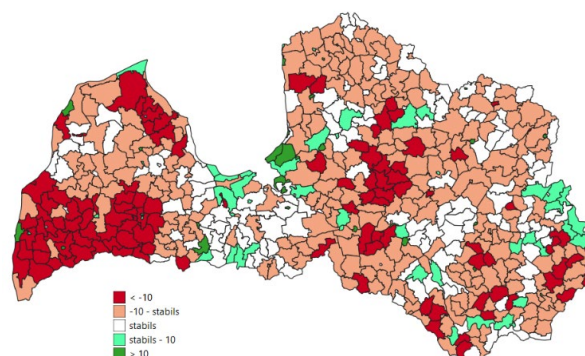


Attēls 19. Dažāda vecuma sastāvu audžu īpatsvars 2023. gadā (pagasti)

Starp 2008. un 2023. gadiem, dažāda vecuma mežaudžu īpatsvars palielinājies Latgales austrumos, samazinājies Dienvidkurzemē, Centrālvidzemes augstienē (Attēls 21). Dažāda sugu sastāvu audžu īpatsvars lejupejošs visa teritorijā izņemot ar nelielu palielinājumu Centrālvidzemē (Attēls 20).



Attēls 20. Dažādu sugu sastāva nogabalu mežaudzēs īpatsvara izmaiņas starp 2008. un 2023. gadu (pagasti)



Attēls 21. Dažāda vecuma sastāva nogabalu mežaudzēs īpatsvara izmaiņas starp 2008. un 2023. gadu (pagasti)

### Dažādvecuma mežaudžu nogabalu līmeņa izmaiņu salīdzinājums

Lai novērtētu dažādu meža elementu dažādvecuma klātbūtni vai izmaiņas laikā, atlasītie dati grupēti pēc meža tipa un valdošās koku sugas 1999. gada datos (Tabula 12). Attiecīgi pēc



grupējuma no atlases noņemtas meža elementu grupas, kurās mazāk par 20 nogabaliem. Attiecīgi katrā grupā noteikts audžu īpatsvars, kurās:

- Dažādvecumu audzes ir 1999. gadā, bet nav saglabājušās līdz 2023. gadam.
- Dažādvecuma audzes ir 2023. gadā, bet nav bijušas 1999. gadā.
- Dažādvecuma audzes ir saglabājušas novērtētajā 23 gadu periodā.

Kā biogrupas (meža tips un valdošā koku suga) ar saglabātu un palielinātu dažādvecuma nogabalu pārstāvniecību kopā analizējami nogabali, kuri ir saglabājuši dažāda vecuma elementus un tādi, kuros tie nākuši klāt, reflektējot uz jaunāko 2023. gada datu bāzi. Lielākais īpatsvars baltalkšņa audzēm damaksnī, egļu audzēm gāršā. Tomēr šajās grupās pieejamajā paraugkopā salīdzinoši neliels nogabalu skaits. No biežāk pārstāvētajām grupām lielāks īpatsvars dažādvecuma mežaudžu egļu audzēs damaksnī, slapjajā damaksnī. Mazākais īpatsvars no biežāk pārstāvētajām grupām priežu audzēm lānā, mētrājā, mētru ārenī.

Tabula 12. 1999. un 2023. gadu dažādvecumu audžu izmaiņu salīdzinājuma apkopojums

