

NACIONĀLAIS
ATTĪSTĪBAS
PLĀNS 2020



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atbalsta Zemkopības ministrija un Lauku atbalsta dienests

**Projekta "Mežizstrādes automatizētas plānošanas
algoritmu, datu apstrādes un analīzes IT rīka izstrāde
rūpnieciskā pētījuma ietvaros, nodrošinot alternatīvu,
inovatīvu un ekonomiski pamatotu risinājumu
regulāra atvēruma kailciršu un izlases ciršu metodēm,
balstoties uz optimālu ekosistēmu pakalpojumu
sniegšanas modeli mežsaimniecībā "
noslēguma ziņojums**

Projekta Nr. 23-00-A01612-000004

Projekta īstenošanas periods ir no 2023. gada 4. jūlija līdz 2025. gada 30. jūnijam

Projekta partneri:

Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte

SIA "Rīgas Meži"

SIA "Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūts"

Latvijas Universitāte, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte

SIA "SunGIS"

Latvijas Mednieku savienība

Biedrība "Pierīgas partnerība"

SIA "Niedrāji MR"

SIA "RGP"

Noslēguma ziņojumu sagatavoja: asoc.prof. Ph.D. Baiba Jansone, LBTU

Kontaktpersona Baiba Jansone

Kontakttālrunis +37126492251

E-pasta adrese baiba.jansone@lbtu.lv

Kopējais projekta finansējums: 489236.0 EUR

LBTU daļa no kopējā finansējuma: 46563.00 EUR

Projekta mērķis un sasniedzamie uzdevumi norādīti nodaļās “Preambula” un “Projekta uzdevumu kopsavilkums”

Saturs

Preambula	6
Pētījuma kopējā darbplūsmā	7
Projekta uzdevumu kopsavilkums	10
1. Pētījumā izmantotās pieejas teorētiskais pamatojums, metodiskā ietvara izstrāde	10
Ekosistēmu pakalpojumu jēdziens	10
Vispārīgs ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas princips	11
Telpiskās pamatnes izveidošana (telpisko vienību definēšana)	12
Interesējošo ekosistēmu pakalpojumu un to indikatoru izvēle	12
Indikatoru skalu definēšana	14
Ekosistēmu pakalpojumu vērtēšana telpiskajās vienībās	15
Bioloģiskās daudzveidības saglabāšana	15
2. Vienotu atvērto datu izmantošanas nozīme un loma meža īpašnieku lēmumu pieņemšanas izvēlēs	17
Teritorijas vai zemes vienību izvēle	19
Rekomendācijas ekosistēmu pakalpojumu integrēšanai plānošanā	19
3. Integrētās datubāzes prasību un algoritmu definēšana	21
Rīgas Meži SIA mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums rīka izstrādes metodikas kontekstā un nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana	21
Par Rīgas mežiem	21
Mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums	21
Nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana	23
Ingka Investments Latvia SIA mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums rīka izstrādes metodikas kontekstā un nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana	23
Par Ingka Investments	24
Mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums	24
Nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana	24
4. Rīka integrētās datubāzes struktūras modelēšana un izstrāde	25
5. Mežu ekosistēmas pakalpojumu telpiskā kartēšana un analīze	26

6.	Jauno, inovatīvo ar ainavu dizaina pieeju apsaimniekoto teritoriju novērtējums no medījamo savvaļas dzīvnieku apsaimniekošanas, mežsaimniecības postījumu un dzīvnieku skaita izmaiņu pie apdzīvotām vietām, lielās infrastruktūras vietām aspektiem.....	27
	Pilotteritorija.....	29
	Risinājumu diskusija.....	30
	Ainavu dizaina plānu pamatprincipi.....	31
	Ainavu dizaina plānu apsaimniekošanas atšķirības salīdzinājumā ar tradicionālo mežsaimniecisko pieeju	32
	Dzīvnieku uzskaites risinājumi teritorijās.....	33
	Uzskaitē pēc mežsaimniecisko darbību veikšanas	34
	Medību organizēšana teritorijās ar lielu rekreācijas slodzi.....	34
7.	Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka pielietošana mežizstrādes veida plānošanai.....	35
	Kopējais plānošanas ietvars	35
	Ekspluatācijas fonda atlase	36
	Ekosistēmu pakalpojumu novērtējums	36
	Detalizēts mikroaudžu, atvērumu sadalījums.....	38
8.	Mežizstrādes tehnoloģiju izvērtējums un izvēles pamatojums rīka izstrādes stadijā	40
	Meža mašīnu datu testi.....	40
9.	Pieejamo un papildus nepieciešamo ģeotelpisko datu importa un ievākšanas vides/vietnes izveide	41
10.	Rīka kodēšana un aprakstīšana	42
11.	Rīka rezultātu verifikācija.....	42
	Verifikācijas pieeja un metodes	42
	Rezultāti un secinājumi	44
12.	Saistošo normatīvo dokumentu analīze un normatīvu atbilstība izstrādātajai tehnoloģijai	44
13.	Rīka testēšana meža izstrādātāja IS (informācijas sistēmā).....	48
	Testēšana Rīgas Meži SIA informācijas sistēmā.	49
	Testēšana Ingka Investments Latvia informācijas sistēmā	51
14.	Mežizstrādes plānošana un uzraudzība rīka testēšanas teritorijās	53
15.	Mežizstrādes veikšana rīka testēšanas teritorijās	53
16.	Medību infrastruktūras plānojuma metodika, atbilstoši jaunā ainavu dizaina cismām	53
	Medību kolektīvu aptauja par medībām Pierīgā.....	54
	Telpiski meža apsaimniekotāju informācijas sistēmā iezīmēta, atbilstoši metodikai, plānotā medību infrastruktūra, kas tiek veidota kā teritorijas zonējums.	56

17. Mežizstrādes novērtējuma veikšana.....	57
18. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka mežizstrādes veida plānošanai rūpnieciskā pētījuma izstrāde	60
19. Projektā izstrādātā daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka izmantošanas komercpraksē novērtējums	61
Izmantotā literatūra	102

Preambula

Projekta mērķis ir uzlabot mežu apsaimniekošanu rekreācijai un dabai vērtīgajās teritorijās un radīt alternatīvu, saprotamu, inovatīvu un ekonomiski pamatotu pieeju šī brīža meža apsaimniekošanas un mežsaimniecības tradicionālajai sistēmai, izstrādājot un ieviešot inovatīvus risinājumus mežsaimniecības plānošanai, kā arī ņemot vērā meža ekosistēmu nodrošinātos daudzveidīgos un vērtīgos ekosistēmu pakalpojumus. Izstrādāta un aprobēta konceptuāli atšķirīga, zinātniski pamatota un inovatīva daudzkritēriju tehnoloģija mežsaimniecības plānošanai un veikšanai, kas verificēta dabā, tādējādi pārbaudot un apstiprinot projekta rezultāta praktisko vērtību un apliecinot mērķa sasniegšanu.

Ar meža daudzizmērķu apsaimniekošanas plānošanas pieeju apskatītas iespējas paralēli tradicionālajam, ekonomiskajam ieguvumam no koksnes produktu realizācijas, izvērtēt un parādīt citu meža ekosistēmu pakalpojumu radīto ekonomisko ieguvumu meža īpašniekam, ja iegūta koksne šajās teritorijās ir iegūta dabas un rekreācijas vērtību saudzējošā veidā. Projekta mērķa īstenošanas rezultātā risināta virkne aktuālu un būtisku mežsaimniecības problēmu, kas rezultējās ne tikai ar ekonomiskajiem, bet arī vairāk kā būtiskiem vides, rekreācijas un medību jomu ieguvumiem. Un balstoties uz to, ka mežsaimniecība un ar to saistītās darbības ir un būs viens no Latvijas tautsaimniecības stūrakmeņiem, projekta ietvaros viennozīmīgi ir risināti arī nacionālas nozīmes jautājumi ar būtisku ieguvumu sabiedrībai kopumā.

Piedāvātie risinājumi vērsti uz kailcirtēm un regulāra atvēruma izlases cirtēm alternatīvu, inovatīvu un ekonomiski pamatotu konkrētajai situācijai pielāgotu cirsmu parametru izvēli, kas balstīsies uz iepriekš veiktu mežu ekosistēmu pakalpojumu izvērtējumu.

Izstrādātie risinājumi (procesa ietvara un nepieciešamo datu apraksta, datu apstrādes un analīzes algoritmu bibliotēkas formā) ir testēti un demonstrēti praksē gan projekta sadarbības partnera SIA “Rīgas Meži” meža īpašumos, kuri projekta ietvaros nodoti projekta partneriem izstrādātā rīka aprobācijai un verifikācijai, lai, palielinot pētījuma praktiskās daļas tvērumu, maksimāli korekti, objektīvi un precīzi spētu novērtēt projekta rezultātā iegūto jauno meža apsaimniekošanas tehnoloģiju.

Galvenie atvērtā rīka lietotāji – mežsaimniecības speciālisti, kuri plāno mežsaimnieciskos darbus vai meža datu speciālisti, kuriem nepieciešams apkopot datus mežsaimnieciskajai plānošanai.

Tiešā projekta mērķgrupa ir mežsaimniecības nozares 3 sektori: mežkopība, mežistrāde un medību joma.

Latvijā ir 228341,9 ha rekreācijai vērtīgu teritoriju, kurās nav mežsaimnieciskās darbības aizliegumu, un tās veido vairāk nekā 10% no kopējās Latvijas meža platības. Standarta FSC prasības ietver ainavu ekoloģisko plānošanu kā prasību, ko meža īpašniekiem, kuru meža īpašumu platība pārsniedz 500 ha, jāiekļauj savā meža apsaimniekošanas plānošanas procesā.

Tiešā projekta mērķgrupa var tik specificēta kā visi rekreācijai vērtīgo mežu īpašnieki Latvijā, it sevišķi īpašnieki ar mežu platību 500 ha un vairāk.

No mežistrādes sektora aspekta – ir iegūtas nozīmīgas zināšanas un rūpnieciski verificēta tehnoloģija alternatīvai mežistrādei, kas viennozīmīgi šī sektora komersantiem palīdzēs kļūt konkurētspējīgākiem arī eksporta tirgos.

No medību jomas sektora aspekta – iegūtas zināšanas un tehnoloģija medību saimniecības optimālai organizēšanai un medījamo dzīvnieku populācijas regulēšanai augstvērtīgās dabas un rekreācijas teritorijās.

Tāpat ir nepieciešams uzsvērt, ka Latvijas IT nozares sabiedrības iegūs neatsveramas zināšanas un praksi IT rīku radīšanai mežsaimniecības nozarei. Šis aspekts nepārprotami veicinās arī šīs nozares konkurētspēju starptautiskajā tirgū.

Tautsaimniecības kopējais ieguvums no dotā projekta īstenošanas viennozīmīgi ir vērtējams kā ievērojams un būtisks, jo mežsaimniecības nozare un ar to tieši un netieši saistītie sektori ir un būs viens no Latvijas tautsaimniecības stūrakmeņiem.

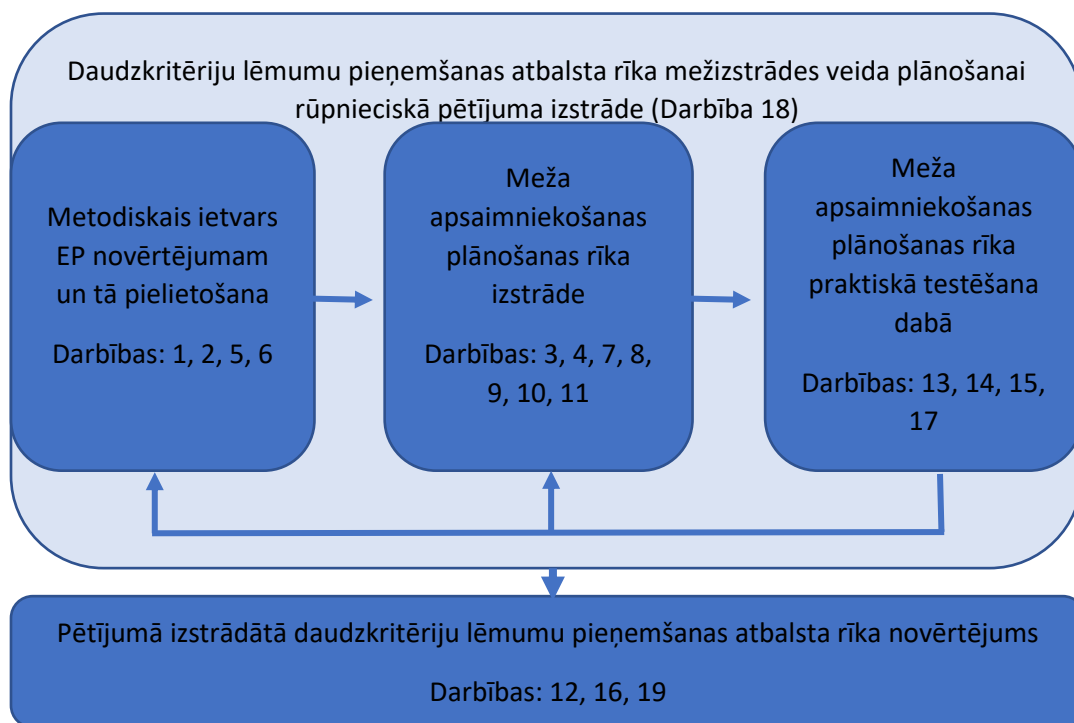
Netiešā projekta mērķgrupa – cilvēki un apkārtējā vide. Latvijas iedzīvotāji, kas izmanto daudzveidīgus meža ekosistēmu pakalpojumus, jo sevišķi pilsētu un to apkaimju iedzīvotāji, kuriem ir nozīmīgas aktīvās un pasīvās atpūtas iespējas dabā, dabas, tajā skaitā meža ainavu vizuālā kvalitāte, iespējas iegūt meža nekoksnes produktus. Nevalstiskās organizācijas, kas pārstāv iedzīvotāju grupas ar dažādām interesēm, piem., sporta organizācijas, dabas aizsardzības biedrības u.c.

Pētījuma kopējā darbplūsma

Pētījuma mērķis ir uzlabot mežu apsaimniekošanu rekreācijai un dabai vērtīgajās teritorijās un radīt alternatīvu, saprotamu, inovatīvu un ekonomiski pamatotu pieeju šī brīža meža

apsaimniekošanas un mežizstrādes tradicionālajai sistēmai, izstrādājot un ieviešot inovatīvus risinājumus mežizstrādes plānošanai, kā arī ņemot vērā meža ekosistēmu nodrošinātos daudzveidīgos un vērtīgos ekosistēmu pakalpojumus.

Pētījuma ietvaros ir izstrādāta un modeļteritorijās praktiski testēta meža apsaimniekošanas plānošanas un īstenošanas sistēma, kurā integrēti dabai tuvas mežsaimniecības aspekti, ņemot vērā sabiedrības intereses. **Darbplūsma ar attiecīgajām darbībām parādīta 1. attēlā, darbību saraksts ar norādītiem atbildīgajiem partneriem – 1. tabulā.**



1. attēls. Pētījuma darbplūsma

1. tabula. Projekta darbības un atbildīgie partneri

Darbība Nr.	Nosaukums	Atbildīgais partneris
1	Metodiskā ietvara izstrāde	MeKA
2	Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas metodikas verifikācija, papildināšana un priekšlikumu sniegšana no meža īpašnieku interešu viedokļa	LBTU
3	Integrētās datubāzes prasību un algoritmu definēšana	Rīgas Meži
4	Rīka integrētās datubāzes struktūras modelēšana un izstrāde	RGP
5	Mežu ekosistēmas pakalpojumu telpiskā kartēšana un analīze	LU ĢZSF

Darbība Nr.	Nosaukums	Atbildīgais partneris
6	Veikt jauno, inovatīvo ar ainavu dizaina pieeju apsaimniekoto teritoriju novērtējumu no medījamo savvaļas dzīvnieku apsaimniekošanas, mežsaimniecības postījumu un dzīvnieku skaita izmaiņu pie apdzīvotām vietām, lielās infrastruktūras vietām aspektiem	Latvijas Mednieku savienība
7	Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka pielietošana mežizstrādes veida plānošanai	Rīgas Meži
8	Mežizstrādes tehnoloģiju izvērtējums un izvēles pamatojums rīka izstrādes stadijā	Niedrāji MR
9	Pieejamo un papildus nepieciešamo ģeotelpisko datu importa un ievākšanas vides/vietnes izveide	SunGIS
10	Rīka kodēšana un aprakstīšana	SunGIS
11	Rīka rezultātu verifikācija	LU ĢZGF
12	Saistošo Normatīvo dokumentu analīze un normatīvu atbilstība izstrādātajai tehnoloģijai	Pierīgas Partnerība
13	Rīka testēšana meža izstrādātāja IS	RGP
14	Mežizstrādes plānošana un uzraudzība rīka testēšanas teritorijās	Rīgas Meži
15	Mežizstrādes veikšana rīka testēšanas teritorijās	Niedrāji MR
16	Medību infrastruktūras plānojuma metodika, atbilstoši jaunā ainavu dizaina cismām	Latvijas Mednieku savienība
17	Mežizstrādes novērtējuma veikšana	Rīgas Meži
18	Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka mežizstrādes veida plānošanai rūpnieciskā pētījuma izstrāde	LBTU
19	Projektā izstrādātā daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka izmantošanas komercpraksē novērtējums	MeKa

Publicitāte projekta ietvaros:

Projekta noslēguma vebinārs 30.05.2025. “Dabai draudzīga mežsaimniecība”, pieejams: <https://youtu.be/IkULirbWxgg?si=P6DKCt8qtFnzDSzs>

LBTU pētnieku un SIA “Rīgas Meži” dalība un projekta ideju popularizēšana raidījumā Soli priekšā: https://youtu.be/HJA2gD8B_hQ?si=L4-4v4nvAzLMDQoY

Zinojums un publikācija konferencē Research for Rural Developement 2025:

Vinogradovs, I., Erics, Z., Zariņš, J., Lībiete, Z., Brūns, P., Ģermanis, J., Skudra, A., Veinberga, L., Jansone, B., Jansons, Ā., Sisenis, L., & Zariņa, A. AUTOMATED FOREST HARVESTING ALGORITHMS: ECOSYSTEM-BASED ALTERNATIVES TO CLEAR-CUTTING METHODS.

D.Frances raksts tika izmantota kā pamats rakstam, kas publicēts žurnālā”IR” 2025. gada 19. jūnija numurā un kurā ir arī ievērotas Projekta publicitātes prasības.

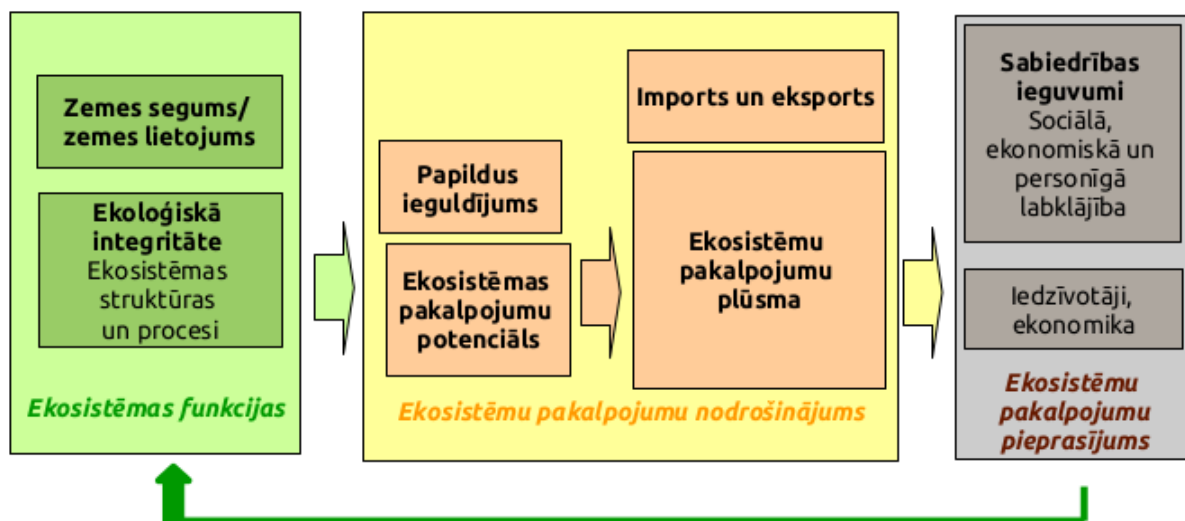
Projekta uzdevumu kopsavilkums

1. Pētījumā izmantotās pieejas teorētiskais pamatojums, metodiskā ietvara izstrāde

Ekosistēmu pakalpojumu jēdziens

Ekosistēmu pakalpojumi ir ekosistēmas struktūru un funkciju ieguldījums cilvēku labklājībā, kas veidojas kombinācijā ar cilvēka darbības ieguldījumu ekosistēmā (Burkhard et al. 2012). Ekosistēmas struktūru nosaka tajā esošās dzīvo organismu populācijas, to izdzīvošanai nepieciešamie nedzīvās vides elementi (Saules radiācija, ogļskābā gāze, ūdens, skābeklis un minerālās barības vielas), kā arī pārdalošie faktori (piemēram, ģeogrāfiskais novietojums, reljefs, ekspozīcija). Ekosistēmas funkcijas veidojas mijiedarbībā starp šiem strukturālajiem komponentiem – tie ir fizikālie, ķīmiskie un bioloģiskie procesi, kas kontrolē enerģijas, barības vielu un organisko vielu plūsmas dabā.

No ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma ir atkarīga sabiedrības labklājība. Pieprasījums pēc dažādiem ekosistēmu sniegtajiem labumiem tieši un netieši ietekmē apsaimniekošanas lēmumus, kuru īstenošana savukārt veido atgriezenisko saiti uz ekosistēmas funkcijām (2. attēls).



2. attēls. Ekosistēmu funkciju, pakalpojumu nodrošinājuma un pieprasījuma savstarpējo attiecību konceptuālais modelis (Pēc: Burkhard et al., 2014)

Vienkāršots negatīvs šādas atgriezeniskās saites piemērs būtu straujš iedzīvotāju skaita pieaugums konkrētā teritorijā, kas noved pie zemes seguma izmaiņām (atmežošana mājokļu būvniecībai), zemes lietojuma veida maiņas (meži tiek transformēti par lauksaimniecības zemi) un būtiskas ietekmes uz ekosistēmu struktūru un procesiem (dažādvecuma mistrotas mežaudzes tiek transformētas par strauji augošām koku plantācijām, lai nodrošinātu pieaugošo pieprasījumu pēc koksnes). Lai gan īstermiņā šādi radikāli apsaimniekošanas lēmumi var pozitīvi ietekmēt sabiedrības ieguvumus, ilgtermiņa ietekme ir negatīva, jo tiek sagrauta ekoloģiskā integritāte – ekosistēmu spēja uzturēt tām raksturīgos dabiskos procesus un veselīgas sugu sabiedrības. Tas, savukārt, būtiski ietekmē potenciālo ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājumu nākotnē, kā rezultātā ilgtermiņā cieš sabiedrības labklājība. Pozitīvs atgriezeniskās saites piemērs ir meža apsaimniekošanas pieejas maiņa sabiedrībai nozīmīgā teritorijā ar mērķi nodrošināt daudzveidīgus ekosistēmu pakalpojumus, kam ilgtermiņā ir pozitīva ietekme uz ekosistēmas ekoloģisko integritāti un funkcijām.

Ekoloģiskās integritātes saglabāšana nav pretrunā ar ekosistēmu apsaimniekošanu, un ekosistēmu pakalpojumu ietvaru ir iespējams piemērot tādā veidā, kas ņem vērā plaša iesaistīto pušu loka intereses. Arī šī rūpnieciskā pētījuma ietvaros tiks izstrādāta pieeja tādai meža apsaimniekošanai, kuras rezultātā tiek saglabāta meža ekosistēmu veselība un noturība, kā arī daudzveidīgi sabiedrības ieguvumi – gan meža nodrošinātie koksnes un nekoksnes produkti, gan tam raksturīgās sugas un citas nemateriālās vērtības, piemēram, atpūtas iespējas.

Vispārīgs ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanas princips

Ekosistēmu pakalpojumus ir ērti vērtēt telpiski, jo tie parasti ir lokalizēti konkrētā ģeogrāfiskā vietā, lai gan telpiskais mērogs var atšķirties. Ekosistēmu pakalpojumu telpiskā identifikācija un vērtēšana parasti tiek īstenota trijos vispārīgos soļos (3.attēls).



3.attēls. Vienkāršota ekosistēmu pakalpojumu telpiskās identifikācijas un vērtēšanas shēma

Telpiskās pamatnes izveidošana (telpisko vienību definēšana)

Telpisko vienību izmērs un robežas ir atkarīgas no konkrētā ekosistēmu pakalpojuma, kā arī datu pieejamības un detalizācijas pakāpes. Meža ekosistēmu kontekstā tas var mainīties no, piemēram, atsevišķa koka, ekoloģisko koku grupas vai mitrās ieplakas līdz sateces baseinam vai ainavai. Lielu daļu meža nodrošināto ekosistēmu pakalpojumu iespējams novērtēt meža nogabalu līmenī. Par katru meža nogabalu ir pieejama detalizēta informācija, kas ērti izmantojama indikatoru vērtību aprēķinam: identifikācijai izmantojami rādītāji (apsaimniekotājs, kadastra Nr., kvartāls, nogabals), platība, meža zemes veids, meža tips, bonitāte, izcelsme, vecums, koku sugu sastāvs un to raksturojošie rādītāji (vecums, caurmērs, augstums, šķērslaukums, krāja, koku skaits), informācija par bojājumiem, informācija par iepriekš veikto saimniecisko darbību un saimnieciskās darbības ierobežojumiem, kā arī aizsardzības pazīmēm.

Interesējošo ekosistēmu pakalpojumu un to indikatoru izvēle

Jāizvēlas tāda ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija, kas spēj pietiekami detalizēti raksturot dabas devumu konkrētajā teritorijā, ņemot vērā tās ģeogrāfisko novietojumu un izmēru, kā arī sabiedrības intereses. Viena no ērtākajām pašlaik pieejamajām sistēmām ir Kopējā starptautiskā ekosistēmu pakalpojumu klasifikācija (*Common International Classification of Ecosystem Services*, CICES v5.1). CICES izšķir trīs ekosistēmu pakalpojumu grupas: 1) apgādes

jeb nodrošinošos pakalpojumus, 2) regulējošos un uzturošos pakalpojumus un 3) kultūras pakalpojumus. Apgādes pakalpojumi ir no ekosistēmām iegūstamie produkti – pārtika, materiāli, enerģija. Regulējošie pakalpojumi izriet no ekosistēmu procesiem, kas uztur dzīvībai labvēlīgus vides apstākļus un samazina vai novērš dažāda veida draudus, piemēram, veicot augsnes un gaisa kvalitātes regulāciju, lokālu klimata regulāciju, oglekļa piesaistīšanu un uzkrāšanu, notekūdeņu attīrīšanu, plūdu un slimību izplatības kontroli, augsnes erozijas ierobežošanu un augsnes auglības saglabāšanu. Kultūras ekosistēmu pakalpojumi ir nemateriālie labumi, ko cilvēki iegūst no ekosistēmām un kas ietekmē cilvēku fizisko un mentālo stāvokli, piemēram, atpūtas iespējas, estētiskā pieredze, izglītības aspekti. Bioloģiskā daudzveidība netiek izdalīta kā atsevišķs pakalpojums, bet uzskatīta par pamatu visām pārējām ekosistēmu pakalpojumu grupām. Dzīvotņu nodrošinājums tiek iekļauts regulējošo un uzturošo pakalpojumu grupā.

Meža ekosistēmu nodrošinošās funkcijas mūsdienās ietver plašu koksnes un nekoksnes produktu spektru. Bez lietkoksnē un enerģētiskās koksnes Ziemeļeiropā, tajā skaitā Latvijā cilvēki plaši izmanto savvaļas ogas un sēnes, kā arī ārstniecības augus un dekoratīvos materiālus no meža. Gan koksnes, gan nekoksnes produkti tiek iegūti arī pilsētu teritorijās esošajos mežos un piepilsētu mežos. Pilsētu un piepilsētu meži ir sevišķi būtiski sabiedrībai nekoksnes produktu ieguves kontekstā, jo tie ir salīdzinoši ērti un ātri pieejami.

Pilsētu un piepilsētu mežu nodrošinātie regulējošie ekosistēmu pakalpojumi ir īpaši nozīmīgi. Ar urbanizāciju saistītie procesi – cilvēku skaita pieaugums, augsts enerģijas patēriņš, vides piesārņojums un zemes lietojuma veida maiņa – ekosistēmas ietekmē būtiski un lielākoties negatīvi. Caur savām dabiskajām funkcijām mežam piemīt spēja mazināt šo procesu nevēlamās sekas, piemēram, mazinot vides piesārņojumu un ierobežojot eroziju. No otras puses, palielināta apmeklētāju slodze pilsētu un piepilsētu mežos var negatīvi ietekmēt to regulējošās funkcijas.

Sabiedrībai nozīmīgās teritorijās, tajā skaitā pilsētu un piepilsētu mežos, vērtējamo ekosistēmu pakalpojumu spektrā ir ļoti būtiski iekļaut kultūras pakalpojumus. Tas nepieciešams ne vien tādēļ, lai pamatoti izvērtētu, cik svarīga ir konkrētā platība no plašāka skatpunkta, bet arī tādēļ, lai varētu identificēt iespējamās mijiedarbības (un konfliktus) ar citiem ekosistēmu pakalpojumiem, kā arī potenciālo apsaimniekošanas ietekmi uz tiem. Ieticams pievērst uzmanību arī retāk vērtētajiem kultūras ekosistēmu pakalpojumiem, piemēram, dabas izglītības aspektiem, kultūrvēsturiskām vērtībām u.c. Visticamāk, sabiedrībai nozīmīgās teritorijās mežam piemīt ne vien rekreācijas/vizuālā vērtība, bet ievērojami plašāks tā saukto nelietošanas vērtību loks.

Indikatoru skalu definēšana

Indikators ir informatīva vienība, rādītājs, kas raksturo interesējošo objektu, šajā gadījumā konkrētu ekosistēmu pakalpojumu. Indikatoram jābūt gan zinātniski pamatotam, gan praktiski izmantojamam apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanā. Zinātnieki ir izvirzījuši virkni kritēriju, kam jāatbilst vidi un ekosistēmas raksturojošiem indikatoriem. Tiem jābūt ticamiem (pamatotiem uz zinātniski adekvātu informāciju), nozīmīgiem (izmantojamiem lēmumu pieņemšanas atbalstam), pamatotiem (izrietošiem no objektīvi ievāktas informācijas) un pielietojamiem (balstītiem uz pieejamiem datiem, ko iespējams iegūt saprātīgā laika un izmaksu ietvarā) (Ash et al., 2010, Posner et al. 2016, Wright et al. 2017, van Oudenhoven et al. 2018).

