

PĀRSKATS

par Meža attīstības fonda atbalstīto pētījumu

Pētījuma
nosaukums:

**Latvijas mežu resursu ilgtermiņa izmaiņas
Eiropas zaļās vienošanās kursa ietekmē**

Izpildes laiks:

11.04.2021. – 30.12.2021.

Izpildītājs:

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

Pētījuma zinātniskais
vadītājs:

Guntars Šņepsts,
LVMI „Silava” pētnieks

Salaspils, 2021

Kopsavilkums

Zinātniskais pētījums: **Latvijas mežu resursu ilgtermiņa izmaiņas Eiropas zaļās vienošanās kursa ietekmē.**

Izpildes laiks: 11.04.2021. – 30.12.2021.

Izpildītājs: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”.

Pētījuma zinātniskais vadītājs: G. Šnepsts.

Pētījuma mērķis ir izvērtēt dažādu Eiropas zaļās vienošanās alternatīvu potenciālo ietekmi uz koksnes pieejamību un oglekļa piesaisti Latvijas mežos.

Pētījuma uzdevumi.

- 1) Izvērtēt Eiropas zaļās vienošanās politikas radītās potenciālās izmaiņas mežu apsaimniekošanā, kā arī izvērtēt oglekļa piesaisti veicinošos mežsaimnieciskos pasākumus.
- 2) LVMI Silava izstrādāto bezizcirtumu mežsaimniecības mežaudžu augšanas gaitas un atjaunošanās simulācijas modeli un oglekļa piesaistes modeli integrēt LVMI Silava meža resursu modelēšanas sistēmā.
- 3) Modelēt ikdienišķas un alternatīvas mežsaimniecības meža resursu izmaiņas 100 gadu periodam.

Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēma papildināta ar jaunākajiem augšanas gaitas modeļiem, un tajā ir iekļauts arī bezizcirtumu mežsaimniecības mežaudžu augšanas gaitas un atjaunošanās simulācijas modelis, kā arī oglekļa piesaistes modelis.

Pētījumā izvērtēti četri mežsaimniecības scenāriji:

1. ikdienišķa mežsaimniecība (apzīmējums IKD):
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma;
2. zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību (ZV30),
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma, bet izmainīts saimnieciski aprobežoto mežu sadalījums (10% no mežiem netiek modelēta saimnieciskā darbība, 20% no mežiem tiek modelēta bezizcirtumu mežsaimniecība, bet 70% no mežiem tiek modelēta ikdienišķa mežsaimniecība);
3. zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību (ZV50),
meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma, bet izmainīts saimnieciski aprobežoto mežu sadalījums (16,7% no mežiem netiek modelēta saimnieciskā darbība, 33,3% no mežiem tiek modelēta bezizcirtumu mežsaimniecība, bet 50% no mežiem tiek modelēta ikdienišķa mežsaimniecība);
4. zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību (ZV30m).
saimnieciskās darbības aprobežojumi kā ZV30 scenārijā 10% no mežiem netiek modelēta saimnieciskā darbība, 20% no mežiem tiek modelēta bezizcirtumu mežsaimniecība, bet 70% no mežiem tiek modelēta ikdienišķa mežsaimniecība) un mērķtiecīga mežsaimniecība, lai palielinātu oglekļa piesaisti mežā (meža audzēšana atbilstoši šī brīža zinātnieku izstrādātajām rekomendācijām, normatīvās vides izmaiņas, pirmajos 10 gados mērķtiecīga meža ieaudzēšana 100 tūkst. ha un jaunu meliorācijas sistēmu ierīkošana 100 tūkst. ha).

Visos scenārijos tiek prognozēts, ka palielināsies priedes, egles un apses audžu īpatsvars, bet samazināsies bērza un alkšņu audžu īpatsvars. Prognozes liecina, ka IKD, ZV30 un ZV50 scenārijos priedes, egles un bērza audžu platības īpatsvars nākotnē saglabāsies aptuveni tajā pašā līmenī kā šobrīd (73-75%), bet ZV30m scenārijā tiek prognozēts, ka šo audžu īpatsvars ar laiku palielināsies līdz 77,4%.

Prognozētā augošo koku krāja mežaudzēs 100 gadu laikā palielināsies no 679,2 milj. m³ IKD scenārijā līdz 774,6 milj. m³ (+14,0%), ZV30 scenārijā līdz 750,1 milj. m³ (+10,4%), ZV50 scenārijā līdz 732,6 milj. m³ (+7,9%), un ZV30m scenārijā līdz 868,1 milj. m³ (+27,8%),.. Tātad vislielākā krāja nākotnē tiek prognozēta scenārijā, kas saistīts ar mērķtiecīgu mežsaimniecību, bet vismazākā ar vislielāko mežsaimniecisko aprobežojumu īpatsvaru.

Uzkrātais ogleklis kokaudzē (pazemes un virszemes biomasā) un atmirušajā koksne visos scenārijos tiek prognozēts, ka ar laiku palielināsies – pēc 100 gadiem tas tiek prognozēts IKD scenārijā par 11,7% lielāks kā 2020. gadā, ZV30 scenārijā par 10,9% lielāks, ZV50 par 8,4% lielāks, bet ZV30m par 27,1% lielāks.

Vidējais mežaudžu vecums 100 gadu laikā tiek prognozēts, ka palielināsies no 51,5±0,4 gadiem līdz 63,2±0,7 gadiem IKD scenārijā, līdz 71,0±0,8 gadiem ZV30 scenārijā, līdz 77,6±0,8 gadiem ZV50 scenārijā, līdz 71,4±0,7 gadiem ZV30m scenārijā. Salīdzinot ZV30 un ZV30m scenārijus jāsecina, ka mērķtiecīga meža apsaimniekošana neizmaina būtiski mežaudžu vidējo vecumu. Visos modelētajos scenārijos tiek prognozēts, ka palielināsies par 100 gadiem vecāku audžu īpatsvars. Vislielākais šādu audžu īpatsvars tiek prognozēts ZV50 scenārijā – 31,0% pēc 50 gadiem un 27,2% pēc 100 gadiem. Vismazākais šo audžu īpatsvars tiek prognozēts IKD scenārijā – 18,2% pēc 50 gadiem un 18,1% pēc 100 gadiem. Abos pārējos scenārijos tiek prognozēts, ka šo audžu īpatsvars palielināsies līdz 23-24,5%.

Modelēšanā iekļautajos datos mežaudžu I stāva valdošās koku sugas vidējais caurmērs ir 20,5±0,2 cm un visos modelētajos scenārijos tiek prognozēts, ka tas būtiski palielināsies. Mežaudžu vidējais caurmērs 100 gadu laikā IKD scenārijā palielināsies līdz 24,0±0,2 cm, ZV30 scenārijā 26,0±0,4 cm, ZV50 scenārijā 26,2±0,2 cm, ZV30m scenārijā 27,5±0,2 cm. Visos scenārijos tiek prognozēts, ka palielināsies to audžu īpatsvars, kurās šis rādītājs ir lielāks par 40 cm. Ja pēc 50 gadiem prognozes liecina, ka audžu īpatsvars, kurās I stāva valdošās koku sugas caurmērs lielāks par 40 cm, vislielākais ir ZV50 scenārijā, tad jau pēc 100 gadiem šo audžu īpatsvars vislielākais ir ZV30m scenārijā.

Visos scenārijos tika definēts, ka nocērtamās koksnes apjoms galvenajā cirtē katrā piecgadē ir izlīdzināts (neatšķiras vairāk par vienu milj. m³) ar ikdienišķas mežsaimniecības prognozēto aritmētiski vidējo vērtību 100 gadu periodā, līdz ar to nocirstais apjoms starp scenārijiem ir ļoti līdzīgs. Prognozētais ikgadējais likvidās koksnes apjoms nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā 14,30±0,06 milj.m³ gadā, ZV30 scenārijā 14,16±0,06 milj.m³ gadā, ZV50 scenārijā 13,64±0,10 milj.m³ gadā un ZV30m scenārijā 13,43±0,11 milj.m³ gadā. Prognozētais ikgadējais zāģbaļķu koksnes apjoms nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā 5,75±0,05 milj.m³ gadā, ZV30 scenārijā 5,62±0,06 milj.m³ gadā, ZV50 scenārijā 5,36±0,09 milj.m³ gadā, ZV30m scenārijā 5,82±0,12 milj.m³ gadā. Galvenajā cirtē nocirstā platība nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā 35,9±0,3 tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā 38,5±0,6 tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā 50,7±0,7 tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā 39,4±0,4 tūkst.ha gadā. Galvenajā cirtē nocirstās platības izmaiņas galvenokārt saistās ar izmaiņām saimnieciskās darbības ierobežojumos. Palielinot platības, kurās neveic saimniecisko darbību vai nedrīkst veikt vienlaidus atjaunošanas cirti, un tajā pašā laikā saglabājot nepieciešamību pēc esošā nocirstā koksnes apjoma, tiek prognozēts, ka būtiski palielināsies tās platības, kurās tiek veikta pakāpeniskās cirtes, bet samazinās attiecīgi platības, kurās veic vienlaidus atjaunošanas cirti.

Šajā pētījumā mežaudžu vērtība tiek skatīta sašaurinātā nozīmē, proti, mežsaimniecības prognozēto ieņēmumu no koksnes realizācijas un izdevumu koksnes ražošanai, tajā skaitā meža atjaunošanai un kopšanai (pa piecgadēm) tīrā tagadnes vērtība. Latvijas mežu vērtība pie 4,58% diskonta likmes un pētījumā izvēlētajām sortimentu cenām un mežsaimniecisko darbu izmaksām ir IKD scenārijā 5,802 miljardi eiro jeb 1761 eiro ha⁻¹; ZV30 scenārijā 5,900 miljardi eiro jeb 1791 eiro ha⁻¹; ZV50 scenārijā 5,441 miljardi eiro jeb 1651 eiro ha⁻¹; ZV30m scenārijā 5,235 miljardi eiro jeb 1542 eiro ha⁻¹. ZV30m scenārijā vērtība ir vismazākā, jo pirmajos 10 gados tiek modelēts, ka apmežots tiek papildus 100 tūkst. ha, kas pie izvēlētajās aprēķina metodikas ir milzīgs ieguldījums jeb izmaksas, kas samazina vērtību.

Pētījumā modelētie scenāriji ļauj secināt.