Meža tips	Valdošā suga 1999.gadā	Nav dažādi vecumi	Dažādi vecumi 1999.un 2023.gadā	Dažādi vecumi 2023.gadā	Dažādi vecumi 1999.gadā	Pavisam sakrīt nogabalu ģeometrijas	Īpatsvars saglabājas	Īpatsvars 1999.gadā	Īpatsvars 2023.gadā
Damaksnis	Baltalksnis	6	14	2	6	28	50,00	7,1	21,4
Vēris	Ozols	10	13	4		27	48,15	14,8	0,0
Gārša	Egle	3	6	4		13	46,15	30,8	0,0
Slapjais damaksnis	Baltalksnis	2	6	3	2	13	46,15	23,1	15,4
Vēris	Baltalksnis	18	19	8		45	42,22	17,8	0,0
Platlapju ārenis	Egle	11	12	6	2	31	38,71	19,4	6,5
Damaksnis	Ozols	7	10	6	3	26	38,46	23,1	11,5
Grīnis	Priede	17	11	1	1	30	36,67	3,3	3,3
Šaurlapju ārenis	Bērzs	44	30	13	7	94	31,91	13,8	7,4
Dumbrājs	Egle	18	10	4	1	33	30,30	12,1	3,0
Šaurlapju ārenis	Egle	26	14	6	4	50	28,00	12,0	8,0
Platlapju kūdrenis	Egle	11	5	3		19	26,32	15,8	0,0
Damaksnis	Egle	198	98	46	41	383	25,59	12,0	10,7
Niedrājs	Egle	21	9	4	4	38	23,68	10,5	10,5
Slapjais damaksnis	Egle	78	38	21	25	162	23,46	13,0	15,4
Slapjais vēris	Bērzs	41	15	4	4	64	23,44	6,3	6,3
Slapjais vēris	Egle	22	13	15	6	56	23,21	26,8	10,7
Slapjais vēris	Melnalksnis	14	5	3		22	22,73	13,6	0,0
Damaksnis	Apse	20	6	1	1	28	21,43	3,6	3,6
Gārša	Osis	8	3	1	2	14	21,43	7,1	14,3
Slapjais damaksnis	Bērzs	120	42	25	10	197	21,32	12,7	5,1
Platlapju kūdrenis	Bērzs	29	10	7	3	49	20,41	14,3	6,1
Vēris	Bērzs	141	41	23	5	210	19,52	11,0	2,4
Niedrājs	Bērzs	152	48	20	26	246	19,51	8,1	10,6
Vēris	Egle	119	40	30	17	206	19,42	14,6	8,3
Damaksnis	Bērzs	253	74	45	29	401	18,45	11,2	7,2
Slapjais damaksnis	Melnalksnis	15	4	3		22	18,18	13,6	0,0
Šaurlapju kūdrenis	Priede	69	19	20	2	110	17,27	18,2	1,8
Mētru kūdrenis	Priede	32	7	4	2	45	15,56	8,9	4,4
Niedrājs	Priede	380	85	74	25	564	15,07	13,1	4,4
Šaurlapju kūdrenis	Bērzs	27	6	8	3	44	13,64	18,2	6,8
Liekņa	Melnalksnis	9	2	2	2	15	13,33	13,3	13,3
Šaurlapju kūdrenis	Egle	9	2	2	2	15	13,33	13,3	13,3
Dumbrājs	Bērzs	180	33	28	9	250	13,20	11,2	3,6
Dumbrājs	Melnalksnis	156	27	18	8	209	12,92	8,6	3,8
Vēris	Apse	48	8	4	3	63	12,70	6,3	4,8
Gārša	Bērzs	20	3	1	1	25	12,00	4,0	4,0
Platlapju ārenis	Melnalksnis	12	2	2	1	17	11,76	11,8	5,9
Slapjais damaksnis	Priede	364	55	58	17	494	11,13	11,7	3,4
Purvājs	Priede	167	24	15	13	219	10,96	6,8	5,9
Viršu kūdrenis	Priede	24	3		1	28	10,71	0,0	3,6
Damaksnis	Priede	770	103	117	34	1024	10,06	11,4	3,3
Šaurlapju ārenis	Priede	147	19	22	6	194	9,79	11,3	3,1
Platlapju ārenis	Bērzs	31	4	5	2	42	9,52	11,9	4,8
Sils	Priede	57	6	4	4	71	8,45	5,6	5,6
Slapjais mētrājs	Priede	408	43	55	15	521	8,25	10,6	2,9
Mētrājs	Priede	405	38	51	6	500	7,60	10,2	1,2
Lāns	Bērzs	11	1	2		14	7,14	14,3	0,0
Gārša	Apse	23	2	3	1	29	6,90	10,3	3,4
Mētru ārenis	Priede	126	10	22	3	161	6,21	13,7	1,9
Lāns	Priede	808	63	127	25	1023	6,16	12,4	2,4
Platlapju kūdrenis	Melnalksnis	43	3	5	1	52	5,77	9,6	1,9