Katru indikatoru iespējams novērtēt skalās. Ekosistēmu pakalpojumu vērtēšana visbiežāk notiek skalā 0 līdz 5, kur 0 nozīmē, ka konkrētais ekosistēmu pakalpojums šajā telpiskajā vienībā netiek sniegts, 1 – ekosistēmu pakalpojuma vērtība ir ļoti zema, bet 5 – ekosistēmu pakalpojuma vērtība ir ļoti augsta. Šāda pieeja, kas atbilst iepriekšējos gados izstrādātā “matricas modeļa” principam (Burkhard et al. 2012, 2014, Campagne et al. 2020), ļauj ērti salīdzināt dažādus ekosistēmu pakalpojumus un to grupas gan viena pētījuma ietvaros, gan plašākā reģionālā kontekstā. Vērtējums ballēs ir elastīgi piemērojams, jo tas ļauj iekļaut gan tādus indikatorus, kas aprēķināti no biofizikālajiem datiem vai iegūti modelēšanas rezultātā, gan arī ekspertu vērtējumu. Ekspertu iesaiste var būt dažāda. “Tiešais” jeb “primārais” ekspertu vērtējums, kura ietvaros konkrētajai teritorijai tiešā veidā tiek piešķirta konkrēta ekosistēmu pakalpojuma vērtība, nozīmē vislielāko paļaušanos uz eksperta(u) zināšanām un autoritāti. Diemžēl šajā gadījumā var rasties arī vislielākās problēmas ar vērtējuma verifikāciju un metodoloģijas caurspīdīgumu (Jacobs et al. 2015, Elliott et al. 2020, Meraj et al. 2022). Daudzfunkcionālās ainavās, pie kurām pieder arī pilsētu un piepilsētu meži, dabas resursu apsaimniekošanas plānošanu tiek ieteikts balstīt uz primāriem (biofizikāliem) datiem, kas izmantojami telpiskai funkcionālo likumsakarību modelēšanai starp ekosistēmu pakalpojumiem un ekosistēmu raksturojošajiem rādītājiem. Arī agrīna ieinteresēto pušu iesaiste ekosistēmu pakalpojumu identifikācijā palielina metodes praktisko pielietojamību (Mastrangelo et al. 2014). Šī iemesla dēļ šajā pētījumā iespēju robežās apzināti esam izvairījušies no “primārā” ekspertu vērtējuma. Kur vien iespējams, indikatori ir aprēķināti, izmantojot biofizikālos rādītājus, kas iegūstami no meža nogabalu taksācijas datiem vai

citiem datu avotiem (skat. 2. nodaļu). Ekspertu ieguldījums šajā gadījumā ir “sekundārs”, definējot attiecīgo indikatoru skalu intervālus. Šādā veidā sagatavota metodika ir pārskatāma un viegli atkārtojama, turklāt indikatoru skalas ir viegli pielāgojamas izmantošanai citos apstākļos (piem., citās valstīs vai ģeogrāfiskos reģionos).

Ekosistēmu pakalpojumu vērtēšana telpiskajās vienībās

Ekosistēmu pakalpojumiem iespējams vērtēt potenciālu, pieprasījumu un plūsmu (Burkhard et al. 2014). Potenciālu parasti vērtēt ir visvienkāršāk, jo tas ir tieši atkarīgs no konkrētās telpiskās vienības (un citu relatīvi vienkāršu izmērāmu faktoru, piemēram, laikapstākļu) īpašībām. Tomēr iespēju robežās tiek ieteikts izmantot arī indikatorus, kas parāda pieprasījumu pēc konkrētā ekosistēmu pakalpojuma konkrētajā vietā, kā arī konkrētā ekosistēmu pakalpojuma izmantošanas intensitāti (plūsmu), ja vien par šiem lielumiem ir pieejami dati. Pieprasījuma un plūsmas iekļaušana novērtējumā sniedz informāciju par to, cik būtisks sabiedrībai konkrētajā vietā ir konkrētā ekosistēmu pakalpojuma nodrošinājums.

Sarp dažādiem ekosistēmu pakalpojumiem konkrētā teritorijā veidojas mijiedarbība. Mijiedarbību izraisa līdzīga atsevišķu ekosistēmu pakalpojumu reakcija uz virzītājspēkiem (ģeoeoloģisku un sociālu faktoru izmaiņām), un tā var izpausties kā kompromiss, t.i., palielinoties viena ekosistēmu pakalpojuma nodrošinājumam, samazinās cita ekosistēmu pakalpojuma nodrošinājums, vai arī kā sinerģija, kad vairāku ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājums palielinās vienlaicīgi (Rodriguez et al. 2006, Bennet et al. 2009). Šo savstarpējo mijiedarbību ir ļoti būtiski identificēt un dabas resursu apsaimniekošanu plānot tā, lai iespēju robežās samazinātu kompromisus un vairotu sinerģijas.

Bioloģiskās daudzveidības saglabāšana

Bioloģiskās daudzveidības saglabāšana ir viens no mūsdienu vides aizsardzības pamatmērķiem un pamats ilgtspējīgai meža apsaimniekošanai. Meži ir vieni no daudzveidīgākajiem sauszemes ekosistēmu veidiem, un to struktūra, vecuma dažādība un dabiskie traucējumi nodrošina piemērotu dzīves vidi daudzām sugām (Bauhus et al., 2009). Tomēr intensīva mežsaimniecība ir būtiski samazinājusi bioloģisko daudzveidību un dzīvotnes, vai

mikrodzīvotnes, kur iespējams augt dažādām retām un aizsargājamām sūnu un ķērpju sugām.(Lindenmayer & Franklin, 2002; Kuuluvainen et al., 2017).

Lai mazinātu mežsaimniecības ietekmi un veicinātu sugu saglabāšanu, arvien biežāk tiek ieviesti bioloģiskās daudzveidības veicināšanas pasākumi. Šādi pasākumi ietver, piemēram, atmirušās koksnes saglabāšanu, lielu dimensiju koku atstāšanu, atvērumu veidošanu, dobumaini koku, pēc ugunsgrēka ietkmētas audzes, un vēl daudzi citi struktūru elementi. Mūsdienās lielu uzmanību pievērš mikrodzīvotnēm, kurās var veidoties piemērotas augtenes aizsargājamām sugām. Teritorijās kurās ir liels dabas vērtību koncentrāciju apjoms var veidot aizsargājamās teritorijas (Gustafsson et al., 2010; Larrieu et al., 2018). Tomēr šo pasākumu īstenošana rada nepieciešamību pēc sistemātiska un zinātniski pamatota novērtējuma, kas balstās uz ekoloģiskiem indikatoriem un empīriskiem datiem.

Bioloģiskās daudzveidības pasākumu novērtējums balstās uz vairākiem ekoloģiskiem principiem:

1. Teritorijas, kur sugas un dzīvotnes norāda par dzīvotņu bioloģisko kvalitāti vai konkrētu struktūru esamību (Niemelä, 1997).
2. Traucējumu ekoloģijas teorija, kas uzsver traucējumu – piemēram, uguns vai vētras – nozīmi dabiskos procesos un bioloģiskās daudzveidības uzturēšanā (Sousa, 1984).
3. Ainavu ekoloģijas pieeja, kas analizē struktūru sadalījumu telpā un to ietekmi uz sugu migrāciju, fragmentāciju un savienojamību (Turner, 1989).

Novērtējot pasākumu efektivitāti, tiek izmantoti dažādi bioloģiskie indikatori, tostarp:

1. Epifīti, kas ir jutīgi pret mikroklimata izmaiņām un piemēroti meža struktūras kvalitātes novērtēšanai (Ellis, 2012).
2. Saprofītiskās sēnes, kas atkarīgas no dažāda vecuma un sadalīšanās pakāpes atmirušās koksnes (Kotiranta & Niemelä, 2005).
3. Mikrodzīvotnes – specifiskas mikrostruktūras (piemēram, dobumi, mizas plaisas, sēņu augšanas vietas), kuras tiek identificētas pēc standartizētām metodikām (Larrieu et al., 2018).

Bioloģiskās daudzveidības pasākumu efektivitātes novērtēšana ir svarīga ne tikai vides aizsardzības mērķu sasniegšanai, bet arī ilgtspējīgas bioekonomikas attīstībai. Integrējot bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu meža apsaimniekošanā, var izveidot līdzsvarotu politiku, kas apmierina gan ekonomiskās, gan ekoloģiskās sabiedrības intereses (Puettmann et al., 2015).

Ne vienmēr bioloģiskās daudzveidības novērtēšana ir viegli veicama – rezultāti bieži ir redzami tikai ilgtermiņā, daudzveidības indikatoru reakcijas var atšķirties dažādās vietās un ekosistēmās, un empīrisko datu trūkums apgrūtina plašāku secinājumu izdarīšanu (Mori et al., 2017). Tāpēc ir svarīgi izstrādāt standartizētas metodikas, pielāgotas konkrētiem reģioniem un meža tipiēm, kā arī nodrošināt datu pieejamību ilgtermiņa monitoringa sistēmās.

2. Vienotu atvērto datu izmantošanas nozīme un loma meža īpašnieku lēmumu pieņemšanas izvēlēs

Atvērtie un strukturētie dati ir būtiski mūsdienu mežsaimnieciskajā plānošanā, jo tie nodrošina gan efektīvu informācijas apriti, gan kvalitatīvu lēmumu pieņemšanu. Atvērtie dati ir informācija, kas ir brīvi pieejama, izmantojama un koplietojama. Mežsaimniecībā tie veicina pārredzamību, ļaujot sabiedrībai sekot līdzi, piemēram, plānotajām cirsmām vai aizsargājamo teritoriju pārvaldībai. Tie dod iespēju plašākam interesentu lokam – meža īpašniekiem, pētniekiem, konsultantiem un valsts institūcijām – izmantot vienotu datu bāzi, lai koordinēti un atbildīgi plānotu meža apsaimniekošanu.

Atvērtie dati arī veicina sadarbību starp dažādām iesaistītajām pusēm, piemēram, dabas aizsardzības un medību nozarēm, ļaujot izvērtēt kompromisus un sinerģijas starp vides, ekonomikas un sociālajiem aspektiem. Tie arī nodrošina pamatu jaunu digitālu risinājumu attīstībai, piemēram, interaktīvām kartēm, mobilajām lietotnēm un meža pārvaldības platformām.

Savukārt strukturētie dati ir organizēti noteiktā formātā ar vienotu specifikāciju, piemēram, VMD meža valsts reģistrs, kas ļauj tos viegli analizēt, savienot ar tehnoloģijām un automatizēt procesus. Mežsaimnieciskajā plānošanā tas ir būtiski, jo meža inventarizācijas dati, augšanas modeļi tiek izmantoti, lai prognozētu koksnes ieguvī, vērtētu oglekļa piesaisti vai plānotu mežsaimnieciskos darbus. Strukturētie dati nodrošina savietojamību ar ģeogrāfiskās informācijas sistēmām, attālās izpētes datiem un meža tehnikas datorsistēmām, ļaujot veidot precīzu, datus balstītu apsaimniekošanu.

Turklāt strukturēti dati ļauj izstrādāt indikatorus un monitoringa sistēmas, kas palīdz ilgtermiņā sekot līdzi meža stāvoklim, bioloģiskajai daudzveidībai vai ekosistēmu pakalpojumu

nodrošinājumam. Tie ir neatņemams pamats ilgtspējīgai, pielāgojamai meža pārvaldībai, kurā dati tiek izmantoti ne tikai inventarizācijai, bet arī analītikai.

EP koncepcijas operatīvai izmantošanai ir nepieciešami kvantitatīvi novērtējumi, kas balstīti uz precīzu biofizikālo, sociokultūras un ekonomisko vērtību noteikšanu (Andrew et al., 2015; Castro et al., 2014; Willemen et al., 2008). Neskatoties uz to, ka pēdējā laikā strauji pieaug zinātnieku, politikas veidotāju, dabas aizsardzības speciālistu un dabas resursu apsaimniekotāju interese par ekosistēmām, joprojām trūkst piemērotu metožu, lai telpiski kvantitatīvi novērtētu ekosistēmas. Ekosistēmu pakalpojumus vai parametru vērtības var saprast tieši, parasti izmantojot mērījumus punktos vai to vidējos lielumus. Empīrisku datu avoti ir plaši, tos var mērīt īpaši ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai, iegūt no arhivētiem datiem, piemēram, meža inventarizācijas, vai iegūt no publicētiem avotiem, piemēram, izmantojot literatūras avotus. Bieži vien, kvantitatīvo datu iztrūkums rada problēmsituācijas. Savukārt ekosistēmu pakalpojumu telpiskais novērtējums sniedz paplašinātas iespējas, novērtēt pieejamos ekosistēmu pakalpojumus konkrētās teritorijās vai ainavā, kā arī palielinot ieinteresēto pušu informētību (Andrew et al., 2015). intensīviem lauku novērojumiem vai kartogrāfiskiem darbiem (Willemen et al., 2008).

Pastāv dažādas stratēģijas, lai kartētu EP, kas atšķiras pēc datu prasībām un sarežģītības. Ar tiešsaistes palīgmateriāliem ir iespējams grupēt ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas metodes piecās vispārīgās stratēģijās. Visapjomīgākā ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas metode ir **apsekošana un uzskaitē**, kas sniedz detalizētu telpisku informāciju par pakalpojumu izplatību (Willemen et al., 2008). Ja nav precīzi telpiski ekosistēmu pakalpojumu dati, tad tiek izmantoti **sociāli ekoloģiskie dati un empīriskie datu modeļi**, lai noteiktu ekosistēmu pakalpojumu izplatību visā pētījuma teritorijā. Savukārt, ja ekosistēmu pakalpojumu dati nav pieejami, tad tiek izmantoti uz a priori noteikumiem balstīti **modeļi** (Andrew et al., 2015; Willemen et al., 2008). Lai noteiktu ekosistēmu pakalpojumu izplatību ar A priori modeļu palīdzību, tiem iespējams pievienot divas plaši izplatītas metodes (ekstrapolāciju un datu integrāciju). Pielietojot **ekstrapolācijas** metodi noteiktiem ainavas raksturlielumiem nosaka parametrus attiecībā uz ekosistēmu pakalpojumu nodrošinājuma līmeni. Izmantojot **integrācijas** metodi, izmanto vairākus jau esošus telpiskos produktus, lai izveidotu ekosistēmu pakalpojumu kartes (Andrew et al., 2015).

Līdz šim visplašāk izmantotais informācijas veids ekosistēmu pakalpojumu novērtējumos ir zemes pārklājuma kartes (Seppelt et al., 2011). Zemes pārklājuma kartes produktus bieži izmanto

ieguvumu pārnēsē, lai telpiski novērtētu ekosistēmu pakalpojumu piedāvājumu. Auksto punktu (cold – spots) un karsto punktu (hot – spots) analīze ir viens no daudziem piemēriem, kas tiek izmantota, lai kartētu ekosistēmu pakalpojumu pielietojot telpiskos datus. Liepa et al., 2023 pētījumā karsto un auksto punktu analīze izmantota, lai telpiski noteiktu Daugavpils pilsētas un novada teritorijas, kas nodrošina iedzīvotājiem vēlamos EP. (Liepa et al., 2023).

Teritorijas vai zemes vienību izvēle

Teritoriju izvēli nosaka pamatā pieejamo datu apjoms, mežsaimniecisko darbu paņēmieni, kuri aprobēti projekta laikā izpētes teritorijās.

Teritorijas plānošanai tiek izvēlētas:

- Zeme vienību platībām, ja zemes vienības, īpašumi līdz 200-300 hektāriem.
- Vairāku kvartālu masīvs, kura ietvaros tiek pielietota ainavu dizaina plānošanas vai blokcirsmu metode, vienlaicīgi saplānojot, sezonējot visu teritoriju.
- Brīvi izvēlētai teritorijai, norādot plānojamo platību.

Teritoriju primārā izvēle plānošanas rīka pielietojumam:

- Teritorijas ar augstu dabas vērtību, aizsargājamu teritoriju īpatsvaru.
- Platības tiešā tuvumā apdzīvotām vietām.
- Pašvaldību mežu teritorijas.
- Platības tiešā tuvumā teritorijām, kuras plānošanas zonējumos iezīmētas potenciālai apbūvei.
- Baltijas jūras krasta kāpu aizsargjosla.
- Baltijas jūras ierobežotas saimnieciskās darbības josla.
- Iekšzemes kāpu masīvu teritorijas.

Rekomendācijas ekosistēmu pakalpojumu integrēšanai plānošanā

Projekta darbību rezultātā izveidojās konkrēti priekšlikumi potenciālajiem rīka lietotājiem – meža īpašniekiem un meža apsaimniekotājiem, kam nepieciešams iekļaut ekosistēmu pakalpojumu izvērtējumu savās ikdienas mežsaimniecības aktivitātēs.

Nepieciešams primāri identificēt un kartēt ekosistēmu pakalpojumus

- Apzināt visus būtiskākos ekosistēmu pakalpojumus: regulējošos, piegādes, uzturošos un kultūras.
- Izmantot telpiskos datus un vietējās zināšanas, lai novērtētu ekosistēmu pakalpojumu izvietojumu un nozīmību.

Noteikt prioritātes un riska zonas

- Kartēt konfliktus starp pakalpojumiem (piemēram, koksnes ieguve vs. rekreācija).
- Identificēt jutīgas teritorijas, kur ekosistēmu pakalpojumi ir īpaši nozīmīgi.
- Veidot zonējumu, balstoties uz ekosistēmu pakalpojumu blīvumu un funkciju kombinācijām.

Integrēt ekosistēmu pakalpojumus mežsaimnieciskās plānošanas dokumentos

- Iekļaut ekosistēmu pakalpojumu saglabāšanas un attīstības mērķus apsaimniekošanas plānos.
- Definēt indikatorus, kas atspoguļo ekosistēmu pakalpojumu stāvokli un dinamiku.

Ieviest daudzfunkcionālu vai integrēto meža apsaimniekošanu

- Veidot pārvaldību, kas nodrošina vairākus pakalpojumus vienlaikus.
- Izvairīties no vienpusējas intensīvas izmantošanas un veicināt dabas daudzveidību.

Iesaistīt ieinteresētās puses

- Iesaistīt vietējās kopienas, medniekus, dabas aizsardzības un meža nozares pārstāvjus.
- Veidot sabiedrības atbalstu un izpratni par ekosistēmu pakalpojumu nozīmi.

Iekļaut ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanu lēmumu pieņemšanā

- Pamatojot lēmumus ar ekosistēmu pakalpojumu novērtējumiem.
- Integrēt ekosistēmu pakalpojumus arī ekonomiskajā analīzē.

Veidot monitoringa sistēmu ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanai.

- Izveidot indikatoru sistēmu un datu uzkrāšanu ilgtermiņa novērojumiem.
- Regulāri pārskatīt plānus un pielāgot tos mainīgajiem apstākļiem.

3. Integrētās datubāzes prasību un algoritmu definēšana

Rīgas Meži SIA mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums rīka izstrādes metodikas kontekstā un nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana.

Par Rīgas mežiem

Rīgas meži ir Rīgas pašvaldībai 100% piederoša kapitālsabiedrība, kura apsaimnieko ~62000 meža zemes, kuras pārsvarā atrodas galvaspilsētas tuvumā. Vienlaicīgi meža zemes ir ne tikai Rīgas administratīvajā teritorijā, bet lielākā daļa galvaspilsētai tuvākajās pašvaldībās – kopumā 12. Galvaspilsētā un šajās pašvaldībās dzīvo vairāk kā puse no Latvijas iedzīvotājiem. Tas nozīmē, ka mežu apsaimniekošanas uzdevums ir ne tikai koksnes ieguve, bet arī rekreācijas ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšana.

Mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums

Rīgas mežu datu pārvaldības sistēma balstīta uz vienotu centrālo datu bāzi, kurai izmantota atvērtā koda PostgreSQL datu bāzu vadības sistēma. Tā izveidota 2017.gadā kā saskarnes vides īpašumu, karšu pārlūkošanai, mežsaimniecisko darbu plānošanai un pārraudzībai, citiem uzdevumiem izmantojot:

- Forems desktop vidi.
- MDPS GoGIS web pārlūka vidi.

Meža datu pārvaldības IS satur šādu informāciju:

- Meža inventarizācijas digitālās kartes datu labošana.
- Pārvaldībā esošo nekustamo īpašumu teksta dati;
- Pārvaldībā esošo zemesgabalu teksta un telpiskie dati;
- Meža nogabalu teksta un telpiskie dati;
- Meža digitālās kartes punktu un līniju telpiskie dati;
- Mežsaimnieciskās darbības teksta un telpiskie dati;
- ĪADT telpiskie dati;
- Ugunsgrēku skarto SIA RM teritoriju telpiskie dati;
- SIA RM biotopu teritoriju telpiskie dati;
- Dabas aizsardzības objektu telpiskie dati;
- ĪADT, mikroliegumu, mikroliegumu buferzonu telpiskie dati;

- DAP OZOLS biotopu teksta un telpiskie dati;
- Cirsmu telpiskie dati;
- Meža inventarizācijas procesa dati;
- SIA RM struktūrvienību teritoriju telpiskie dati;
- Lietotāju veikto mērījumu telpiskie un teksta dati;
- Sistēmas lietotāju pieslēgumu rekvizīti;
- Maksimāli pieļaujamā ciršanas apjoma aprēķinu dati;
- Ainavu dizaina plānošanas dati
- Biotopu apsaimniekošanas plānošanas dati.

Meža inventarizācijas dati tiek regulāri sinhronizēti ar Valsts meža dienesta Meža valsts reģistru un pēc datu bāzes struktūras pilnībā tam atbilst.

Tāpat uzņēmums izmanto citu valsts institūciju datus vai atvērtos datus, piemēram, Dabas aizsardzības pārvaldes IS Ozols biotopu, sugu atradņu, ĪADT teritoriju, mikroliegumu datus, Valsts zemes dienesta atvērtos kadastra datus, LĢIA tālīzpētes Lidar datus, Latvijas mežzinātnes institūta “Silva” no Lidar datiem veidotos depth to water datus, kas būtu izmantojami mežizstrādes ierobežojumu plānošanai.

Ģeotelpisko datu profesionālā līmeņa kartogrāfiskajai apstrādei uzņēmums izmanto QGIS ar tiešo pieslēgumu centrālajai datu bāzei, kas nozīmē iespēju tieši labot nepieciešamos datus, iespēju sagatavot kartogrāfisko noformējumu, sagatavot un pārskatīt datu pakotni mobilajai aplikācijai.

Ārpus centrālās datu bāzes struktūras uzņēmums mobilajā vidē izmanto IntraMapsRoam, QField aplikācijas, kurām datus sagatavo geopackage (gpkg) formātā. Tas nodrošina vienkāršotu vienas datnes datu apmaiņu, ja salīdzina ar, piemēram shp datnēm, kurām:

- Minimāli nepieciešami četri faili katram datu slānim.
- Dažādas aplikācijas dažādi ielasa šos datus, kur der gan nesaarhivēti gan saarhivēti dati.

Mežizstrādes plānošana, darba uzdevumu došana, datu saņemšana no mežizstrādes mašīnām uzņēmumā tiek nodrošināta ar programmatūras Palma Timber palīdzību. Darba uzdevumi tiek sagatavoti digitālā pdf failu formātā. Cirsmu tehnoloģiskā karte tiek nodrošināta meža mašīnās karšu izdruku formātā. Izstrādātie apjomi no meža mašīnām tiek saņemti Standfor formātā un importēti informācijas sistēmā tālāk sagatavojot norēķiniem nepieciešamo dokumentāciju.

Nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana

Datu bāzes algoritmi, kuri atbilstoši projektā izstrādātajai metodikai ir nepieciešami aprēķiniem, iedalās:

- Algoritmos, kuri ir apkopoti uzņēmuma pasūtītā zinātniskā pētījumā par ekosistēmu pakalpojumu aprēķiniem vai kuri papildināti šī projekta ietvaros.
- Ģeoprocesinga algoritmos, kuri ir standarta ĢIS sistēmu funkcionalitātē, piemēram, buferis, vienādu atribūtu poligonu apvienošana.
- Rastra datu apstrādes algoritmos, kuri nepieciešami tādiem aprēķiniem kā zonālā statistika, punktu novērojumu datu interpolācija.
- Lidar datu apstrādes algoritmi, kuri nepieciešami mežaudzes biomasas, zemes virsmas reljefa rādītāju, piemēram, slīpums, aprēķiniem.

Pirmā grupa apkopota datu bāzes sql pieraksta formātā un viegli integrējama datu apstrādes rīkos. Pēdējie trīs ir iekļauti ĢIS programmu apstrādes rīkos kā piemēram gdal bibliotēkās.

Orientējoties uz vienāda satura uz atvērtiem datiem un atvērtiem algoritmiem balstītas datu apstrādes procesiem, projekta iknedēļas darba grupās pieņemts lēmums definēt datu analīzes algoritmu grupu kā:

- Vienotu algoritmu bibliotēkas apkopojumu.
- Palaižamu no vienota, papildināma atbilstoši lietotāju vajadzībām, datu apstrādes skripta, kas atbilstoši maināmiem sistēmas iestatījumiem, palaiž nepieciešamos aprēķinus.

Lai apstrādes process būtu izmantojams plašākam lietotāju lokam, arī tādiem, kam nav sava meža datu pārvaldības sistēma, datu apstrādei jāiekļauj arī nepieciešamo datu apkopošana no atvērtajiem datu avotiem:

- Atvērto datu portāla.
- Atvērtajiem wfs karšu servisiem.

Ingka Investments Latvia SIA mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums rīka izstrādes metodikas kontekstā un nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana.

Par Ingka Investments

SIA “Ingka Investments” ir IKEA piederošs uzņēmums, kurš apsaimnieko vairāk kā 100000 ha mežu platības. Galvenais apsaimniekošanas uzdevums ir nodrošināt mātes kompāniju ar koksni no sertificētām mežu platībām. Uzņēmuma mežu platības veidojušās nopērkot kādreizējos mežu apsaimniekošanas SIA. Platības izvietotas visā Latvijā tomēr galvenokārt koncentrējoties Vidzemē un Latgalē.

Mežu īpašumu datu pārvaldības IS izvērtējums

Uzņēmuma meža datu pārvaldības sistēma šobrīd ir pārmaiņu procesā, kas nozīmē pāreju no iepriekšējās Desktop vidē bāzētās programmatūras un web pārlūka vidi. Iepriekš īpašumu pārvaldībai un daļēji arī šobrīd tiek izmantota programma Forems, kas atvieglo projektā izstrādāto risinājumu izmantošanu vai testēšanu. Vienlaicīgi tiek izmantota web pārlūka programmatūra LVM GEO uz kuru uzņēmums plāno migrēt savu datu pārvaldību arī Igaunijas un Lietuvas mežu apsaimniekošanai.

Arī SIA “Ingka Investments” meža datu pārvaldībā izmanto tiešsaistes datu sinhronizācijas iespēju ar Valsts meža dienestu, Meža valsts reģistra datu struktūru.

Mežizstrādes darbu plānošanas pārvaldība šobrīd uzņēmumā nav sistematizēta ar kādu konkrētu programmatūru. Līdz ar ko nav vienots risinājums ar SIA “Rīgas meži”, kas nozīmē plānot mežizstrādes digitālā darba uzdevuma, cirsmu tehnoloģiskās kartes programmatūras sagatavošanu, kas vienlīdz derīga dažādiem meža apsaimniekotājiem.

Nepieciešamo datu analīzes algoritmu definēšana

Datu analīzes algoritmi, kuri nepieciešami atvērto datu savākšanai, analīzei un tālākai plānošanai, tiek nodefinēti tādi paši kā tas analizēts un pieņemts SIA “Rīgas mežu” gadījumā. Kas nozīmē plānošanas un analīzes rīkam:

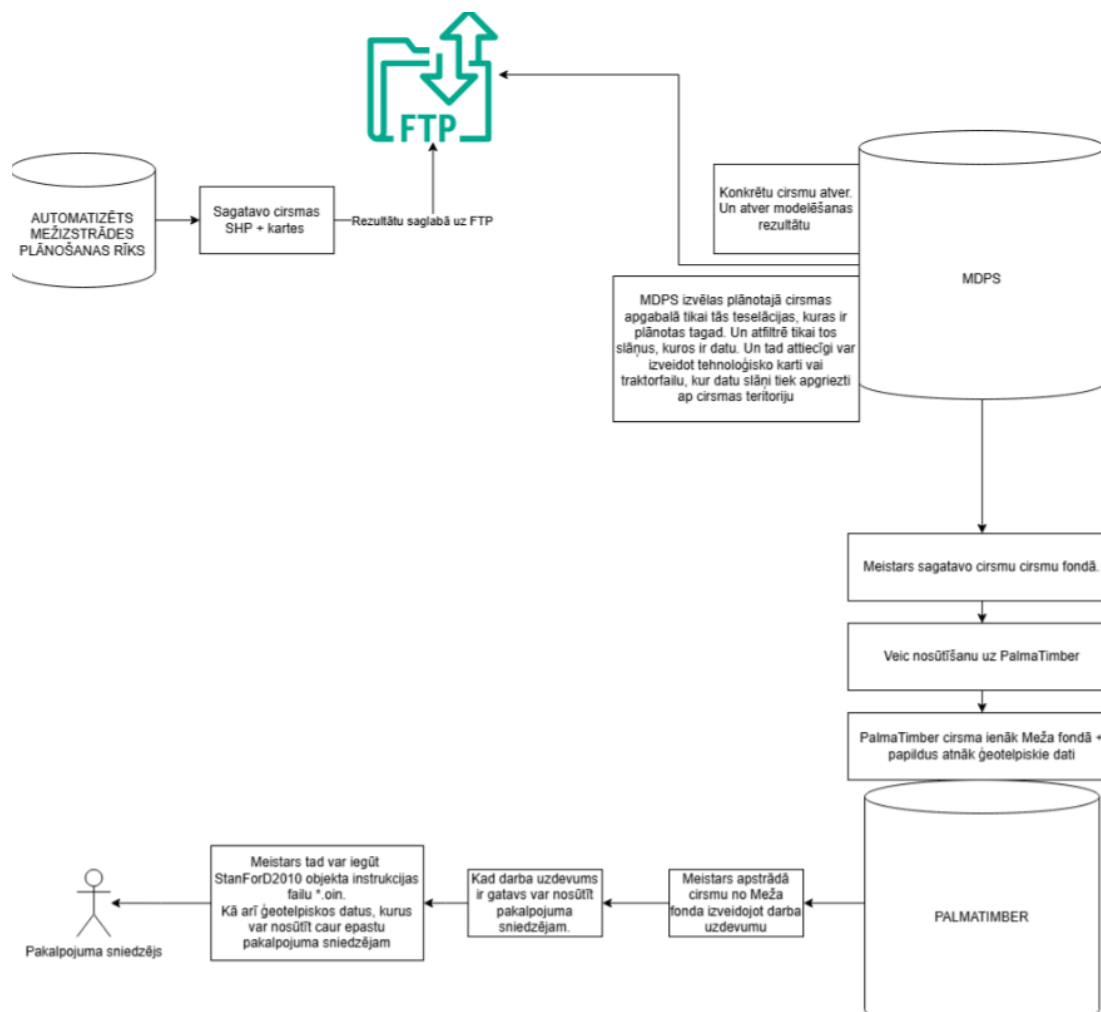
- Vienotus datu avotus.
- Vienotu sākotnējo datu saņemšanu, sagatavošanu,
- Vienotus ekosistēmu pakalpojumu aprēķinus.
- Nepieciešamības gadījumā lietotājs var modificēt aprēķinu kārtību, iestatījumus atbilstoši savām vajadzībām.

Attiecībā uz mežizstrādes darbu uzdevumu, tehnoloģisko karti, saistībā ar to, ka uzņēmumam sistēma šobrīd attīstības procesā, pieņemts:

- Identisks risinājums, kurš sagatavo mežizstrādes mašīnām nepieciešamo datu paku, kā SIA “Rīgas mežiem”, iekļaujot aprēķinā visas nepieciešamās bibliotēkas, lai rīku var lietot, implementēt neatkarīgi no licencēm, informācijas sistēmām.
- Sagatavot aprēķinu rezultātus ar QGIS, QField projektu, simbolizācijas datnēm, kas nodrošina iespēju tos izmantot uz mobilajiem telefoniem.

4. Rīka integrētās datubāzes struktūras modelēšana un izstrāde

Šīs darbības ietvaros tika izstrādāta mežizstrādes IT rīkam pielāgota integrētā datubāzes struktūra. Tā nodrošina datu uzglabāšanu, analīzi un sasaisti ar telpisko informāciju. Datubāzes modelēšana tika veikta, ievērojot datu normalizācijas principus, nodrošinot mērogojamību un vienkāršotu savietojamību ar esošajām mežsaimniecības IS.