- I. Potenciālās Eiropas zaļās vienošanās ietekmē ir iespējams saglabāt esošo koksnes produktu ražošanas apjomu, bet līdz ar to ir nepieciešams palielināt meža platības, kurās tiek veikta galvenā cirte un jāmaina esošais valsts mežos galvenajā cirtē maksimāli pieļaujamā ciršanas apjoma aprēķina algoritms.
- II. Palielinot platības, kurās ir aizliegta vai ierobežota mežsaimniecība, visticamāk, palielināsies bioloģiskā daudzveidība, bet oglekļa piesaiste vai nu netiks palielināta, vai tā tiks palielināta īstermiņā. Lai ilgtermiņā palielinātu oglekļa piesaisti mežā, ir jāpalielina mežu platība (meža ieaudzēšana ar augstvērtīgu stādāmo materiālu) un jāpaaugstina meža produktivitāte.
- III. Meža produktivitāti var palielināt, meliorējot pārmitros mežus un saimniekojot mežos atbilstoši mežzinātnieku rekomendācijām – savlaicīgākas un intensīvākas kopšanas cirtes jaunākās audzēs un īsāks aprites periods, saglabājot līdzšinējo praksi, ka Latvijā cilvēki mežā audzē baļķus, nevis tehnoloģisko koksni.
- IV. Lai būtu iespējams saimniekot atbilstoši mežzinātnieku rekomendācijām, būtu jāmaina šī brīža normatīvais regulējums, kas skar mežaudzes minimālo koku skaitu un minimālo šķērslaukumu, lai jaunākās audzēs kopšanas cirtes varētu veikt ar lielāku intensitāti, bet vecākās audzēs (tuvāk galvenās cirtes brīdim) kopšanas cirtes būtu ar mazāku intensitāti, nodrošinot, ka galvenās cirtes brīdī audzē būtu pēc iespējas lielāka krāja ar pēc iespējas resnākiem kokiem. Būtu nepieciešams veikt izmaiņas arī noteikumos, kas skar galvenās cirtes caurmēru, un meža atjaunošanas noteikumos, nosakot mazāku un vienādu galvenās cirtes caurmēru visās bonitātēs, kā arī nosakot atjaunot mežaudzi ar selekcionētu materiālu obligāti, ja audze nocirsta galvenajā cirtē pēc caurmēra.

Saturs

1. Eiropas zaļās vienošanās politikas radītās potenciālās izmaiņas mežu apsaimniekošanā.....	6
1.1. Zaļā vienošanās (Green deal).....	6
1.2. Biodaudzveidības stratēģija	7
1.3. Meža stratēģija.....	8
1.4. Augšnes stratēģija.....	10
1.5. FIT for 55.....	12
2. SEG emisiju samazināšanas un CO₂ piesaisti veicinošie mežsaimnieciskie pasākumi	13
2.1. Meža apsaimniekošanas pasākumi SEG emisiju no augšnes samazināšanai	13
2.2. Koksnes produkti	13
2.3. Meža produktivitātes palielināšana.....	15
2.4. Zemes izmantošanas maiņa	24
2.5. Lauksaimniecības zemju apsaimniekošana	27
2.6. Riska vadība.....	28
3. Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēmas pilnveidošana	32
3.1. Bezizcirtumu mežsaimniecības modelēšana.....	32
3.2. Oglekļa piesaistes modelēšana	34
4. Meža resursu stāvokļa izmaiņas līdz 2120. gadam pie dažādiem mežsaimniecības scenārijiem	36
4.1. Metodika	36
4.1.1. Mežsaimniecības scenāriji	36
4.1.2. Modelēšanā izmantotie dati	37
4.1.3. Augšanas gaitas modelēšana.....	39
4.1.4. Finanšu plūsmas modelēšana	48
4.2. Rezultāti.....	52
4.2.1. Mežaudžu platība	52
4.2.2. Augošu koku krāja	54
4.2.3. Uzkrātais ogleklis	56
4.2.4. Mežaudžu vecumstruktūra	58
4.2.5. Mežaudžu caurmērs	61
4.2.6. Koku ciršana	63
4.2.7. Mežaudžu vērtība.....	68
4.3. Secinājumi un ieteikumi	69
Literatūra	71

1. Eiropas zaļās vienošanās politikas radītās potenciālās izmaiņas mežu apsaimniekošanā

Šī pētījuma ietvaros aplūkotas, mūsdiā, galvenās Zaļās vienošanās (*Green deal*) tēzes un uz tās pamata izdotās bioloģiskās daudzveidības stratēģija 2030. g., jaunā mežu stratēģija 2030. g. un augsnes stratēģija 2030. g.

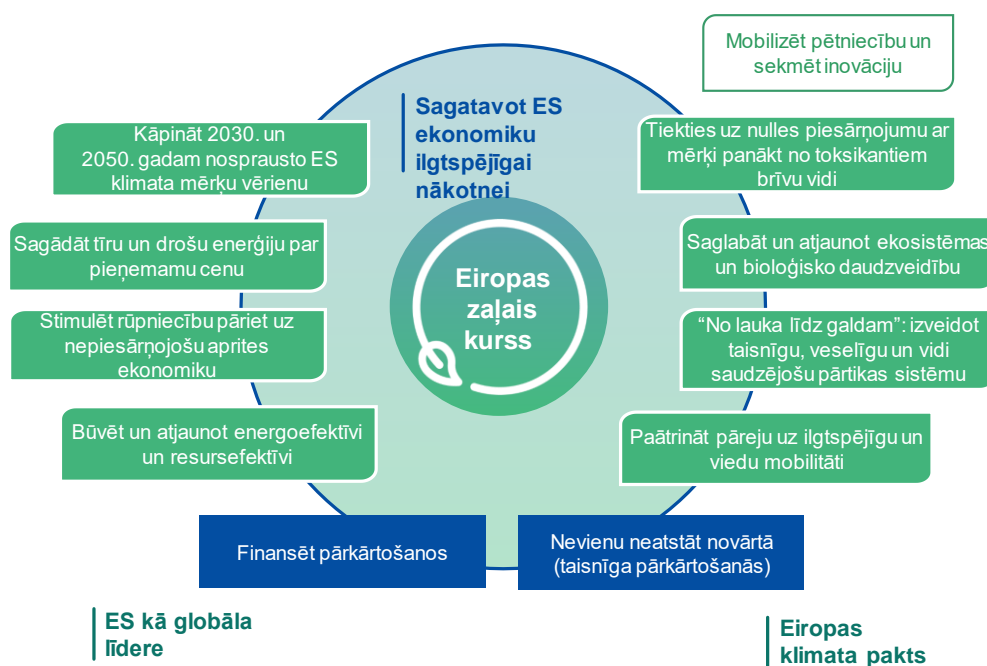
1.1. Zaļā vienošanās (Green deal)

2019. gada 11.decembrī Eiropas komisija nāca klajā ar paziņojumu “Eiropas zaļā vienošanās” jeb “Eiropas zaļais kurss” (*European green deal*).

Dokumentā uzsvērts, ka klimata pārmaiņas un vides degradācija ir eksistenciāls drauds Eiropai un pasaulei. Lai risinātu šīs problēmas, Eiropas zaļās vienošanās ietvaros ES pārveidos par modernu, resursu ziņā efektīvu un konkurētspējīgu ekonomiku, kurā:

- līdz 2050. gadam tiks pārtrauktas siltumnīcefekta gāzu neto emisijas,
- ekonomikas izaugsme ir atsaistīta no resursu izmantošanas,
- novārtā netiks atstāts neviens cilvēks un neviens reģions.

Dažādie zaļā kursa elementi ir ilustrēti 1.1.1. attēlā.



1.1.1. attēls. Eiropas zaļais kurss (COM (2019) 640 final)

Eiropas komisijas vadība un tās aparāta darbinieki nereti uzskata, ka dabas atjaunošana un bioloģiskās daudzveidības atjaunošanās ir ātrs un lēts risinājums oglekļa absorbēšanai un uzglabāšanai. Tāpēc Komisija ierosina atjaunot Eiropas mežus, augsnes, mitrājus un jūras teritorijas. Tas, viņuprāt, palielinās CO2 absorbciju un padarīs vidi noturīgāku pret klimata pārmaiņām.

Šo resursu aprites un ilgtspējīga pārvaldība:

- uzlabojot mūsu dzīves apstākļus;
- uzturējot veselīgu vidi;
- nodrošinājot kvalitatīvu darba vietu izveidi;
- nodrošinājot ilgtspējīgus enerģijas resursus.

Eiropas zaļās vienošanās mērķis ir arī aizsargāt, saglabāt un stiprināt ES dabas kapitālu un aizsargāt iedzīvotāju veselību un labbūtiību no vides apdraudējumiem un ietekmes.

Dokumentā noteikts, ka, lai ES sasniegtu klimatneitralitāti un veselīgu vidi, ES ir jāpalielina mežiem klātā platība un jāuzlabo meža kvalitāte. Ilgtspējīga pirmreizēja un atkārtota apmežošana un degradētu mežu atjaunošana var palielināt CO₂ absorbciju, vienlaikus uzlabojot mežu noturību un sekmējot aprites bioekonomiku. Pamatojoties uz 2030. gada bioloģiskās daudzveidības stratēģiju, Komisija sagatavos jaunu ES meža stratēģiju, kas aptvers pilnu meža ciklu un popularizēs daudzus mežu sniegtos pakalpojumus.

Dokumentā noteikts, ka Eiropas komisija izveidos jaunu Bioloģiskās daudzveidības stratēģiju un tajā būs minēti konkrēti pasākumi, kas veicami šo mērķu sasniegšanai. To vidū varētu būt kvantitatīvi izteikti mērķi, piemēram, izvērsot Natura 2000 tīklu, palielināt bioloģiski daudzveidīgo sauszemes un jūras aizsargājamo teritoriju platību. Dalībvalstīm būtu jāpastiprina arī pārrobežu sadarbība ar mērķi sekmīgāk aizsargāt un atjaunot Natura 2000 tīkla aptvertās teritorijas. Komisija noteiks, kādi pasākumi, to vidū tiesību akti, varētu palīdzēt dalībvalstīm uzlabot un atjaunot bojātās ekosistēmas, tai skaitā ar oglekli bagātas ekosistēmas, lai tās atkal būtu labā ekoloģiskā stāvoklī. Bioloģiskās daudzveidības stratēģijā tiks iekļauti arī priekšlikumi, kā zaļināt Eiropas pilsētas un palielināt bioloģisko daudzveidību pilsēt vidē.

Jaunās ES meža stratēģijas galvenie mērķi būs Eiropā gādāt par sekmīgu apmežošānu un meža saglabāšanu un atjaunošanu, lai tādā veidā palīdzētu palielināt CO₂ absorbciju, samazinātu meža ugunsgrēku biežumu un apmēru un veicinātu bioekonomiku, pilnībā ievērojot ekoloģiskos principus, kas nāk par labu bioloģiskajai daudzveidībai. Kopējās lauksaimniecības politikas satvarā izstrādājamiem nacionālajiem stratēģiskajiem plāniem būtu jāstimulē meža īpašniekus mežus saglabāt, audzēt un apsaimniekot ilgtspējīgi.

1.2. Biodaudzveidības stratēģija

Eiropas komisija 2020.g. 20. maijā nāca klajā ar paziņojumu par “ES biodaudzveidības stratēģiju 2030. gadam”.

Lai līdz 2030. gadam biodaudzveidība nostātos uz atlabšanas ceļa, EK uzskata, ka ciešāk jāpievēršas dabas aizsargāšanai un atjaunošanai. Tas būtu jādara, pilnveidojot un **paplašinot aizsargājamo teritoriju tīklu** un izstrādājot tālejošu **ES Dabas atjaunošanas plānu**.