### Secinājumi un priekšlikumi

Pie izvērtējuma jāņem vērā, ka nogabals pret nogabalu izvērtējumā nav pārstāvētas visu ainavzemju, dabas teritoriju mežaudzes. Analizējot un salīdzinot ar kopējo dažādvecuma audžu izplatību visās inventarizētajās audzēs, nav vērojamas kopsakarības biežāk vai retāk dažādvecumu audzēs pārstāvētajās grupās. Analizējamie dati neliecina, ka pastāvētu procesi, sakarības, kuras sistemātiski veicinātu vai tieši otrādi, samazinātu dažādvecumu mežaudžu izplatību.

## Mežaudzes atbilstoši dabisko meža biotopu faktoranalīzes kritērijiem

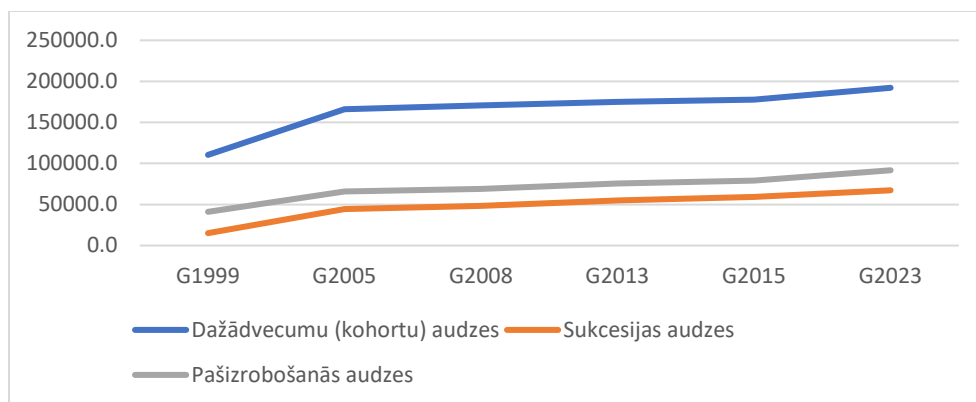
No 2003. gada AS “Latvijas valsts mežu” (LVM) teritorijās tika īstenots dabisko mežu biotopu apsekošanas, apsaimniekošanas vadlīniju izstrādes projekts, kura ietvaros tika veikta šādu vietu inventarizācija, datu digitalizācija. Atbilstoši projektā nokartēto nogabalu mežaudžu aprakstam, LVM ainavu ekoloģiskās kartēšanas iekšējā projekta ietvaros tika veikta faktoranalīze, lai noskaidrotu kādi kritēriji nogabalu aprakstos norāda, var norādīt uz bioloģiski vērtīgām teritorijām.

Atbilstoši šiem kritērijiem eksperti sadalījuši mežaudžu pazīmes atbilstoši bioloģiski vērtīgu teritoriju dabisko traucējumu grupām. Šie kritēriji izmantoti, lai atlasītu potenciāli vērtīgas mežaudzes (Attēls 22).

I grupa Dažādvecuma (kohortu) audzes						II grupa Sukcesijas audzes			III grupa Pašizrobošanās audzes					
Priede (k10) >= 60% no krājas (sastāva formulā >=6)						Kopējais bērzu un apšu īpatsvars sastāvā >= 6			Kopējais egļu, melnalkšņu, ošu un platlapju īpatsvars sastāvā >=5					
Bonitāte														
Ia	I	II	III	IV	V-VI	Apšu audzes	Bērzu mistr- audzes	Bērzu tīr- audzes	Melnalkšņu tīraudzes	Melnalkšņu mistraudzes	Oši, plat- lapji	Egļu mistr- audzes	Egļu tīr- audzes	
<b>Minimālais vecums (gadi), 80% vērtīgākās audzes</b>														
140	130	115	105	90	75	75	90	105	55	65	100	100	120	