4.attēls. Datubāzes integrācijas procesa shēma

5. Mežu ekosistēmas pakalpojumu telpiskā kartēšana un analīze

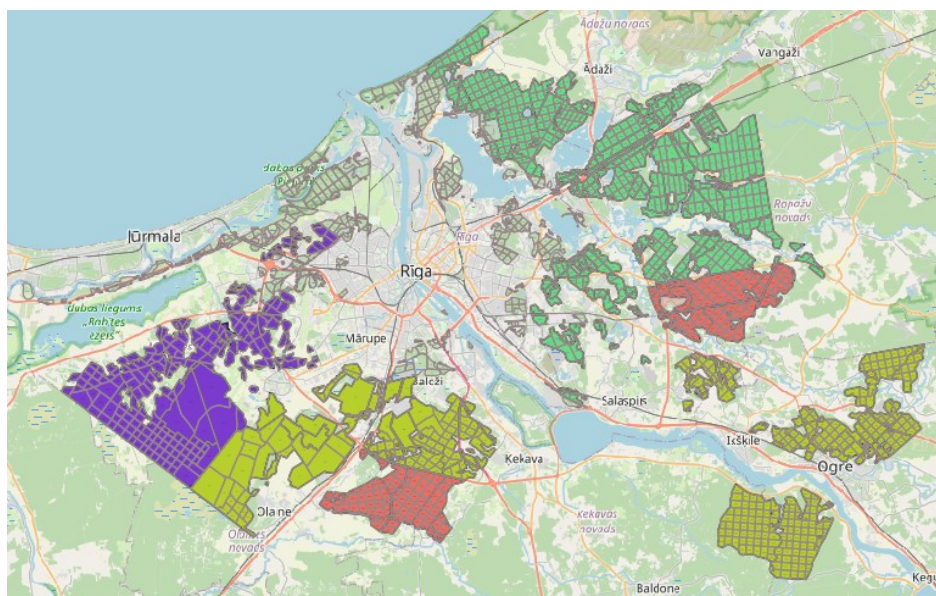
Tika veikta nozīmīgāko meža ekosistēmu pakalpojumu – apgādes, regulējošo un kultūras – telpiskā identificēšana un analīze, balstoties uz meža inventarizācijas datiem SIA “Rīgas meži” un INGKA investments mežu platībām. Attiecīgi vairāk kā 50000 ha un 100000 ha platībās. Rezultāti sagatavoti katram meža nogabalam geopackage datu formātā. Rezultāti var tikt izmantoti kā ievaddati automatizētai plānošanai.

6. Jauno, inovatīvo ar ainavu dizaina pieeju apsaimniekoto teritoriju novērtējums no medījamo savvaļas dzīvnieku apsaimniekošanas, mežsaimniecības postījumu un dzīvnieku skaita izmaiņu pie apdzīvotām vietām, lielās infrastruktūras vietām aspektiem

Medību tiesības Rīgas mežos ir iznomātas 51355,3 ha platībā. Pavisam šobrīd noslēgti 13.nomas līgumi par platībām sākot no 2,3 ha līdz 17589,0 ha platībā. Līgumos iestrādāti tādi noteikumi kā:

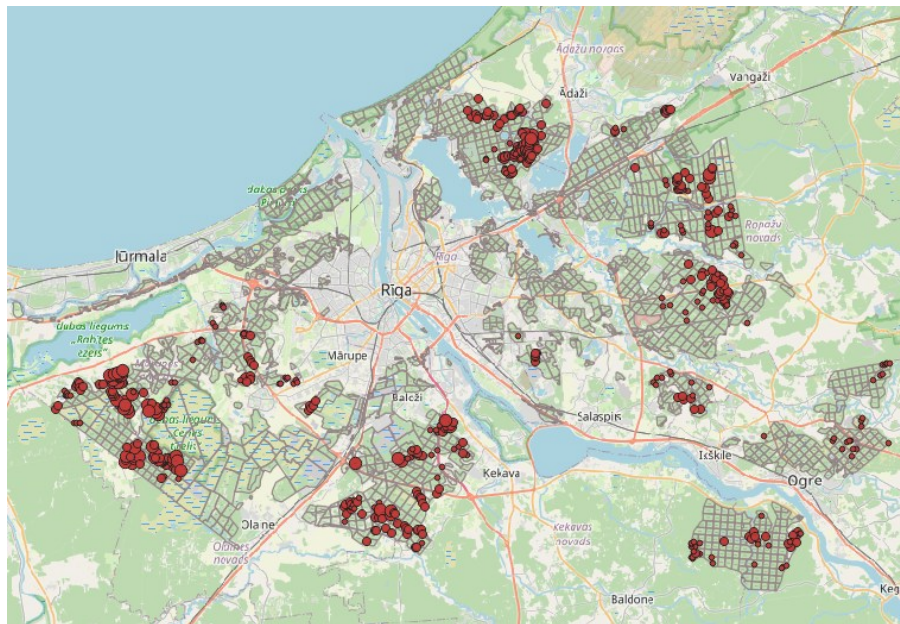
- nepieļaut zemes piesārņošanu ar ķīmikālijām un sadzīves atkritumiem;
- stingri ievērot ugunsdrošības, sanitāros un apkārtējās vides aizsardzības noteikumus;
- ievērot meža apsaimniekošanas noteikumus;
- katru gadu ievākt datus par medību resursu un zemes gabala stāvokli;
- pēc iznomātāja, Valsts meža dienesta un citu valsts institūciju pieprasījuma sniegt informāciju par medību resursu stāvokli zemes gabalā.

Pārējie noteikumi ir saistīti galvenokārt ar nomas maksas kārtību, darbību pēc nomas termiņa beigām. Vienlaikus SIA “Rīgas meži” nav izstrādāta medību saimniecības politika vai noteikumi, kas noteiktu medību tiesību noteikumus atbilstoši konkrētās vietas mežsaimnieciskajiem apstākļiem.



5.attēls SIA "Rīgas meži" medību tiesību nomas līgumu iedalījums Pierīgā

Aizsardzībai pret pārnadžu bojājumiem izmantoto repelentu Cervacol extra un Trico daudzums kāpjošs kopš šī aizsardzības pasākuma uzsākšanas 2013.gadā. Attiecīgi no 180 kg līdz vairāk kā 1600 kg un no 50 l līdz vairāk kā 2600 l. Kopš tiek uzskaitīti mežsaimnieciskie darbi uzņēmuma iekšējā meža datu pārvaldības sistēmā (MDPS) 2019.gadā, ir bijuši nogabali, kuros veikta atkārtota jaunaudžu apstrāde ar repelentiem (6.attēls).



6.attēls Reģistrēto mežsaimniecisko darbu vietas audžu apstrādei ar repelentiem.

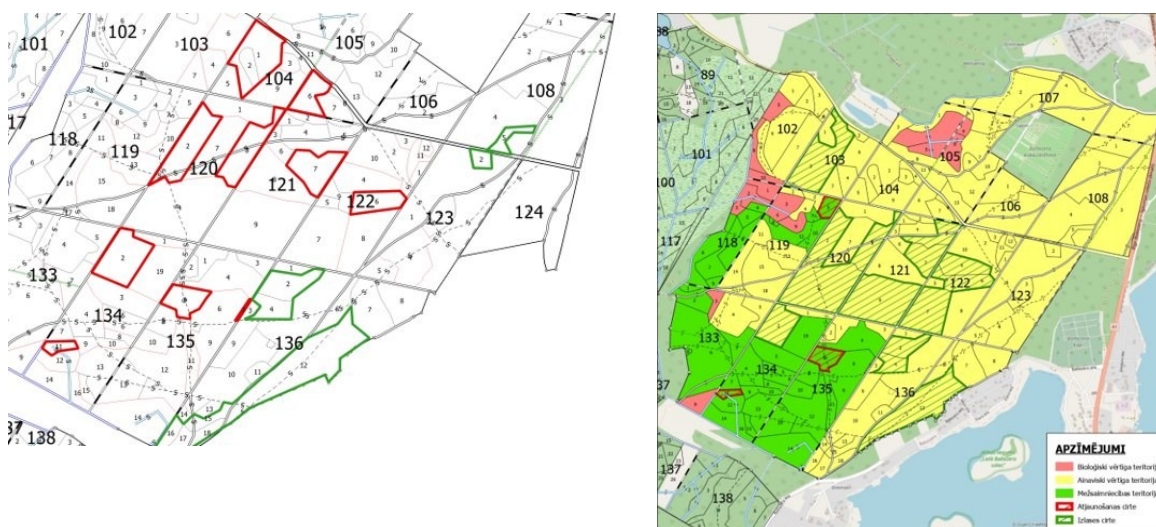
Uzskaites informācijas analīze uzskatāmi parāda, ka teritorijas, kur tie izmantoti, loģiski koncentrējas iepriekšējo mežizstrādes plānošanas bloku teritorijās, kurās pēc izstrādes veikta meža atjaunošana. Tas atkārtoti pierāda, ka lielākā pārnadžu ietekme uz mežaudzi ir jaunaudžu vecumā. Reflektējot uz projekta mērķi, kas ir, izmantojot ekosistēmu pakalpojumu pieeju un automatisku mežizstrādes teritoriju plānošanu ar paņēmieniem, kuri atdarina dabiskos procesus, izstrāde būs atšķirīga no laika, kad izstrādāti nogabali, kuros šobrīd pielieto repelentus. Vienlaikus uzkrātie dati ir noderīgi analizējot pie kādas jaunaudžu platību koncentrācijas uz meža masīva teritoriju, pārnadžu ietekme palielinās. Piemēram, Daugmales puses un mežos pie Ogres, šādas repelentu atkārtotas lietošanas teritorijas ir ievērojami mazāk.

SIA "Rīgas meži" 2021.gadā izstrādājuši ainavu ekoloģisko plānu, kura ietvaros veikta visu mež zemju teritoriju zonēšana dabas, rekreācijas un mežsaimniecības zonās. Dabas un rekreācijas zonās

Pilotteritorija

Bukultu teritorija, kura atrodas uz ZR no Baltezera apdzīvotas vietas, izvēlēta kā pirmā SIA “Rīgas meži” veiktā ainavu dizaina plāna teritorija, kas dod iespēju ilgākā laika periodā novērot meža dzīvnieku paradumu, mežsaimnieciskās plānošanas maiņas ietekmes izmaiņas. Teritorijā ievērojami mainīts sākotnēji MAP plānotais cirsmu izvietojums un cirsmu veidi (7.attēls).

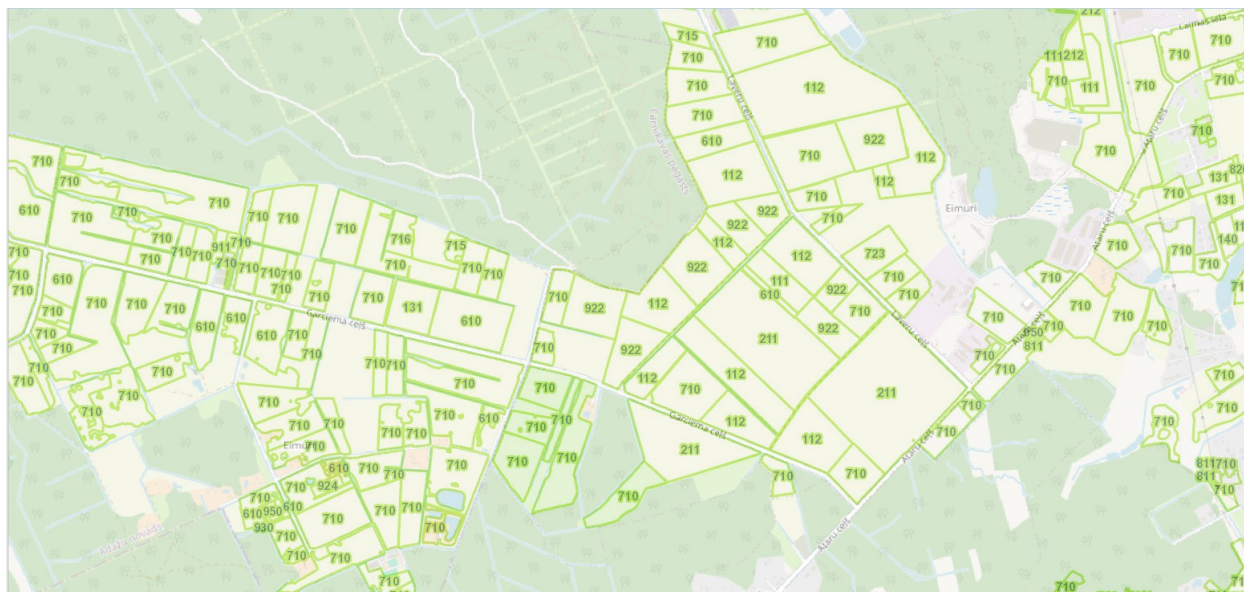
Bukultu teritorija, kura atrodas uz ZR no Baltezera apdzīvotas vietas, izvēlēta kā pirmā SIA “Rīgas meži” veiktā ainavu dizaina plāna teritorija, kas dod iespēju ilgākā laika periodā novērot meža dzīvnieku paradumu, mežsaimnieciskās plānošanas maiņas ietekmes izmaiņas. Teritorijā ievērojami mainīts sākotnēji MAP plānotais cirsmu izvietojums un cirsmu veidi (7.attēls).



Pilotteritorija atrodas dzīvnieku uzskaites vienības nr. 8005 ar nosaukumu “Pierīga-1” platībā. Uzskaites teritorijas masīvs noslēgts un to ierobežo Tallinas šoseja, Baltezers, jūra, lauku masīvi Garkalnes pusē uz ZA no meža masīva. Jāņem vērā, ka R pusē teritorija robežojas ar Piejūras dabas parku, kurā pēc vispār pieņemtās metodikas dzīvnieku uzskaitē netiek veikta, jo nenotiek arī meža dzīvnieku medības. Vienlaicīgi jāsaprot, ka meža dzīvniekiem neeksistē robežas, sevišķi ar minētajām teritorijām nav lielo infrastruktūras objektu kā, piemēram, auto šoseju ierobežojumi.

Meža dzīvnieku daudzums, kas radītu ietekmi uz esošo mežaudzi, paaugu ainavu dizaina plāna izstrādātajos atvērumos, pilotteritorijā nav konstatēts.

Skatoties uzskaites teritorijai blakus esošās lauksaimniecības platības atbilstoši pieteiktajiem kultūras kodiem, lielākā daļa no laukiem ir ar kodu 710 – ilggadīgie zālāji (8.attēls).



8.attēls Deklarētie lauki LAD sistēmā blakus pilotteritorijai

Risinājumu diskusija

Projekta grupas un SIA “Rīgas meži” speciālistu diskusijās izsvērti šādi jauni vai papildinoši medījamo dzīvnieku uzskaites risinājumi:

- Konfliktsituāciju uzskaitē līdz ar meža dzīvnieku uzskaiti.
- Konfliktējošu rekreācijas veidu līdzās pastāvēšanas menedžments.
- Vidē nemanāmas “pop-up” medību infrastruktūras izmantošana un izvietošana.
- Medījamo dzīvnieku piebarošanas vietu izvietojuma plānošana un saskaņošana.
- Uzskaitē tradicionālo novērojumu sistēmu izsvērt pēc novērojumu vietas nogabala medību bonitātes vai kvartāla vidējās medību bonitātes vērtības.
- Izvērtēt dzīvnieku slodzes novērtējumu, kur iespējams iegūt datus no postījumu fiksācijas, repelentu pielietošanas laika rindas, pret tradicionālo uzskaites sistēmu.

- Iespēja izmantot Valsts meža dienesta lietotnes “Mednis” ievāktu informāciju par nometītajiem dzīvniekiem, negadījumiem uz ceļiem.
- Pārejas karsto punktu noteikšana izmantojot ceļu satiksmes negadījumu uzskaites ģeotelpisko informāciju.
- Izsvērt datus, novērojumus balstītu ieteikumu VMD mainīt dzīvnieku uzskaites teritorijas, ņemot vērā Pierīgas lielos infrastruktūras objektus - apvedceļu, RailBaltica trasi nākotnē, iespējami pa tiem sadalot esošās uzskaites vienības.

Ainavu dizaina plānu pamatprincipi

Lai nodrošinātu izdalītajās zonās attiecīgo vērtību saglabāšanu un to uzlabošanu tiek noteikti sekojoši mežsaimniecisko darbu plānošanas un veikšanas norādījumi:

Dabas vērtību zonā:

- Koku ciršana tiek veikta balstoties uz meža ainavu dizaina plānošanas procesā noteiktajiem norādījumiem;
- Koku ciršana nenotiek nogabalos, kuros ir konstatēta atbilstība Eiropas nozīmes biotopiem balstoties uz Dabas aizsardzības pārvaldes veikto meža biotopu inventarizācijas jaunākajiem datiem, neskaitot iekšā biotopu kategoriju ‘2180 mežainas piejūras kāpas.
- Meža ainavu dizaina plānošanas procesā tiek nodrošināta sabiedrības iesaiste.
- Koku ciršana izmantojot kailcirtes paņēmienu pieļaujama platībās, kas nepārsniedz 2ha, neregulāras formas, kas noteiktas un seko reljefa, mitruma vai citiem dabiskiem apstākļiem.

Rekreācijas vērtību zonā:

- Koku ciršana tiek veikta balstoties uz meža ainavu dizaina plānošanas procesā noteiktajiem norādījumiem;

- Koku ciršana nenotiek nogabalos, kuros ir konstatēta atbilstība Eiropas nozīmes biotopiem balstoties uz Dabas aizsardzības pārvaldes veikto meža biotopu inventarizācijas jaunākajiem datiem, neskaitot iekšā biotopu kategoriju '2180 mežainas piejūras kāpas.
- Meža ainavu dizaina plānošanas procesā tiek nodrošināta sabiedrības iesaiste
- Koku ciršana izmantojot kailcirtes paņēmienu pieļaujama platībās, kas nepārsniedz 2ha, neregulāras formas, kas noteiktas un seko reljefa, mitruma vai citiem dabiskiem apstākļiem.
- Koku ciršana izmantojot kailcirtes paņēmienu nenotiek reljefa apstākļos, kas izdalīti kā biotopu kategorija '2180 mežainas piejūras kāpas.

Ainavu dizaina plānu apsaimniekošanas atšķirības salīdzinājumā ar tradicionālo mežsaimniecisko pieeju

Izvērtējot ainavu dizaina plānošanas noteikumus kontekstā ar medījamo dzīvnieku populāciju, ietekmi uz to, secināms:

- Plānošana notiek pa meža masīviem, blokiem, kas ļauj vienlaicīgi ar dizaina plāna izstrādi veikt medību saimniecībai nepieciešamo datu, novērojumu ievākšanu.
- Nākotnē šajās teritorijās ievērojami samazināsies jaunaudžu vecuma mežaudžu platības kā arī jaunaudzes vai izveidotie atvērumi būs izkliedēti plašākā teritorijā, netiks koncentrēti, radot barības bāzi pārnadžiem.
- Teritorijās lielāka uzmanība tiek un tiks pievērsta paaugas saglabāšanai un kopšanai pieaugušā mežā, šādi domājot par nākamo paaudžu koku attīstību, kā arī saglabājot pārnadžiem dabīgo barības bāzi, līdz ar to samazinot iespējamo pārnadžu nodarīto postījumu apjomu.
- Plānošanas laikā tiek izvērtēta reālā rekreācijas, kas saistās ar pastaigām, skriešanu mežā, slodze, kas ļauj identificēt potenciālās šī rekreācijas veida un medību pasākumu konfliktsituāciju vietas.

- Pēc jauna veida mežizstrādes pasākumu veikšanas, platībā samazinās taisnas robežas, kas ļauj mazāk pamanāmi vidē izvietot tradicionālos medību saimniecības objektus kā torņus, barotavas.
- Iespējams, varētu būt apgrūtināta tradicionālā kvartālu līmeņa dzinējmedību īstenošana, jo ainavu dizaina plānošanas mērķis nākotnē ir vienlaidus meža segums, mazākas dabisko brauktuvju izbūves.

Dzīvnieku uzskaites risinājumi teritorijās

LMS pārstāvis ir apsekojis pilotteritoriju kā arī teritorijas Rīgas mežos Daugavas kreisajā krastā Mārupes novadā. Novērojumi attiecībā uz VMD apkopoto dzīvnieku blīvuma informāciju un tās atbilstību dabā liek secināt, ka kopumā, ja skatās dzīvnieku uzskaites teritorijās vidējos skaitļos, tie ir atbilstoši. Vienlaicīgi šajās uzskaites teritorijās ir novērojams nevienmērīgs dzīvnieku blīvums, kas, galvenokārt, izskaidrojams ar atšķirīgu zemes lietojumu veidu, piemēram, blakus lauksaimniecības zemes, attālumu no apdzīvotām vietām, citiem meža masīviem. Tas rezultējas arī ar lokāliem lielākiem mežaudžu postījumiem. Dzīvnieku blīvums uzskaites vienībā ir rādītājs, kas, raugoties lielā mērogā, pietiekami labi raksturo konkrēto uzskaites vienību, bet nav pietiekams, lai raksturotu vai rastu risinājumu lokālām problēmām.

Lai sagatavotu ieteikumus kā pilnvērtīgi izvērtēt apdzīvoto vietu un lielo infrastruktūras objektu ietekmi uz mežaudzēm un mežsaimniecību pilotprojekta teritorijā, nepieciešams veikt ikdienas datu uzkrāšanu uzņēmuma informācijas sistēmā divos blokos:

- Precīza ģeotelpiskā punktveida informācija par meža dzīvnieku klātbūtni:
 - Postījumu un sekojoši repelentu pielietošanas vietām.
 - Negadījumiem ar meža dzīvniekiem uz autoceļiem no CSDD datu bāzes.
 - Negadījumiem ar meža dzīvniekiem uz autoceļiem no VMD “Mednis” ievāktajiem datiem (nepieciešama vienošanās ar VMD).
 - Meža dzīvnieku nomedīšanas vietas no VMD “Mednis” ievāktajiem datiem (nepieciešama vienošanās ar VMD).

- Ģeotelpiskā informācija par vides raksturojumu ainavu dizaina plānošanas masīva vai Rīgas mežu ainavu ekoloģiskās plānošanas vienības (100 ha) līmenī:
 - Meža, lauksaimniecības zemju, infrastruktūras objektu platībā (mozaīka) vienībā.
 - Tradicionālais barības bāzes novērtējums (bonitēšana).
 - Pameža, paaugas raksturojums nogabalu līmenī.

Atbilstoši ievāktajiem datiem būs iespējama ātra negadījumu vietu, postījumu, medību faktu, kas atspoguļojas pirmajā datu blokā, kopsakarību noteikšana atbilstoši teritorijas raksturojumam otrajā datu blokā. Šādi, konstatējot problēmsituācijas vienā meža masīvā vai ainavu ekoloģiskā plāna vienībā, pēc raksturojuma var atlasīt citas līdzīgas vienības pārējā teritorijā un pievērst tām uzmanību.

Uzskaitē pēc mežsaimniecisko darbību veikšanas

Lai respektētu mežizstrādes ietekmes ilgāka termiņa ietekmi, kas saistīts arī ar mežaudžu atjaunošanos pēc mežsaimniecisko darbību veikšanas, uzskaitē pēc mežsaimnieciskajiem darbiem pilotteritorijā veikta arī teritorijās, kurās darbi veikti vēl pirms projekta uzsākšanas. Meža dzīvnieku daudzums, kas radītu ietekmi uz esošo mežaudzi, paaugu ainavu dizaina plāna izstrādātajos atvērumos, pilotteritorijā nav konstatēts. Tradicionāli ietekmētas ir vienlaidus mākslīgi atjaunotas jaunaudzes, kurās mežizstrāde veikta pēc tradicionālajām metodēm.

Medību organizēšana teritorijās ar lielu rekreācijas slodzi

Skaidrs, ka lielo apdzīvoto vietu, ciematu tuvumā, medības var būt konfliktējošs rekreācijas veids tradicionālajai atpūtai dabā, kā pastaigām, skriešanai u.c. Arī stacionāriem medību infrastruktūras objektiem tiek pievērsta papildus uzmanība. Vienlaikus teritorijās, kurās tiek veikta mežsaimnieciskā darbība atbilstoši ainavu dizaina plānošanas pieejai, samazinās nepieciešamība un vajadzība pēc stacionāriem medību infrastruktūras objektiem. Tāpēc ieteikums izskatīt iespēju sadarbībā ar medību nomas tiesību izmantotājiem medību klubiem, orientēties uz tādiem medību risinājumiem kā:

- Saliekamas vai pārvietojamas medību platformas, kuras izvieto tikai medību laikā

- Medību vietu izvietojumu mežaudzes, kvartāla iekšienē ne pie ceļiem, stigām. Jo jaunā pieeja mežaudzes iekšienē veidos atvērumus, ilgstošus mežizstrādes ceļus.
- Medību vietu mežaudzē plānošanai, lai noteiktu konkrētas vietas pārredzamību, izmantot ģeotelpiskos datus kā pameža un paaugas kartējumu, lāzerskenēšanas informāciju.
- Medību nomas tiesību izmantotājiem kopā ar Rīgas mežiem veidot sadarbību ar vietējām kopienām, nodrošinot informācijas apmaiņu par notiekošajām medībām.

7. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka pielietošana mežizstrādes veida plānošanai

Kopējais plānošanas ietvars

Plānošana veikta, respektējot SIA “Rīgas mežu” meža apsaimniekošanas kārtību, kas nosaka dažādu vērtību – dabas, rekreācijas, integrāciju plānošanas procesā. Attiecīgi ievērtējot esošo ainavu ekoloģisko plānu un tajā ietverto teritoriju sadalījumu dabas, rekreācijas, dabas un rekreācijas, mežsaimniecības zonās. Katrā no zonām respektējot arī mežsaimniecības aprobežojumus, ko noteicis pats uzņēmums.

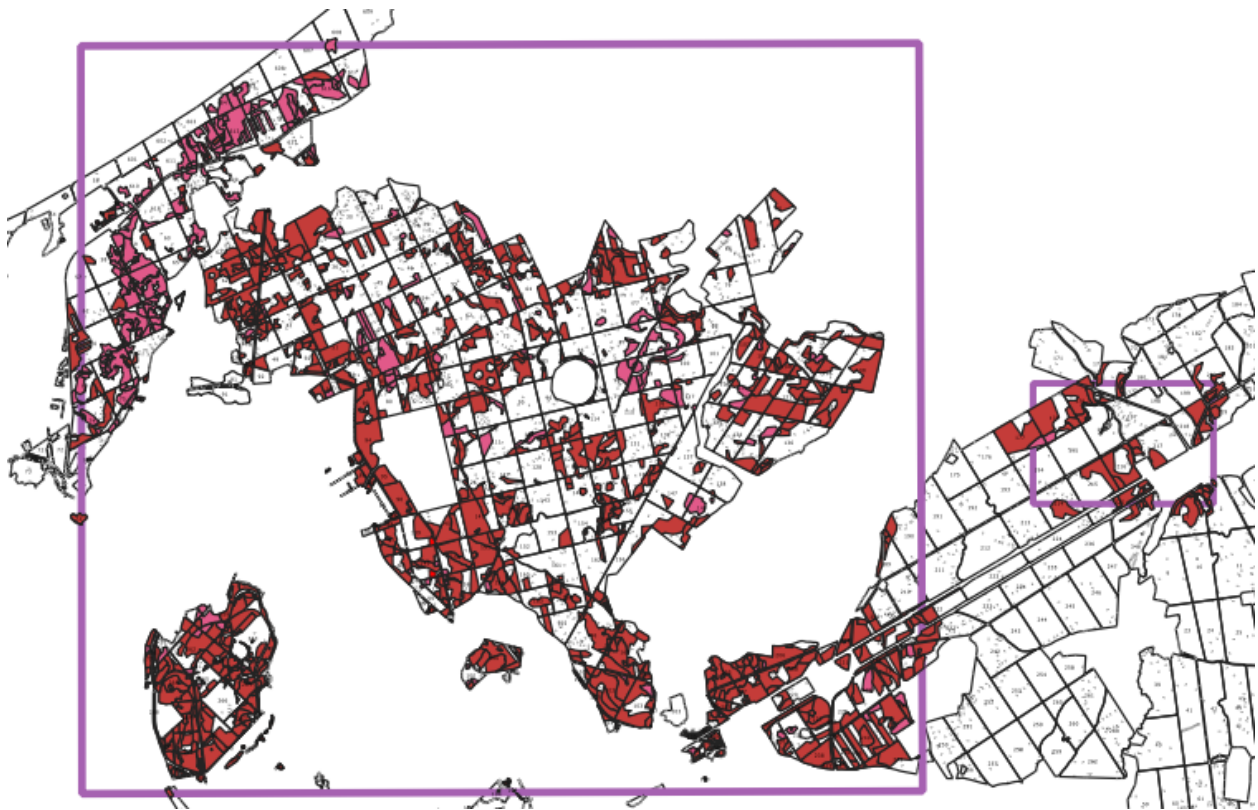
Plānošana veikta sākot no augstāka – ainavas līmeņa, nonākot līdz projektā paredzētā vismaz 410ha teritorijas plānojumam, kurā secīgi vēlāk paredzama testa mežizstrāde. Trīs plānošanas līmeņi:

- Eksploatācijas fonda atlase respektējot ainavu ekoloģisko plānojumu.
- Ekosistēmu pakalpojumu novērtējums visiem, tai skaitā, eksploatācijas fonda nogabaliem.
- Detalizēts mikroaudžu, atvērumu sadalījums, plānojums, novērtējums.

Atbilstoši plānojumam tiek sagatavoti mežizstrādes plāni rīka testēšanas teritorijām, paredzot mežizstrādi ar modelēto digitālo datu izmantošanu bez teritoriju iezīmēšanas dabā.

Ekspluatācijas fonda atlase

Ekspluatācijas fondā tiek iekļautas tās audzes, kas atbilst galvenās cirtes vecuma normatīvajiem kritērijiem, ievērojot arī uzņēmuma noteiktos papildu labprātīgos ierobežojumus, izslēdzot no fonda attiecīgās teritorijas un neplānojot galveno cirti pēc caurmēra. Galvenās cirtes fonda plānošana paredz gan kailcirtes, gan izlases cirtes piemērošanu, atbilstoši ainavu ekoloģiskajā plānā noteiktajiem risinājumiem (9.attēls). Attiecīgi arī tajās teritorijās, kur normatīvie akti pieļauj kailcirti, var tikt plānota izlases cirte.



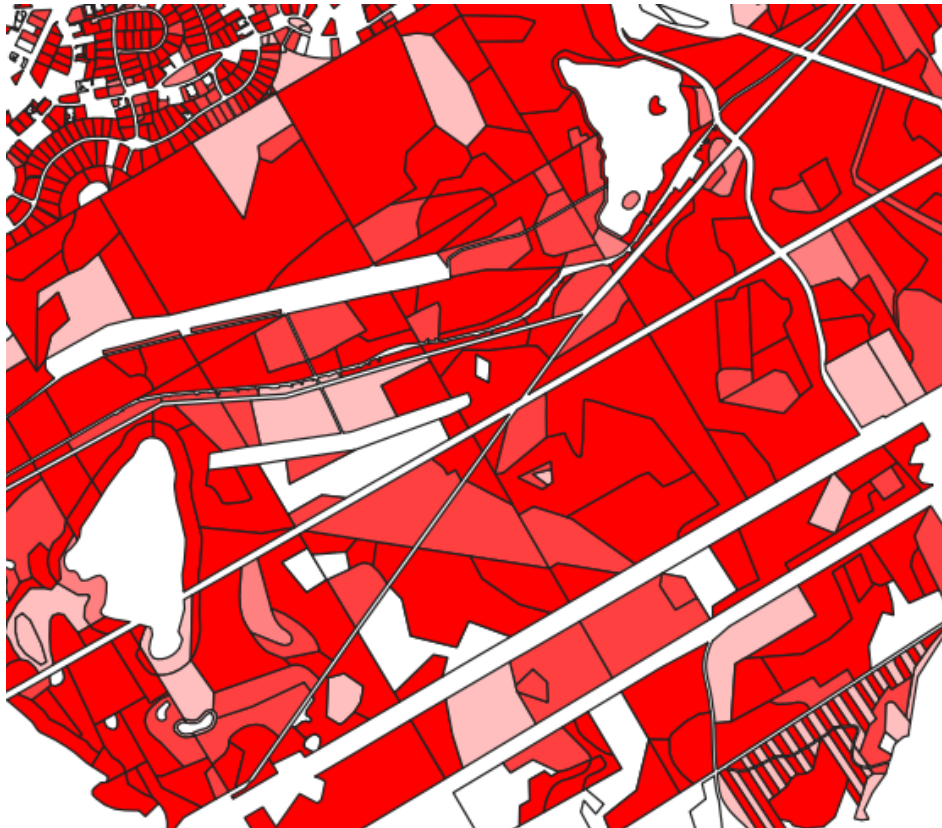
9.attēls Ekspluatācijas fonda plānojums

Ekosistēmu pakalpojumu novērtējums

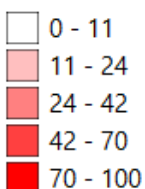
Ekosistēmu pakalpojumi ir ieguvumi, ko sabiedrība saņem no ekosistēmu struktūrām un to funkcionēšanas procesiem, un tie tieši ietekmē cilvēku labklājību. Tas nozīmē, ka cilvēku dzīves kvalitāte un vajadzību nodrošināšana ir cieši saistīta ar veselīgu, ilgtspējīgi funkcionējošu

ekosistēmu un dabas kapitāla saglabāšanu, kas nodrošina nepārtrauktu ekosistēmu pakalpojumu plūsmu no dabas uz sabiedrību.