EK uzskata, ka **par aizsargājamiem būtu jānosaka vismaz 30 % ES sauszemes un 30 % jūras teritorijas**. Sevišķa uzmanība būtu jāpievērš biodaudzveidības ziņā ļoti augstvērtīgām vai potenciāli augstvērtīgām teritorijām. Šādas teritorijas, EK prāt, ir arī vismazāk aizsargātas pret klimata pārmaiņām, un par tām būtu jāparūpējas īpaši, tās stingri aizsargājot¹. Šādā garā **stingri jāaizsargā** būtu vismaz viena trešdaļa aizsargājamo teritoriju, proti, **10 % ES sauszemes un 10 % ES jūras teritoriju**. Šādas stingras aizsardzības sakarībā ļoti svarīgi būs definēt, kartēt, monitorēt un **stingri aizsargāt visus atlikušos ES pirmatnējos un senos mežus**². Turklāt svarīgi būs aktīvi aizstāvēt tādu pašu nostāju visā pasaulē un nodrošināt, ka ES rīcība nenoved pie mežu izciršanas citos pasaules reģionos. Ņemot vērā prognozētās izmaiņas veģetācijas zonās, stingri jāaizsargā arī citas oglekļbagātas ekosistēmas, piemēram, kūdrāji, zālāji, mitrāji.

Komisija sadarbībā ar dalībvalstīm un Eiropas Vides aģentūru 2020. gadā ierosinās kritērijus – to vidū stingras aizsardzības definīciju – un vadlīnijas par papildteritoriju identificēšanu un noteikšanu un par atbilstošu pārvaldības plānošanu.

¹ Stingra teritorijas aizsardzība ne vienmēr nozīmē, ka cilvēkiem liegta jebkāda piekļuve, tomēr, lai ievērotu teritorijas ekoloģiskās prasības, dabīgie procesi tajā norisinās būtībā netraucēti.

² <https://www.cbd.int/forest/definitions.shtml>.

Dabas aizsardzība: galvenās apņemšanās, izpildāmas līdz 2030. gadam

1. Patiesā Eiropas dabas tīklā juridiski aizsargāt vismaz 30 % ES sauszemes un 30 % ES jūras teritoriju un tajā integrēt ekoloģiskos koridorus.
2. Stingri aizsargāt vismaz trešdaļu no ES aizsargājamajām teritorijām, to vidū visus atlikušos ES pirmatnējos un senos mežus.
3. Ar skaidri noteiktiem saglabāšanas mērķiem un pasākumiem reāli pārvaldīt visas aizsargājamās teritorijas un nodrošināt tajās pienācīgu monitoringu.

ES Dabas atjaunošanas plāns

EK 2021.g. plānoja nāc klajā ar juridiski saistošiem ES dabas atjaunošanas mērķrādītājiem, ko noteiks, lai atjaunotu degradētas ekosistēmas, it sevišķi tās, kuras vislabāk spēj uztvert un uzkrāt oglekli un novērst un samazināt dabas katastrofu ietekmi. Priekšlikumā tiks formulēts, kādos apstākļos minētie mērķrādītāji jāsasniedz un kādi ir iedarbīgākie pasākumi, lai to izdarītu. Ietekmes novērtējumā tiks aplūkota arī iespēja izstrādāt ES metodiku par to, kā kartēt, novērtēt un panākt labu ekosistēmisko stāvokli, kurš ļautu nodrošināt tādas ieguvumus kā klimata regulēšana, ūdensrežīma regulēšana, augsnes veselība, apputeksnēšana un katastrofu novēršana un aizsardzība pret tām. Konkrēti tā lūgs dalībvalstis līdz 2030. gadam nodrošināt, ka neviena aizsargājamā biotopa un sugas saglabāšanās tendences un stāvoklis nepasliktinās. Turklāt dalībvalstīm būs jānodrošina, ka vismaz 30 % sugu un biotopu, kuru stāvoklis patlaban nav labvēlīgs, nonāk labvēlīgā stāvoklī vai uzrāda ļoti pārliecinošu virzību uz to. 2020. gadā Komisija un Eiropas Vides aģentūra dos dalībvalstīm metodiskus norādījumus par to, kā sugas un biotopus atlasīt un prioritizēt.

Lai atbrīvotu vietu savvaļas dzīvniekiem, augiem, apputeksnētājiem un kaitēkļu dabīgajiem ienaidniekiem, **vismaz 10 % lauksaimniecības platību steidzami atkal jāpadara par tādām, kurās ir daudzveidības ziņā augstvērtīgi ainavas elementi.**

Papildus stingrai visu atlikušo ES pirmatnējo un seno mežu aizsardzībai **ES ir jāpalielina savu mežu platība, kvalitāte un izturētspēja**, jo īpaši pret ugunsgrēkiem, sausumu, kaitēkļiem, slimībām un citiem apdraudējumiem, kuri varētu pieaugt klimata pārmaiņu ietekmē. Lai meži saglabātu savu funkciju gan biodaudzveidības, gan klimata ziņā, tie visi jāuztur pie labas veselības. Izturētspējīgāki meži balsta noturīgāku ekonomiku.

Komisija izstrādās vadlīnijas par biodaudzveidībai labvēlīgas apmežošanas un meža atjaunošanas un dabai tuvākas mežsaimniecības praksi. Tas tiks darīts līdztekus jaunajai ES Meža stratēģijai.

Saskaņā ar Atjaunojamo energoresursu direktīvu Komisija 2021. gadā izstrādās arī operacionālus norādījumus par **jaunajiem ilgtspējas kritērijiem attiecībā uz meža biomasas izmantošanu enerģijas ražošanai**³.

1.3. Meža stratēģija

2021.g. 16.jūlijā Eiropas komisija nāca klajā ar paziņojumu COM(2021) 572 par “Jaunu ES mežu stratēģiju 2030. gadam”.

Tā sakņojas Eiropas “zaļajā kursā” un ES Biodaudzveidības stratēģijā 2030. gadam, un tajā ir atzīta mežu svarīgā un daudzfunkcionālā loma un mežsaimnieku un visas meža resursu vērtības ķēdes devums ilgtspējīgas un klimatneitrālas ekonomikas izveidē līdz 2050. gadam, bet tajā pašā laikā tā tiecas nodrošināt, ka visas ekosistēmas ir atjaunotas, izturētspējīgas un pienācīgi aizsargātas. Šī stratēģija aizstāj ES Meža stratēģiju, kas pieņemta 2013. gadā⁴ un

³ ES Atjaunojamo energoresursu direktīvas (ES) 2018/2001 29. pants.

⁴ COM(2013) 659 final.

izvērtēta 2018. gadā⁵. Stratēģijā noteikts arī rīcībpolitikas satvars, kura **uzdevums ir nodrošināt, lai ES būtu augoši, veselīgi, daudzveidīgi un izturēspējīgi meži**, kas vērā ņemami palīdz īstenot mūsu biodaudzveidības ieceri, sagādā iztikas līdzekļus lauku apvidos un ārpus tiem un atbalsta ilgtspējīgu meža resursu bioekonomiku, kura balstās uz pašu ilgtspējīgāko meža apsaimniekošanas praksi.

Stratēģijā ierosinātās saistības un darbības palīdzēs sasniegt Eiropas Klimata aktā⁶ nosprausto ES 2030. gada mērķrādītāju, kas paredz siltumnīcefekta gāzu emisijas samazināt vismaz par 55 % un tiks īstenots ar paketē “Gatavi mērķrādītājam 55 %”⁷ izklāstītajiem pasākumiem.

Nemot vērā augošās un dažkārt konkurējošās vajadzības, kas jāapmierina mežiem, mums jāgādā arī par to, lai izmantotās koksnes daudzums nepārsniegtu ilgtspējas robežas⁸ un tiktu optimāli izmantots saskaņā ar kaskādes principu⁹ un aprites ekonomikas pieeju. Tādā veidā koksne, ciktāl iespējams, palīdz fosilos materiālus un produktus aizstāt ar ilglietojamiem apritīgiem materiāliem un produktiem, kas oglekļa uzglabāšanas un aprites ekonomikas ziņā ir visvērtīgākie. Svarīgi ir garantēt koksnes pieejamību, kā arī veicināt uz meža nekoksnes resursiem balstītas saimnieciskās darbības, lai dažādotu vietējo ekonomiku un darba vietas lauku apvidos.

Ilgtsējīgi ražoti un ilglietojami koksnes produkti var palīdzēt sasniegt klimataneitralitāti, jo tie uzglabā ogleki un aizstāj fosilos materiālus.

Liela uzmanība stratēģijā pievērsta arī ilgtspējīgai atkārtotai un pirmreizējai apmežošanai, un tai pievienots ceļvedis, kā līdz 2030. gadam ES iestādīt vēl vismaz 3 miljardus koku.

Stratēģijā noteikts, ka nepieciešams:

- veicināt ilgtspējīgu meža resursu bioekonomiku, kas sagādā ilglietojamus koksnes produktus;
- nodrošināt koksnes resursu ilgtspējīgu izmantošanu bioenerģijas vajadzībām;
- veicināt meža nekoksnes resursu bioekonomiku, arī ekotūrismu;
- attīstīt prasmes un iespēcināt cilvēkus ilgtspējīgas meža resursu bioekonomikas vajadzībām.

Lai cīnītos pret klimata pārmaiņām, apvērstu biodaudzveidības izzušanu un nodrošinātu izturēspējīgas un daudzfunkcionālas meža ekosistēmas, nepieciešams aizsargāt, atjaunot un paplašināt ES mežus.

ES Biodaudzveidības stratēģijā 2030. gadam un arī ES mežu stratēģiju 2030. gadam ir ierosināts vispārējs mērķrādītājs, kas paredz, ka vismaz 30 % ES sauszemes teritorijas būtu jāaizsargā un sekmīgi jāpārvalda un no tiem 10 % ES sauszemes teritorijas būtu stingri juridiski jāaizsargā.

It īpaši būs stingri jāaizsargā visi pirmatnējie un senie meži. Pirmatnējie un senie meži ir ne tikai vienas no bagātākajām ES meža ekosistēmām, bet arī glabā lielus oglekļa uzkrājumus un piesaista oglekli no atmosfēras, un tajā pašā laikā tie ir ārkārtīgi nozīmīgi biodaudzveidības un izšķirīgu ekosistēmas pakalpojumu sniegšanas aspektā¹⁰. Taču joprojām pastāv steidzama

⁵ COM(2018) 811 final.

⁶ Eiropas Parlamenta un Padomes Regula (ES) 2021/1119 (2021. gada 30. jūnijs), ar ko izveido klimatneitralitātes panākšanas satvaru un groza Regulas (EK) Nr. 401/2009 un (ES) 2018/1999.

⁷ Eiropas Komisijas paziņojums Eiropas Parlamentam, Padomei, Eiropas Ekonomikas un sociālo lietu komitejai un Reģionu komitejai “Gatavi mērķrādītājam 55 %”: ES 2030. gadam nospraustā klimata mērķrādītāja sasniegšana ceļā uz klimatneitralitāti (COM(2021) 550 final).

⁸ [brief on role of forest-based bioeconomy in mitigating cc online \(2\).pdf](#).

⁹ Kaskādes princips bija ietverts jau ES Meža stratēģijā 2014.–2020. gadam. Saskaņā ar šo principu koksni izmanto, ievērojot šādu prioritāro secību: 1) koksnes produkti, 2) to kalpošanas laika pagarināšana, 3) atkalizmantošana, 4) reciklēšana, 5) bioenerģija un 6) likvidēšana.