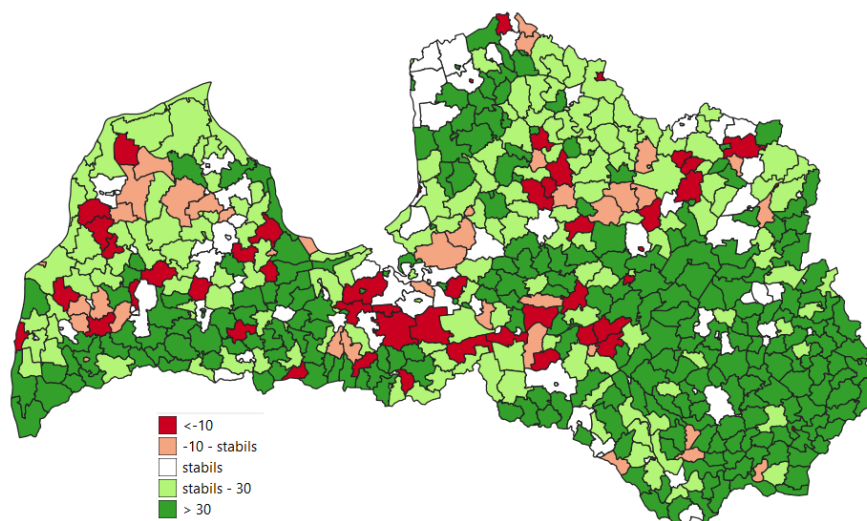
Attēls 22. Dabisko meža biotopu platībām atbilstošu mežaudžu aprakstu kritēriji sadalījumā pa traucējumu grupām

Salīdzinot ar visu mežaudžu dažāda vecuma mežaudžu izmaiņām, biogrupu izmaiņas novērtētas absolūtos skaitļos. Lielākais platību palielinājums datu atlasē starp 1999. un 2005. gadiem (Attēls 23).



Attēls 23. Biogrupu platību izmaiņas atbilstoši DMB faktoranalīzes kritērijiem

Biogrupu platību izmaiņu teritoriālajā izvietojumā saskatāms palielinājums Latgales, Sēlijas, Zemgales, Dienvidkurzemes pagastos (Attēls 24).



Attēls 24. Biogrupu izmaiņas starp 2008. un 2023. gadiem (pagasti)

#### Secinājumi un priekšlikumi

Potenciālo biotopu sastāvam atbilstošu mežaudžu platību palielināšanās gan kopā, gan lielākā daļā no pagastu teritorijām iepretī dažādvecuma un dažāda sugu sastāva mežaudžu samazinājumam, norāda, ka no analizētajiem datiem nav saskatāma tieša šo rādītāju sakarības.

Informācijas apkopojumu ievietot Latvijas Valsts mežzinātnes institūta “Silava” mājas lapā, radot brīvpiekļuves iespēju interesentiem

Datu publicēšanai izmantota LVMI “Silava” karšu servisa funkcionalitāte.

Publicētās datu kopas

Pagastu teritorijas ar audžu īpatsvaru kopsavilkumiem apkopotajos novērojumu periodos 1999., 2005., 2008., 2013., 2015., 2023. gadi.

Topogrāfisko karšu digitalizētie mežu poligoni ar ģeometrijas kompleksitātes rādītāju.

1999. gada trīs virsmežniecību mežu nogabalu un datu bāzes apvienotie ģeotelpiskie dati.

Montētās Luftwafe (1942–1944) aeroainas.