Aprēķini veikti, izmantojot zinātnieku sagatavoto metodiku un apkopotajiem aprēķinu algoritmiem, šos aprēķinus veicot meža nogabala līmenī, balstoties uz meža inventarizācijas datiem. Papildus nogabaliem pārklātas dabas aizsardzības, kultūrvēsturiskās vērtības, lai izslēgtu no mežizstrādes teritorijas, piemēram, sugu atradņu buferjoslu platībās (10.attēls).



10.attēls Ekosistēmu pakalpojums - rekreācijas vērtības



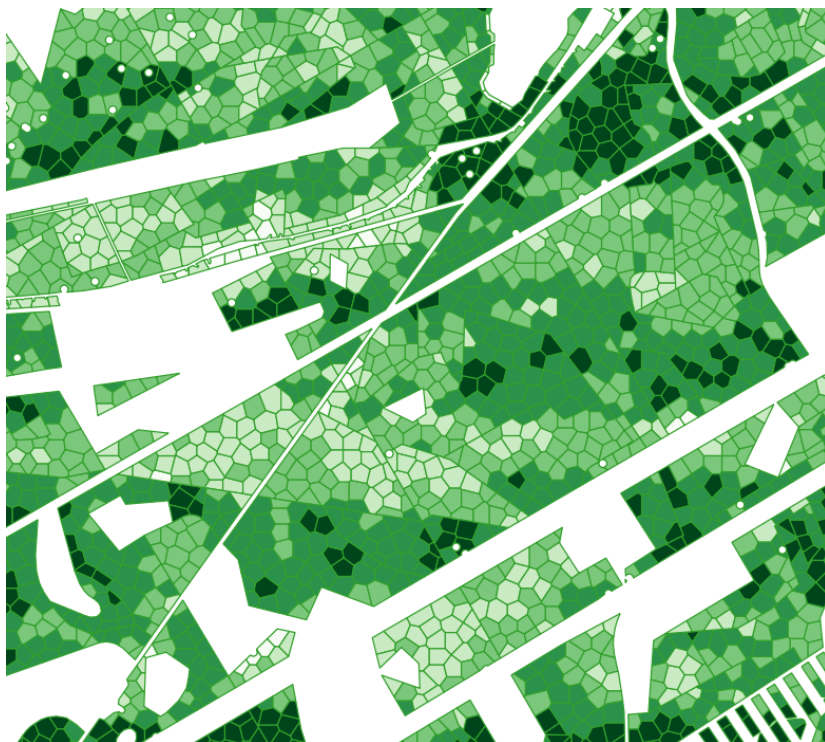
Attiecīgi tālāk plānojot mežizstrādi ekspluatācijas fonda nogabaliem, tiem ir izsvēršanai nepieciešamās visas līdz šim aprēķināmās ekosistēmu pakalpojumu vērtības, kuras tālāk var attiecināt uz mikroaudzēm gadījumos, kad tiek veikta mežizstrāde ar atvērumu paņēmieni.

Detalizēts mikroaudžu, atvērumu sadalījums

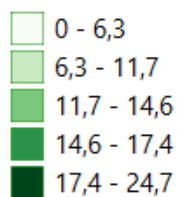
Mikroaudžu sadalījums pēc platības aprēķinu rīkā šobrīd noteikts kā 0,2ha, kas atbilst likumdošanas ierobežojumiem, lai mežizstrāde netiktu klasificēta kā kailcirte. Vienlaicīgi šos iestatījumus lietotājs nepieciešamības, likumdošanas izmaiņu gadījumā var mainīt pats. Atvērumi tiek plānotie indikatīvi pēc tā saucamā “**teselāciju**” sadalījuma principa (11.attēls).

Katrs teselācijas poligons:

- Veidojas esošo nogabalu robežās, nepārsniedz tās.
- Manto no nogabala, kurā iekrīt, visus meža inventarizācijas datus un ekosistēmu pakalpojumu vērtības.
- Apkopo no Lidar datiem reljefu, mežaudzi raksturojošas pazīmes, piemēram, vidējo virsmas slīpumu atvērumu izslēgšanai uz stāvām nogāzēm, apauguma augstuma vidējās vērtības, augstāku koku mikroaudžu (potenciālo pirmā paņēmiena atvērumu) atlasīšanai.



11.attēls Apauguma augstuma sadalījums 0.2 ha teselācijās



Kopsavilkums mežizstrādes plānojumam

Saplānots:

- Eksploatācijas fonds vairāk kā 5000 ha platībā.
- Testa teritorijā ~500 ha platībā nogabaliem, teselācijām aprēķinātas ekosistēmu pakalpojumu vērtības.
- Sadalīti ciršanai pieejami nogabali teselācijās, pievienojot Lidar datu aprēķinātās vērtības.

Atvērumiem (teselācijām) saplānota ciršanas prioritāte pēc pieņēmuma, ka mežaudze tiek cirsta:

- Trīs paņēmienos.

- Atstājot necirstus 40% no platības.
- Sākotnēji kā noteicošo prioritāti nosakot atvērumus ar lielāko krāju (pēc Lidar).

Visi kritēriji lietotājam ir maināmi, ka prioritātes nosakāmas savādāk.

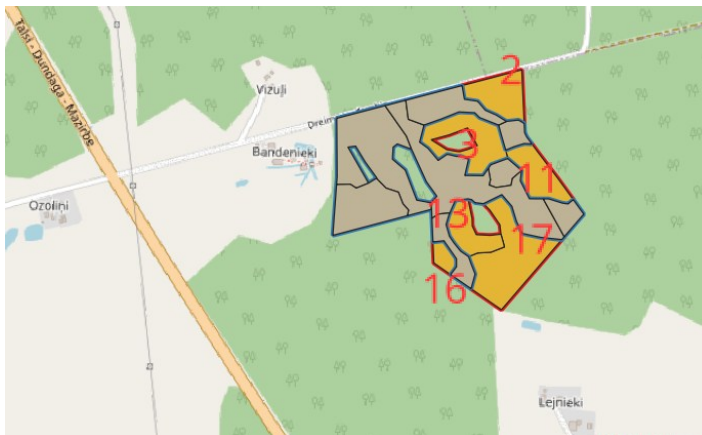
8. Mežizstrādes tehnoloģiju izvērtējums un izvēles pamatojums rīka izstrādes stadijā

Integrācija starp meža datu pārvaldības sistēmu un meža mašīnām projekta ietvaros tika izvēlēta un izstrādāta:

- Ņemot vērā SIA “Rīgas meži” meža datu pārvaldības sistēmu, integrējot tehnoloģiskās kartes automātiskas sagatavošanas procesā.
- Neatkarīgu risinājumu, kuru, balstoties uz nozares datu apmaiņas standartiem, var izmantot neatkarīgi no meža datu pārvaldības sistēmas esamības uzņēmumā.

Meža mašīnu datu testi

Lai laicīgi notestētu dažādu izpētīto datu formātu darbību meža mašīnās vēl pirms sistēmas izstrādes, sagatavoti divu īpašumu Ziemeļkurzemē cirsmu datu formāti, kuros projekta partneris SIA “Niedrāji” bija paredzējis veikt mežizstrādes darbus (12.attēls).



12.attēls Mežizstrādes testu vieta nr.1 Ziemeļkurzemē

Testēta iespēja kml failos saglabāt cirsmu robežu simbolizāciju, lai nodrošinātu caurspīdīgu poligonu ielasīšanu datorsistēmā (13.attēls).



13.attēls Mežizstrādes testu vieta nr.2 Ziemeļkurzemē

9. Pieejamo un papildus nepieciešamo ģeotelpisko datu importa un ievākšanas vides/vietnes izveide

Meža datu apstrādes un ekosistēmu pakalpojumu novērtēšanas rīka izstrāde Python valodā, kas automatizē ģeotelpisko datu lejupielādi, apstrādi, modelēšanu un analīzi, izmantojot mikropakalpojumu pieeju. Tas integrējas ar meža pārvaldības sistēmu, izmanto atvērto datus, analizē DEM/DTM atvasinājumus, biotopu un sugu aizsardzības slāņus, veido cost virsmas un izvēlas mežizstrādei piemērotus atvērumus. Rīks paredz pielāgotu konfigurāciju ar JSON failiem, nodrošina atkārtotu modelēšanu un izmantojams arī pašvaldību informēšanai par ilgtspējīgu mežsaimniecību.

Galvenās sadaļas:

- Automatizēta ģeotelpisko datu lejupielāde un apstrāde no atvērtiem datu avotiem.
- Python balstīts rīks ar mikropakalpojumu integrāciju meža pārvaldības sistēmā.
- Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana nogabalu līmenī, balstoties uz sugu, biotopu, reljefa datiem.

- Modelēšana ar teselāciju un statistikas analīzi, fona datu integrācija tehnoloģiskajās kartēs.
- Lietojams arī kā pamats izglītojošai komunikācijai ar meža īpašniekiem un pašvaldībām.

10. Rīka kodēšana un aprakstīšana

IT rīks tika programmēts, izmantojot atvērtā koda bibliotēkas, izstrādājot funkcionālus moduļus: datu ievade, ekosistēmu pakalpojumu aprēķins, atvērumu modelēšana, digitālo mežizstrādes uzdevumu sagatavošana. Paralēli izstrādāts tehniskais apraksts. Kods pieejams SIA “Rīgas meži” Github mājas lapā <https://github.com/rigasmezi>.

11. Rīka rezultātu verifikācija

Verifikācijas darbības mērķis bija pārbaudīt izstrādātā mežizstrādes plānošanas rīka (turpmāk – rīks) rezultātu atbilstību projektā definētajām prasībām, tai skaitā:

- ekosistēmas pakalpojumu telpisko datu korektai integrācijai;
- algoritma darbībai saskaņā ar normatīvajiem un ekoloģiskajiem ierobežojumiem;
- rezultātu pielietojamībai mežsaimniecības praksē.

Verifikācijas pieeja un metodes

Rīka verifikācija tika īstenota adaptīvā un iteratīvā veidā, ciešā saistībā ar tā izstrādes procesu (darbība Nr. 10) un ievaddatu testēšanu (darbība Nr. 8). Tā ietvēra gan strukturētu starprezultātu analīzi, gan gala rezultātu kvalitātes pārbaudi.

1. Iteratīvā pārbaude izstrādes laikā

Rīks tika veidots kā Python balstīts mikroserviss ar konfigurējamiem parametriem (JSON struktūrā). Verifikācija sākās jau izstrādes fāzē:

- tika testēti atsevišķi apstrādes posmi – datu iegāde, rastru atvasinājumu ģenerēšana (slope, DTW, TPI), teselācijas veidošana, indikatoru aprēķins;
- īpaša uzmanība tika pievērsta tam, vai algoritms korekti izslēdz neatbilstošās teritorijas (piemēram, stāvas nogāzes, mitras ieplakas, biotopu aizsardzības zonas);
- tika salīdzināti starprezultāti dažādos iterāciju ciklos, piemēram, 50 reizes mainot sākotnējo stāvokli, lai novērtētu stabilitāti un dispersiju.

2. Telpisko indikatoru konsekvence

Pārbaudīts, vai algoritma ģenerētajos mežizstrādes fāžu sadalījumos nemainās būtiski indikatoru vidējās vērtības:

- visās fāzēs analizēti CHM, DTW, EP indeksi;
- vidējo vērtību un dispersiju analīze (skat. Vinogradovs et al., 2025) liecina par sabalansētu rezultātu.

3. Atbilstība izmantošanas kontekstam

Rīka rezultāti tika verificēti arī no lietošanas perspektīvas:

- novērtēta kartogrāfiskā izejas produkcija;
- izvērtēta iespēja rīka rezultātus pārnest uz esošo pārvaldības sistēmu (RM MDPS);
- notika komunikācija ar gala lietotāju, kurā rīks tika demonstrēts un papildināts ar lietotāja komentāriem (izcērtamo bloku klasifikatori, fonu datu izvēle).

4. Reversā izsekojamība un ekspluatācijas gatavība

Lai pārliccinātos, vai no rezultāta var uzticami atvasināt tā izcelsmi un pārbaudīt, ka process bijis korekts un atzīt rīku kā gatavu ekspluatācijai tika:

- dokumentēti konfigurācijas un izpildes parametri;
- pārbaudīta reproducējamība: identisks rezultāts tiek iegūts, palaižot vienu un to pašu konfigurāciju dažādās vidēs;

- pārbaudīta izejas datu pakotņu atbilstība tehnoloģisko karšu un harvestera ievades prasībām.

Rezultāti un secinājumi

Rīks ir funkcionāls, reproducējams un ekspluatējams reālā pārvaldības sistēmā.

2. Rezultāti saglabā indikatoru balansētību visās mežistrādes fāzēs.
3. Nav konstatēti principiāli darbības traucējumi vai neatbilstības sākotnēji izvirzītajām prasībām.
4. Pateicoties mikroservisu arhitektūrai, rīks spēj dinamiski strādāt ar dažādiem ievaddatiem un ir pielāgojams citiem reģioniem.

12. Saistošo normatīvo dokumentu analīze un normatīvu atbilstība izstrādātajai tehnoloģijai

Analizēti nacionālie un ES līmeņa normatīvie akti, kas regulē mežsaimniecības plānošanu, vides prasības, datu izmantošanu. Novērtēta izstrādātā risinājuma atbilstība Meža likumam, Vides aizsardzības likumam, datu regulai (GDPR). Sagatavots likumdošanas izmaiņu ierosinājumu dokuments šādiem normatīvajiem dokumentiem:

- Nr. 67 “Noteikumi par meža apsaimniekošanas plānu”

Dabai tuvu meža apsaimniekošanas metožu pilnveidošana ir būtiska, lai palielinātu iespēju izaudzēt augstražīgas, bioloģiski noturīgas mežaudzes, nodrošinot tautsaimniecību ar nepieciešamajiem koksnes resursiem, vienlaikus saglabājot vides ekoloģisko līdzsvaru un uzlabojot meža estētiskās īpašības. Taču pašreizējo regulējumu raksturo normatīvā sadrumstalotība un vienotas stratēģijas trūkums, kas kavē integrētas, daudzmērķu mežsaimniecības plānošanu un īstenošanu. Meža apsaimniekošanas plāns šobrīd ir obligāts tikai meža īpašniekiem vai tiesiskajiem valdītājiem, kuru kopējā apsaimniekojamā meža platība pārsniedz 10 000 hektāru, un tā izstrāde nav nepieciešama mazākiem īpašumiem,

kas veido lielāko daļu privāto mežu. Turklāt plāna saturs galvenokārt koncentrējas uz meža resursu kvantitatīvu raksturojumu un plānotajiem apsaimniekošanas pasākumiem, bet tajā nav iekļauta prasība pēc ekosistēmu pakalpojumu izvērtējuma, emisiju uzskaites vai ainavu plānošanas. Ciršanas kārtībā nav normētas izlases un pakāpeniskās cirtes, ierobežojot iespējas atjaunot un pārveidot mežaudzes dabai tuvā veidā pirms galvenās cirtes vecuma sasniegšanas. Meža inventarizācijā dominē standartizēta pieeja, kas nenodrošina iespēju dokumentēt daudzslāņu un strukturētas mežaudzes, piemēram, pamežu un paaugu. Arī atjaunošanas noteikumi ir nepietiekami elastīgi, īpaši attiecībā uz priekšatjaunošanu un atvērumu plānošanu pakāpeniskajās cirtēs. Turklāt trūkst skaidras sasaistes ar ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu un emisiju uzskaiti, kas būtiski ierobežo meža apsaimniekošanas piensuma uzskaiti klimata un bioloģiskās daudzveidības mērķu sasniegšanā. Tāpat nav pietiekamu fiskālu vai administratīvu stimulu, kas motivētu meža īpašniekus brīvprātīgi īstenot dabai tuvus apsaimniekošanas modeļus, piemēram, nodrošinot nodokļu atvieglojumus vai īpaša statusa piešķiršanu Meža valsts reģistrā.

- **Nr. 936 “Noteikumi par koku ciršanu mežā”**

Papildināt noteikumus ar punktu “1.13. koku ciršanas kārtību pakāpeniskajās cirtēs.”
Papildināt ar sadaļu XV “Koku ciršanas kārtību pakāpeniskajās cirtēs” pirms noslēguma jautājumiem. Šajā sadaļā noteikt šādus punktus:

Kokus pakāpeniskajā cirtē cērt persona, kura izstrādājusi meža apsaimniekošanas plānu atbilstoši paplašinātajām prasībām MK noteikumos “Noteikumi par meža apsaimniekošanas plānu”.

Pakāpeniskās cirtes var būt:

Grupu pakāpeniskās cirtes, kur koki tiek cirsti:1

Sausieņu meža tipos.

Kur valdošā koku suga nogabalā priede.

Maksimālais grupas atvērums uz 1 ha 0,5ha.

Joslu pakāpeniskās cirtes.

Visos meža tipos.

Maksimālais joslas platums 30m.

Maksimālais joslas garums 200m.

Pakāpeniskās cirtes var cirst briestaudžu vecumā.

Ar šiem papildinājumiem tiek:

Strukturēta koku ciršanas plānošana dabai tuvās mežsaimniecības ietvaros.

Nodrošināta pakāpeniska meža atjaunošanās un bioloģiskās daudzveidības saglabāšana.

Precizētas prasības ciršanas metodēm, pielāgojot tās meža tiptiem un sugu sastāvam.

Nr. 308 “Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi”

Papildināt noteikumus ar sadaļu 2.4. “Meža atjaunošana pakāpenisko ciršu platībās”.

Noteikt sadaļā šādu punktus:

Īpašnieks var veikt priekšatjaunošanu meža atvērumos pēc pakāpeniskās cirtes izmantojot dabisko atjaunošanos, paaugas attīstības veicināšanu, stādīšanu.

Valsts meža dienests nodrošina iespēju Meža valsts reģistrā reģistrēt atjaunošanas, stādāmā materiāla izcelsmes pazīmes pakāpenisko ciršu gadījumā.

Vienlaicīgi nepieciešams atvērt diskusiju par zinātniski pamatotu citu sugu stādīšanas iespēju respektējot klimata izmaiņas.

Ar šo papildinājumu tiek:

Veicināta dabai tuvāka meža atjaunošanās pēc pakāpeniskajām cirtēm.

Oficiāli atzīta un uzskaitīta stādāmā materiāla izcelsme un atjaunošanas statuss Meža valsts reģistrā pieaugušās mežaudzēs, atvērumos.

Nodrošināta elastība īpašniekiem izvēlēties piemērotāko atjaunošanas metodi un koku sugu atbilstoši vietējiem apstākļiem.

Nr. 384 “Meža inventarizācijas un Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumi”

Papildināt noteikumus ar nosacījumu, ka 3.pielikuma par meža sadalīšanu nogabalos trešā sadaļa “Mežaudze vecums” neattiecas uz nogabaliem, kuros plānota, veikta pakāpeniskā cirte. Kas nepieciešams, lai varētu Meža valsts reģistrā reģistrēt dažāda vecuma mežaudzes, kas ir mērķis, lai strādātu uz vienlaidus meža segumu.

Noteikt, ka Valsts meža dienests nodrošina apakšnogabalu reģistrēšanu Meža valsts reģistrā, kurā reģistrētu šādas pazīmes:

Pakāpeniskās cirtes paņēmieni.

Pakāpeniskās cirtes paņēmiena gads.

Atvērumu atjaunošanas veids.

Atvērumu atjaunošanas suga.

Atjaunošanas stādāmā materiāla izcelsme.

Noteikt, ka Valsts meža dienests nodrošina šādu papildus pazīmju reģistrēšanu meža nogabaliem:

Pameža sugas.

Pameža sugas vainagu projekcija.

Paaugas sugas.

Paaugas sugas vainagu projekcija.

Ar šiem noteikumu papildinājumiem tiks:

Nodrošināta elastīga un reālistiska atspoguļošana Meža valsts reģistrā dažāda vecuma mežaudžu attīstības gaitai pēc pakāpeniskajām cirtēm.

Atvieglota vienlaidus meža seguma veidošana un apsaimniekošana.

Nodrošināta detalizētāka meža ekoloģiskā struktūra (pameža un paaugas dati), kas nepieciešama labai tuvās mežsaimniecības ieviešanai un monitoringa nodrošināšanai.

Nr. 421 “Medību noteikumi”

Izteikt 17.punktu šādā redakcijā: “Ja Valsts meža dienestā saņemti vairāki iesniegumi par vienas un tās pašas zemes vienības vai tās daļas medību platības reģistrēšanu medību iecirknī, tos izskata saņemšanas kārtībā, izņemot, ja iesnieguma autors ir zemes īpašnieks. Šādā gadījumā primāri izskata zemes īpašnieka iesniegumu.”

Izveidot jaunu sadaļu “Medību saimniecības plāns”

Šī redakcija:

- precīzi nosaka priekšrocību zemes īpašnieka iesniegumam.
- sakārto prioritāti attiecībā pret citiem pieteikumiem.
- nodrošina tiesisko skaidrību Valsts meža dienestam un iesniedzējiem.

Jaunas sadaļas izveides mērķis ir veicināt daudzvērtīgu mežsaimniecību un ekosistēmu pakalpojumu integrāciju medību saimniecības plānošanā. Tas palīdzēs nodrošināt medību procesa ilgtspējīgu attīstību, lai:

Uzlabotu medību saimniecības integrāciju ar meža apsaimniekošanas un dabas aizsardzības mērķiem.

Veicinātu ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanu un ilgtspējīgu izmantošanu.

Palielinātu teritoriju pārvaldības caurspīdību un sabiedrības iesaisti.

Nr. 936 “Dabas aizsardzības noteikumi meža apsaimniekošanā”

Papildināt noteikumus ar apakšpunktu 19. punktā “Bioloģiski vērtīgās mežaudzes statusu var atcelt, ja:”

19.3. Mežaudze nokartēta kā biotops biotopu skaitīšanas ietvaros un īpašnieks ir izstrādājis integrēto meža apsaimniekošanas plānu, kurā paredzēta šīs mežaudzes aizsardzība un apsaimniekošana ar biotopa kvalitātes uzlabošanas mērķi.

Šis papildinājums:

- Nodrošina elastību īpašniekiem, kuri uzņemas augstāku pienākumu līmeni biotopa aizsardzībā.
- Veicina aktīvu dabai tuvu apsaimniekošanu, nevis tikai pasīvu aizsardzību.
- Integrē biotopu skaitīšanas rezultātus ar mežsaimniecības plānošanas sistēmu.
- Balstās uz ilgtspējīgas apsaimniekošanas principiem, uzsverot biotopa kvalitātes uzlabošanu kā primāro mērķi.

Nr. 103 “Kadastrālās vērtēšanas noteikumi”

Papildināt noteikumu ar apakšpunktiem 55.punktā “Meža zemei izvērtē šādus vērtību ietekmējošos faktorus”

Ar šiem papildinājumiem:

- Tiek pilnvērtīgi iekļauts ekosistēmu pakalpojumu ekonomiskais novērtējums meža vērtības aprēķinos.
- Vērtēšanas process kļūst kompleksāks un precīzāks, ņemot vērā nekoksnes resursus, klimata regulāciju, rekreācija nozīmību.
- Tiek veicināta ilgtspējīga mežsaimniecības plānošana, balstīta ne tikai uz tradicionālām ekonomiskām vērtībām, bet arī ekosistēmu saglabāšanas aspektiem.

13. Rīka testēšana meža izstrādātāja IS (informācijas sistēmā)

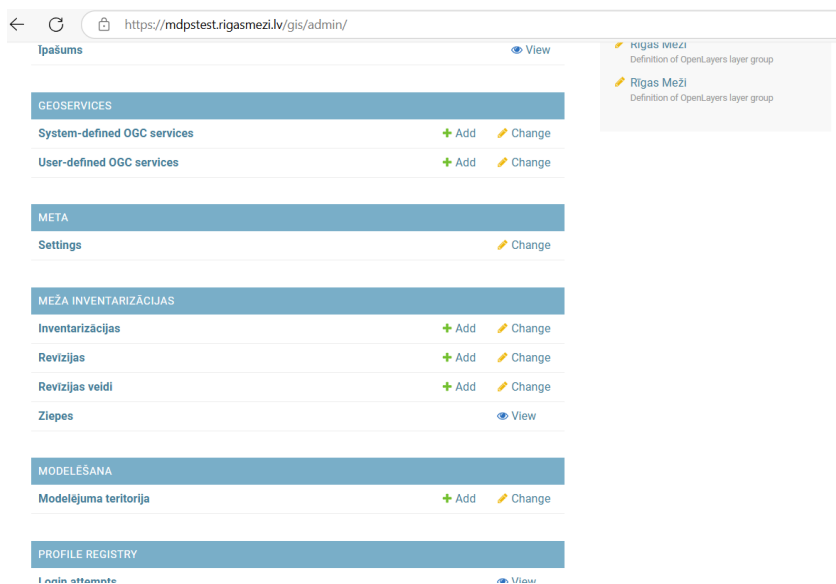
Rīks integrēts testēšanas vidē, imitējot datu plūsmas starp mežsaimniecības IS un rīku. Rīks pilnībā integrēts SIA “Rīgas meži” meža datu pārvaldības sistēmas karšu pārlikā un mežsaimniecisko darbu plānošanas vidē.

Projekta ietvaros izstrādātais risinājums ietver divu pakāpju datu apstrādes risinājumu:

- Modelēšanas rīks, kurš darbojas izmantojot atvērtos datus vai arī uzņēmuma datu infrastruktūrā esošos datus (konfigurējams).
- Darbu uzdevumu, tehnoloģiskās kartes sagatavošanas risinājums, kurš izmanto modelēto informāciju, lai sagatavotu digitālu informāciju mežizstrādes mašīnām.

Testēšana Rīgas Meži SIA informācijas sistēmā.

Modelēšanas rīks integrēts SIA “Rīgas meži” meža datu pārvaldības sistēmas interneta pārlūkā kā sadaļa “Modelējuma teritorija”. Projekta izstrādes laikā tas tiek īstenots informācijas sistēmas testa vidē (14.attēls).



14.attēls Modelēšanas rīka sākuma izvēlne meža datu pārvaldības sistēmā

Attiecīgi izzīmējot teritorijas poligonu (15.attēls), sistēma veic darbības atbilstoši rīka konfigurācijai:

- Lejuplādējot teritorijas datus.
- Modelējot ekosistēmu pakalpojumus.
- Aprēķinot vairāk kā 50 fona datu slāņus no atvērtajiem datiem, audžu lāzerskenēšanas informācijas.
- Sagatavojot atvērumu (teselācijas) poligonus ar konfigurācijā noteikto informāciju.

- Sagatavojot visu datu, aprēķinātās informācijas pakotni lejuplādei.

Add Modelējuma teritorija

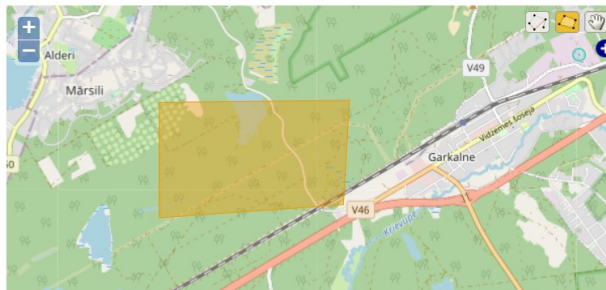
Pamatinformācija

Modelējuma ZIP arhīva
saite:

Parametri (Show)

Karte

Teritorijas robežas:



15.attēls Modelējamās teritorijas izvēle

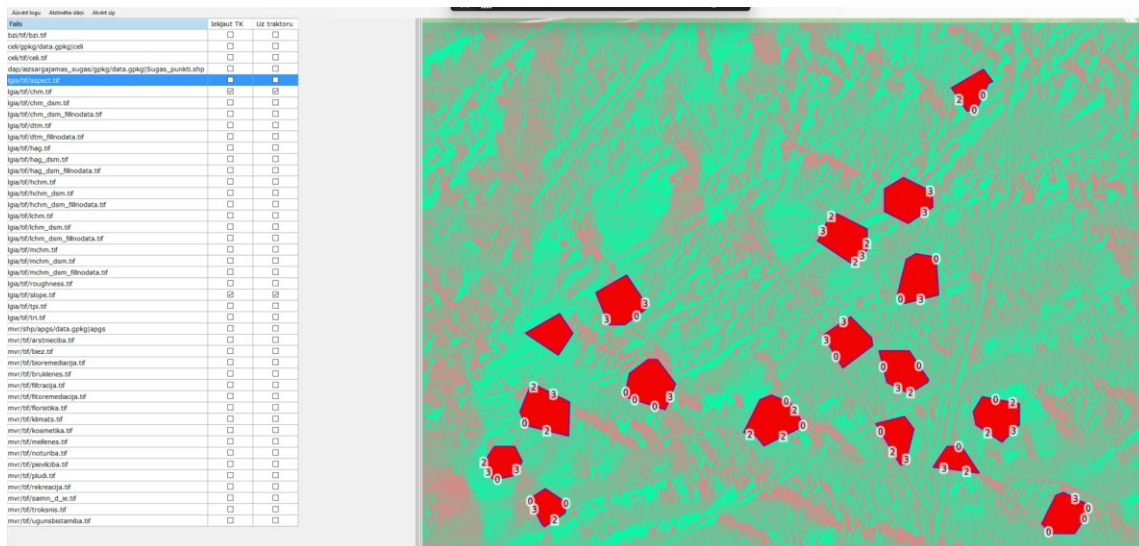
Visas modelētās teritorijas pieejamas interneta pārlūkā saraksta veidā ar lejuplādes adresēm.

Modelēšanas rezultāti izvietoti uz konfigurācijā norādītā servera resursiem, pieejami lejuplādei vai izmantošanai tālākai apstrādei. Arī automatizēti, jo kopējais rezultātu apkopojums ar noteiktu datu saturu, direktoriju struktūru.