¹⁰ Barredo Cano, J.I., Brailescu, C., Teller, A., Sabatini, F.M., Mauri, A. and Janouskova, K., *Mapping and assessment of primary and old-growth forests in Europe* [“Eiropas pirmatnējo un seno mežu kartēšana un

vajadzība kartēt pirmatnējos un senos mežus un izveidot to aizsardzības režīmu. Komisijas priekšlikums ir, lai stingri aizsargājami meži savā būtībā paliktu netraucēti, ir svarīgi meža cikla dinamiku šajos mežos pēc iespējas atstāt dabisko procesu ziņā, ierobežot cilvēka darbības, kas saistītas ar ieguvu, un vielaikus rast sinerģijas ar ilgspējīgu ekotūrisma un atpūtas iespējām.

Komisija sadarbojas ar dalībvalstīm un ieinteresētajām personām, lai līdz 2021. gada beigām vienotos par **pirmatnējo un seno mežu kopīgu definīciju** un stingras aizsardzības režīmu. **Dalībvalstīm būtu steidzami jārikojas, lai pabeigtu šo mežu kartēšanu, veiktu to monitoringu un nodrošinātu, ka tie netiek noplicināti, pirms tās sākušas piemērot aizsardzības režīmu.**

Eiropas komisija iesaka izmantot dažādvecuma audžu un nepārtraukta meža klājuma mežsaimniecību, pietiekamu atmirušās koksnes daudzumu, uzskatot, ka savvaļas dzīvnieku blīvuma regulēšana un aizsargājamo dzīvotņu laukumu vai neapsaimniekotu platību ierīkošana saimnieciskajos mežos palīdz nodrošināt mežu ilgtermiņa vidisko un sociālekonomisko dzīvotspēju. Savukārt dažas citas prakses Komisijas ieskatā būtu jāpiekopj piesardzīgi¹¹, īpaši tās, kas ietekmē virszemes biodaudzveidību un izraisa saknēs uzkrātā oglekļa un daļēju augsnē uzkrātā oglekļa zudumu. Pie šādām mežkopības praksēm pieder vienlaidus atjaunošanas circes, kuru sakarā arvien vairāk būtu jāņem vērā vidiskie un ekosistēmiskie apsvērumi, arī konkrētu sugu vajadzības. Šīs prakses būtu jāizmanto tikai pienācīgi pamatotos gadījumos. Tāpat būtu jāatsakās arī no celmu un sakņu izvākšanas – tie būtu jāatstāj mežā. Mežizstrāde putnu ligzdošanas periodā jāveic saskaņā ar Putnu direktīvu¹².

ES Biodaudzveidības stratēģijā 2030. gadam ir dots **solījums** pilnīgā saskaņā ar ekoloģiskajiem principiem **līdz 2030. gadam iestādīt vēl vismaz 3 miljardus koku**. Eiropas komisija plāno izstrādāt ceļvedi, kā līdz 2030. gadam iestādīt vēl vismaz 3 miljardus koku.

1.4. Augsnes stratēģija

Eiropas komisija 2021. g. 11. novembrī nāca klajā ar “ES Augsnes stratēģiju 2030. g.”.

Redzējums par augsni, Eiropas Komisijas uzstādījumā ir, ka līdz 2050. gadam tiks panākts, ka visas ES augsnes ekosistēmas ir veselīgas un tādējādi arī noturīgākas. Šajā pašā periodā augsnes aizsardzība, ilgspējīga izmantošana un atjaunošana būs kļuvusi par normu. Veselīgas augsnes ir viens no galvenajiem risinājumiem, kas palīdzēs atrisināt tādas nozīmīgas jautājumus kā klimatneitralitātes panākšana un noturība pret klimata pārmaiņām, tīras un aprītīgas (bio-) ekonomikas izveide, biodaudzveidības zuduma tendences apvēršana, cilvēka veselības aizsardzība, pārtuksnešošanās apturēšana un zemes degradācijas tendences apvēršana.

Vidēja termiņa mērķi līdz 2030. gadam

- Cīnīties pret pārtuksnešošanu, atjaunot degradētu zemi un augsni, tostarp zemi, ko skārusi pārtuksnešošanās, sausums un plūdi, un censties panākt, ka pasaule ir zemes degradācijas ziņā neitrāla (ilgspējīgas attīstības mērķis Nr. 15.3)¹³.
- Atjaunot nozīmīgas degradētu un oglekļbagātu ekosistēmu teritorijas, arī augsnes¹⁴.

novērtēšana”], EUR 30661 EN, Eiropas Savienības Publikāciju birojs, Luksemburga, 2021, ISBN 978-92-76-34229-8, doi:10.2760/13239, JRC124671.

¹¹ Tās būtu jāizmanto tikai pienācīgi pamatotos gadījumos, piemēram, kad pierādīts, ka tās vajadzīgas vides vai ekosistēmas veselības apsvērumu dēļ.

¹² Direktīva 2009/147/EK par savvaļas putnu aizsardzību.

¹³ Apvienoto Nāciju Organizācija (2015), *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*.

¹⁴ ES Biodaudzveidības stratēģija 2030. gadam, COM(2020) 380.

- Zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) nozarē Eiropas Savienībā panākt siltumnīcefekta gāzu neto piesaisti 310 miljoni tonnu CO₂ ekv. gadā¹⁵.
- Līdz 2027. gadam panākt labus virszemes ūdeņu ekoloģiskos un ķīmiskos rādītājus un labus gruntsūdeņu ķīmiskos un kvantitatīvos rādītājus¹⁶.
- Līdz 2030. gadam samazināt barības vielu zudumus vismaz par 50 %, ķīmisko pesticīdu kopējo izmantojumu un ar tiem saistīto risku – par 50 % un bīstamāko pesticīdu izmantojumu – par 50 %¹⁷.
- Panākt ievērojamu progresu kontaminētu teritoriju sanācijā¹⁸.

Ilgtermiņa mērķi līdz 2050. gadam

- Apturēt aizņemtu zemes platību tīro pieaugumu^{19,20}.
- Augsnes piesārņojumu vajadzētu samazināt līdz līmenim, ko vairs neuzskata par kaitīgu ne cilvēka veselībai, ne dabiskajām ekosistēmām un kas nepārkāpj mūsu planētas iespēju robežas, tādējādi panākot no toksikantiem brīvu vidi²¹.
- Panākt Eiropā klimatneitralitāti²² un kā pirmo soli izvirzīt mērķi līdz 2035. gadam ES panākt klimatneitralitāti zemes sektorā²³.
- Līdz 2050. gadam ES izveidot klimatnoturīgu sabiedrību, kas pilnībā pielāgojusies nenovēršamajai klimata pārmaiņu ietekmei²⁴.

Eiropas Komisijas ieskatā augsnes ir veselīgas tad, ja tām ir labi ķīmiskie, bioloģiskie un fizikālie rādītāji, un tādējādi tās spēj nepārtraukti nodrošināt pēc iespējas vairāk šādu ekosistēmu pakalpojumu:

- nodrošināt pārtikas un biomasas ražošanu, arī lauksaimniecībā un mežsaimniecībā,
- absorbēt, uzglabāt un filtrēt ūdeni un pārveidot barības vielas un citas vielas, tādējādi aizsargājot pazemes ūdensobjektus,
- nodrošināt bāzi, uz kuras var pastāvēt dzīvība un biodaudzveidība, arī dzīvotnes, sugas un gēni,
- kalpot par oglekļa krātuvi,
- nodrošināt cilvēkiem un viņu darbībām fizisku platformu un sniegt kultūras pakalpojumus,
- kalpot par izejvielu avotu, veidot ģeoloģiskā, ģeomorfoloģiskā un arheoloģiskā mantojuma arhīvu.

Eiropas Komisijas plānotās darbības

Lai augsnes palīdzētu sasniegt klimatneitralitātes mērķi un sekmētu klimatadaptāciju, Komisija saskaņā ar paketi “Gatavi mērķrādītājam 55 %”:

- ❖ attiecībā uz organiskām augsnēm:
 - balstoties uz ietekmes novērtējuma rezultātiem, apsvērs iespēju Dabas atjaunošanas akta kontekstā ierosināt juridiski saistošus mērķus nolūkā **iegrožot mitrāju un organisko augšņu nosusināšanu un atjaunot apsaimniekotus un nosusinātus kūdrājus**, lai saglabātu un palielinātu augsnes oglekļa uzkrājumus, mazinātu plūdu un sausuma risku un palielinātu biodaudzveidību, ņemot vērā šo mērķu ietekmi uz

¹⁵ Priekšlikums ZIZIMM regulas pārskatīšanai, COM(2021) 554.

¹⁶ [Ūdens pamatdirektīva \(2000/60/EK\)](#).

¹⁷ ES stratēģija “No lauka līdz galdam”, COM(2020) 381.

¹⁸ ES Biodaudzveidības stratēģija 2030. gadam, COM(2020) 380.

¹⁹ Ceļvedis par resursu efektīvu izmantošanu Eiropā, COM(2011) 0571.

²⁰ ES 7. vides rīcības programma, Lēmums Nr. 1386/2013/ES.

²¹ “Ceļš uz veselīgu planētu itin visiem. ES Gaisa, ūdens un augsnes nulles piesārņojuma rīcības plāns”, COM(2021) 400.

²² Eiropas Klimata akts (Regula (ES) 2021/1119).

²³ Priekšlikums ZIZIMM regulas pārskatīšanai, COM(2021) 554.

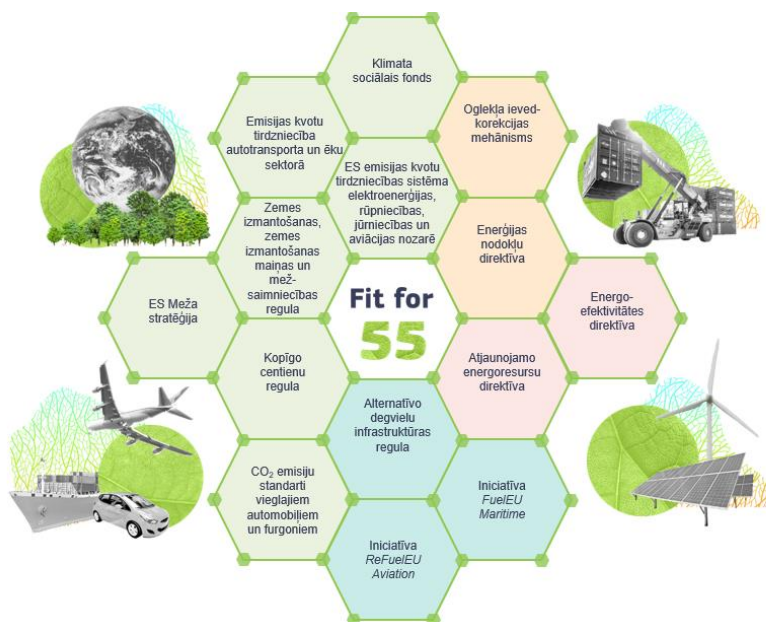
²⁴ ES Klimatadaptācijas stratēģija, COM(2021)82.

nākotnes oglekļa saistīgas lauksaimniecības iniciatīvām un lauksaimniecības un mežsaimniecības ražošanas sistēmām. Turklāt ES ir apņēmusies aizsargāt mitrājus un kūdrājus saskaņā ar KLP stratēģisko plānu regulas noteikumiem;

- palīdzēs novērtēt kūdrāju stāvokli **Globalās kūdrāju iniciatīvas** satvarā, ko virza *FAO* un *UNEP*²⁵;
- ❖ attiecībā uz minerālaugsnēm:
 - Komisija apsvērs pasākumus, iespējams, Dabas atjaunošanas akta kontekstā, ar kuriem tiks uzlabota biodaudzveidība lauksaimniecības zemē, un tas palīdzēs saglabāt un palielināt augsnes organisko oglekli;
 - pievienosies starptautiskajai **iniciatīvai “4 uz 1000”**, kuras mērķis ir palielināt augsnes oglekļa saturu lauksaimniecības zemē²⁶;
 - izstrādās ilgtermiņa redzējumu par ilgtspējīgiem oglekļa aprites cikliem (ietverot CO₂ uztveršanu, uzglabāšanu un izmantošanu) klimatneitrālā ES ekonomikā. Šajā sakarā Komisija 2021. gadā nāks klajā ar paziņojumu par ilgtspējīgu oglekļa aprites ciklu atjaunošanu un 2022. gadā **nāks klajā ar oglekļa saistīgas lauksaimniecības ES iniciatīvu un tiesību akta priekšlikumu par oglekļa piesaistījumu sertifikāciju**, kuru mērķis būs veicināt jaunu zaļās uzņēmējdarbības modeļus, kurā tiks atalgoti tie zemes apsaimniekotāji, piemēram, lauksaimnieki un mežsaimnieki, kuri īsteno klimatam draudzīgu praksi²⁷.