## 1. pielikums. Testa teritorijas Izlases ciršu objektu telpiskās struktūras statistiskie rādītāji

Objekts	Max of gap_area	Average of gap_area	Count of chm_min	Average of chm_mean	Average of chm_sd	Average of chm_gini	Average of chm_range
r3c202_262_2	13176	510.4	41	0.44	0.31	0.29	0.97
r3c202_84_34	6741	474.4	21	1.06	1.13	0.41	2.43
r3c202_644_1	5670	458.4	14	3.15	1.55	0.35	2.58
r3c202_498_5	4311	450.0	13	0.96	1.47	0.45	2.91
r3c603_142_4	3654	418.5	14	1.00	1.06	0.32	2.54
r3c202_51_17	9432	383.2	55	2.39	1.22	0.40	2.13
r3c601_331_3	3357	317.4	15	2.76	1.27	0.33	3.11
r3c202_51_24	3060	305.2	11	1.03	0.57	0.26	1.24
r3c202_498_3	1332	284.4	5	3.66	3.14	0.64	3.66
r3c202_621_1	9837	283.8	51	0.98	0.87	0.44	1.56
r3c601_325_4	2502	281.1	13	2.11	1.44	0.64	2.57
r3c201_82_1	9243	274.3	42	2.65	1.48	0.42	2.52
r3c601_297_9	3312	264.2	17	1.32	1.35	0.51	2.39
r3c202_262_3	6246	259.5	100	1.20	0.90	0.38	1.87
r3c202_262_7	2295	210.3	33	0.66	0.45	0.32	1.43
r3c710_96_17	4896	194.3	144	3.07	2.06	0.44	3.32
r3c603_148_9	945	192.0	9	2.82	1.07	0.20	2.47
r3c601_337_10	1206	190.2	15	2.13	1.39	0.57	2.61
r3c603_138_6	2376	185.9	20	1.87	1.33	0.35	2.11
r3c202_53_7	2430	184.1	40	0.89	0.78	0.37	1.94
r3c602_95_16	10494	167.9	81	3.93	1.60	0.30	1.91
r3c601_332_12	4950	165.9	226	0.66	0.29	0.24	0.76
r3c202_54_2	1584	158.3	41	1.55	1.36	0.41	2.53
r3c313_121_9	6093	150.6	123	3.59	2.04	0.45	3.16
r3c603_150_32	2754	149.1	39	3.79	1.84	0.36	2.49
r3c601_223_18	729	148.5	18	2.18	1.28	0.48	3.15
r3c601_225_14	2430	146.6	38	1.57	1.24	0.41	2.38
r3c202_263_18	2268	145.7	47	1.84	1.62	0.42	2.93
r3c601_496_1	1071	142.1	14	4.47	2.36	0.39	3.68
r3c201_32_15	5571	139.0	70	3.25	2.07	0.48	2.10
r3c202_265_21	3024	137.1	42	2.19	1.72	0.43	2.43
r3c202_53_14	828	137.0	41	0.63	0.69	0.35	2.01
r3c202_509_5	2565	136.0	37	1.75	1.33	0.48	2.48
r3c601_299_12	3897	134.5	38	4.09	2.82	0.49	3.05
r3c603_136_27	612	128.5	11	1.36	0.55	0.29	1.33
r3c202_508_4	1089	126.0	21	2.10	2.26	0.57	3.35
r3c201_16_7	2322	121.6	41	2.26	0.76	0.37	1.35
r3c202_263_1	4599	121.1	87	0.95	1.26	0.40	2.39
r3c202_262_6	1287	120.8	33	0.87	0.73	0.43	1.34
r3c202_170_17	1116	112.6	37	1.01	0.73	0.32	1.53
r3c601_51_10	5211	111.6	249	0.76	0.42	0.26	0.91
r3c202_511_9	1512	111.6	43	2.28	1.26	0.43	2.04