Darba uzdevumu, tehnoloģisko karšu digitālo datu sagatavošanas rīks integrēts SIA “Rīgas meži” meža datu pārvaldības sistēmas mežsaimniecisko darbu plānošanas sistēmā. Tas izmanto modelēšanas rīka rezultātus, sagatavojot:

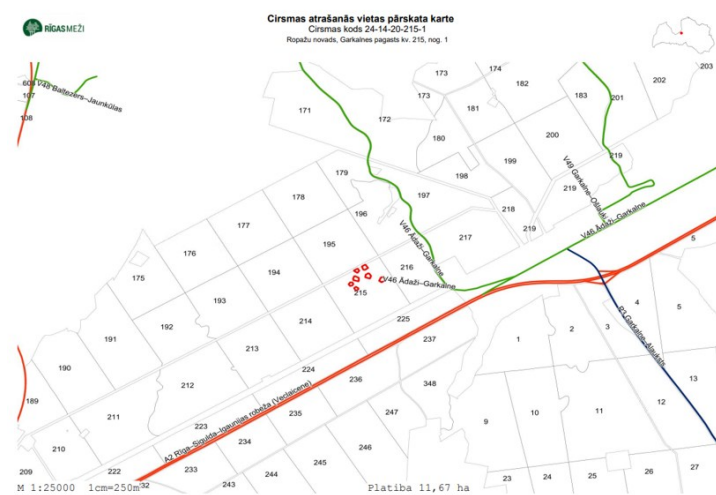
- Cirsma tehnoloģisko karti.
- Digitālo mežizstrādes uzdevumu OIN formātā.
- Meža mašīnas digitālo kartogrāfisko materiālu lietošanai offline.

Pieklūve nodrošināta sistēmai pieprasot sagatavot tehnoloģisko karti. Ja tiek norādīts modelēšanas rīka sagatavotais datu arhīvs, tālākā izvēlē lietotājs norāda cērtamos poligonus, fona kartes (16.attēls).



16.attēls Fona karšu izvēle tehnoloģiskai kartei meža datu pārvaldības sistēmā

Ja datu arhīvs netiek norādīts, tehnoloģiskās kartes sagatavošana notiek pēc standarta kārtības. Testa ietvaros sagatavota tehnoloģiskā karte, mežizstrādes darba uzdevumi un digitālie dati mežizstrādes mašinai (17.attēls).



17.attēls Tehnoloģiskā karte mežizstrādei

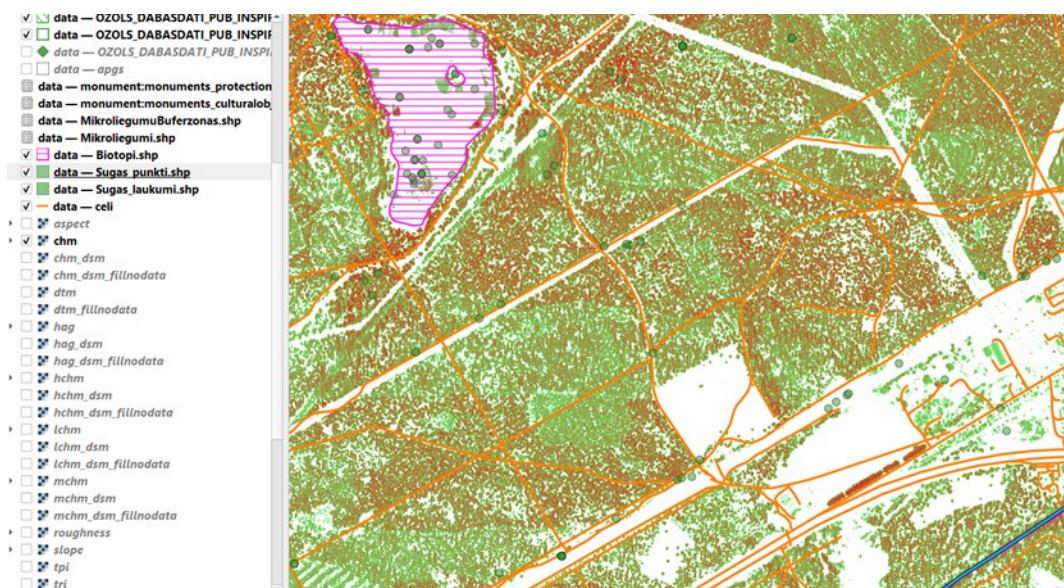
Testēšana Ingka Investments Latvia informācijas sistēmā

Atbilstoši saziņai ar uzņēmuma pārstāvjiem, izvēlēti četri īpašumi Vidzemē, kuros tiek plānots testēt dabai tuvus mežsaimnieciskos paņēmienus. Sagatavotas modelēšanas pakotnes (18.attēls) šīm teritorijām konfigurācijā, saglabājot noklusētās vērtības.

 1380498969414780918.zip	 
 4686031493990826259.zip	 
 5298927484609165167.zip	 
 5778589342558759231.zip	 

18.attēls Ingka Investments četru īpašumu modelēšanas rezultāti

Mežizstrādei, kas Latvijā iespējama arī ar rokas motorinstrumentiem, sagatavots un notestēts QGIS (Desktop GIS programma), QField (mobilajiem telefoniem un planšetēm) karšu projekts, kurš automātiski no sagatavotās modelētās datu pakotnes (standartizēta datu struktūra) izveido simbolizētus vektoru, rastra datus (19.attēls)



19.attēls. Tehnoloģiskā karšu projekta paraugs

14. Mežizstrādes plānošana un uzraudzība rīka testēšanas teritorijās

Rīks tika praktiski pielietots testēšanas teritorijā SIA “Rīgas meži” Juglas mežniecības 215. un 216.kvartālos, sagatavojot mežizstrādes plānus un analizējot potenciālās sekas uz ekosistēmu pakalpojumiem. Iepļānota mežsaimnieciskā darbība vairāk kā 20 ha platība, plānojot automatizēti izvēlētu atvērumu zāģēšanu.

15. Mežizstrādes veikšana rīka testēšanas teritorijās

Tika veikta eksperimentāla mežizstrāde, balstoties uz rīka ģenerētajiem plāniem. Mežizstrāde tika veikta bez robežu izzīmēšanas dabā, meža mašīnā orientējoties pēc rīka sagatavotās digitālās kartes. Vērtēta atbilstība paredzētajam scenārijam, kā arī monitorēta izstrādes robežu ievērošana.

Testētajās teritorijās mežizstrādes procesi ar daudzfunkciju plānošanas rīka palīdzību norisinājās veiksmīgi, atbilstoši plānam.

16. Medību infrastruktūras plānojuma metodika, atbilstoši jaunā ainavu dizaina cīrsmām

Pamatojoties uz izstrādāto ekosistēmu pakalpojumu kartēšanas metodiku, veikta nogabalu kartēšana atbilstoši medījamo dzīvnieku barības bāzes aprēķinam bonitātēs atbilstoši MK noteikumiem Nr. 1194 “Kārtība, kādā nosaka maksu par medību tiesību izmantošanu valstij piekrītošās vai piederošās medību platībās”, kuri izstrādāti uz J.Ziediņa metodikas pamata.

Veikt apkopojums no Mednis aplikācijas datiem VMD ĢIS par medījumu vietām. Tas ilustrē pēdējo divu gadu medību aktivitāšu vietas Rīgas mežos. Tas parāda, ka ir iespēja sadzīvot

dažādiem rekreācijas veidiem, jo pilnīgi visās teritorijās, kurām ir līgumi regulāras medības nenotiek.

Secinājumi

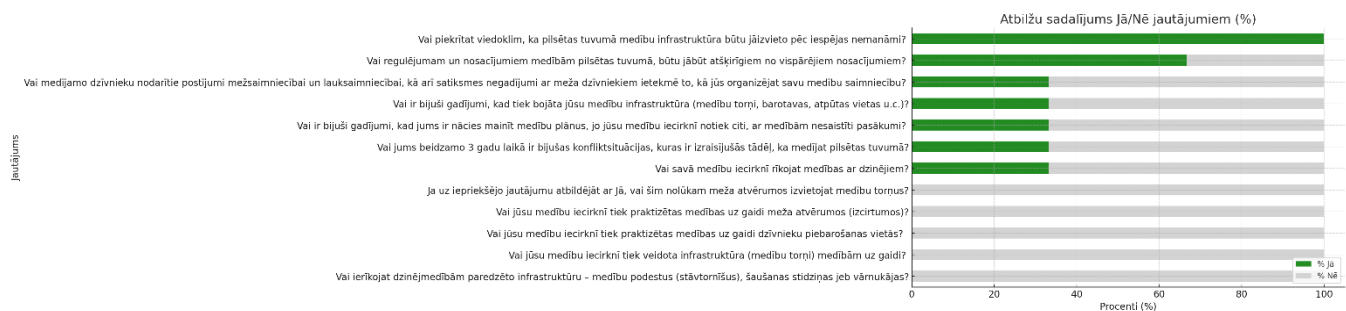
- Medību infrastruktūra apdzīvotās teritorijās prasa īpašu pieeju, kas apvieno dzīvnieku pārvaldības mērķus ar sabiedrības drošības un vides estētikas prasībām.
- Lēmumiem jābalstās uz lokāliem riskiem, sugu īpatnībām un sabiedrības attieksmi, un infrastruktūras veidi jāizvēlas uzmanīgi – piemēram, gaides torņi var būt piemēroti tikai atsevišķās zonās.
- Integrēta pieeja, apvienojot medību un nemedību metodes, ir visefektīvākā briežu populācijas pārvaldībā apdzīvotās vietās;
- Sabiedrības iesaiste un izglītošana ir būtiska, lai nodrošinātu veiksmīgu pārvaldību;
- Pielāgotas stratēģijas, ņemot vērā vietējos apstākļus un sabiedrības attieksmi, ir nepieciešamas efektīvai pārvaldībai.

Medību kolektīvu aptauja par medībām Pierīgā.

Sagatavota aptaujas veidlapa ar jautājumiem un izsūtīta SIA “Rīgas meži” kolektīviem, kuri medī pie Rīgas. Aptaujas veidlapa pieejama projekta kopējā nodevumu datu bāzē.

Vairumā jautājumu atbildes “Jā” dominē, piemēram (20. Attēls):

- 100% respondentu norāda, ka tiek ierīkota infrastruktūra gan dzinējmedībām, gan medībām uz gaidi.
- Medības uz gaidi izcirtumos un piebarošanas vietās tiek praktizētas visos iecirkņos.
- 67% respondentu norādījuši, ka medījamo dzīvnieku postījumi ietekmē medību saimniecības organizāciju.



20.attēls Aptaujas jautājumu sadalījums

Kvalitatīvie komentāri – piemēri un interpretācija:

Par dzinējmedībām

- “Šogad vēl nespējām, bet nākamgad ir doma sākt taisīt.” → Norāda uz organizatorisku ieceri, nevis atteikšanos no šāda medību veida.

Par ietekmi no postījumiem un negadījumiem

- “Bieži nākas reaģēt un savākt/likvidēt uz šosejas notriektus dzīvniekus.”
- “Tiek operatīvi reaģēts uz informāciju par jebkādu postījumu.” → Norāda uz aktīvu operatīvu iesaisti dzīvnieku radīto postījumu seku likvidēšanā.

Par sabiedrības mijiedarbību un medību vidi

- “Rīgas valsts pilsēta ar aglomerāciju faktiski ir puse no LR iedzīvotājiem – citi priekšstati par dabu.”
- “Liela slodze piepilsētas mežu apmeklēšanā, tai skaitā NBS aktivitātes.” → Šie komentāri atklāj spriedzi starp sabiedrības izmantošanas paradumiem un mednieku vajadzībām, īpaši piepilsētās.

Par nepieciešamību regulēt medības piepilsētās

- “Regulējumam jābūt atšķirīgam – sabiedrības izpratne, apmeklējuma intensitāte, bīstamība.”
- “Neiespējami izstrādāt visiem pieņemamu piepilsētas noteikumu sistēmu.”

Telpiski meža apsaimniekotāju informācijas sistēmā iezīmēta, atbilstoši metodikai, plānotā medību infrastruktūra, kas tiek veidota kā teritorijas zonējums.

Atbilstoši metodikai, sagatavots un uzņēmuma informācijas sistēmā iezīmēts zonējums (21.attēls) atbilstoši kuram ieteicama medību infrastruktūras izvietošana. Datu atlase:

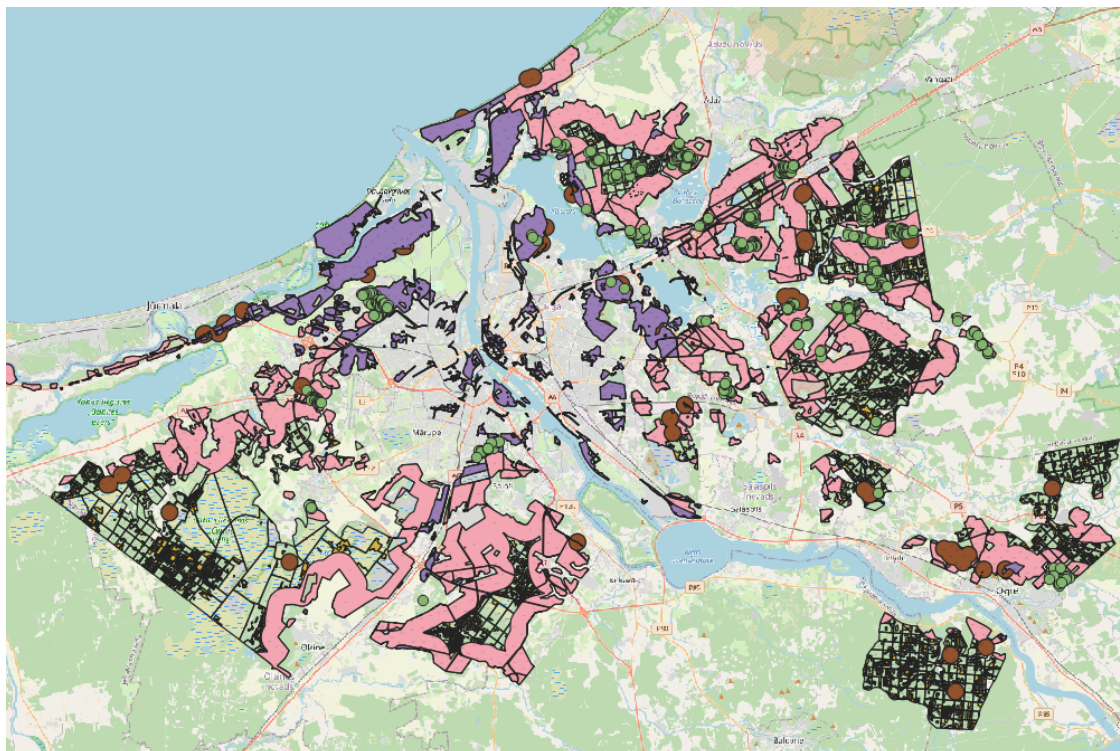
- Pilsētu un ciematu teritorijas. Statiska informācija.
- Atpūtas vietas uzņēmuma īpašumā.
- Nogabalu inventarizācijas datu bāze ar metodikā nepieciešamajām pazīmēm.

Statiski iezīmēts zonējums:

- Pilsētu un apdzīvotu vietu ierobežojumam.
- 1km attālums no apdzīvotām vietām.
- Ierobežojums medībām atpūtas vietu tuvumā. Var tik papildināts, ja tiek izveidotas jaunas atpūtas vietas, tūrisma objekti.

Dinamisks zonējums:

- Izcirtumi un dzīvnieku barošanās lauces.
- Jaunaudzes. Šeit diskusija par maksimālo vecumu konkrētā lokalizācijā, ko iekļauj zonējumā.
- Atvērumu centru vietas.



21.attēls Medību infrastruktūras zonējums datu bāzē.

17. Mežizstrādes novērtējuma veikšana

Tiek veikts mežizstrādes novērtējums pēc mežizstrādes veikšanas saskaņā ar izstrādāto algoritmu paredzēto. Atbilstoši prioritātes kritērijiem, kas projekta ietvaros tika noteikti pēc:

- Lielākā iznākuma pēc Lidar datu apauguma augstuma modeļa datiem.
- 20% apmērā no katra nogabala platības.
- Atvērumi ne lielāki kā 0.2 ha.
- Atvērumi savstarpēji nerobežojas.

Atbilstoši saplānotajam tiek veikta izlases cirte ar atvērumiem, sagatavojot mežizstrādes uzdevumu, kurā digitālā formātā meža mašīnai tiek sagatavots:

- Darbu uzdevums.
- Tehnoloģiskā karte.
- Ciršanas platību (atvērumu) digitālās robežas.

- Meža mašīnu pārvietošanās ierobežojumu fona rastra karte.
- Citas (~50) fona kartes.

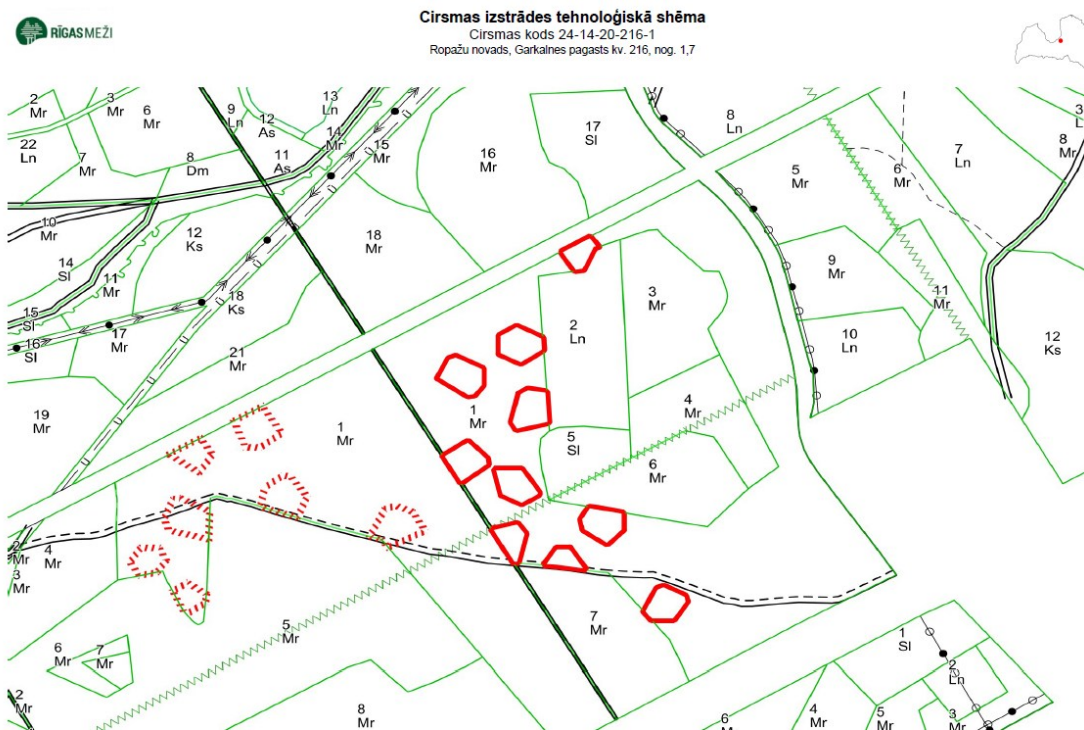
Mežizstrādes teritorija izvēlēta ar vienkāršus priekšnosaukumus bez īpatnībām, reljefa grupām, kas atvieglotu harvestera operatoram orientēties apvidū. Mērķis – paļauties tikai uz digitālajiem kartogrāfiskajiem datiem meža mašīnas datorsistēmā.

Mežizstrādes iznākuma verifikācija pēc mežizstrādes saskaņā ar izstrādāto algoritmu prognozēto.

Mežizstrāde kontrolēta izstrādes laikā, Juglas mežniecības speciālistiem apmeklējot mežizstrādes vietu, kā arī pēc izstrādes, izmantojot tālruna datus, pārbaudīti izstrādes rezultāti.

Pārbaude mežizstrādes laikā

Juglas mežniecības pārstāvji mežizstrādes laikā atbilstoši uzņēmuma iekšējiem normatīviem dokumentiem veica izstrādes kontroli. Kontroles laikā novirzes no plānotajām teritorijām, izstrādes ierobežojumiem netika konstatētas.



22.attēls Cirsmas tehnoloģiskā karte ar modelētajiem atvērumiem

Atbilstoši plānojumam un pēc tā sagatavotajai tehnoloģiskajai kartei (22.attēls), atvērumu izvietojums ar dažādām ģeometrijām, sarežģīts. Lai mežizstrādes iznākuma pārbaude neprasītu darba patēriņu, kas būtu salīdzināmi ar cirsmu stigošanu, kur projekta mērķis ir nākotnē neveikt cirsmu stigošanu, atzīmēšanu dabā, rezultātu pārbaudei nolemts izmantot tālizpētes datus. Tas dod papildus projekta rezultātus, kas ir pieredzi cirsmas izstrādes kontrolei ar tālizpētes datiem.

Rezultātu pārbaudei ar tālizpētes datiem izvēlēti Sentinel2 attēli, kas ir brīvi pieejami, neprasa teritorijas apmeklējumu kā tas būtu dronu datu, areofoto iegūšanas gadījumā. Salīdzinot cirsmas tehnoloģisko karti ar satelītu attēliem (21.Attēls 3), konstatējams, ka mežizstrāde notiekusi precīzi atbilstoši plānotajām teritorijām, apjomam, izvietojumam.



21.Attēls Sentinel-2 satelītu attēls pēc mežizstrādes

18. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka mežizstrādes veida plānošanai rūpnieciskā pētījuma izstrāde

Projekta ietvaros izstrādāts un apkopts pētījumu ietvars un metaanalīze meža apsaimniekošanas plānošanas atbalsta rīku pielietošanā.

Meža apsaimniekošanas plānošanā liela nozīme ir lēmumu atbalsta sistēmām (DSS), kas balstās uz vairākiem kritērijiem un veicina ilgtspējīgu mežsaimniecību. Šī pārskata mērķis ir sniegt visaptverošu analīzi par mūsdienu DSS pielietojumu meža apsaimniekošanā, īpaši izceļot daudzkritēriju lēmumu analīzes (MCDA) metodes, mašīnmācīšanās tehnoloģijas un ieinteresēto pušu iesaistes stratēģijas Centrāleiropā, Skandināvijā un Baltijas reģionā pēdējo desmit gadu laikā.

Daudzkritēriju lēmumu analīze (MCDA) meža apsaimniekošanā

MCDA metodes kļuvušas par būtisku pieeju meža pārvaldības izaicinājumu risināšanā. Bieži izmantotās metodes ir Analītiskā hierarhiskā procesa (AHP), TOPSIS, ELECTRE un PROMETHEE. AHP ļauj strukturēt sarežģītus lēmumu uzdevumus hierarhiski un apvienot kvantitatīvos un kvalitatīvos kritērijus, piemēram, sugu izvēle atjaunošanai un aizsargājamo teritoriju plānošanā. TOPSIS metode ir efektīva, apstrādājot lielu alternatīvu un kritēriju skaitu, atbalstot meža apsaimniekošanas mērķus, kas orientēti uz ieguvumu maksimizēšanu un negatīvo ietekmju minimizēšanu.

MCDA metožu integrācija ar ģeogrāfiskajām informācijas sistēmām (GIS) būtiski uzlabo telpisko lēmumu pieņemšanu, ļaujot vizualizēt kompromisus starp dažādiem apsaimniekošanas mērķiem un noteikt optimālas vietas meža apsaimniekošanas darbībām, piemēram, sugu piemērotības analīzei un ciršanas operāciju plānošanai.

Pētījums apliecina būtisku DSS attīstību meža apsaimniekošanā pēdējā desmitgadē, īpaši daudzkritēriju lēmumu analīzes, mašīnmācīšanās un reāllaika monitoringa ziņā. DSS ir efektīvi atbalstījuši precīzo mežsaimniecību, ieinteresēto pušu iesaisti un vides ietekmes novērtējumu. Eiropas pieredze sniedz nozīmīgus piemērus DSS pielietošanai dažādos meža īpašuma un pārvaldības kontekstos, taču nepieciešams turpināt darbu datu standartizācijā, iesaistē un sistēmu vienkāršošanā, lai nodrošinātu ilgtspējīgu meža apsaimniekošanu nākotnē.

19. Projektā izstrādātā daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka izmantošanas komercpraksē novērtējums

1. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka un projekta rezultātu novērtējums globālās ilgtspējas attīstības mērķu kontekstā

Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks ir izstrādāts kā stratēģisks instruments ilgtspējīgas meža apsaimniekošanas plānošanai, ņemot vērā gan dabas aizsardzības, gan sociālekonomiskos aspektus, kas saskan ar ANO Ilgtspējības atbalsta mērķiem: Nr. 13 “”Rīcība klimata jomā”, Nr. 15 “Dzīvība uz zemes” un Nr. 12 “Atbildīgs patēriņš un ražošana”. Rīks sniedz iespēju veikt sistemātisku alternatīvu izvērtēšanu, balstoties uz kvantitatīviem indikatoriem, kas raksturo meža ekosistēmu stāvokli, potenciālu un cilvēka ietekmi.

Izstrādātā pieeja izmanto daudzslāņu datu analīzi un modelēšanu, lai nodrošinātu vispusīgu lēmumu pieņemšanu. Tā balstīta uz tādām datu grupām kā meža augšanas apstākļi, mežaudžu vecums un struktūra, oglekļa piesaistes potenciāls, biotopu kvalitāte, rekreācijas izmantošanas intensitāte, kā arī kultūrvēsturiskā nozīme. Rīks ļauj apsvērt arī iespējamās vides un sociālās sekas, tādējādi samazinot riskus un nodrošinot racionālu resursu izmantošanu.

Šis lēmumu atbalsta mehānisms kalpo kā platforma, lai saskaņotu dažādu ieinteresēto pušu vajadzības un mērķus, tostarp valsts pārvaldes, meža īpašnieku, vides aizsardzības organizāciju un sabiedrības pārstāvju intereses. Rīks ir praktiski pielietots, piemēram, ainavu ekoloģiskajā plānošanā Rīgas mežos, kur tas atvieglo mežizstrādes un rekreācijas funkciju saskaņošanu. Ar automatizēto modelēšanas rīku, kas balstīts uz ekosistēmu pakalpojumu novērtējumu (skatīt LU, SunGis, RGP izstrādnes), tiek veikta lēmumu optimizācija, vienlaikus ievērojot datus par vides un sociālo ietekmi.

Ekosistēmu pakalpojumu novērtēšana

Ekosistēmas pakalpojumu daudzveidība nozīmē integrēt dažādu ekosistēmas pakalpojumu (kultūras, regulējošo, apgādes un atbalsta) kvantitatīvos rādītājus vienotā mēra vienībā. To var

modelēt telpiskā formā, balstoties uz rādītājiem, piemēram, oglekļa uzkrāšanas apjoms, biotopu daudzveidības vērtība (indeksēta uz aizsargājamo sugu klātbūtni), rekreācijas potenciāls (apmeklējuma biežums, pieejamība), ūdens noteces regulācijas potenciāls un augsnes erozijas riska samazināšana.

Ekosistēmu pakalpojumu izvērtējums Latvijā tiek veikts vairākos līmeņos – no nacionālās politikas ietvara līdz konkrētiem teritoriju apsaimniekošanas risinājumiem. 2023. gadā Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” turpināja darbu pie ekosistēmu pakalpojumu indikatoru izstrādes un precizēšanas, balstoties uz CICES klasifikāciju. Izstrādāti jauni algoritmi dažādu meža ekosistēmu pakalpojumiem, tostarp lietkoksnēs, enerģētiskās koksnēs un oglekļa piesaistes novērtēšanai valsts mežos.

Lai kvantificētu ekosistēmu pakalpojumu sniegto labumu, pētījumos izmantotas dažādas pieejas – bioloģiskās, ekonomiskās, sociālās un ekspertu vērtējumi. Piemēram, nekoksnes produktu – ogu un sēņu – devums ir aplēsts, novērtējot ražas apjomus dažādos meža tipos un sezonās, kā arī to potenciālo vērtību tirgū. Kultūras ekosistēmu pakalpojumi tiek analizēti, pamatojoties uz sabiedrības aptaujām par rekreācijas vietu izmantošanu, vizuālo ainavu kvalitāti un uztverto vērtību. Šie dati tiek integrēti ar telpisko informāciju par meža pieejamību un ainavas struktūru, ļaujot izveidot kartējumus, kas parāda rekreatīvi augsti vērtētas teritorijas. Izmantotā metodika, kas ietver indikatoru atlasī (oglekļa uzkrājumus, rekreācijas potenciālu, biotopu integritāti u.c.), skalu definēšanu un telpisko ekosistēmu pakalpojumu kartēšanu. Saskaņā ar rezultātiem telpiska kartēšana nodrošina izvērstu izpratni par pakalpojumu izplatību un to nozīmību.

Vides un klimata konteksts

Globālajā kontekstā meža ekosistēmu pakalpojumu novērtējums un to iekļaušana lēmumu pieņemšanā ir būtisks instruments klimata pārmaiņu mazināšanā un pielāgošanās pasākumu plānošanā. Brīvprātīgie oglekļa tirgi kļūst par svarīgu mehānismu, ar kuru uzņēmumi un valstis kompensē emisijas, ieguldot dabas bāzētos risinājumos – piemēram, mežu atjaunošanā, aizsardzībā un apsaimniekošanā ar augstu oglekļa piesaistes potenciālu.

Ecosystem Marketplace dati liecina, ka pieaug pieprasījums pēc augstas kvalitātes oglekļa kredītiem, kuri vienlaikus sniedz arī dabas un sociālos līdzguvumus. Latvija, ar savu mežu pārklājumu un attīstītām metodēm ekosistēmas pakalpojumu izvērtēšanai, var kļūt par

konkurētspējīgu dalībnieku šajā tirgū. Vienlaikus notiek darbs pie jauniem dabas kapitāla tirgiem, piemēram, biodaudzveidības kredītiem, kur būtiska ir vietējo kopienu iesaiste un skaidri sociālie standarti. *Biodiversity Credit Alliance* definētie principi paredz augstu integritāti un uzraudzību tirgum, kurš balstās uz *Kunming–Monreālas* Globālās biodaudzveidības ietvara mērķiem.

Latvijai šīs tendences sniedz iespēju nostiprināt mežsaimniecības lomu kā klimata pārmaiņu mazināšanas un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas instrumentu, apvienojot vietējo pētniecību ar starptautiskajiem rīkiem un tirgiem. Izstrādātais rīks atbalsta lēmuma pieņemšanu attiecībā uz meža ugunsgrēku riskiem, biotopu aizsardzību un oglekļa emisiju samazinājumu, ievērojot ES “Zaļā kursa” un Biodaudzveidības stratēģijas 2030.gadam mērķus.

2. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka ilgtermiņa novērtējums Latvijas ilgtspējas attīstības mērķu sasniegšanas kontekstā

Izstrādātais daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks nodrošina inovatīvu pieeju, kas apvieno ekosistēmu pakalpojumu izvērtējumu ar ilgtspējīgas teritoriju pārvaldības vajadzībām. Tas palīdz līdzsvarot vides, sociālos un ekonomiskos aspektus, tieši atbalstot Latvijas ilgtspējas attīstības mērķus – īpaši klimata, bioloģiskās daudzveidības un resursu atbildīgas izmantošanas jomā. Rīka pielietošana praksē, piemēram, Rīgas teritorijās, demonstrē tā potenciālu plānošanas kvalitātes uzlabošanā un sabiedrības iesaistē. Vienlaikus tas kalpo kā tehnisks pamats klimata politikas mērķu integrācijai, jo iekļauj ZIZIMM datu izmantošanu un oglekļa piesaistes aprēķinus. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka spēks slēpjas tā pielāgojamībā – tas ir piemērojams dažādos plānošanas mērogos un piedāvā datu balstītus risinājumus, kas palīdz stiprināt lēmumu pieņemšanas caurskatāmību un sasaisti ar valsts stratēģiskajiem virzieniem. Tādējādi rīks kļūst par ilgtspējas ieviešanas atslēgas instrumentu Latvijas kontekstā.

Stratēģiska saskaņotība ar Latvijas politiku

Atbalsta rīks veidots, lai veicinātu saskaņotību ar Latvijas Nacionālās attīstību plānu, Meža politiku, Klimata un enerģētikas politikas pamatnostādņēm. Tam ir potenciāls uzlabot teritoriju plānošanu un ilgtspējīgu meža apsaimniekošanu.