1.5. FIT for 55

Eiropas Komisija ir pieņēmusi priekšlikumu paketi, kuras mērķis ir panākt, lai ES klimata, enerģētikas, transporta un nodokļu politika būtu gatava līdz 2030. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu emisijas par vismaz 55 % salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni. Nozīmīga loma tajā ir arī ES meža stratēģijā paredzētajiem CO₂ piesaistes apjomiem (1.5.1. attēls).



1.5.1. attēls. Eiropas Fit for 55 pakete.

²⁵ www.globalpeatlands.org.

²⁶ www.4p1000.org.

²⁷ Eiropas Komisijas oglekļa saistīgas lauksaimniecības iniciatīva “Klimata pārmaiņas: ilgtspējīgu oglekļa aprites ciklu atjaunošana”.

2. SEG emisiju samazināšanas un CO₂ piesaisti veicinošie mežsaimnieciskie pasākumi

2.1. Meža apsaimniekošanas pasākumi SEG emisiju no augsnes samazināšanai

Bezizcirtumu mežsaimniecība. Organiskām augsnēm specifiska darbība, ko tomēr var īstenot arī mežos ar minerālaugsnēm. Somijā pašlaik tiek pētīta šīs metodes dažādu variantu ietekme uz siltumnīcefekta gāzu (SEG) bilanci. Emisijas raksturo modelēšanas risinājumi, kas izmanto evapotranspirācijas modeļus gruntsūdens līmeņa izmaiņu un to ietekmes uz SEG emisijām raksturošanai. Pasākuma ietekmi nosaka tas, ka pakāpeniskās cirtēs paliekošie koki nodrošina gruntsūdens līmeņa pazemināšanos, tādējādi novēršot CH₄ emisijas no augsnes. Darbību datus pasākuma ietekmes novērtēšanai var iegūt no mežizstrādes pārskatiem vai Meža resursu monitoringa datiem, sasaistot to ar reljefa un ūdens režīma analīzes datiem. Somijā šo pasākumu var īstenot līdz 1,5 miljoniem ha platībā. Atbilstība ilgtspējības kritērijiem ir potenciāli augsta. Izmaksu un ieguvumu attiecība vēl nav pieejama. Metode ir iekļauta nacionālajās labas meža apsaimniekošanas vadlīnijās Somijā, kur ierīkotas arī demonstrācijas teritorijas (Korkiakoski u.c., 2019; Nieminen u.c., 2018; Ojanen & Minkkinen, 2019).

Latvijā, neskatoties uz šīs metodes potenciālajiem ieguvumiem, kvantitatīvs novērtējums nav veikts, ir identificēti arī vairāki riski, piemēram, sakņu trapes izplatība egļu audzēs un atstājamo koku mehāniski bojājumi. Pašreizējā krājas kopšanas ciršu pieredze liecina par būtisku mirstības pieaugumu egļu audzēs pēc kopšanas, kas noved pie sanitārās cirtes un audzes atjaunošanās. Priežu audzēs līdzīgu pozitīvu efektu, iespējams, var panākt ar joslu pakāpeniskajām cirtēm, taču šādas pieejas lietderīgums ir jāpārbauda eksperimentāli, tajā skaitā nosakot cirsmu lielumu, kurās joslu pakāpeniskā cirte var samazināt emisijas.

Pasākuma ietekmes ilgums vēl nav vērtēts, var uzskatīt par ilglaicīgu joslu pakāpeniskās cirtes gadījumā un īslaicīgu – vienlaidus pakāpeniskās cirtes gadījumā, jo mērķtiecīga meža atjaunošana iespējama tikai joslās.

Arī kvantitatīvā ietekme vēl nav novērtēta. Pasākums var palielināt mežizstrādes izmaksas pakāpeniskās cirtes gadījumā, jo ir mazāks mežizstrādes ražīgums, kas veido papildu izmaksas. Teorētiski var samazināt meliorācijas sistēmu uzturēšanas izmaksas.

Pasākums Latvijā nav atbalstīts ar konkrētiem tiesību aktiem, bet meža īpašnieks to var piemērot brīvprātīgi. Taču šo pasākumu īsteno lielās platībās sakarā ar vienlaidus cirtes ierobežojumiem, piemēram, piekrastes joslā.

2.2. Koksnes produkti

Uzlaboti sortimentācijas algoritmi, lāzerskenēšanas un attēlu analīzes tehnoloģijas kokmateriālu zāģēšanas zudumu mazināšanai

Pasākums ir potenciāli nozīmīgs Latvijā. Pasākuma ietekmi var novērtēt, salīdzinot standarta un pilnveidotas sortimentācijas instrukcijas metodes. Jaunas sagarumošanas metodes vēl ir jāizstrādā un, atkarībā no risinājuma sarežģītības, to var ieviest, izmantojot standarta harvesteru PC bez uzlabojumiem, vai arī harvesteriem nepieciešami jaudīgāki datori, kas var veikt lāzerskenēšanas un optisko datu analīzi.

Ietekmes novērtējumu var veikt, izmantojot harvesteru produkcijas failus un mežizstrādes statistiku.

Kvantitatīvās ietekmes potenciāls valsts līmenī vēl nav novērtēts. Pasākums neradīs negatīvu ietekmi uz meža apsaimniekošanas ilgtspēju. Pasākums nav saistīts ar papildu izmaksām meža apsaimniekošanai; tomēr vēl ir jāattīsta jaunas sortimentācijas metodes, nepieciešami arī ieguldījumi pētniecībā un attīstībā.

Koksnes apstrādes efektivitātes paaugstināšanās samazinās meža biokurināmā izlaidi kokapstrādē.

Pasākums netiek atbalstīts ar valsts klimata instrumentiem; tā ir tirgus virzīta darbība, ko īsteno tehnikas ražotāji.

Koksnes izmantošanas efektivitātes palielināšana – mazāk biokurināmā un papīrmalkas un vairāk koksnes produktu

Lai novērtētu SEG emisiju samazinājumu, var izmantot datus par biomasas pārstrādes efektivitāti, datus par investīcijām un valsts statistiku par koksnes produktu ražošanu. Produktu sertifikācija un materiālu plūsmas analīze var sniegt vērtīgu informāciju pasākuma ietekmes novērtēšanai.

Īstenošanas potenciāls valsts līmenī vēl nav novērtēts. Pasākumam nav ietekmes uz meža apsaimniekošanas ilgtspējības kritērijiem.

Kokapstrādes efektivitātes paaugstināšanās samazinās biokurināmā izlaidi kokapstrādē, palielinot pieprasījumu no citiem avotiem.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti; tā ir tirgus virzīta darbība, ko īsteno kokrūpniecības sektors, lai nodrošinātu konkurētspēju augošajā koksnes tirgū.

Saudzīgas mežizstrādes tehnikas ieviešana, lai izvairītos no CH4 emisiju karsto punktu veidošanās un sakņu trupes izplatīšanās

Organiskām augsnēm specifisks pasākums, kas būtiski palielina koksnes resursu pieejamību. Pasākums atzīts par potenciāli vērtīgu Latvijā. Pagaidām nav izstrādātas šī pasākuma iespējamās ietekmes uz SEG emisijām novērtēšanas metodes. Lai nodrošinātu pasākuma ietekmes novērtēšanas iespējas, būtiski jāpilnveido meža taksācijas informācija, pievienojot datus, kas raksturo augsnes nestspēju, ūdens režīmu un apsaimniekošanas vēsturi (joslu ceļu atrašanās vieta, nocirstie apjomi). Ir lietderīgi izmantot mežizstrādes mašīnu datus, lai izsekotu apsaimniekošanas vēsturei un augšanas apstākļu ietekmei.

Pasākumam ir nepārtraukta ietekme uz meža augšanu un augsnes SEG emisijām; tomēr faktiskais emisiju samazinājuma sadalījums meža aprites laikā nav novērtēts.

Kvantitatīvs īstenošanas potenciāls SEG emisiju samazināšanas ziņā nav novērtēts. Saskaņā ar dažādiem pieņēmumiem, pieprasījums pēc jauna tipa kāpurķēžu forvarderiem vai riteņu forvarderiem ar jauna veida blīvām kāpurķēdēm ir aptuveni 100-150 mašīnas; pieprasījums pēc kompaktās klases meža mašīnām var sasniegt 50 – 100 mašīnas atkarībā no noslodzes (Kalēja u.c., 2017; Lazdiņš & Petaja, 2016; Zimelis u.c., 2016). Saudzīgas tehnikas izmantošana atbilst ilgtspējības kritērijiem mežsaimniecībā.

Izmaksu – ieguvumu attiecība SEG emisiju samazinājuma izteiksmē nav vērtēta, taču pasākuma īstenošanu sekmē ekonomiski instrumenti – vairumā gadījumu saudzīga mežizstrāde tehnoloģija vienlaikus ir arī ekonomiski efektīvāka izvēle. Saudzīgu mežizstrādes tehnoloģiju izmantošana uzlabos apaļkoksnes un biokurināmā piegāžu stabilitāti, īpaši pavasarī un rudenī, kad augsnes nestspēja pasliktinās. Riteņtraktoru ar palielinātas virsmas kāpurķēdēm un kāpurķēžu forvarderu izmantošana ievērojami palielina tehniski pieejamo mežizstrādes atlieku daudzumu, ko var izmantot enerģētiskajā koksnes ražošanā, sniedzot ieguldījumu enerģētikas sektorā.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata instrumenti, tomēr tirgus instrumenti nosaka to, ka mežizstrādē izmanto jauna veida kāpurķēžu un kompaktklases meža mašīnas (Zimelis u.c., 2018, 2019).