r3c202 262 4	2313	110.7	57	1.04	0.52	0.30	0.93
r3c602 95 4	2070	108.8	99	2.42	0.92	0.30	1.77
r3c312 254 10	2592	106.0	123	1.63	0.81	0.49	1.52
r3c603 151 31	549	102.8	24	2.66	1.66	0.51	2.51
r3c202 54 10	1476	102.4	76	1.62	1.01	0.31	1.85
r3c202 263 12	1206	102.4	32	1.96	1.03	0.39	2.28
r3c202 51 25	1377	102.1	41	0.40	0.20	0.24	0.47
r3c312 251 22	7434	97.8	229	4.05	2.21	0.42	2.51
r3c601 308 22	621	97.6	26	3.18	2.30	0.52	3.83
r3c601 224 29	1845	96.8	69	4.34	2.15	0.38	3.30
r3c601 51 14	603	96.7	46	0.42	0.30	0.23	0.67
r3c205 392 2	522	95.7	11	5.78	2.39	0.34	3.58
r3c313 120 8	639	93.8	47	1.69	1.51	0.42	2.59
r3c202 263 2	1800	93.2	50	0.49	0.64	0.34	1.11
r3c202 157 36	1269	92.2	33	0.81	0.71	0.41	1.35
r3c202 170 23	3762	91.2	315	0.48	0.38	0.27	0.79
r3c603 99 9	1188	90.4	25	5.22	2.62	0.41	2.07
r3c603 150 22	2736	89.8	51	2.58	1.19	0.32	1.60
r3c603 151 35	666	89.4	47	1.75	1.16	0.33	2.00
r3c312 276 1	3096	88.9	127	2.63	1.44	0.54	2.13
r3c601 394 12	4050	87.9	70	6.94	2.04	0.25	2.11
r3c602 95 19	2556	87.7	221	1.19	0.86	0.38	1.61
r3c202 391 7	1476	85.8	45	1.51	1.17	0.42	2.00
r3c603 139 3	945	83.4	19	1.86	1.72	0.50	3.00
r3c202 115 5	1170	82.7	65	1.79	1.30	0.40	1.91
r3c202 378 18	1296	82.6	29	4.04	2.80	0.52	3.58
r3c601 287 1	1161	79.6	25	4.02	2.92	0.53	3.57
r3c601 284 14	450	78.9	17	5.23	2.42	0.42	3.87
r3c310 253 14	2286	78.7	105	7.37	1.90	0.23	2.18
r3c312 269 1	756	78.2	104	0.82	0.83	0.51	1.58
r3c202 157 44	1080	78.0	107	0.91	0.58	0.33	1.20
r3c312 269 2	648	75.7	64	0.95	0.86	0.45	1.68
r3c603 150 33	360	75.0	9	2.40	1.31	0.31	2.97
r3c202 378 23	603	73.7	26	2.67	0.83	0.32	1.72
r3c202 378 20	657	73.7	27	5.20	1.92	0.28	3.20
r3c202 339 27	1341	73.5	41	2.16	1.97	0.49	2.40
r3c202 115 18	1719	73.1	108	1.16	0.95	0.37	1.60
r3c202 115 7	882	71.9	79	1.72	0.90	0.39	1.49
r3c309 346 7	1458	71.3	373	2.97	1.42	0.44	2.07
r3c202 263 16	1017	70.2	59	2.67	1.68	0.40	2.57
r3c312 274 8	1845	69.9	218	2.88	2.13	0.50	2.96
r3c202 379 21	468	69.6	34	1.07	1.14	0.43	2.18
r3c603 99 17	1170	69.3	23	5.27	2.91	0.35	2.68
r3c202 263 15	891	68.7	33	4.01	1.73	0.37	2.49
r3c312 275 6	1188	68.3	162	3.26	1.79	0.49	2.45
r3c202 29 17	495	68.1	60	2.07	1.69	0.49	2.83
r3c202 263 13	792	68.0	56	1.55	1.32	0.45	2.20
r3c601 182 17	342	67.5	14	1.87	2.11	0.53	3.08
r3c601 290 5	1080	67.5	28	1.18	1.33	0.42	1.68