Izstrādātais daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks demonstrē augstu saskaņotību ar Latvijas nacionālās vides un mežsaimniecības politikas mērķiem, īpaši attiecībā uz ilgtspējīgu dabas resursu pārvaldību, klimata pārmaiņu mazināšanu un bioloģiskās daudzveidības

saglabāšanu. Rīks integrē ekosistēmu pakalpojumu kvantitatīvu izvērtējumu mežsaimniecības lēmumu kontekstā, kas atbilst Latvijas meža un vides politikas virzieniem, piemēram, “Zaļā kursa” ieviešanai, klimata un enerģētikas plānam (NEKP) un Bioloģiskās daudzveidības stratēģijai līdz 2030. gadam .

Instrumenta izmantošana atbilst arī 2024. gadā aktualizētajām vadlīnijām dabai tuvai mežsaimniecībai, kurās uzsvērta nepieciešamība izmantot zinātnē balstītus, telpiski diferencētus risinājumus dabas un saimniecisko interešu līdzsvarošanai¹ . Rīgā pilotētais modelis (piemēram, SIA “Rīgas meži”) demonstrē, kā rīks var tikt praktiski ieviests ainavu plānošanā un iedzīvotāju iesaistes procesos, kas atbilst arī Nacionālās attīstības plāna (NAP2027) uzstādījumam par sabiedrības līdzdalību vides kvalitātes uzturēšanā . Tāpat rīka funkcionalitāte papildina Latvijas Meža politikas (1998, atjaunota 2020. gados) noteikto nepieciešamību līdzsvarot meža resursu izmantošanu ar bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu un oglekļa aprites līdzsvarošanu. Integrēto rādītāju analīze veido pamatu plānošanai, kas respektē gan Eiropas Savienības normatīvo aktu prasības, gan vietējos sociālos un ekonomiskos apstākļus .

Nemot vērā plānotās izmaiņas zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) regulējumā saskaņā ar ES klimata politiku (piemēram, Regula (ES) 2018/841), atbalsta rīks nodrošina arī savlaicīgu pielāgošanos Latvijas klimapolitikas vajadzībām, tostarp CO₂ uzkrājuma un emisiju aprēķinu bāzi. Tas atvieglo nacionālo un pašvaldību klimata plānu ieviešanu, tajā skaitā klimata adaptācijas pasākumu mērķtiecīgu noteikšanu teritorijās ar augstu regulējošo ekosistēmu pakalpojumu potenciālu².

Kopumā, izveidotais rīks ne tikai paplašina ekosistēmu pakalpojumu pārvaldības iespējas, bet arī nodrošina sistemātisku un integrētu pieeju to ieviešanai Latvijas politikas un pārvaldības sistēmās, stiprinot valsts spējas sasniegt ilgtspējas un klimata mērķus.

Teritoriju risinājumu plānošana un sociālā loma

Ekosistēmu pakalpojumu integrācija teritoriju plānošanā un sabiedrības labbūtības uzlabošanā kļūst par centrālo elementu ilgtspējīgas attīstības pieejā Latvijā. Ekosistēmu pakalpojumu izvērtējums ļauj ne vien noteikt teritoriju dabas vērtību potenciālu, bet arī identificēt to nozīmi

¹ Zinātniskais pētījums: „Vadlīniju dabai tuvai mežsaimniecībai projekta izstrāde atbilstoši Latvijas apstākļiem”, 2024

² Zinātniskais pētījums “Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem”, 2023 un *Ecosystem Marketplace State of the Voluntary Carbon Market*, 2025

sociālekonomiskajā kontekstā – gan veselībai, gan kultūras identitātei, gan vietējās ekonomikas stiprināšanai³. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks kalpo kā praktisks instruments, kas ļauj plānot teritorijas, ņemot vērā gan rekreatīvās vajadzības, gan ainavas estētiku, kultūrvēsturiskās vērtības un sabiedrības uztveri par mežu funkcijām⁴. Rīks integrē datus no sabiedrības aptaujām, telpiskiem apmeklējuma intensitātes novērtējumiem un vizuālās kvalitātes indikatoriem, ļaujot kartēt un stratēģiski vadīt sabiedrībai nozīmīgās teritorijas.

Īpaši nozīmīgs ir kultūras ekosistēmu pakalpojumu segments – meži kā atpūtas vide, ainavas daļa un identitātes nesējs. Pētījumi SIA Rīgas meži apliecina, ka sabiedrības interese par dabas pieejamību ir augsta, un labiekārtoti, dabai tuvi meža apvidi kalpo gan labbūtībai, gan tūrisma attīstībai⁵. Tas saskan ar NAP2027 un Vides politikas pamatnostādņēm, kur uzsvērtā nepieciešamība stiprināt teritoriju publisko pieejamību un ekosistēmu funkcionalitāti.

Nekoksnes meža resursu – ogu, sēņu un ārstniecības augu – pieejamība, kā arī rekreācijas un izzināšanas funkcijas tiek uzskatītas par būtisku nacionālās tautsaimniecības daļu. Aprēķini rāda ievērojamu ekonomisko potenciālu, kas līdz šim bijis nepietiekami integrēts pašvaldību un reģionālajos attīstības plānos⁶. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks šeit dod iespēju monetizēt un plānot šos resursus ilgtspējīgā veidā. Sabiedrības iesaiste lēmumu pieņemšanā, piemēram, teritoriju funkciju izvēlē, ir būtisks rīka komponents, kas nodrošina sociālo leģitimitāti un vietējo kopienu atbalstu. Telpiskās plānošanas kontekstā tas nozīmē mērķtiecīgu sabiedrībai nozīmīgo vietu saglabāšanu un attīstīšanu ar balansu starp saimnieciskajām un ekoloģiskajām funkcijām.

Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks piedāvā inovatīvu un datu balstītu pieeju, kas ļauj Latvijas teritorijas plānot ne tikai pēc biotehniskajiem kritērijiem, bet arī ņemot vērā sabiedrības vērtības un labklājību, stiprinot ilgtspējas principu ieviešanu praksē. Tajā pašā laikā, pamatojoties uz datu analīzi un ekosistēmu kartēšanu (skat. RGP, LU, SunGis, Silava datiem), atbalsta rīks veicina lokālu lēmumu pieņemšanu, ņemot vērā vietējos mitruma režīmus, biotopu ierobežojumus un citus sociālos aspektus. Pamatojoties uz sabiedrības viedokļa analīzi⁷, rīka

³ Zinātniskais pētījums "Mežsaimniecības ietekme uz meža un saistīto ekosistēmu pakalpojumiem", 2023 un Pētījums "Mežs cilvēkam. Meža ekosistēmu pakalpojumi Latvijā" 2023, ar papildinājumiem 2025

⁴ Aktualitātes ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanā Rīgas mežos (prezentācija) 2025

⁵ Aktualitātes ekosistēmu pakalpojumu vērtēšanā Rīgas mežos (prezentācija) 2025

⁶ Zinātniskais pētījums "Meža nekoksnes produktu un pakalpojumu izvērtējums, tā devums Latvijas tautsaimniecībā", 2024

⁷ Zinātniskais pētījums: „Vadlīniju dabai tuvai mežsaimniecībai projekta izstrāde atbilstoši Latvijas apstākļiem”, 2024

izmantošana var palielināt uzticēšanos meža apsaimniekošanas procesiem, jo tas ietver ekosistēmu un rekreācijas aspektus.

3. Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīka ekonomiskais novērtējums, balstoties uz izstrādāto metodiku un iegūtajiem projekta rezultātiem, un to pielietojamība turpmākajā komercpraksē.

Metodiskais ietvars

Papildus klasiskajiem mežsaimniecības rādītājiem metodikā iekļauta arī oglekļa piesaistes novērtēšana, kas veidota, balstoties uz mežaudžu augšanas prognozēm un to saistīto biomasas uzkrājumu dažādos scenārijos. Šāda pieeja ļauj telpiski precīzi noteikt teritorijas ar augstu oglekļa piesaistes potenciālu, integrējot šo informāciju gan klimapolitikas, gan oglekļa tirgu kontekstā. Tā atbilst arī ZIZIMM politikas prasībām, ļaujot izvērtēt ne tikai emisijas, bet arī oglekļa uzkrājumu dinamiku ilgtspējīgas apsaimniekošanas režīmā.

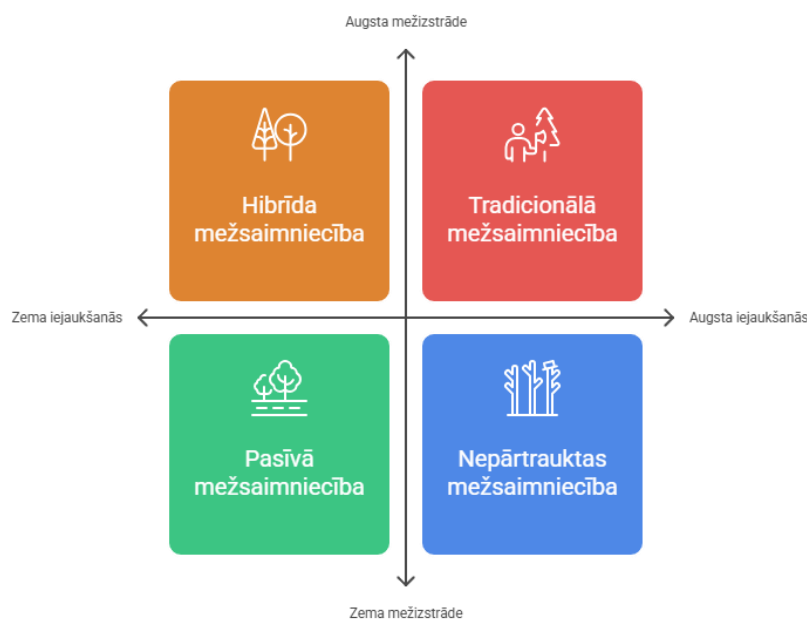
Izmantots un LVMI “Silava” eksperta izstrādāta metodika, kas ietver krājas aprēķinus, sortimenta diferenciāciju, finansiālos rādītājus, oglekļa piesaistes novērtējumu un izmaksu efektivitātes indeksus. Ekonomiskais pamatojums labai tuvai mežsaimniecībai apvieno meža resursu ilgtspējīgu izmantošanu ar vides un sabiedrības ieguvumiem. Izmaksu efektivitātes rīki un detalizēti dati ļauj izvērtēt šo pieeju kā konkurētspējīgu alternatīvu tradicionālajām mežsaimniecības metodēm, it īpaši, ja tiek ņemti vērā ilgtermiņa ekosistēmu pakalpojumi. Metodiskais ietvars uzsver nepieciešamību iekļaut ekonomiskos rādītājus meža apsaimniekošanas lēmumu pieņemšanā. Tas ietver krājas aprēķinus, sortimentu diferenciāciju (enerģētiskā koksne, lietaskoksne) un finansiālos indikatorus – ieņēmumus un izmaksas, balstoties uz meža apsaimniekošanas scenārijiem. Izmaksu efektivitātes indeksi veidoti, lai vienlaikus novērtētu gan finansiālo atdevi, gan ekosistēmu saglabāšanas ieguvumus dažādos mežsaimniecības risinājumos. Šāda analītiska pieeja sniedz iespēju izvēlēties ne tikai ekonomiski, bet arī ekoloģiski izdevīgāko apsaimniekošanas variantu, ko var attiecināt gan uz valsts, gan pašvaldību līmeņiem.

Galveno ekonomisko rādītāju kopums labai tuvai mežsaimniecībai nodrošina pamatu efektīvai resursu plānošanai un ilgtspējīgai apsaimniekošanai. Koksnes krāja kalpo kā pamatvienība, lai noteiktu pieejamās koksnes apjomu un potenciālos ieņēmumus konkrētā teritorijā, savukārt sortimenta analīze ļauj diferencēt dažādu koksnes veidu – piemēram, enerģētiskās un pārējo

koksnes – tirgus vērtību. Finanšu indikatori, kas izteikti eiro vienībās, apkopo mežizstrādes un apsaimniekošanas izmaksas un iespējamus ieņēmumus, sniedzot ieskatu ekonomiskajā atdevē.

Modelēšanā izmantotie telpiskie dati un pamatdatu slāņi, tostarp ekonomiskā, ģeokoloģiskā un citas slāņkopas, ļauj simulēt dažādu meža apsaimniekošanas scenāriju ekonomiskās sekas dažādos reģionos, nodrošinot datu balstītu pieeju lēmumu pieņemšanā. Svarīgi, ka šī metodika ir ne tikai teorētiski balstīta, bet arī piemērota praktiskai ieviešanai plānošanas procesos – tā ir strukturēta un integrējama gan Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīkā, gan citās lēmumu atbalsta sistēmās. Tas nostiprina datu un pierādījumu balstītu pieeju dabas resursu pārvaldībā un ļauj apvienot ekonomiskos, klimatiskos un vides apsvērumus vienotā stratēģijā.

Pamatā ir četras galvenās mežsaimniecības stratēģijas (skatīt zemāk 1.att.), kur var sadalīt četros kvadrantos, pielietojot divas skalas kā mežizstrādes intensitāte (augsta/zema) un cilvēka saimnieciskās darbības iesaiste (augsta/zema).



1.att. Mežsaimniecības pieejas

Šīs ir četras galvenās mežsaimniecības stratēģijas raksturojums nozīmē to, ka:

- **Tradicionālā mežsaimniecība** (*clear-cut based*) – koksnes ražošana, regulāras kailcirtes, intensīva atjaunošana, kur 100% platības tiek nocirsta pēc noteiktiem gadiem;

- **Nepārtrauktas mežsaimniecība** (*continuous cover forestry*) – pakāpeniskas cirtes, selektīva kopšana, kur mežizstrāde tiek veikta selektīvi (parasti 10-15% rotācijas periodā);
- **Hibrīda mežsaimniecība** (*hybrid model*) – kompromiss starp iepriekšminētajām, mainīgs intensitātes režīms, kur mežizstrāde 30-40% rotācijas periodā un pārējais izlases veidā;
- **Pasīvā mežsaimniecība** (*not intervention*) – bez saimnieciskās darbības, tikai dabas aizsardzības un saglabāšana, kur mežizstrāde ir 0%.

Šādas mežsaimniecības stratēģijas savstarpējā salīdzināšanā var izmantot šādus kritērijus - oglekļa uzkrājums (CO₂ sekvestrācija)⁸, bioloģiskā daudzveidība⁹, koksnes apjoms un kvalitāte¹⁰, ekonomiskā rentabilitāte (izmaksas, ieņēmumi)¹¹, riska izkliede (klimats, tirgus), ilgtspēja un sociālais atbalsts.

Modelējot katras strēģijas izmakstu efektivitāti, būtiski ņemt vērā simulētus (potenciālos) koksnes un CO₂ ieņēmumus laika gaitā, izmaksas (plānošana, darbaspēks, atjaunošana utt.), kā arī ekosistēmu pakalpojumu monetizāciju (tiešā un netiešā).

Datu slāņus ieteicams strukturēt tos pēc funkcionālās nozīmes meža apsaimniekošanā un ekosistēmu pakalpojumu nodrošināšanā un piedāvātais klasifikācijas ietvars varētu būt šāds (sk. 2.att.):

1. Ražošanas un ekonomiskie indikatori:

1.1. Koksnes krāja (MVR dati)

1.2. Koksnes sortimenti

1.3. Augošu koku izlases dati (punktveida koksnes novērtējums)

1.4. Mežsaimniecības rotācijas periods / stratēģija

1.5. Krājas kopšanas darbu grafiks

⁸ Tonnas uz ha rotācijas periodā (piemēram, tradicionālā mežsaimniecība 300 t/ha (zudums pēc katras cirtes), nepārtrauktā mežsaimniecība 450 t/ha (stabilis uzkrājums) un pasīvā mežsaimniecība 600 t/ha uzkrājums)

⁹ Vērtēta pēc indikatoriem: struktūras dažādība, mikrobiotopi, veci koki

¹⁰ m³/ha, vērtēta pēc ekonomiskās produktivitātes

¹¹ Kopsumma (ieņēmumi – izmaksas), ieskaitot ekosistēmu pakalpojumu vērtību, kā arī darba izmaksas, atjaunošana, plānošana, zaudētā vērtība no neizmantotiem resursiem

1.6. Pāraugušo mežaudžu lokalizācija

1.7. Iepriekšējo darbu izpildes vēsture

2. Fiziskās vides un pieejamības indikatori:

2.1. Stāvums / nogāzes (LiDAR DEM)

2.2. Mitruma režīmi

2.3. Mežsaimniecības darba plānošanas elastība

2.4. Sezonālās pieejamības karte

2.5. Meža nogabalu telpiskā loģistika

2.6. Tehnikas pārvietošanas zonas karte

2.7. Krājas kopšanas vajadzību karte (retināšana, mežizstrāde)

2.8. Augsnes auglības klase / tips

2.9. Krājas kopšanas retinājumu zonas

2.10. Darba pieejamības sezonalitāte

2.11. Mežaudzes vertikālā struktūra un gaismes pieejamība

3. Ekoloģiskie un dabas aizsardzības indikatori:

3.1. Biotopu un sugu dati

3.2. Dabas traucējumu režīma dati

3.3. Ekosistēmu funkciju telpiskā identifikācija

3.4. Zālāju un atklāto biotopu kartēšana

3.5. Dabiskās atjaunošanās potenciāls meža teritorijās

3.6. Dabiskās atjaunošanās potenciāla zona

3.7. Koku sugu sastāvs un bioloģiskā daudzveidība

3.8. Meža veselības (bojājumi, invazīvās sugas)

3.9. Sugu izvēles piemērotība pēc augšanas apstākļiem

3.10. Sugai raksturīgā dinamika un vecuma klase

3.11. Ekoloģiskā nozīme mežaudzes struktūrā

3.12. Zemsedzes un konkurences kartējums

4. Sociāli ekoloģiskie un pakalpojumu pieejamības indikatori

4.1. Rekreācijas potenciāls

4.2. Sociālekonomiskie rādītāji

4.3. Ainavu estētiskā kvalitāte

4.4. Pieejamības tīkls (ceļi, takas, piekļuve)

			
Ražošanas un ekonomiskie indikatori	Fiziskās vides un pieejamības indikatori	Ekoloģiskie un dabas aizsardzības indikatori	Sociāli ekoloģiskie un pakalpojumu pieejamības indikatori
Koksnes krāja, koksnes sortimenti, augošu koku izlases dati, mežsaimniecības rotācijas periods, krājas kopšanas darbu grafiks, pāraugušo mežaudžu lokalizācija, iepriekšējo darbu izpildes vēsture.	Stāvums/nogāzes, mitruma režīmi, mežsaimniecības darba plānošanas elastība, sezonālās pieejamības karte, meža nogabalu telpiskā loģistika, tehnikas pārvietošanas zonas karte, krājas kopšanas vajadzību karte, augsnes auglības klase/tips, krājas kopšanas retinājumu zonas, darba pieejamības sezonālitate, mežaudzes vertikālā struktūra un gaismas pieejamība.	Biotopu un sugu dati, dabas traucējumu režīma dati, ekosistēmu funkciju telpiskā identifikācija, zālāju un atklāto biotopu kartēšana, dabiskās atjaunošanās potenciāls meža teritorijās, dabiskās atjaunošanās potenciāla zona, koku sugu sastāvs un bioloģiskā daudzveidība, meža veselība, sugu izvēles piemērotība pēc augšanas apstākļiem, sugai raksturīgā dinamika un vecuma klase, ekoloģiskā nozīme mežaudzes struktūrā, zemsedzes un konkurences kartējums.	Rekreācijas potenciāls, sociālekonomiskie rādītāji, ainavu estētiskā kvalitāte, pieejamības tīkls.

2.att. Mežsaimniecības indikatori

Ražošanas un ekonomiskie indikatori

Ražošanas un ekonomiskie indikatori (skatīt 3. att. un informācijas detalizāciju 1.tab.) raksturo meža resursu apjomu, kvalitāti, to ilgtspējīgu izmantošanu un apsaimniekošanas efektivitāti. Koksnes krāja (MVR dati) sniedz kvantitatīvu pamatu mežaudžu vērtējumam un nodrošina bāzi regulārai ienākumu plūsmai, savukārt sortimentu struktūra ļauj novērtēt koksnes tirgus potenciālu, īpaši uzsverot FSC un PEFC sertificētās produkcijas priekšrocības. Augošu koku izlases dati, kas iegūti ar precīziem punktveida novērtējumiem (piemēram, ar LiDAR), ļauj plānot selektīvas ciršanas un optimizēt vērtīgākās koksnes ieguvu. Mežsaimniecības rotācijas periods (ciršanas stratēģija) tiek pielāgots konkrētajai audzei, klimatiskajiem un sugu faktoriem, samazinot kapitāla riskus. Krājas kopšanas darbu grafiks balstās uz datiem par pieaugumu un blīvumu, ļaujot samazināt izmaksas un uzlabot kopšanas efektivitāti. Pāraugušo mežaudžu lokalizācija palīdz identificēt teritorijas, kur nepieciešama strukturāla atjaunošana, savukārt iepriekšējo darbu izpildes vēsture nodrošina pilnu apsaimniekošanas darbību izsekojamību, uzlabojot lēmumu pieņemšanas kvalitāti un novēršot resursu dublēšanos.



3.att. Ražošanas un ekonomiskie indikatori un mežsaimniecības stratēģijas

1.tabula

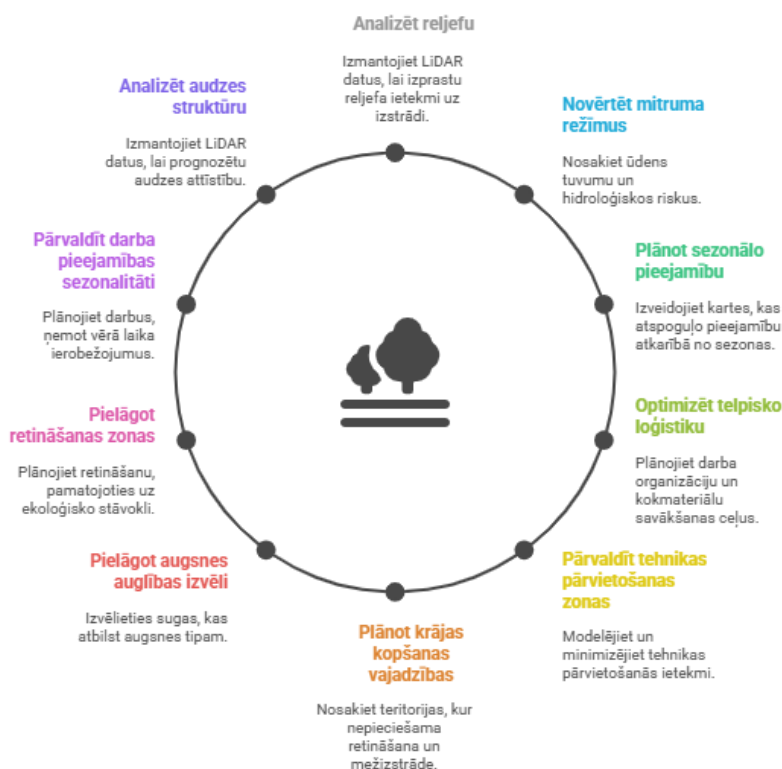
Ražošanas un ekonomiskie indikatori

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
Koksnes krāja (MVR dati)	Mežaudžu apjoms, sastāvs, krāja	$MVR = A \times H \times D \times G \times CF$	Zemāka intensitāte, bet regulārs ieņēmumu plūsmas modelis	Ilgtermiņā stabilāka ienākumu plūsma, samazināts ražas svārstīgums
Koksnes sortimenti	Koksnes veidu sadalījums (lietkoksne, enerģētiskā koksne)	Sadalījums pēc kvalitātes un tirgus cenām	Tradicionāli – apjoma optimizācija; DTM – kvalitātes un elastības priekšrocības	Specializēta produkcija (piem., FSC, PEFC) ar augstāku tirgus vērtību
Augošu koku izlases dati (punktveida koksnes novērtējums)	Precīza informācija par atsevišķu koku novietojumu, izmēriem un kvalitāti	LiDAR fotogrammetrijas punkta datu kombinācija	DTM ļauj precīzāku selektīvu cirsmu plānošanu	Samazināts atlikumu apjoms, mērķēta vērtīgākās koksnes ieguve
Mežsaimniecības rotācijas) periods / stratēģija	Laika posms līdz galvenais cirtei vai	Stratēģisks plānojums pēc audzes veida,	Tradicionāli – fiksēts rotācijas garums, DTM –	Samazināts kapitāla risks, labāka resursu

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
	rekonstrukcijas cirtei	klimate un sugu īpašībām	pielāgots audzei un vidēm	izmantošanas efektivitāte
Krājas kopšanas darbu grafiks	Regulāru darbu plānošanā (retināšana, atzarošana u.c.) laikā	Plānots pēc koksnes pieauguma, blīvuma, sugu dinamikas	Tradicionāli – ieplānots cikliski, DTM – datu vadīts grafiks	Mazākas darbaspēka un tehnikas izmaksas, efektīvāka audzes kopšana
Pāraugušo mežaudžu lokālizācija	Noteiktas audzes ar pāraugšanas pazīmēm (zems koksnes pieaugums, struktūras sabrukums)	Pieauguma dinamika salīdzināta ar potenciālu; izšķiroši MVR, vecums un augstums	DTM dod prioritāti atveseļošanai nevis ciršanai	Samazināts vērtīgās koksnes zudums, iespēja strukturālai rekonstrukcijai
Iepriekšējo darbu izpildes vēsture	Reģistrs par jau veiktām krājas kopšanām, stādīšanu, rekonstrukciju darbībām	Datu bāzes pārklājums ar telpisko kopsavilkumu un datumu	Tradicionāli netiek pilnībā integrēts telpiski, DTM – pamats lēmumu plānošanai	Samazināts dublējošu darbu risks, labāks uzraudzības un plānošanas cikls

Telpiskās vides un pieejamības indikatori

Šī grupa ietver indikatorus (skatīt 4.att. un 2.tab.), kas nosaka fiziskos un loģistiskos apstākļus mežsaimniecības darbu plānošanai un izpildei. Reljefa raksturojums un mitruma režīmu kartēšana nodrošina iespēju prognozēt piekļuvi un samazināt darbaspēka un tehnikas izmaksas, kā arī augsnes bojājumu risku. Mežsaimniecības darbu plānošanas elastība un sezonālās pieejamības karte ļauj pielāgot darbus dabas cikliem un vides apstākļiem, optimizējot resursu izmantošanu. Precīza meža nogabalu loģistika un tehnikas pārvietošanās zonu modelēšana samazina infrastruktūras ietekmi un palīdz izvairīties no nevajadzīgas iejaukšanās. Kopšanas darbu plānošanā tiek izmantotas krājas kopšanas vajadzību un retinājumu zonas, kas balstītas uz struktūras un blīvuma analīzi. Augsnes auglības klase un tips tiek sasaistīts ar piemērotāko sugu izvēli, uzlabojot pieaugumu un samazinot resursu izšķērdēšanu. Tāpat nozīmīga ir darba pieejamības sezonālitate, kas ņem vērā gan hidroloģiskos, gan bioloģiskos ierobežojumus. Visbeidzot, mežaudzes vertikālās struktūras un gaismas režīma analīze, ļauj prognozēt augšanas apstākļus un plānot audžu attīstību ar augstu pievienoto vērtību.



4.att. Adaptīvā mežsaimniecības plānošanas cikls

2.tabula

Telpiskās vides un pieejamības indikatori

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
Stāvums / nogāzes (LiDAR DEM)	Reljefs un tā ietekme uz izstrādi, pieejamības modelēšana	Sliekšņa analīze, pieejamības modelēšana	Tradicionāli ignorēts; DTM – iekļauts risku un izmaksu pārvaldībā	Samazinātas loģistikas izmaksas ar selektīvu pieeju
Mitruma režīmi	Ūdens tuvums, mitruma režīms un hidroloģiskais risks	Hidroloģiskā modeļa līmeņa	DTM izvairās no bojājumiem un augstas izmaksas zonās	Mazākas augšnes bojājumu izmaksas un izstrādes atkārtotas nepieciešamības
Mežsaimniecības darba plānošanas elastība	Iespēja pielāgot darbus dabas cikliem, sezonalitātei, loģistikas iespējam un vides ietekmes riskiem	Cirsmu izvietojuma un mežsaimniecības rotācijas pielāgošana	Tradicionāli – fiksēti plānošanas cikli, DTM – adaptīva plānošana	Zemāki darbaspēka un tehnikas izmaksu pīķi, labāka sezonālā resursu izmantošana
Sezonālās pieejamības karte	Piekļuve atkarībā no sezonas	Apvienoti mitruma dati ar klimatisko	Tradicionāli ignorēts, DTM pielāgo darbus sezonai	Samazina tehnikas bojājumu izmaksas un

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
	(mitrums, sala periods)	sezonaļo prognozi		darba pārtraukumus
Meža nogabalu telpiskā loģistika	Darba organizācijas shēma – piebraukšana, kokmateriālu izvākšana	Cirsmu plānojums ar kokmateriālu izvākšanas ceļiem un krautuves punktiem	Tradicionāli balstīta uz maksimālo apjomu, DTM – minimālu iejaukšanos	Efektīvāka resursu izmantošana, zemākas degvielas un laika izmaksas
Tehnikas pārvietošanas zonas karte	Modelēta zona, ko ietekmē tehnikas pārvietošanās	Robeža pēc mitruma, reljefa un ceļu tuvuma	DTM šīs zonas minimizē, tradicionāli – plašas tehnikas sliedes	Mazākas kompensācijas par augsnes bojājumiem, mazākas rekultivācijas izmaksas
Krājas kopšanas vajadzību karte (retināšana, mežizstrāde)	Teritorijas, kur nepieciešamas kopšanas iejaukšanās	Biomasa/krāja + atvēruma lielums	DTM retināšanu plāno adaptīvi pēc struktūras, tradicionāli – cikliski	Resursu taupīšana, labāka darba plūsmas optimizācija
Augsnes auglības klase / tips	Augsnes spēja nodrošināt barības vielas un	Kartēšana pēc meža tipoloģijas vai fizikālajiem	DTM pielāgo sugu izvēli augšnes tipam, tradicionāli –	Labāka pielāgošanās, augstāks koksnes pieaugums,

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
	ietekmēt pieaugumu	augšnes rādītājiem	vienveidīga pieeja	mazāk izniekotu resursu
Krājas kopšanas retinājumu zonas	Telpiska informācija par teritorijām, kur nepieciešama krājas kopšana	Retināšanas nepieciešamības klasifikācija pēc krājas blīvuma un vainagu slēgtības	Tradicionāli – vienoti termiņi, DTM – pielāgots ekoloģiskajam stāvoklim	Samazināta darba apjoma neefektivitāte, labāks pieaugums un audzes kvalitāte
Darba pieejamības sezonālitate	Teritorijas ar laika ierobežojumiem (piemēram, mitras vietas, sugu ligzdošana)	Mitruma režīmi (līmeņi), sugu buferzonas, biotopu ierobežojumi	Tradicionāli – fiksēts kalendārais grafiks, DTM – sezonāli elastīgs	Efektīvāks darbu sadalījums gadā, zemākas konflikta un bojājumu izmaksas
Mežaudzes vertikālā struktūra un gaismes pieejamība	Audzes struktūra, pieaugums, apgaismojums	LiDAR datu analīze augšanas apstākļus un audzes attīstības prognozēšanai	DTM nodrošina selektīvu pieeju, kas sekmē ilgtermiņa vērtības pieaugumu	Uzlabots audzes kvalitātes potenciāls un pievienotā vērtība

Ekoloģiskie un dabas aizsardzības indikatori

Šie indikatori raksturo meža ekosistēmu bioloģisko daudzveidību, noturību un ekoloģiskās funkcijas, kas ir pamats dabai tuvai mežsaimniecībai. Biotopu un sugu lokalizācija, kā arī

buferzonu plānošana ļauj samazināt konfliktus ar dabas aizsardzības prasībām. Vēsturiskie traucējumi (vētras, ugunsgrēki) tiek izmantoti kā strukturāls modelis mežaudžu atjaunošanai, veicinot lielāku ekoloģisko noturību. Ekosistēmu funkciju (piemēram, oglekļa piesaiste, ūdens filtrācija) telpiskā identifikācija palīdz virzīt daudzfunkcionālu apsaimniekošanu. Zālāju un atklāto biotopu integrēšana veicina mozaīkveida struktūru un bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu. Dabiskās atjaunošanās potenciāls un tā zonējums ļauj samazināt stādīšanas izmaksas un nodrošināt atjaunošanos saskaņā ar ekoloģiskajiem procesiem. Koku sugu sastāva atbilstība augsnei un klimatam, kā arī sugu dzīves cikla un dinamiskās īpašības uzlabo audžu noturību ilgtermiņā. Meža veselības dati par kaitēkļiem, slimībām un invazīvām sugām nodrošina savlaicīgu reakciju uz riskiem. Sugu izvēles piemērotība un ekoloģiskā nozīme audzes struktūrā palīdz uzturēt dzīvotņu kvalitāti, savukārt zemsedzes un konkurences kartējums uzlabo atjaunošanas pasākumu efektivitāti. Kopumā šie indikatori atbalsta ekosistēmu balstītu apsaimniekošanu, nodrošinot gan dabas vērtību saglabāšanu, gan apsaimniekošanas ilgtspēju (skatīt 5.att. un 3.tab.).