Efektīvākas mežizstrādes tehnoloģijas, kas samazina kokmateriālu bojājumus

Pasākuma aktualitāti nosaka zinātniskie dati par ražošanas zudumu samazināšanas iespējām, izmantojot saudzīgus padeves veltņus (Rottensteiner, 2010; Zimelis, Kaleja, u.c.,

2017; Zimelis, Lazdiņš, u.c., 2017). Pasākuma ietekmes novērtēšanai ir nepieciešama mežizstrādes statistika un periodisks monitorings kokmateriālu patēriņa vietās.

Pasākums ietekme CO₂ piesaisti koksnes produktos. Īstenošanas potenciāls valsts līmenī vēl nav novērtēts, tomēr dažiem produktu veidiem ietekme ir būtiska, piemēram, mietu ražošanā saudzīgu padeves veltņu izmantošana samazina ražošanas zudumus līdz pat 30%, t.i. nodrošina par 30% lielāku CO₂ piesaisti šajā kokmateriālu grupā.

Pasākums neietekmē meža apsaimniekošanas ilgtspējības kritērijus. Pasākums nav saistīts ar papildu izmaksām meža apsaimniekošanas pusē, bet prasa papildu ieguldījumus mežizstrādes tehnikā. Mežizstrādes efektivitātes palielināšana samazinās meža biokurināmā izlaidi kokapstrādes sektorā. Saudzīgo padeves veltņu priekšrocību izmantošana prasa no operatoriem uzlabotas profesionālās iemaņas.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti, bet saudzīgu padeves veltņu izmantošanu sekmē koksnes pircēji, kas apzinās šīs tehnoloģijas priekšrocības. Praksē gan tehnoloģijas efektivitāti ierobežo profesionālo iemaņu trūkums.

2.3. Meža produktivitātes palielināšana

Meliorācijas sistēmu pielāgošana, nodrošinot gruntsūdens līmeņa regulēšanas iespējas, lai izvairītos no CH₄ emisijām un samazinātu CO₂ emisijas

Meliorētām organiskām augsnes piemērots pasākums, tomēr tas ietekmē arī meliorētas minerālaugsnes, īpaši oglekļa krājumus augsnē. Pasākums atzīts par potenciāli vērtīgu Latvijā. Jāizstrādā metodes šī pasākuma ietekmes novērtēšanai. Audžu inventarizācijas un meliorācijas kadastra dati jāpapildina ar informāciju par ūdens režīmu un īstenoto pasākumu ietekmes uz gruntsūdeņu līmeņa dinamiku prognozēm. Augstas izšķirtspējas LiDAR dati ir nepieciešami, lai prognozētu ietekmi, kā arī noteiktu, kur pasākums var būt efektīvs.

Nav ticamu pierādījumu par pasākuma ietekmi; tomēr tam vajadzētu ietekmēt SEG emisijas, ja ir nodrošināta gruntsūdens līmeņa pazemināšanās pavasarī un gruntsūdens līmenis nekrītas vasaras laikā. Papildu pasākumi, kas jāīsteno, ir meliorācijas sistēmu uzturēšana, īpaši meža atjaunošanas vai kompensējošā mēslošanas laikā. Potenciālā kvantitatīvā ietekme Latvijā vēl nav novērtēta.

Atbilstība ilgtspējības kritērijiem nav vērtēta, taču pasākums palielina meža ekosistēmu noturību, attiecīgi, sekmē ilgtspējas kritēriju realizēšanu mežsaimniecībā.

Pasākuma izmaksu un ieguvumu attiecība nav vērtēta. Pasākums ir vērsts uz meža ekosistēmu noturības palielināšanu, kā arī palielinās apaļkoksnes un meža biokurināmā piegādes nākotnē, veicinot enerģētikas sektoru un aizstāšanu citās nozarēs.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti.

Minerālmēsli (N, P, K) izmantošana un aprites ilguma samazināšana

P un K saturošie mēslošanas līdzekļi parasti ir efektīvāki mežos ar organiskām augsnēm. Pasākums atzīts par potenciāli vērtīgu Latvijā; tomēr to finansiāli atbalsta Norvēģijas valdība. Papildus pieaugumu novērtē atbilstoši izlietotajai mēslojuma devai, pieņemot, ka meža apsaimniekošana ir optimizēta, lai nodrošinātu papildu pieaugumu (Petaja u.c., 2018). Pagaidām nav izstrādāti modeļi, lai novērtētu meža apsaimniekošanas izmaiņu ietekmi, tāpēc ņem vērā tikai īstermiņa ietekmi. MRM un mežu inventarizācijas datus izmanto, lai novērtētu oglekļa uzkrājuma izmaiņas vietējā un valsts līmenī.

Meža valsts reģistra datus un MSI nav informācijas par mēslošanas līdzekļu izmantošanu, tāpēc pasākuma uzskaitē ir jāievieš ziņošana par meža mēslošanu Meža valsts reģistrā. Šos datus var izmantot valsts un lokālā līmenī, lai ziņotu par papildu SEG emisiju samazinājumu. Ilgtermiņa ietekmes prognozes var pārbaudīt, izmantojot attālās izpētes (veģetācijas indeksi, LiDAR, radara) datus.

Īstermiņa ietekme turpinās 10-20 gadus; ilgtermiņa ietekme turpinās visas aprites laikā, īpaši, ja tā ir saistīta ar izmaiņām apsaimniekošanas režīmā. Īstermiņa efekta nodrošināšanai nav nepieciešami papildu pasākumi; Ilgtermiņa efekta sasniegšanai nepieciešams ievērot labas prakses vadlīnijas kopšanas, savlaicīgas atjaunojošās cirtes un meliorācijas sistēmu uzturēšanas darbu izpildē. Papildus pieaugums meža mēslošanas rezultātā var sasniegt 39 milj. tonnas CO₂ divos meža apsaimniekošanas ciklos, ja tiek novērtēta tikai īstermiņa ietekme, neņemot vērā aprites cikla samazināšanu. Saīsinot apriti, papildus CO₂ piesaisti var dubultot.

Aprites cikla saīsināšana var tikt uzskatīta par neatbilstību ilgspējas kritērijiem; tomēr ir nepieciešami turpmāki pētījumi, lai pilnveidotu meža apsaimniekošanas praksi un meža mēslošanas saimnieciskie ieguvumi nekonfliktētu ar citiem ekosistēmu pakalpojumiem. Apsaimniekošanas izmaiņas var prasīt arī izmaiņas meža apsaimniekošanas likumdošanā, lai samazinātu atjaunojošās cirtes vecuma robežvērtības vai aizstātu vecumu ar citiem kritērijiem. Nabadzīgu augšņu mēslošana var izraisīt augsnes auglības pieaugumu un augsnes veģetācijas izmaiņas uz auglīgākām sugām. Mēslošanas izmaksas 2016. gada cenās ir 160 € ha⁻¹. CO₂ piesaistes izmaksas, ja ņem vērā īstermiņa ietekmi, ir 8 € tonnām⁻¹ CO₂ ekv. Pēc mežizstrādes ieguvumi no koksnes pārdošanas kompensē izmaksas meža mēslošanai (Bērziņa u.c., 2018).

Mēslošana palielina N₂O emisiju no augsnes, taču tās ir daudzkārt mazākas par papildus ieguvumiem (līdz 5% no Latvijas kopējā N mēslojuma patēriņa, izmantojot mežā, nodrošina SEG emisiju samazinājumu lauksaimniecībā par 50%). Būtiska apaļkoksnes un meža biokurināmā izlaide veicinās energoneatkarību un un sniegs ieguldījumu bioekonomikas attīstībā. Lielākas ražas un aktīvāka meža atjaunošana palielinās degvielas patēriņu meža darbos; savukārt, degvielas patēriņš uz saražoto vienību samazināsies (Okmanis u.c., 2018; Petaja u.c., 2018).

Valsts tiesību aktos nav paredzēts atbalsts meža mēslošanai; tomēr tā arī nav ierobežota.

Meža meliorācija un meža apsaimniekošanas intensifikācija auglīgās mitrās organiskās augsnēs

Pasākums ir īstenojams dabiski mitrās organiskās augsnēs; tomēr tam ir vēl lielāks ieviešanas potenciāls mežos ar pārmitrām minerālaugsnēm, nodrošinot oglekļa piesaisti dzīvās un nedzīvās biomasas krātuvēs. Informācija par augsnes oglekļa krātuvī un ne-CO₂ nav pietiekama. Pasākumu ietekmi var identificēt un prognozēt, izmantojot meža augšanas gaitas modeļus, salīdzinot meža augšanas ātrumu meliorētās un pārmitrās augsnēs, kas pārstāv dažādas augsnes auglības klases. Informācija par SEG emisijām no auglīgām meliorētām augsnēm ir ierobežota, informācija par emisijām no mitrām augsnēm nav pieejama, ir publicēti tikai dati par meliorētām nabadzīgām organiskajām augsnēm, tāpēc ietekmes uz SEG emisijām aprēķinos ņemt vērā tikai oglekļa uzkrājuma izmaiņas dzīvajā biomasā (Lazdiņš & Lupiķis, 2019; Lupiķis, 2019). Augsnes emisiju aprēķināšanai var izmantot 1. līmeņa metodes (salīdzinot atkārtoti samitrinātas un meliorētas augsnes, Hiraishi u.c., 2013). Iespēja modelēt oglekļa uzkrājuma izmaiņas, izmantojot esošos modeļus, pagaidām ir ierobežota, tāpēc aprēķinos izmanto atšķirību starp augšanas līknēm pārmitrās un drenētās augsnēs. Spēju aprēķināt augšanas ātruma starpību vienas audzes līmenī ierobežo dažādi ievades dati (gruntsūdens līmenis, nodrošinājums ar barības vielām, sugu sastāvs).

Pašreizējie mežaudzes inventarizācijas dati satur pietiekamu telpisko informāciju, taču informācija par ūdens režīmu (gruntsūdens dziļuma dinamika) un augsnes tipu ir ierobežota, tāpēc pasākuma ietekmes izvērtēšanai nepieciešams pilnveidot mitruma režīma apstākļus. Informācija par faktisko nodrošinājumu ar barības vielām (slāpekļa indeksu), ūdens režīmu un audzes sastāvu ir jāizstrādā visai valstij uzskaitē mežaudzes līmenī, kā arī Meža resursu monitoringa punktu līmenim.

Ietekmes ilgums ir vienāds ar aprites ilgumu. Lai nodrošinātu paredzēto ietekmi, savlaicīgi jāveic kopšanas un atjaunojošās cirtes. Svarīgs pasākums ir meliorācijas sistēmu uzturēšana un remonts pēc atjaunojošās cirtes, kā arī barības vielu atgriešana vidē, izmantojot koksnes pelnus vai minerālmēslus.

Meliorāciju organiskās augsnēs var īstenot 150 tūkst. ha platībā (meži ar dabiski mitrām barības vielām bagātām augsnēm). Kvantitatīvā ietekmes novērtējums vēl nav veikts. SEG emisiju samazināšanas tiešā ietekme vēl nav novērtēta un netiek ņemta vērā esošajos meža augšanas gaitas un emisiju prognožu modeļos.