r3c312 273 5	549	66.5	62	1.03	0.72	0.48	1.39
r3c601 309 3	1269	66.2	50	3.69	2.59	0.43	3.55
r3c312 24 3	963	65.7	186	2.23	1.43	0.44	2.19
r3c202 53 5	486	65.1	26	0.80	0.38	0.23	0.85
r3c601 308 20	855	62.7	57	4.15	2.43	0.49	3.82
r3c601 51 9	1674	62.6	657	0.66	0.45	0.24	0.84
r3c202 379 13	270	62.2	35	4.81	1.56	0.26	2.65
r3c603 141 6	144	61.4	11	2.19	1.16	0.29	2.32
r3c312 274 5	828	60.3	227	2.56	2.01	0.51	2.96
r3c202 379 7	657	59.5	28	5.49	2.20	0.34	2.39
r3c312 262 9	333	58.6	66	2.83	1.55	0.59	2.03
r3c601 225 11	990	58.2	39	1.44	1.18	0.45	1.14
r3c601 290 12	1197	57.4	29	0.62	0.87	0.55	0.95
r3c312 278 24	1593	55.9	247	1.54	1.26	0.52	1.77
r3c603 139 10	2043	55.0	65	3.21	1.00	0.37	1.06
r3c202 157 38	360	54.9	90	0.65	0.65	0.38	1.14
r3c202 97 23	405	54.9	60	2.31	1.41	0.44	1.99
r3c202 263 20	450	54.8	81	1.69	1.33	0.41	1.97
r3c603 99 7	387	54.3	28	3.89	2.26	0.40	3.21
r3c202 29 30	531	54.2	84	1.49	1.80	0.48	2.56
r3c603 151 28	558	52.8	37	4.12	1.00	0.20	1.23
r3c202 97 26	450	52.3	83	1.14	0.61	0.32	1.05
r3c312 214 19	630	51.9	121	2.90	1.23	0.29	2.07
r3c202 53 18	333	49.8	98	0.81	0.83	0.33	1.30
r3c601 290 1	2178	49.6	591	1.25	0.95	0.40	1.30
r3c202 391 9	945	49.5	88	2.68	1.69	0.39	2.34
r3c309 346 35	252	48.8	33	1.11	0.52	0.31	0.75
r3c202 115 16	108	47.6	7	0.22	0.09	0.20	0.14
r3c601 295 21	657	46.7	42	3.07	1.38	0.33	1.97
r3c206 1 32	450	46.5	35	2.32	2.27	0.49	2.49
r3c601 309 10	468	46.1	93	3.67	1.88	0.37	2.81
r3c601 442 1	252	45.6	15	4.84	2.45	0.37	3.17
r3c202 157 12	396	43.2	59	0.61	0.73	0.32	1.12
r3c202 49 36	585	42.7	261	2.47	1.46	0.40	2.05
r3c312 274 4	1890	42.6	506	2.94	2.04	0.50	2.52
r3c603 86 9	153	42.5	22	4.43	2.19	0.33	2.76
r3c202 263 14	306	40.4	59	0.84	0.55	0.31	1.00
r3c601 308 6	234	40.3	58	4.20	2.53	0.43	3.59
r3c601 341 1	927	39.9	80	3.70	2.85	0.54	2.50
r3c310 258 8	558	39.6	208	2.37	1.67	0.52	2.25
r3c312 274 3	207	39.3	104	3.02	2.03	0.49	2.88
r3c601 289 13	315	38.5	64	4.55	1.95	0.32	2.51
r3c312 269 15	225	38.4	95	3.02	2.43	0.60	3.04
r3c202 96 21	216	38.3	31	1.09	0.92	0.33	1.17
r3c202 263 7	135	38.0	18	1.20	0.78	0.31	1.16
r3c710 92 5	108	37.6	11	3.26	0.89	0.43	1.64
r3c310 253 12	108	37.4	26	1.88	2.38	0.63	3.37
r3c310 270 3	261	37.2	146	1.76	1.42	0.57	1.89
r3c202 158 38	576	36.8	131	1.65	0.93	0.34	1.06