5.att. Ilgtspējīgas mežu apsaimniekošanas stratēģijas

3.tabula

Ekoloģiskie un dabas aizsardzības indikatori

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
Biotopu un sugu dati	Aizsargājамie biotopi, ligzdas, sugas, to lokalizācija	Dabas vērtību lokalizācija, buferzonu plānošana	Tradicionāli – ierobežojumi; DTM – iekļauti plānošanā	Samazināti konflikti ar dabas aizsardzību, mazākas juridiskās un reputācijas izmaksas
Dabas traucējumu režīma dati	Vēsturiskie traucējumi (vētras, ugunsgrēki) kā strukturālais modelis	Buferzonas ap traucējumu vietām, traucējumu frekvence un ietekme	DTM imitē dabiskos traucējumus, tradicionāli – regulāri un vienveidīgi cirsmu modeļi	Lielāka ekoloģiskā noturība, mazākas ilgtermiņa atjaunošanas izmaksas
Ekosistēmu funkciju telpiskā identifikācija	Identificētas teritorijas ar būtiskām funkcijām (CO2 piesaiste, ūdens filtrācija u.c.)	Karte balstīta uz daudzfunkcionālā zonēšanu (ekosistēmu funkciju pārklājumiem)	Tradicionāli nav izmantota; DTM veicina mērķtiecīgu aizsardzību	Ilgtspējīgāka apsaimniekošana, samazinātas kompensāciju vai atjaunošanas izmaksas

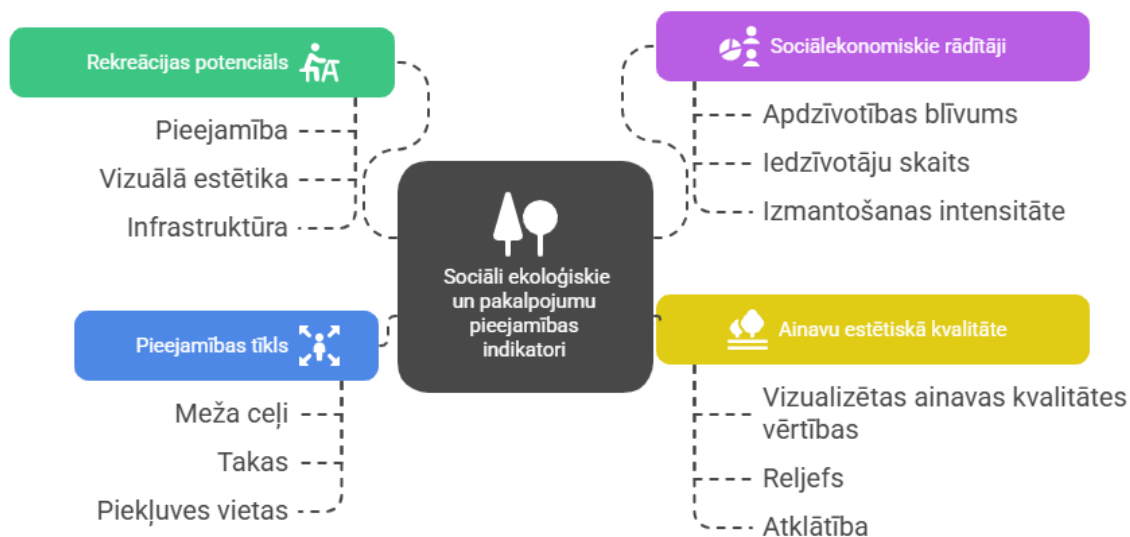
Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
Zālāju un atklāto biotopu kartēšana	Ne-meža biotopu (pļavu, purvu) identificēšana un integrācija plānošanā	Biotopu klasifikācija no ortofoto vai satelītattēliem	Tradicionāli tiek izcirsti vai ignorēti, DTM iekļauj mozaīkveida struktūrā	Bioloģiskās daudzveidības saglabāšana un atbilstība ES zaļā kursa nosacījumiem
Dabiskās atjaunošanās potenciāls meža teritorijās	Teritorijas spēja dabiski atjaunoties bez stādīšanas	Vēsturiskās atjaunošanās veiksmes analīze + augsnes un apgaismojuma indikatori	Tradicionāli – meža atjaunošana ar stādīšanu, DTM – prioritāte dabiskai	Samazinātas stādīšanas un augšnes sagatavošanas izmaksas
Dabiskās atjaunošanās potenciāla zona	Teritorijas, kur paredzēta vai iespējama dabiskā atjaunošanās	Apskaidrība par sēklu avotiem, reljefu, mitrumu un koku vecumu	Tradicionāli ignorē, DTM izmanto kā alternatīvu stādīšanai	Ievērojamas izmaksu ietaupījums par stādāmo materiālu un augšnes sagatavošanu
Koku sugu sastāvs un bioloģiskā daudzveidība	Koku sugu proporcija un to atbilstība klimatiskajiem un augsnes apstākļiem	Audzes inventarizācija, meža struktūra	DTM saglabā jaukta sastāva audzes, tradicionāli – vienveidīgas	Ilgtermiņā noturīgākas un produktīvākas audzes, zemāks risku klimata apstākļu maiņas gadījumā

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
Meža veselības (bojājumi, invazīvās sugas)	Informācija par kaitēkļu, slimību vai invazīvo sugu klātbūtni	Novērojumu dati, satelītattēli, parauglaukumu monitorings	DTM reaģē adaptīvi uz veselības datiem, tradicionāli – reaktīva pieeja	Samazināts zaudējumu apjoms, mazākas sanitāro cirsmu vajadzības
Sugu izvēles piemērotība pēc augšanas apstākļiem	Koku sugu atbilstība konkrētai augšņu klasei un mitruma režīmam	Sugu- ekosistēmas matrica (tipoloģija + klimatiskie faktori)	DTM – pielāgota izvēle, tradicionāli – viena dominējoša suga	Samazināts iznīkšanas risks, labāks pieaugums, mazākas atkārtotas atjaunošanas izmaksas
Sugai raksturīgā dinamika un vecuma klase	Koku dzīves cikls, ontogenētiskie posmi un reakcija uz traucējumiem	Dati no bioloģiskās literatūras, piesaistot attīstības stadijas	DTM iekļauj dabisko secību, tradicionāli – ignorēta	Noturīgākas un strukturāli stabilākas audzes
Ekoloģiskā nozīme mežaudzes strukturā	Putnu, kukaiņu, sēņu vai augsnes nozīme biotopu uzturēšanā	Biotopu saskaņošana ar audzes tipu un stāvokli	DTM strukturē audzi pēc funkcionālajiem kritērijiem, tradicionāli – pēc ražas	Papildu vērtība no bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas (kompensācijas,

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
				reputācija, ES finansējums)
Zemsedzes un konkurences kartējums	Informācija par konkurējošo veģetāciju ietekmi uz atjaunošanos	Attālinātie sensori + pārklājums ar uzmērījumiem	Tradicionāli reti izmantots, DTM – svarīgs resurss	Precīzāka zāģēšanas un atjaunošanas plānošana, samazināts darbietilpīgums

Sociāli ekoloģiskie un pakalpojumu pieejamības indikatori

Šī indikatoru grupa aptver meža ekosistēmu sociālo dimensiju un sabiedrības piekļuves aspektus, nodrošinot būtisku sasaisti starp vidi un cilvēku labbūtību. Rekreācijas potenciāls novērtē pieejamību, ainavisko kvalitāti un infrastruktūru, ļaujot DTM pieejai integrēt sabiedrisko izmantošanu meža plānošanā. Sociālekonomiskie rādītāji, piemēram, apdzīvotības blīvums un tuvums mežam, ļauj pielāgot apsaimniekošanas praksi vietējo kopienu vajadzībām, veicinot sabiedrisko akceptu un netiešos ieņēmumus no rekreācijas un tūrismu. Ainavu estētiskā kvalitāte tiek vērtēta pēc vizuālās ekspozīcijas un reljefa analīzes, sekmējot teritoriju vērtību un sabiedrības labbūtību, īpaši publisko mežu un reģionālās plānošanas kontekstā. Pieejamības tīkls (ceļi, takas, piekļuve) tiek optimizēts, samazinot tehnisko ietekmi un vienlaikus uzlabojot sabiedrības piekļuvi, kā arī samazinot izstrādes izmaksas. Kopumā šie indikatori palīdz veidot daudzfunkcionālu mežsaimniecību, kas saskaņo ekoloģiskos, ekonomiskos un sociālos mērķus (skatīt 6.att. un 4.tab.).



6.att. Sociāli ekoloģiskie un pakalpojumu pieejamības indikatori

4.tabula

Sociāli ekoloģiskie un pakalpojumu pieejamības indikatori

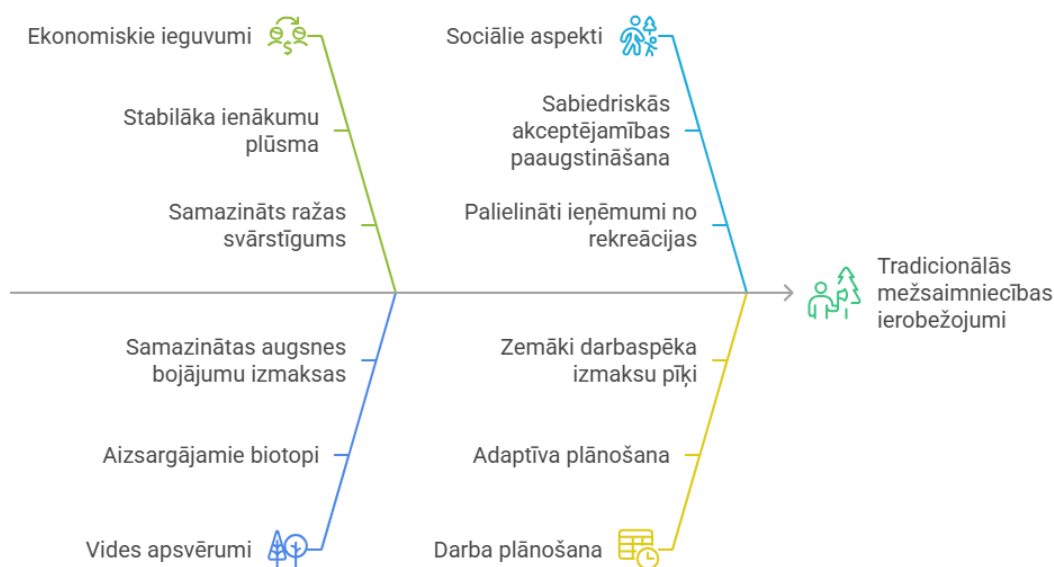
Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
Rekreācijas potenciāls	Pieejamība, vizuālā estētika, infrastruktūra, apmeklējuma biežums	Ainaviskā vērtība, ceļu tīkls, pieejamība	DTM integrē rekreāciju plānošanā, tradicionāli – ignorēta	Palielināti ieņēmumi no rekreācijas, augstāka teritoriju vērtība pie īpašumiem un publiskiem objektiem
Sociālekonomiskie rādītāji	Apdzīvotības blīvums, iedzīvotāju skaits, to	Buferzonas un ietekmes reģioni ap mežu	DTM labāk saskaņojas ar sabiedrības vajadzībām	Sabiedriskās akceptējamības paaugstināšana, netiešie

Indikators / Datu slānis	Apraksts	Aprēķina metodika	Salīdzinājums ar tradicionālo mežizstrādi	Ekonomiskie ieguvumi DTM
	tuvums mežam, izmantošanas intensitāte			ieņēmumi no tūrisma un rekreācijas
Ainavu estētiskā kvalitāte	Vizualizētas ainavas kvalitātes vērtības, reljefs, atklātība	Vizuālā ekspozīcija, reljefa pārklājums, redzamības analīze	Tradicionāli netiek vērtēta, DTM integrēta ainavu plānošanā	Palielina rekreācijas un īpašumu vērtību, uzlabo sabiedrības attieksmi un labbūtību, īpaši publisko mežu pārvaldībā, reģionālajā plānošanā un rekreācijas vietu izvērtēšanā
Pieejamības tīkls (ceļi, takas, piekļuve)	Meža ceļi, takas, piekļuves vietas un to stāvoklis	Attāluma un stāvuma analīze līdz tuvākajam ceļam	Tradicionāli izmantoti tikai galvenie ceļi, DTM optimizē mazāku piekļuvi	Samazinātas izstrādes izmaksas, samazināts ietekmes nospiedums

Dabai tuvās mežsaimniecības indikatori aptver četras savstarpēji saistītas jomas: ražošanas efektivitāti, telpisko vidi un pieejamību, ekoloģisko ilgtspēju un sabiedrības vajadzības. Ražošanas indikatori ļauj datu vadīti plānot krājas izmantošanu, sortimentu struktūru un kopšanas darbus, nodrošinot stabilāku ienākumu plūsmu. Telpiskās vides rādītāji – reljefs, mitrums, piekļuve un

sezonalitāte – palīdz optimizēt loģistiku un samazināt izmaksas. Ekoloģiskie indikatori fokusējas uz biotopu saglabāšanu, sugu piemērotību un dabisko atjaunošanos, stiprinot meža noturību un funkcionalitāti. Sociālekoloģiskie rādītāji, piemēram, rekreācijas potenciāls, estētika un sabiedrības tuvums, veicina teritoriju labāku izmantošanu un sabiedrisko akceptu. Kopumā šie indikatori nodrošina pamatu daudzfunkcionālai un uz datiem balstītai apsaimniekošanai, kur DTM pieeja piedāvā augstāku elastību, ekoloģisku atbildību un ilgtspējīgu resursu izmantošanu salīdzinājumā ar tradicionālo mežsaimniecību.

atšķirībā no dabai tuvās mežsaimniecības (DTM) pieeju ar tradicionālo mežsaimniecību, būtiskākā atšķirība ir sistēmas spēja pielāgoties telpiskiem, ekoloģiskiem un sociāliem apstākļiem. DTM balstās uz telpiskajiem datiem un ekosistēmu funkciju integrāciju, veicinot augstāku produktivitāti, bioloģisko daudzveidību un sociālo pieņemamību ilgtermiņā. Tradicionālā pieeja ir lineārāka, bieži balstīta uz vienveidīgiem cikliem un ražas optimizāciju, mazāk ņemot vērā dabas procesus vai sabiedrības vajadzības. DTM nodrošina daudzfunkcionālu meža apsaimniekošanu, kas spēj vienlaicīgi sasniegt ekonomiskos, ekoloģiskos un sociālos mērķus, padarot to par efektīvu rīku ilgtspējīgai mežsaimniecībai nākotnē (skatīt 7.att.)



7.att. DTM priekšrocības salīdzinājumā ar tradicionālo mežsaimniecību

Kopumā šie indikatori nodrošina pamatu daudzfunkcionālai un uz datiem balstītai apsaimniekošanai, kur DTM pieeja piedāvā augstāku elastību, ekoloģisku atbildību un ilgtspējīgu resursu izmantošanu salīdzinājumā ar tradicionālo mežsaimniecību. DTM sistēma ļauj samazināt

izmaksas, kas saistītas ar augsnes bojājumiem, dublējošiem darbiem un neatbilstošu sugu izvēli, vienlaikus palielinot ieņēmumus no specializētās produkcijas, rekreācijas, ekosistēmu pakalpojumiem un reputācijas vērtības. Ilgtermiņā šī pieeja piedāvā stabilāku un noturīgāku ekonomisko modeli, kas balstās ne tikai uz koksnes apjomu, bet arī uz tās kvalitāti, pakalpojumu daudzveidību un pieprasījumu nākotnes tirgos.

Rezultātu interpretācija

Saskaņā ar pētījumiem (Rana et al., 2024), Mazziotta et al., 2023) un praktisko pieredzi mežsaimniecības procesu plānošanā (SIA Rīgas Meži), nepārtrauktas meža apsaimniekosānas sistēmas nodrošina atdevi gan ekonomiski, gan bioloģiski. Atbalsta rīks datu kopas apstrāde ļauj precīzi modelēt potenciālos ieņēmumus un sabalansēt pieprasījumu pēc ekosistēmu pakalpojumiem.

Dabai tuvā mežsaimniecība, orientējoties uz ilgtspēju, ietver oglekļa uzkrājuma vērtības, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanas, rekreācijas potenciāla un augsnes un ūdens kvalitātes uzturēšanas ekonomisko novērtējumu, kas tiek veikts, izmantojot izmaksu efektivitātes indeksus, salīdzinot rotācijas un nepārtrauktas mežsaimniecības režīmus, un pierādot, ka pēdējie lielākajā daļā scenāriju nodrošina augstāku efektivitāti. Papildus tradicionālajiem finansiālajiem indikatoriem, ekonomiskais ietvars tiek paplašināts, iekļaujot telpiski balstītu meža ekosistēmas pakalpojumu (EP) novērtējumu. Tas ietver rekreācijas vērtību, bioloģiskās daudzveidības uzturēšanu, ūdens un augsnes kvalitātes uzturēšanu, kā arī oglekļa uzkrāšanas un klimata regulēšanas funkcijas. Kartēšanas un analīzes rezultāti no projektiem, piemēram, Rīgas Meži (25 415 ha) un Ingka Investments Latvia IS (4 600 ha), rāda, ka šāds EP novērtējums būtiski papildina tradicionālo resursu plānošanu un ļauj integrēt sociālos un ekoloģiskos aspektus lēmumu pieņemšanā. Integrējot šo informāciju, iespējams izveidot daudzdimensionālu izmaksu-ieguvumu analīzi, kas ļauj novērtēt kompromisus starp koksnes ieguvu un citiem vērtīgiem pakalpojumiem.

Tāpēc, ka ekonomiski nozīmīgi tas ir, jo integrēta vērtība lēmumu pieņemšanā ļauj uzskatāmi salīdzināt dažādus mežsaimniecības scenārijus, balstoties ne tikai uz koksnes produkciju, bet arī uz “nemateriālajiem” ieguvumiem, jo finansiāla ietekme uz sabiedrību, kur šie pakalpojumi (piemēram, oglekļa piesaiste) ilgtermiņā samazina izmaksas valsts līmenī (klimata adaptācija, veselība), jo investīciju piesaiste – indekss var kalpot kā rīks zaļās ekonomikas instrumentu

piesaistei (piem., oglekļa kredīti, ES LIFE programmas finansējums) un jo sabiedrības labklājības rādītājs uzlabo teritoriju dzīves kvalitāti un var tikt izmantots pašvaldību attīstības plānos.

Zinātniskā literatūra norāda, ka nepārtrauktā mežsaimniecība uzrāda augstāku izmaksu efektivitāti, jo nodrošina stabilāku ekosistēmu vērtību ilgtermiņā ar salīdzinoši līdzīgām vai zemākām izmaksām. Tradicionālā mežsaimniecība ir rentablākas īstermiņā, bet zemākas oglekļa un bioloģiskās daudzveidības vērtības samazina kopējo efektivitāti. Pasīvā aizsardzība uzrāda augstākas CO₂ un bioloģiskās vērtības, bet bez finansiāliem ieņēmumiem. Hibrīda mežsaimniecības ir nodrošina mērenus ieņēmumu, saglabājot bioloģisko vērtību. Taču problemātika ir tāda, ka nav skaidras, normatīvā vidē apstiprinātas aprēķinu metodikas nacionālā līmenī CO₂, bioloģiskās daudzveidības vērtības novērtēšanai. Šobrīd skaidras izmaksas un ieņēmumu vērtības ir koksnes ieguvei un mežsaimniecības izmaksām, nedaudz praksē parādās ieņēmumu vērtība CO₂ uzkrājumiem, bet lielākoties uz lauksaimniecības zemēs meža audzēšanai.

tuvas mežsaimniecības pieeju. Latvijā tradicionālajā mežsaimniecībā biežāk tiek piemērots rotācijas cikls 70–100 gadiem, savukārt dabai tuva mežsaimniecība (DTM) īsteno nepārtrauktas mežaudzes struktūras saglabāšanu, līdz ar to apsaimniekošanas ciklu var rēķināt 80–100 gadu griezumā kā funkcionālu ekvivalentu.

8.attēlā redzamais salīdzinošais pārskats izgaismo galvenās atšķirības starp tradicionālo un dabai tuvu mežsaimniecību izmaksu un pārvaldības aspektos. Tradicionālā mežsaimniecība raksturojas ar zemākām sākotnējām plānošanas un mežizstrādes izmaksām, vienkāršotu apsaimniekošanas dokumentāciju, samazinātu datu apjomu un zemām administratīvajām izmaksām. Tomēr tai piemīt mazāka elastība darba organizēšanā un augstākas ilgtermiņa izmaksas, īpaši atjaunošanā un kopšanā. Savukārt dabai tuvā mežsaimniecība prasa augstākas vienreizējas investīcijas plānošanā, intensīvāku datu apstrādi un regulāru meža stāvokļa novērtējumu, bet piedāvā zemākas ilgtermiņa izmaksas, stabilāku saimniekošanu un papildus ekonomiskos ieguvumus, piemēram, rekreācijas potenciālu. Ilgtermiņā DTM nodrošina efektīvāku resursu izmantošanu un lielāku ilgtspējību.



8.att. Mežkopības funkciju ietekme uz ekonomiskajiem rādītājiem DTM un TM pieejā

Salīdzinot tradicionālo un dabai tuvu mežsaimniecību, būtiskākās atšķirības izpaužas gan ieņēmumu struktūrā, gan izmaksu dinamikā. Tradicionālā pieeja nodrošina lielākus, bet neregulārus koksnes ieņēmumus ar zemākām sākotnējām izmaksām, taču tai raksturīgs augstāks ekoloģiskais risks, zema CO₂ bilance un ierobežots ekosistēmu pakalpojumu spektrs. Pretēji tam DTM piedāvā mazākus, bet stabili plānotus ieņēmumus, augstāku oglekļa piesaisti un noturīgu ekoloģisko daudzveidību, kas paplašina saimnieciskās iespējas, tostarp rekreācijas un oglekļa tirgos. Lai gan DTM sākotnēji prasa augstākas investīcijas datu ieguvē, plānošanā un monitoringa kapacitātē, ilgtermiņā tas nozīmē zemākas atjaunošanas un kopšanas izmaksas, augstāku koksnes kvalitāti un labāku pielāgojamību klimatiskajiem un sociālajiem izaicinājumiem. Tādējādi DTM uzrāda ilgtspējīgāku ekonomisko modeli ar mazāku risku un plašākiem ienākumu avotiem ilgtermiņā (skatīt 5.tab.).

5.tabula

Tradicionālās un dabai tuvas mežsaimniecības salīdzinājums: ieņēmumi, izmaksas un ekosistēmu ieguvumi

Parametrs	Tradicionālā mežsaimniecība (TM)	Dabai tuva mežsaimniecība (DTM)
Koksnes ieguve (ieņēmumi)	Lieli, bet neregulāri <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība): $5 \text{ m}^3/\text{ha} \times 25 \text{ ha} \times 60 \text{ €/m}^3 = 7\,500 \text{ €}$</i>	Mazāki, bet stabili katru gadu <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība): $10 \text{ m}^3/\text{ha} \times 25 \text{ ha} \times 60 \text{ €/m}^3 = 15\,000 \text{ €}$</i>
CO ₂ sekvestrācija	Periodiski samazinās pēc izstrādes	Noturīga, augstāka kopējā bilance <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība): 1 kvartāls (25ha) CO₂ uzkrājums 22875EUR</i>
Izmaksas uz 1 vien.	Zemākas, bet augsts risks	Augstākas, bet zema riska struktūra
Ekosistēmu daudzveidība	Samazināta	Augsta, noturīga <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība): Rekreācija 2400EUR (1kvartāls, 25h)</i>
Mežkopības un mežizstrādes izmaksas	Zemākas sākotnējās plānošanas izmaksas (vienreizēja cirsmu plānošana, mazāku datu nepieciešamība): <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās</i>	Augstākas plānošanas un monitoringa prasības (vajadzīgi precīzi telpiskie dati, darba sadalījums laikā): <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās</i>

Parametrs	Tradicionālā mežsaimniecība (TM)	Dabai tuva mežsaimniecība (DTM)
	<i>informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība):</i> • Vienreizējās mežizstrādes izmaksas 2000-2500EUR/ha) • 15EUR/m³ mežizstrādes izmaksas • Mežizstrādes darba intensitāte zemāka (~70 darba stundas)	<i>informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība):</i> • Vienreizējās mežizstrādes izmaksas 3000-3500EUR/ha • 20EUR/m³ mežizstrādes izmaksas • Mežizstrādes darba intensitāte augstāka (~100 darba stundas)
	Augstas vienreizējās izmaksas par stādīšanu, augsnes sagatavošanu, aizsardzību: <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība):</i> • Atjaunošanas un kopšanas izmaksas 1000-1500EUR/ha; • Atjaunošana (stādīšana, sagatavošana) 900-1200EUR • Kopšana 350-400EUR (intensīva, ciklis) • Krājas kopšana 450EUR • Cikliska, koncentrēta krājas kopšana (~60-70h)	Zemākas ilgtermiņas kopšanas izmaksas (dabiskā atjaunošana, selektīva izstrāde): <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība):</i> • Atjaunošanas un kopšanas izmaksas 500-700EUR; • Atjaunošana (stādīšana. Sagatavošana) 200 EUR (dabiska) • Kopšana 250-300EUR (selektīva, pēc 0.2 atvēruma) • Krājas kopšana 300EUR • Selektīva, regulāra krājas kopšana (~50-60h)

Parametrs	Tradicionālā mežsaimniecība (TM)	Dabai tuva mežsaimniecība (DTM)
	Mazāk elastīga darba organizēšana, balstīta uz vienreizējiem intensīvajiem darbiem	Prasa vairāk lokāli pielāgotu plānošanu un nepārtrauktu darbu sadalījumu laikā
Darba plānošanas izmaksas un noslodze	Vienkārša apsaikmniekošanas dokumentācija (atbilstoši mežaudzes vecumam) <i>Inventarizācija pēc izstrādes ~15-20 gadi</i> <i>Laika ieguldījums 5-8h/ha/ciklā</i>	Nepieciešams regulārs meža stāvokļa novērtējums (inventarizācija ik pēc 5-10 gadiem) <i>Inventarizācija ik pēc 5-10 gadiem</i> <i>Laika ieguldījums 10-15h/ha/ciklā</i>
	Samazināts nepieciešamais datu daudzums	Nepieciešams laiks datu ieguvei un apstrādei (laiks plānošanai un apsekošanai ~10-15h/ha/ciklā <i>(balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība))</i>
	Zemas administratīvās izmaksas, bet ar augstāku darbaspēka nepieciešamību viena cikla periodā <i>Vienreizēja, mazāk datu ietilpība</i> <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība): gada izmaksas uz 25ha /kvartālā 150EUR</i>	Administratīvie resursi pieaugu sākumā, bet ar pieredzi tie samazinās: <i>Nepārtraukta, telpiska balstīta datu ietilpība</i> <i>Aprēķinu piemērs, balstoties uz uzņēmumu pārstāvju sniegtās informācijas, datiem un faktiem (vidēji vērtība): gada izmaksas uz 25ha/kvartālā 300EUR</i>

Dabas tuvā mežsaimniecība pieeja sniegt ilgtspējīgāku vērtības saglabāšanu ilgtermiņā un ir izmaksas ziņā efektīvākas, ja spējam novērtēt arī netirgotos pakalpojumus. DTM pieeja piedāvā augstāku elastību un zemākas ilgtermiņa izmaksas, taču tas prasa ievērojamo plānošans kvalitāti

un cilvēkresursu adaptāciju. Finansiāli ilgtermiņā izdevīgāks, ja tiek monitizēti arī CO₂ un citi ekosistēmas pakalpojumi. Lielākā atšķirība pret TM ir darba organizācijas nepāetrauktība. DTM praksē atvērums < 0,2 tiek izmantots kā ekoloģisks un ekonomisks kritērijs, lai uzsāktu selektīvu kopšanu un nodrošinātu gaismas režīmu, kas atbalsta dabisku atjaunošanos. Dabai tuvā mežsaimniecība sniedz ievērojami lielāku gadu griezuma ekonomisko atdevi (gandrīz 6× augstāku), pateicoties oglekļa uzkrājumam, nemateriālo pakalpojumu iekļaušanai, un samazinātām atjaunošanas izmaksām.

Cilvēkresursu ieguldījums DTM: ~300 stundas (adaptīvi sadalītas vairākos gados), bet TM ~340 stundas (intensīvs pēc izstrādes), kur finansiālie izdevumi (kopā bez ieņēmumiem) DTM ~13 300 € (ietver CO₂ ieguvumu un mazākas atjaunošanas izmaksas), bet TM ~34 650 € (intensīvas atjaunošanas un izstrādes izmaksas). Šī detalizācija parāda, ka DTM režīmā sākotnējās izmaksas ir zemākas, cilvēkresursi tiek pielāgoti bioloģiskiem procesiem un ilgtermiņā iegūst augstāku ekosistēmu pakalpojumu vērtību.

Piemērs:

Ekonomiskā novērtējuma piemēru vienam meža kvartālam, pievēršoties dabai tuvai mežsaimniecībai un monetārajai vērtībai. Pieņemsim, ka:

Meža kvartāla platība: 25 ha

Krāja: 300 m³/ha

Pieaugums: 5 m³/ha/gadā

Dominējošā suga: priede

CO₂ piesaiste: 1 m³ ≈ 1.83 t CO₂

CO₂ ēnu cena: 100 €/t CO₂ (EK pamatnostādnes)

Rekreācijas vērtība: 1.2 €/apmeklējums, 2000 apmeklējumi gadā

Stādīšanas alternatīvās izmaksas: 900 €/ha

Ekonomiskais novērtējums (1 kvartālam = 25 ha)

Komponents	Aprēķins	Vērtība (€)
Koksnes potenciāls	25 ha × 5 m ³ × 60 €/m ³ (sortiments)	7 500 €/gadā
CO ₂ uzkrājums	25 ha × 5 m ³ × 1.83 t × 100 €/t	22 875 €/gadā
Rekreācija	2000 apmekl. × 1.2 €/apmekl.	2 400 €/gadā
Dabiskās atjaunošanas ieguvums	25 ha × 900 €/ha (alternatīvās izmaksas, ja nebūtu dabiskās atjaunošanās)	22 500 € (vienreizējs ietaupījums)

Kopējā gada vērtība: 7 500 + 22 875 + 2 400 = 32 775 €/gadā

Vienreizējs ieguldījumu ietaupījums (dabiskā atjaunošanās): 22 500 €

Šis piemērs parāda, ka DTM režīmā viens meža kvartāls ar dabisko atjaunošanos un multifunkcionālu izmantošanu var nodrošināt gan tirgus ienākumus, gan sabiedrisko labumu monetizāciju, pārsniedzot tikai koksnes novērtējumu.