Pārmitrās augsnes nosusināšanu var sasaistīt ar negatīvu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību, taču tā ir atkarīga no sākotnējiem apstākļiem – parasti ierobežojošais faktors ir nevis nepārtraukti augsts gruntsūdens līmenis, bet gan periodiska gruntsūdens līmeņa paaugstināšanās, izraisot slimības un citus dabiskos traucējumus, kas ierobežo bioloģisko daudzveidību. Pagaidu meliorācijas sistēmu ierīkošana ir alternatīvs veids veiksmīgai meža atjaunošanai pēc atjaunošanas cirtes slapjainos un purvainos; tāpēc šis pasākums faktiski veicina bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu, nodrošinot atbilstošus meža atjaunošanas apstākļus.

Oglekļa krājumu izmaiņu izmaksas saskaņā ar 2016. gadā veiktu pētījumu ir 3 € tonnas⁻¹ CO₂, aprēķinos ņemta vērā diskonta likme 5%. Ievērojams apaļkoksnes un meža biokurināmā papildus izlaide nodrošinās būtisku ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecībā. Lielāka krāja un aktīvāka meža atjaunošana palielinās degvielas patēriņu meža darbos, tomēr degvielas patēriņš uz saražoto vienību samazināsies. Organisko augšņu meliorācija var arī ievērojami samazināt Hg nonākšanu ūdenstilpēs. Par šo jautājumu pētījumi vēl turpinās (Bishop & Eklöf, 2010).

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti.

Mēslošana ar koksnes pelniem grāvju tīkla atjaunošanas vietā

Pasākums piemērots meliorētām organiskām augsnēm; tomēr tas var ietekmēt arī mežus ar meliorētām minerālaugsnēm. Pasākumu īsteno pēc kopšanas cirtes, ienesot mežā koksnes pelnus, kas uzlabo nodrošinājumu ar barības vielām, vispirms sekmējot koku vainaga palielināšanos un tad – krājas papildpieauguma veidošanos. Šo procesu rezultātā būtiski palielinās ūdens iztvaikošana evapotranspirācijas rezultātā, kas pazemina gruntsūdens līmeni un samazina CH₄ emisijas no augsnes un koku stumbru virsmas lapkoku audzēs. Alternatīvs risinājums ir meliorācijas grāvju padziļināšana, kas var maksāt daudz vairāk, vienlaicīgi nenodrošinot krājas papildpieauguma veidošanos.

Mēslošana ar koksnes pelniem grāvju tīkla uzturēšanas vietā ir Somijas meža apsaimniekošanas praksē ieviests risinājums. Paredzams, ka tas būs pietiekoši rentabls un ļaus samazināt meža apsaimniekošanas izmaksas (Ahtikoski & Hökkä, 2019; Hökkä u.c., 2012; Huotari u.c., 2015).

Latvijā nav zinātniski pārbaudītu datu, kas pierādītu šī pasākuma ietekmi. Meža valsts reģistra datus var izmantot, lai noteiktu teritorijas, kurās pasākums īstenots, kā arī lai iegūtu vietējā līmeņa darbību datus. Ir jāpilnveido Meža valsts reģistrs un Meža statistiskās inventarizācijas sistēma, iekļaujot tajā plašāku informāciju mitruma režīma modelēšanai, kā arī jāizstrādā attālās izpētes metodes pasākuma ietekmes modelēšanai.

Pasākums nav saistīts ar būtiskām meža raksturlielumu izmaiņām; tomēr pieaugs augsnes virskārtas auglība, izraisot iespējamās izmaiņas zemsedzes veģetācijas sastāvā. Izmaksu un ieguvumu attiecība vēl nav novērtēta. Koksnes pelnu kaisīšanas izmaksas 2016. gada cenās ir līdz 100 eur ha⁻¹. Sliktās grunts nestspējas dēļ var veidoties papildus izmaksas, kas var būt ierobežojošs faktors pasākuma īstenošanā. Pasākuma īstenošana var radīt potenciālu izmaksu ietaupījumu enerģētikas sektorā, pateicoties plašākām koksnes pelnu izmantošanas iespējām.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti.

Stādāmā materiāla ģenētisko īpašību uzlabošana

Pasākums nodrošina papildus CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā un pārējās oglekļa krātuvēs, kā arī mazina SEG emisiju, kas saistīti ar dabiskiem traucējumiem, risku. Pasākuma

ietekmes novērtēšanai var izmantot pētījumu rezultātus un agrāk veiktos pētījumus par selekcijas iespējamo ietekmi uz meža augšanu. Lai sekotu pasākuma efektivitātei, ir jāpilnveido Meža valsts reģistrs, iekļaujot tajā informāciju par meža atjaunošanā izmantojamo stādmateriālu.

Pasākuma ietekme turpinās visu aprites periodu, un tai ir nepārtraukta ilgstoša iedarbība atmirušās koksnes un koksnes produktu krātuvēs. Nepārtraukta selekcijas rezultātu ieviešana rada kumulatīvu efektu ilgākā laika periodā, jo meža atjaunošanā izmanto vēl labāku stādāmo materiālu, attiecīgi katrā aprītē veidojas papildus CO₂ piesaiste.

Esošo selekcijas programmu iespējamā ietekme nacionālā līmenī Latvijā vēl nav vērtēta. Saskaņā ar iepriekšējo pieredzi katra nākamā uzlabotā materiāla paaudze palielina krājas pieaugumu par 15-20%, salīdzinot ar iepriekšējo koku paaudzi. Augstas kvalitātes selekcijas materiāla izmantošana atbilst meža apsaimniekošanas ilgtspējas kritērijiem (Jansons, 2006, 2008).

Klimata pārmaiņu mazināšanas efekta izmaksu un ieguvumu attiecība klimata pārmaiņu mazināšanas izteiksmē vēl nav novērtēta.

Palielināts biomasas ražošanas potenciāls rada papildu apaļkoksnes un meža biokurināmā piegādes tirgum. Labāka stumbra kvalitāte un audzes struktūra palielina koksnes produktu iznākumu.

Meža atjaunošana ar uzlaboto stādāmo materiālu, kā arī meža selekcijas programma netiek valstiski finansiāli atbalstīta, tomēr ir iespējama atbalsta saņemšana meža ieaudzēšanai un atjaunošanai pēc dabas traucējumiem.

Mežsaimniecības intensifikācija un aprites saīsināšana

Pasākums daļēji pārklājas ar atbalstu jaunaudžu kopšanai, bet paplašina to ar būtiskākām izmaiņām meža apsaimniekošanā. Pasākums nodrošina papildus CO₂ piesaisti visās oglekļa krātuvēs, pateicoties labvēlīgu augšanas apstākļu radīšanai visā aprites laikā, palielinot jaunaudžu kopšanas ciršu intensitāti, saīsinot apriti, izvēloties koku sugas ar lielāku CO₂ piesaistes potenciālu un veicot citus pasākumus, kas paātrina mežaudžu augšanu.

Meža augšanas gaitas modeļus var izmantot, lai demonstrētu CO₂ piesaisti dzīvā biomasā un atmirušajā koksnē dažādos apsaimniekošanas scenārijos; tomēr šos modeļus ierobežo pieejamie vēsturiskie fona dati, kas var neatbilstoši atspoguļot izmaiņas meža apsaimniekošanā. Ieguldījumu citās oglekļa rezervēs, izņemot dzīvo biomasu, var aprēķināt, izmantojot pieauguma, atmiruma un mežizstrādes prognozes. Sarežģītāk ir novērtēt koku (kā atmirušās koksnes) izmēru izmaiņu ietekmi uz sadalīšanās ātrumu (Zālītis u.c., 2017; Zālītis & Jansons, 2009).

Šī pasākuma ietekmes pārbaude ir sarežģīta, taču informāciju par meža apsaimniekošanas darbībām, kas tiek ziņotas Meža valsts reģistrā, var izmantot, lai prognozētu meža apsaimniekošanas intensitātes ietekmi un uzraudzītu, vai meža īpašnieki ievēro paredzēto apsaimniekošanas režīmu. Attālās izpētes dati ir nepieciešami, lai sniegtu detalizētu informāciju par apsaimniekošanas intensitāti un audzes reakciju. Valsts līmenī pasākuma ietekmes uzskaitē var izmantot Meža valsts reģistra un MSI datu kompleksu, lai pārbaudītu, vai liela mēroga izmaiņas meža apsaimniekošanā palielina CO₂ piesaisti.

Pasākuma ilgums ir 40-60 gadi, atkarībā no saīsinātā aprites cikla ilguma. Jāveic atbilstoši kopšanas, meža aizsardzības pasākumi un savlaicīgi jāveic atjaunojošā cirte. Ir svarīgi turpināt apsaimniekošanu, kas palielina oglekļa krājumu arī turpmākajās aprītēs. Kvantitatīvs pasākuma novērtējums vēl nav veikts. Tas daļēji pārklājas ar citiem klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumiem, piemēram, atbalstu jaunaudžu kopšanai, kā arī mežu mēslošanai, atjaunošanai ar selekcionētu stādmateriālu un meliorācijas sistēmu uzturēšanai.

Aprites ilguma vai sugu sastāva izmaiņas var tikt uzskatītas par ilgtspējības kritērijiem neatbilstošām darbībām; tomēr nav pētījumu datu, kas pierādītu negatīvu ietekmi.

Būtisku meža apsaimniekošanas metožu izmaiņu izmaksu un ieguvumu attiecība Latvijā vēl nav novērtēta. Lielākas krājas veicinās apaļkoksnes un meža biokurināmā piegāžu pieaugumu.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti. Lauku attīstības programma atbalsta tikai jaunaudžu kopšanu un meliorācijas sistēmu atjaunošanu. Meža apsaimniekošanas prasības nepieļauj aprites ilguma samazināšanu, taču atjaunošanas cirti var veikt atbilstoši koku caurmēra robežvērtībai.

Inovatīvu augsnes skarifikācijas metožu un uzlabota stādāmā materiāla izmantošana meža atjaunošanas cikla saīsināšanai

Pasākums var būt īpaši efektīvs mežos ar meliorētām vai slapjām organiskajām un minerālaugsnēm, kas periodiski cieš no pārmērīga ūdens daudzuma. Šī pasākuma ietekme vēl nav realizēta meža augšanas gaitas modeļos, jo trūkst ilgtermiņa novērojumu balstītu datu. Tomēr pasākums ir iekļauts nacionālajos pētniecības projektos, un informācija par meža kultūru attīstību drīzumā būs pieejama modeļu pilnveidošanai. Pasākuma ilgtermiņa ietekme ir atkarīga no turpmākiem meža apsaimniekošanas soļiem, jo īpaši no savlaicīgas kopšanas un atjaunošanas cirtes. Ietekmi uz citām oglekļa krātuvēm var ekstrapolēt no augšanas gaitas modeļiem. Turpmākajos pētījumos ir jāizvērtē ietekme uz augsnes SEG emisijām (Dzerina u.c., 2016).

Meža valsts reģistrs un MRM var sniegt informāciju par teritorijām, kurās šis pasākums var veicināt papildu CO₂ iesaisti audzes vai nacionālā līmenī. Prognozes lielā mērā ir atkarīgas no kultūru kopšanas un dažādu attīstības scenāriju iespējamības. Šīs varbūtības ir jāizstrādā, lai izveidotu prognozes valsts līmenī. Īstermiņa ietekme, ko var salīdzinoši viegli novērtēt, tikai pieņemot, ka stādīto koku augšana ir straujāka, ir salīdzinoši neliela un īstermiņā būtiski neietekmē oglekļa uzkrājuma izmaiņas.