r3c312 253 18	288	36.0	384	3.79	2.34	0.48	2.85
r3c601 290 7	189	36.0	27	1.25	1.45	0.49	1.83
r3c601 289 6	333	36.0	33	1.95	1.31	0.34	1.53
r3c310 253 10	513	35.4	338	2.22	1.64	0.51	2.21
r3c310 253 7	396	34.4	104	3.21	1.92	0.45	2.40
r3c312 273 14	594	34.1	360	3.73	2.20	0.49	2.34
r3c310 260 12	180	33.2	91	2.67	1.86	0.56	2.16
r3c312 256 5	720	32.9	147	3.50	2.25	0.55	1.97
r3c310 260 5	387	32.8	291	3.48	2.05	0.47	2.47
r3c710 92 14	198	32.8	37	2.89	2.13	0.49	2.22
r3c601 296 15	171	32.5	79	4.08	2.57	0.42	3.59
r3c312 256 1	441	32.4	256	4.43	2.22	0.43	2.46
r3c310 258 11	216	32.4	185	2.50	1.53	0.46	1.90
r3c313 110 16	171	32.4	15	6.20	2.18	0.31	2.37
r3c603 154 18	126	32.3	24	5.38	2.15	0.30	2.99
r3c202 67 34	252	32.2	157	1.02	0.80	0.32	1.12
r3c312 251 9	198	31.4	73	4.74	2.80	0.46	2.98
r3c603 137 7	216	31.3	23	2.84	2.05	0.48	2.04
r3c312 251 29	252	30.3	66	5.36	1.65	0.23	1.65
r3c601 224 9	126	30.1	23	6.25	2.33	0.34	2.60
r3c312 251 16	135	29.8	38	2.93	1.92	0.62	2.02
r3c310 258 5	288	29.2	110	3.14	2.50	0.58	2.56
r3c601 296 9	189	28.4	39	5.09	2.49	0.37	2.34
r3c202 378 14	225	28.2	22	7.37	1.30	0.12	1.15
r3c310 258 6	234	28.1	335	1.78	1.29	0.47	1.37
r3c312 269 16	171	27.7	81	3.46	2.44	0.54	2.56
r3c601 289 3	693	26.4	117	4.58	2.53	0.38	2.00
r3c310 261 6	207	25.5	141	7.08	1.11	0.13	1.24
r3c312 251 20	207	24.7	119	4.20	2.21	0.47	2.30
r3c310 258 3	225	24.3	123	1.78	1.50	0.60	1.39
r3c312 270 21	306	23.9	80	3.51	2.01	0.48	1.68
r3c312 252 18	297	23.6	430	5.09	2.26	0.34	1.94
r3c312 256 2	198	23.5	127	4.11	1.95	0.42	1.77
r3c601 313 16	117	23.1	14	3.85	4.01	0.71	2.98
r3c603 88 16	369	22.8	49	2.96	1.66	0.39	0.85
r3c310 260 8	108	21.4	76	2.87	1.75	0.49	1.85
r3c206 1 26	54	19.7	21	4.14	2.71	0.58	2.93
r3c310 258 2	54	17.6	40	1.89	1.30	0.40	1.15
r3c603 88 15	81	16.6	45	2.86	1.74	0.38	0.94
r3c202 378 15	63	15.9	17	6.89	0.65	0.08	0.47
r3c601 288 12	81	15.6	30	2.97	2.76	0.52	1.21
r3c601 290 9	81	15.5	76	0.58	0.38	0.32	0.25
<b>Kopā</b>	<b>13176</b>	<b>69.5</b>	<b>15892</b>	<b>2.55</b>	<b>1.44</b>	<b>0.41</b>	<b>1.97</b>



## Izmantoto avotu saraksts

Meža inventarizācijas un Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumi, Ministru kabineta noteikumi Nr. 384, Latvijas Vēstnesis, 122, 28.06.2016.

Taksācijas darbu vietējie noteikumi Latvijas PSR mežu nepārtrauktajā ierīcībā, Rīga, 1987.

Latvijas dabiskie meži. U. Suško, 2005,

[https://www.pdf.lv/uploads/dokumenti/Latvijas%20dabiskie%20mezi\\_Susko.pdf](https://www.pdf.lv/uploads/dokumenti/Latvijas%20dabiskie%20mezi_Susko.pdf)

Ainavu ekoloģiskās plānošanas nosacījumu pilnveidošana, E. Pēterhofs, 2016,

[https://www.lvm.lv/images/lvm/Dabas\\_dienas/Ainavu\\_ekol\\_planos\\_proj\\_2016mar.pdf](https://www.lvm.lv/images/lvm/Dabas_dienas/Ainavu_ekol_planos_proj_2016mar.pdf)