Pieņēmumi (TM):

Cirte reizi 80 gados (visa krāja izstrādāta vienā reizē)

Krāja: 300 m³/ha → 25 ha × 300 m³ = 7 500 m³

Vienreizēji ieņēmumi: 60 €/m³

CO₂ piesaiste netiek monetizēta (nav saglabāta krāja ilgstoši)

Atjaunošana: stādīšana un augsnes sagatavošana 900 €/ha

Rekreācija netiek attīstīta kā mērķis → 0 €

Ilgadējs vērtējums: sadalām pa rotācijas ciklu (80 gadi)

Dabai tuvā mežsaimniecība sniedz ievērojami lielāku gadu griezuma ekonomisko atdevi (gandrīz 6× augstāku), pateicoties oglekļa uzkrājumam, nemateriālo pakalpojumu iekļaušanai, un samazinātām atjaunošanas izmaksām.

Komercprakses integrācija

9.attēlā “Ekonomiskās vērtības noteikšana mežos” vizualizēti galvenie faktori, kas nosaka meža ekonomisko nozīmi, iekļaujot gan tiešos saimnieciskos resursus, gan netiešos ekosistēmu pakalpojumus un pārvaldības izmaksas. Centrā atrodas ekonomiskā vērtība, ko ietekmē 12

savstarpēji saistīti komponenti. Tiešie ieņēmumu avoti ir koksnes resursi un rekreācija un tūrisms, kas nodrošina ienākumus no materiālās ražas un sabiedriskās izmantošanas iespējām. Oglekļa uzkrājums un bioloģiskā daudzveidība tiek skatīti kā ekosistēmu pakalpojumi ar augošu tirgus un kompensāciju potenciālu. Savukārt vizuālā ainava un ūdens un augsnes aizsardzība atspoguļo netiešas, bet sabiedriski nozīmīgas vērtības, kas ietekmē teritorijas reputāciju un pievienoto vērtību.

Otru ekonomisko faktoru grupu veido izmaksu struktūras: mežizstrādes, kopšanas un atjaunošanas izmaksas, kuras nosaka izmantotā mežsaimniecības modeļa intensitāti un ilgtermiņa stratēģiju. Papildu faktors ir darba organizācija, kuras efektivitāte būtiski ietekmē cilvēkresursu un tehnikas noslodzi.



9.att. Ekonomiskās vērtības noteikšana mežos

Kopumā shēma parāda, ka meža ekonomisko vērtību nosaka ne tikai koksnes apjoms, bet arī spēja integrēt dažādus ekosistēmu pakalpojumus un optimizēt pārvaldības izmaksas, tādējādi veidojot ilgtspējīgu, daudzfunkcionālu mežsaimniecību.

Sarunās ar dažādu jomu pārstāvjiem par ekonomiskās vērtības noteikšanu mežsaimniecībā iezīmējas daudzslāņains skatījums uz vērtējamiem aspektiem. Koksnes resursi tiek viennozīmīgi atzīti par monetizējamiem, taču citām jomām, kā rekreācijai, vizuālajai ainavai un bioloģiskajai daudzveidībai, šobrīd trūkst praktiski pielietojamas novērtēšanas metodikas. Oglekļa uzkrājuma

potenciāls pastāv caur individuālajiem CO₂ kvotu piedāvājumiem, savukārt ūdens un augsnes aizsardzības vērtību iespējams noteikt tikai netieši — caur seku likvidēšanas izmaksām. Mežizstrādes izmaksas DTM pieejā pie mazākiem atvērumiem var būt būtiski augstākas, tāpat kā kopšanas izmaksas laikā pieaug. Tomēr dabiskā atjaunošana ļauj samazināt atjaunošanas izdevumus un mazināt dzīvnieku postījumu risku. Darba organizācijā datu slāņu izmantošana lēmumu pieņemšanai teorētiski samazina nepieciešamību pēc klātienes apsekojuma, taču praksē datu kvalitāte un atbilstība dabā bieži vien rada papildus izaicinājumus. Privātajiem meža īpašniekiem šāda pieeja prasa ievērojamu laika ieguldījumu datu interpretācijā un pārbaudē, īpaši pie zemas digitālo prasmju kapacitātes (skatīt 6.tab.)

6.tabula

Ekonomiskās vērtības noteikšanas iespējas un ierobežojumi mežsaimniecībā (pēc vairāku nozares pārstāvju vērtējuma)

Nr.	Vērtējamā joma	Atziņas pēc sarunas ar dažādu jomu pārstāvjiem par ekonomisko vērtību noteikšanu
1.	Koksnes resursi	Jā
2.	Rekreācija un tūrisms	Jā/Daļēji, taču nav aprēķinu metodika uz reālu monetizējamu vērtību
3.	Oglekļa uzkrājums	Jā, cenu piedāvājums caur CO ₂ kvotu piedāvājumiem (individuāls)
4.	Bioloģiskā daudzveidība	Ierobežota, teorētisks ietvars, Nav reāls novērtējuma aprēķins
5.	Ūdens un augsnes aizsardzība	Jā, izmaksas, kas saistītas ar seku likvidēšanu un ierīkošanu un viss, epizodiska
6.	Vizuālā ainava, klusums, estētika	Nav reālu novērtējumu aprēķins

7.	Mežizstrādes izmaksas	DTM mežizstrādes izmaksas lielākas pie maziem atvērumiem (norāda, ka pat līdz 2 reizēm lielākas nekā vienlaidus mežizstrādes darbu veikšanai)
8.	Kopšanas izmaksas	Teorētiski uz meža atjaunošanu, bet stādu izmaksas un stādīšanas izmaksas pieaugi laikā
9.	Atjaunošanas izmaksas	Norāda uz stādu atjaunošanas izmaksu samazinājumu, piekopjot dabisko atjaunošanu un teorētiski mazāki dzīvnieku postījumi.
10.	Darba organizācija	Laika ekonomija uz fizisko objektu pārbaude dabā (datu slāņi lēmumu pieņemšanai), taču šobrīd prakse rāda, ka dati, kas ir sistēmā 100% neatbilst dabā esošai situācijai, rezultātā tehnoloģiski koridori, piebraukšanas ceļa, vai iepļānotas cirsma, kur fiziska nav iepsējams jeb veido ļoti dārgas izmaksas. Privātiem meža īpašniekiem šāda rīku izmantošana prasītu lielāku laika resursu rīka un datu interpretēšanā, datu ticamības pārbaudei.

10.attēlā uzsver četras būtiskas jomas, kurās meža ekonomiskās vērtības noteikšana sastopas ar praktiskiem izaicinājumiem: resursu vērtēšana, atjaunošana, izmaksu pārvaldība un darba organizācija. Resursu vērtēšanas grūtības izriet no sarežģījumiem bioloģiskās daudzveidības un rekreācijas vērtību kvantificēšanā. Atjaunošanas jomā galvenie izaicinājumi ir saistīti ar dabisko metožu praktisko izmantošanu un stādu atjaunošanas izmaksu salīdzinājumu. Izmaksu pārvaldību sarežģī mežizstrādes un kopšanas izmaksu svārstīgums, savukārt darba organizāciju ietekmē datu neatbilstības un augstas laika resursu prasības. Šie aspekti norāda uz nepieciešamību pēc integrētas, datu balstītas pieejas mežsaimniecībā, kas ļautu efektīvāk pārvaldīt gan ekoloģiskos, gan ekonomiskos faktorus.



10.att. Ekonomiskās vērtības noteikšanas izaicinājumi mežsaimniecībā

Atbalsta rīks integrējams meža apsaimniekošanas plānošanas sistēmās, nodrošinot prognozējumus rezultātus un adaptīvu apsaimniekošanas iespējas. Praktiskās ieviešanas potenciālu pierāda RGP un SIA Rīgas Meži praktiskā pieredze ainavu dizaina un lēmumu plānošanas automatizācijā.

Nākotnes iespējas ekonomiskajiem ieguvumiem no meža ekosistēmas pakalpojumiem

Meža ekosistēmu pakalpojumi piedāvā plašu potenciālu nākotnes ekonomiskajiem ieguvumiem, kas pārsniedz tradicionālo koksnes ražošanu. Šo pakalpojumu monetizācija kļūst arvien aktuālāka ilgtspējīgas attīstības kontekstā, iekļaujot gan tirgus instrumentus, gan politikas atbalstītas kompensācijas shēmas. Nozīmīgākie potenciālie ienākumu avoti ir brīvprātīgie oglekļa tirgi, bioloģiskās daudzveidības kredīti un nekoksnes meža resursi u.c.

Brīvprātīgie oglekļa tirgi globālā līmenī brīvprātīgie oglekļa tirgi ir visstraujāk augošais ekosistēmu pakalpojumu monetizācijas virziens. Meža oglekļa piesaiste koku biomasā un augsnē ir viena no galvenajām metodēm emisiju kompensēšanai. 2025. gada pārskatā par brīvprātīgiem oglekļa tirgiem norādīts, ka tirgus pārorientējas uz kvalitātes un integritātes uzraudzību, veidojot uzticamu finansējuma avotu ilgtspējīgai mežu apsaimniekošanai. Saskaņā ar *Ecosystem Marketplace* datiem, 2021. gadā brīvprātīgie oglekļa tirgi darījumu apjoms sasniedza rekordlielus

~2 miljardi USD, bet 2022.–2024. gados sekoja tirgus korekcija, kas gan nesamazina tā stratēģisko nozīmi. 2023. gadā meža saistītie projekti (AFOLU – *Agriculture, Forestry and Other Land Use*) veidoja ~46% no kopējā kredītu daudzuma. Prognozes liecina, ka līdz 2030. gadam brīvprātīgie oglekļa tirgus vērtība varētu pārsniegt 50 miljardus USD, ja tiks nodrošināti skaidri kvalitātes standarti un uzticība tirgum.

Brīvprātīgs tirgus – uzņēmumi pēta iespējas iegādāties daudzveidības kredītus kā daļu no ESG vai reputācijas stratēģijas. Regulēts tirgus – noteiktās valstīs (Lielbritānija, Austrālija u.c.) valdība pieprasa kredītus jauno būvju kompensācijai vai likumdošanas ietvaros (*Biodiversity Net Gain*). Habitat/habitat banking, kur veido bioloģiskās daudzveidības bankas (piemēram, ASV mitrāja bankas) – aizvietošanas kredīti reģionāla mērogā. Eiropas galvenais mehānisms: "No net loss" programmas (UK, ES), kur būvniecība prasa iegādāties kredītus. Starptautiskais piemērs, Kolumbijā daži privāti risinājumi attīsta brīvprātīgu kredītu tirgu, kur pakalpojumu salikšana (*bundling* - vairākus ekosistēmu pakalpojumus (CO₂ piesaiste, ūdens aizsardzība, sugu aizsardzība u.c.) pārdod kā vienu kopīgu kredītu, bet *stacking* - katram pakalpojumam izdod atsevišķus kredītus, ko var pārdot atsevišķi). Taču praktiskā realitātē ir sarežģījumi, īpaši tādēļ, lai izvairītos no divkāršas pārdošanas (*double-counting*).

Bioloģiskās daudzveidības kredītu tirgus veidošana, ko vada *Biodiversity Credit Alliance*, tiek uzskatīta par būtisku rīku Kunming-Monreālas bioloģiskās daudzveidības mērķu sasniegšanai. Latvijas meži, kas satur dažādus ES nozīmes biotopus, potenciāli var kļūt par biodaudzveidības kredītu izcelsmes vietu, piesaistot investīcijas biotopu atjaunošanā un sugu aizsardzībā.

Bioloģiskās daudzveidības kredīts ir finanšu instruments, kas simbolizē reālas un mērāmas darbības bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā, atjaunošanā vai uzlabošanā—piemēram, dzīvotņu restaurācija, sugļu aizsardzība, dabas aizsardzība vai labai draudzīga zemes apsaimniekošana. Tas ir līdzīgs oglekļa kredītam, bet fokusējas uz daudzveidības palielināšanu, nevis emisiju kompensēšanu. Tas veicina privātā sektora ieguldījumus dabas atjaunošanā un uzturēšanā un tiek veidots jauns tirgus instruments klimata un dabas mērķu atbalstam, kas līdz šim bija orientēts uz oglekļa emisijām.

Bioloģiskās daudzveidības kredīti var tieši balstīties uz meža pakalpojumiem, sugu un dzīvotņu aizsardzība: kreditē atjauninātu vai saglabātu biotopu (piem., vecos mežus, mitrājus, ligzdvietais apdzīvotājiem), atjaunošana, kur bojāto meža teritoriju atjaunošana uzlabo ainavu, veicina sugu

atgriešanos un oglekļa piesaisti, labai tuva mežsaimniecība (dabai draudzīgas metodes) – izmantojot bundling pieeju, viena projekta ietvarā var tikt iesaistīti oglekļa kredīti, sugu aizsardzība, ūdens kvalitāte un rekreācijas iespējas. Analīze un kartēšana nosaka, identificējiet meža platības ar augstu biodiversitāti – nosakiet potenciālos kredītus (sugas aizsardzība, dzīvotņu kvalitāte). Metodikas izvēle nosaka izvēlieties starptautiski atzītas metodikas – piemēram, BBOP principus vai starptautiskus standartus (piem., *Biodiversity Credit Alliance*). Bioloģiskās daudzveidības kredīti ir ambiciozs un daudzdimensionāls instruments, kas var palīdzēt monetizēt meža ekosistēmu pakalpojumus (sugu aizsardzību, oglekļa piesaisti, ūdens aizsardzību, vidus ainavas saglabāšana u.c.) un atbalstīt labai tuvas mežsaimniecības praksi. Lai ieietu šajā tirgū, nepieciešama skaidra metodoloģija, uzticama verifikācija un sasaistes izveide ar korporatīviem un regulētiem tirgiem.

Biodiversity Credit Alliance atzīmē, ka līdz 2030. gadam bioloģiskās daudzveidības finansējuma deficīts varētu sasniegt 700 miljardus USD gadā, bet jaunu instrumentu, tostarp biodaudzveidības kredītu tirgus, ieviešana var būtiski veicināt privātā sektora ieguldījumus. Latvijas kontekstā, ņemot vērā neskartās teritorijas, Natura 2000 tīklu un sugu daudzveidību, šis tirgus sniedz potenciālu piesaistīt ārējo kapitālu mežu saglabāšanai un atjaunošanai.

Nekoksnes produkti (ogas, sēnes, ārstniecības augi) un ***kultūras pakalpojumi*** (rekreācija, izglītība, ekotūrisms) veido arvien nozīmīgāku ienākumu daļu, īpaši daudzfunkcionālās mežsaimniecības modelī. Pētījumos Latvijā pierādīts šo resursu devums tautsaimniecībai, norādot uz nepieciešamību šos pakalpojumus integrēt plānošanas un novērtēšanas sistēmās. 2024.gada LVMI “Silava” pētījumā novērtēts, ka nekoksnes produktu ekonomiskā vērtība Latvijā var sasniegt vairākus miljonus eiro gadā, īpaši ņemot vērā ogu, sēņu un medījamo dzīvnieku iegūšanas nozīmi. Papildus tam kultūras pakalpojumi (tūrisms, rekreācija, izglītība) sniedz nemonetizētus, bet būtiskus ieguvumus – piemēram, SIA Rīgas meži teritorijās rekreācijas potenciāls ir būtisks pilsētvidei un sabiedrības labklājībai.

SIA Rīgas meži, LU un LVMI Silava izstrādātie daudzkritēriju lēmumu atbalsta rīki, kas integrē ekosistēmas pakalpojumu kvantitatīvus rādītājus (oglekļa krājumi, biotopu vērtība, rekreācijas potenciāls), nodrošina iespēju telpiski optimizēt meža apsaimniekošanu ekonomiskā un ekoloģiskā kontekstā. Izstrādātie daudzkritēriju lēmumu atbalsta rīkā var integrēt oglekļa, biotopu, rekreācijas un ūdens regulācijas datus lēmumu pieņemšanā. Tie ļauj novērtēt oglekļa krājumus pēc

satelītdatiem, identificēt sugu bagātības zonas un modelēt peļņas iespējas dažādos meža apsaimniekošanas scenārijos.

Eiropas Zaļais kurss, Bioloģiskās daudzveidības stratēģija 2030 un Mežu uzraudzības regula atbalsta jaunu finanšu instrumentu ieviešanu, piemēram, rezultātorientētus maksājumus par ekosistēmas pakalpojumu nodrošināšanu (*Results-Based Payments*), kas potenciāli papildina tradicionālos ienākumu avotus arī Latvijas mežos. Saskaņā ar Zaļo vienošanos un ES bioloģiskās daudzveidības stratēģiju 2030, tiek paredzēta būtiska atbalsta palielināšana ekosistēmas pakalpojumu nodrošinātājiem. Piemēram, pilotprojekti maksājumiem par ekosistēmas pakalpojumiem (*Payment for Ecosystem Services*) tiek ieviesti vairākās ES valstīs, un līdzīgi instrumenti ir piemērojami arī Latvijā mežu sektorā.

Secinājumi:

Dabai tuvā mežsaimniecība:

- ir efektīva alternatīva tradicionālajai mežsaimniecībai, jo nodrošina augstāku ekosistēmu pakalpojumu vērtību, tostarp oglekļa piesaisti, bioloģisko daudzveidību un rekreācijas potenciālu, vienlaikus saglabājot ekonomisko rentabilitāti ilgtermiņā;
- uzrāda zemākas ilgtermiņa apsaimniekošanas izmaksas, jo veicina dabisko atjaunošanos, selektīvu izstrādi un samazina nepieciešamību pēc intensīvas kopšanas un atjaunošanas darbu;
- pielāgošanās spēja dažādiem vides un sociālajiem apstākļiem padara to piemērotu gan valsts, gan pašvaldību un privāto mežu apsaimniekošanai, nodrošinot ilgtspējīgu resursu izmantošanu un klimata mērķu sasniegšanu.

Daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks:

- ir pietiekami efektīvs, datos balstīts instruments, kas sekmē klimata, dabas un ekonomiskās politikas integrāciju gan nacionālā, gan komerciālā līmenī;
- sekmē uz datiem balstītu, caurskatāmu un adaptīvu meža apsaimniekošanu, apvienojot bioloģiskos, ekonomiskos un sociālos indikatorus vienotā lēmumu pieņemšanas platformā.

Ekosistēmu pakalpojumu telpiskā kartēšana ļauj precīzi identificēt teritorijas ar augstu dabas, sociālo vai ekonomisko vērtību, tādējādi veicinot stratēģisku teritoriju plānošanu.

Ekonomiskā analīze rāda, ka dabai tuvā mežsaimniecība pieejā iespējams gūt regulārus, mazāk svārstīgus ienākumus, vienlaikus palielinot iespējas piesaistīt investīcijas (piemēram, oglekļa tirgos vai ES zaļajos finansējumos).

Sabiedrības iesaiste un kultūras pakalpojumu novērtēšana dabai tuvā mežsaimniecība ietvaros uzlabo sociālo akceptu un atbilst Nacionālās attīstības plāna uzstādījumiem par teritoriju pieejamību un labbūtību.

Zinātniski pamatoti un indikatoros balstīti rīki, kā šajā projektā izstrādātais daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas atbalsta rīks, nodrošina pamatu ilgtermiņa ilgtspējas mērķu integrācijai mežsaimniecības politikā, ievērojot gan vietējo kontekstu, gan starptautiskās prasības (piemēram, ES “Zaļais kurss” un Biodaudzveidības stratēģija 2030).

Izaicinājumi:

Nepietiekama normatīvā bāze ekosistēmas pakalpojumu monetizācijai: Latvijā vēl nav izstrādātas skaidras metodikas CO₂ piesaistes un bioloģiskās daudzveidības ekonomiskai novērtēšanai nacionālā līmenī, kas apgrūtinā šo vērtību iekļaušanu lēmumu ekonomikā un tirgus instrumentos.

Sākotnēji augstas investīciju izmaksas: Dabai tuvā mežsaimniecība pieejai nepieciešama detalizēta telpiskā informācija, regulārs monitorings un uzlabota plānošana, kas prasa lielākus cilvēkresursus un datu apstrādes jaudu.

Datu pieejamība un kvalitāte: Efektīva dabai tuvā mežsaimniecība ieviešana ir atkarīga no augstas precizitātes datiem (piemēram, LiDAR, biotopu kartējums), kuru pieejamība var būt ierobežota vai dārga.

Zema tirgus attīstība netirgotiem pakalpojumiem: Oglekļa kredītu un bioloģiskās daudzveidības kredītu tirgi vēl nav pietiekami attīstīti Latvijā, līdz ar to trūkst praktisku mehānismu šo vērtību integrēšanai ekonomikā.

Ilgs atdeves cikls: Salīdzinot ar tradicionālo mežsaimniecību, dabai tuvā mežsaimniecība dod mazākus, bet regulārus ieņēmumus, kas var būt šķērslis investoriem, kas meklē ātru peļņu.

Nepietiekama sabiedrības un lēmumu pieņēmēju izpratne: Ja trūkst zināšanu par dabai tuvā mežsaimniecība priekšrocībām, var būt sabiedrības vai institūciju pretestība pārmaiņām meža apsaimniekošanas praksē.

Ekoloģiskās neskaidrības klimatiskajos apstākļos: Pieaugošais klimata risks (ekstrēmi laikapstākļi, kaitēkļu invāzijas) var ietekmēt dabai tuvā mežsaimniecība stratēģijas ilgtspējību, ja sugu izvēle un struktūra nav piemēroti adaptēta.

Administratīvā slodze: Regulāra datu ievākšana, telpiskā analīze un plānošanas dokumentācija rada lielāku administratīvo slogu salīdzinājumā ar tradicionālo mežsaimniecību.

Izmantotā literatūra:

Andrew, M. E., Wulder, M. A., Nelson, T. A., & Coops, N. C. (2015). Spatial data, analysis approaches, and information needs for spatial ecosystem service assessments: A review. GIScience and Remote Sensing. Bellwether Publishing, Ltd. DOI: 10.1080/15481603.2015.1033809

Arāja, R., & Hoņavko, I. (2016). Ekosistēmu pakalpojumu pieeja tālredzīgai pārvaldībai. Sigulda: Dabas aizsardzības pārvalde.

Ash, N., Blanco, H., Brown, C., Garcia, K., Henrichs, T., Lucas, N., Raudsepp-Hearne, C., Simpson, R.D., Scholes, R., Tomich, T.P., Vira, B., Zurek, M. 2010. Ecosystems and Human Well-Being. A Manual for Assessment Practitioners. Island Press, Washington, D.C.

Bar-Massada, A., Radeloff, V. C., & Stewart, S. I. (2014). Biotic and abiotic effects of human settlements in the wildland-urban interface. BioScience. American Institute of Biological Sciences. DOI: 10.1093/biosci/biu039

Bauhus, J., Puettmann, K., & Messier, C. (2009). Silviculture for old-growth attributes. Forest Ecology and Management, 258(4), 525–537.

Bennet, E., Cramer, W., Begossi, A., Cundill, G., Diaz, S., Egoh, B., Geijzendorffer, I., Krug, C., Lavorel, S., Lazos, E., Label, L., Martin-Lopez, B., Meyfroidt, P., Mooney, H., Nel, J., Pascual, U., Payet, K., Harguindeguy, N., Peterson, G., Prieur-Richard, A., Reyers, B., Roebeling, P., Sppelt, R., Solan, M., Tschakert, P., Tschardtke, T., Turner, B. L., Verburg, P., Viglizzo, E., White, P., & Woodward, G. (2015). Linking biodiversity, ecosystem services and human well-being: three challenges for designing research for sustainability. *Environmental Sustainability*, 14, 76-85.

Berglihn, E. C., & Gómez-Baggethun, E. (2021). Ecosystem services from urban forests: The case of Oslomarka, Norway. *Ecosystem Services*, 51, 101358. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2021.101358>

Bisenieks, J. (2005). Meža enciklopēdija [tiešsaiste] [skatīts 2023. gada 20. decembrī]. Pieejams:
<https://www.letonika.lv/groups/default.aspx?r=7&q=me%C5%BEs&id=972091&g=1>

Bohnett, E., & An, L. (2023). Special Issue Editorial: Biodiversity and Ecosystem Services in Forest Ecosystems. *Sustainability*, 15(23). DOI: 10.3390/su152316364

Burkhard, B.; Kandziora, M.; Hou, Y.; Müller, F. Ecosystem service potentials, flows and demands-concepts for spatial localisation, indication and quantification. *Landsc Online* 2014, 34. <https://doi.org/10.3097/LO.201434>

Burkhard, B.; Kroll, F.; Nedkov, S.; Müller, F. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecol Indic* 2012, 21, 17–29. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.019>.

Bušs, K. (1989). Meža ekosistēmas. Rīga: Zinātne, sērija “Daba un mēs”.

Campagne, S; Roche, P.; Müller, F.; Burkhard, B. Ten years of ecosystem services matrix: Review of a (r)evolution. *One Ecosystem* 2020, 5, e51103

Chiaravalloti, R., Bolzan, F. P., De Oliveira Roque, F., & Biswas, S. (2022). Ecosystem services in the floodplains: Socio-cultural services associated with ecosystem unpredictability in the Pantanal wetland, Brazil. Retrieved from

<https://www.researchgate.net/publication/362127475>

E.M. Bennett, G.D. Peterson, L.J. Gordon. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. *Ecol. Lett.*, 12 (2009), pp. 1394-1404

Elliott, R.M.; Motzny, A.E.; Majd, S.; Chavez, F.J.V.; Laimer, D.; Orlove, B.S.; Culligan, P.J. Identifying linkages between urban green infrastructure and ecosystem services using an expert opinion methodology. *Ambio* 2020, 49(2), 569-583.

Ellis, C. J. (2012). Lichen epiphyte diversity: a species, community and trait-based review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 14(2), 131–152.

Fisher, B., & Turner, R. (2008). Ecosystem services: classification for valuation. *Biological Conservation*, 141(5), 1167-1169.

Gao, T., Hedblom, M., Emilsson, T., & Nielsen, A. B. (2015). The role of forest stand structure as biodiversity indicator. *Forest Ecology and Management*, 353, 1–12.

Gaston, K. J., Ávila-Jiménez, M. L., & Edmondson, J. L. (2013). Managing urban ecosystems for goods and services. *Journal of Applied Ecology*, 50(4), 830–840. DOI: 10.1111/1365-2664.12087

Gustafsson, L., Kouki, J., & Sverdrup-Thygeson, A. (2010). Tree retention as a conservation measure in clear-cut forests of northern Europe: a review of ecological consequences. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(4), 295–308.

Hannigan, J. (2014). *Environmental Sociology*. London and New York: Routledge.

Huitt, W. (2007). Maslow's hierarchy of needs. *Educational Psychology Interactive*. Valdosta, GA: Valdosta State University.

J.P. Rodriguez, T.D. Beard Jr., E.M. Bennett, G.S. Cumming, S.J. Cork, J. Agard, A.P. Dobson, G.D. Peterson. 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecol. Soc.*, 11 (2006), p. 28

Jacobs S.; Burkhard, B.; Van Daele, T.; Staes, J.; Schneiders, T. 'The Matrix Reloaded': A review of expert knowledge use for mapping ecosystem services. *Ecol Modell* 2015, 295, 21–30 <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2014.08.024>.

Jankovska, I. (2010). Urbanizētie meži pilsētas ainavā. Latvijas Universitātes 68. zinātniskā konferences referātu kopsavilkums, 94. lpp.

Koricheva, J., Gurevitch, J., & Mengersen, K. (2013). *Handbook of meta-analysis in ecology and evolution*. Princeton University Press.

Kotiranta, H., & Niemelä, T. (2005). Finnish polypores. An identification guide.

Kuuluvainen, T., Tahvonen, O., & Aakala, T. (2017). Even-aged and uneven-aged forest management in boreal Fennoscandia: a review. *Ambio*, 47(1), 1–15.

Larrieu, L., Cabanettes, A., & Delarue, A. (2018). Impact of silviculture on deadwood and on the distribution of microhabitats in forest stands: a case study in south-western France. *Annals of Forest Science*, 75, 71.

Liepa, L., Rendenieks, Z., Jansons, Ā., Miezīte, O., & Dubrovskis, E. (2023). Mapping forest ecosystem service supply in two case studies in Latvia. *Applied Geography*, 155.

Lindenmayer, D. B., & Franklin, J. F. (2002). *Conserving forest biodiversity: a comprehensive multiscaled approach*. Island Press.

M.E. Mastrangelo, F. Weyland, S.H. Villarino, M.P. Barral, L. Nahuelhual, P. Laterra. Concepts and methods for landscape multifunctionality and a unifying framework based on ecosystem services. *Landsc. Ecol.*, 29 (2014), pp. 345-358, [10.1007/s10980-013-9959-9](https://doi.org/10.1007/s10980-013-9959-9)

Meraj, G.; Singh, S.K.; Kanga, S. et al. Modeling on comparison of ecosystem services concepts, tools, methods and their ecological-economic implications: a review. *Model. Earth Syst. Environ.* 2022, 8, 15–34. <https://doi.org/10.1007/s40808-021-01131-6>

Mori, A. S., et al. (2017). Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology. *Journal of Applied Ecology*, 54(1), 12–27.

Mori, A. S., Lertzman, K. P., & Gustafsson, L. (2017). Biodiversity and ecosystem services in forest ecosystems: a research agenda for applied forest ecology. *Journal of Applied Ecology*, 54(1), 12–27. DOI: 10.1111/1365-2664.12669

Pauliņa, I., & Lībiete, Z. (2019). ANALYSIS OF LANDSCAPE PAINTINGS TO HIGHLIGHT THE IMPORTANCE OF FOREST ECOSYSTEM SERVICES IN LATVIA.

Posner, S.M., McKenzie, E., Ricketts, T.H. 2016. Policy impacts of ecosystem services knowledge. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113, 1760-1765

Puettmann, K. J., Coates, K. D., & Messier, C. (2015). *A critique of silviculture: managing for complexity*. Island Press.

Redclift, M., & Woodgate, G. (2010). *The International Handbook of Environmental Sociology*, Second Edition. Northampton: Edward Elgar Publishing, Inc.

Ruskule, A. (2011). Dabas daudzveidība kā vides resurss. No: Dabas aizsardzība. Galv. red. O. Nikodemus, G. Brūmelis. Rīga: LU Akadēmiskais apgāds. 247.-269. lpp.

Schug, F., Bar-Massada, A., Carlson, A. R., Cox, H., Hawbaker, T. J., Helmers, D., ... Radeloff, V. C. (2023). The global wildland–urban interface *Nature*, 621, 94–99. DOI: 10.1038/s41586-023-06320-0

Sousa, W. P. (1984). The role of disturbance in natural communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 15, 353–391.

Turner, M. G. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 20, 171–197.

Van Oudenhoven, A.P.E., Schröter, M., Drakou, E.G., Geijzenborffer, I.R., Jacobs, S., Bodegom, P.M., Chazee, L., Czucz, B., Grunewald, K., Lillebø, A., I., Mononen, L., Nogueira, A.J.A., Pacheco-Romero, M., Perennou, C., Remme, R.P., Rova, S., Syrbe, R.-U., Tratalos, J.A., Vallejos, M., Albert, C. 2018. Key criteria for developing ecosystem service indicators to inform decision making. *Ecological Indicators* 95 (1), 417-426

Vlasenko, I., & Grabalov, P. (n.d.). Urban wildlife interface.

Walker, L. R., Wardle, D. A., Bardgett, R. D., & Clarkson, B. D. (2010). The use of chronosequences in studies of ecological succession and soil development. *Journal of Ecology*, 98(4), 725–736.

Wright, W.C.C., Eppink, F.V., Greenhalgh, S. 2017. 2017. Are ecosystem service studies presenting the right information for decision making? *Ecosystem Services* 25, 128-139