Pasākumam ir nepārtraukta ilgstoša ietekme atjaunotās mežaudzes dzīves laikā. Pasākuma ietekme ir atkarīga no savlaicīgas kopšanas, krājas kopšanas un atjaunošanas cirtes iespējamības, kā arī no iegūtās koksnes izmantošanas efektivitātes. Pasākuma ietekme akumulējas vairākās rotācijās, un to var palielināt, piemērojot citus pasākumus, piemēram, pagaidu meliorāciju, grāvju renovāciju un mēslošanu.

Kvantitatīvā ietekme Latvijā vēl nav novērtēta. Ieviešanas potenciālu Latvijā nosaka ar barības vielām bagāto organisko meža augšņu platība (454 kha). Jāņem vērā, ka ievērojamās teritorijās pasākuma īstenošana jāsaista ar dominējošo sugu nomaīņu atjaunošanas laikā.

Šī pasākuma īstenošana palielina mežu noturību un potenciālo vērtību ar barības vielām bagātās augsnēs, veicinot ar meža vērtību saistīto ilgtermiņa kritēriju ieviešanu. Pacilu veidošana palielina augsnes skarifikācijas izmaksas par 150-200 eur ha⁻¹; tomēr tas var arī palīdzēt samazināt izmaksas agrotehniskās un jaunaudžu kopšanas laikā. Tradicionālās meža apsaimniekošanas sistēmas ir jāpilnveido, lai efektīvāk izmantotu auglīgo meža augšņu potenciālu. Lai nodrošinātu palielinātu atjaunoto mežu augšanas potenciālu pārmitrās augsnēs, lietderīgi veidot pagaidu meliorācijas sistēmas, kā arī nosusināt seklākās ieplakas ar ievalku tīklu.

Papildu apaļkoksnes un meža biokurināmā pieaugums radīs ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecībā. Vējgāžu riska mazināšana padarīs biomasas piegādes prognozējamākas un samazinās apaļkoksnes un biokurināmā piegādes izmaksas. Meža apsaimniekošanas intensifikācijas vidēja termiņa ietekme var būt saistīta ar zemas kvalitātes biomasas (papīrmalkas, biokurināmā) iznākuma pieaugumu starpcirtēs.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti, tomēr ir priekšlikums Lauku attīstības programmā 2021.-2027.gadam sniegt atbalstu stādāmo mašīnu iegādei, kas veicinātu pacilošanas tehnoloģijas pielietošanu meža atjaunošanā. Ar vienu mašīnu var apstādīt ap 200 ha sezonā; tomēr šo skaitu var palielināt, ja stādīšanas sezonu pagarina.

Esošo meliorācijas sistēmu uzturēšana

Meliorētām organiskām un minerālaugsnēm specifisks pasākums. Lai novērtētu klimata pārmaiņu mazināšanas efektu, var izmantot meža augšanas gaitas modeļus, kas salīdzina dabiski mitru un meliorētu mežu augšanas līknes, salīdzinot līdzīgus augšanas apstākļus. Šobrīd aprēķinos ņem vērā tikai dzīvo biomasu. Esošie modeļi nespēj novērtēt oglekļa uzkrājuma izmaiņas nedzīvajā koksni, zemsegā un augsni, īpaši iepriekš meliorētu augšņu renaturalizācijas gadījumā. Nav arī zināms, kā renaturalizācija ietekmē pazemes biomasas sadalīšanos, ņemot vērā ierobežoto dziļāko augsnes slāņu aerāciju. Augsnes SEG emisijas ņemtas vērā, izmantojot 1. līmeņa metodes (Hiraishi u.c., 2013) un valstij raksturīgos emisijas koeficientus meliorētām organiskajām augsnēm (Lazdiņš u.c., 2014; Lazdiņš & Lupiķis, 2014; Lupiķis u.c., 2014).

Esošie MRM un Meža valsts reģistra dati ir jāuzlabo un jāpapildina ar ūdens režīmu raksturojošiem rādītājiem. Pašreiz pieejamie dati ir pietiekami aptuvenām valsts līmeņa aplēsēm, bet audzes līmeņa prognozēm nepieciešams pilnveidot meliorācijas sistēmu stāvokli raksturojošos datus. Pasākuma īstenošanai visos Latvijas mežos nepieciešami aptuveni 80 gadi un pilns efekts tiks sasniegts 2 apritēs – 160-200 gados. Aprites saīsināšanas gadījumā efekts tiks sasniegts īsākā laika periodā. Lai nodrošinātu lielu augšanas tempu, mežaudzes ir pienācīgi jāatjauno, jākopj un laikus jāatjauno. Meliorācijas sistēmu uzturēšanai ir vislielākā nozīme, lai novērstu SEG emisiju palielināšanos nākotnē.

Pasākuma vidējā ikgadējā ietekme uz CO₂ piesaisti ir 1,2 tonnas CO₂ ha⁻¹ un vidējā ietekme aprites laikā ir 99 tonnas CO₂ ha⁻¹. Aprēķinos netiek ņemtas vērā oglekļa uzkrājuma izmaiņas atmirušās koksnes un zemsegas oglekļa krātuvēs. Kopējais SEG samazināšanas potenciāls, ņemot vērā tikai dzīvo biomasu, ir 89 milj. tonnas CO₂ aprites laikā (Petaja u.c., 2018).

Esošo meliorācijas sistēmu uzturēšanu, pieņemot, ka ļoti nabadzīgās augsnēs veic renaturalizāciju, var uzskatīt par ilgtspējīgu apsaimniekošanas praksi; tomēr aprites ilguma samazināšanu var saistīt ar neatbilstību ilgtspējības kritērijiem.

Investīciju izmaksas aprēķinātas, izmantojot diskonta likmi 5% 20 gadu periodam. SEG emisiju samazināšanas diskontētās izmaksas šī cikla beigās 2016. gada cenās ir 5 € tonna⁻¹ CO₂ (Bērziņa u.c., 2018). Šis pasākums lielā mērā nodrošina to, ka apaļkoksnes un meža biokurināmā piegādes no meža zemēm nesamazināsies. Pasākums ir būtisks, lai saglabātu meliorēto lauksaimniecībā izmantojamo zemju auglību, jo meliorācijas sistēmas nereti ir savienotas.

Līdz 2020. gadam pasākums varēja pretendēt uz atbalstu saskaņā ar Ministru kabineta noteikumiem Nr. 600 (30.09.2014.) par atbalstu meliorācijas sistēmu atjaunošanai mežos un lauksaimniecības zemēs.

Jaunaudžu kopšana, lai uzlabotu sugu sastāvu, palielinātu augšanas ātrumu un samazinātu aprites ilgumu

Šim pasākumam ir ievērojams klimata pārmaiņu mazināšanas potenciāls visos mežos. Tas ir arī daļa no citām darbībām, piemēram, meža apsaimniekošanas intensifikācija aprites ilguma saīsināšana, un tas ir obligāts priekšnosacījums visiem produktivitātes kāpināšanas pasākumiem. Klimata pārmaiņu mazināšanas ietekmi var novērtēt, izmantojot esošos meža augšanas gaitas modeļus. Meža valsts reģistra datus var izmantot, lai noteiktu teritorijas, kurās šo pasākumu īsteno, lai iegūtu lokālā līmeņa darbību datus. Valsts līmeņa datu iegūšanai var izmantot MRM sasaistē ar meža valsts reģistra datiem. Meža valsts reģistrs ir jāpilnveido, lai nodrošinātu precīzus datus par audzes pamatplatību, koku augstumu un dominējošajām sugām. Joprojām pastāv ievērojama nenoteiktība Meža valsts reģistrā, kā rezultātā oglekļa uzkrājuma izmaiņu aplēses ir aptuvenas. Nenoteiktību vietējā līmenī ietekmē arī atkarība no ilgtermiņa apsaimniekošanas pasākumiem. Tiešā ietekme uz papildu pieaugumu turpinās vidēji 20 gadus pēc kopšanas; 40-60 gadus vecās koptās skujkoku audzēs Latvijā krāja ir par 15-25% lielāka

nekā nekoptās audzēs. Ilgtermiņa ietekme ir atkarīga no papildu pasākumiem (krājas kopšanas ciršu, sanitārās cirtes, mēslošanas, meliorācijas sistēmu uzturēšanas, atjaunojošās cirtes, meža atjaunošanas metodes). Nav nepieciešami papildu pasākumi, lai nodrošinātu īstermiņa ietekmi. Pasākuma vidējā ietekme ir 1,4 tonnas CO₂ ha⁻¹ gadā⁻¹ 15 gadu periodā. Pieņemot, ka mežaudzes ar meliorētām organiskajām augsnēm kopj saskaņā ar labas prakses vadlīnijām, papildu pieaugums meža kopšanas rezultātā būs 10 milj. tonnu CO₂ 200 gadu periodā (Bērziņa u.c., 2018). Šī vērtība neietver ilgtermiņa ietekmi uz oglekļa uzkrājuma izmaiņām.

Pasākums nav saistīts ar būtiskām meža raksturlielumu izmaiņām, izņemot valdošo sugu nomaīņu daļā no koptajām platībām un mazvērtīgo lapu koku sugu un pionieru sugu platību samazināšanos. To var sasaistīt par negatīvu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību.

Īstermiņa ietekme (papildu pieaugums) izmaksā 8,6 € tonna⁻¹ CO₂ 2016. gada cenās (Lazdiņš u.c., 2015). Ievērojams apaļkoksnes un meža biokurināmā papildu izlaide radīs būtisku ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecībā. Lielāka krāja un aktīvāka meža atjaunošana palielinās kurināmā patēriņu meža darbos, kas atbilst 5% no CO₂ biodegvielā un koksnes produktos ieslēgtā oglekļa.

Jaunaudžu kopšanu atbalsta Lauku attīstības programma, paredzot atbalstu 120000 ha mežaudzēm privātajos mežos.

Koksnes pelnu izmantošana mežā

Pasākums ir nozīmīgs meliorēto organisko un minerālaugšņu apsaimniekošanai (Okmanis u.c., 2018, 2015). Kopā ar slāpekli saturošiem mēslošanas līdzekļiem to var izmantot arī mežos ar minerālaugsnēm.

Vidējo papildus pieaugumu atbilstoši literatūras datiem (15 m³ ha⁻¹ apstrādes ciklam) ņem vērā, vērtējot ietekmi uz SEG emisijām. Nav izstrādāti vienādojumi, lai novērtētu meža apsaimniekošanas izmaiņu ietekmi, tāpēc SEG emisiju aprēķinos ņem vērā tikai īstermiņa ietekmi. MRM un mežu inventarizācijas datus izmanto, lai novērtētu oglekļa uzkrājuma izmaiņas lokālā un valsts līmenī. Pirmā līmeņa metodes izmanto, lai novērtētu ne-CO₂ emisijas.

Meža valsts reģistra dati un MRM nesniedz informāciju par koksnes pelnu izmantošanu, tāpēc šī pasākuma uzskaitē jāievieš prasība ziņošanai par meža mēslošanu ar koksnes pelniem audzes līmenī. Šos datus var izmantot valsts (MRM) un vietējā līmenī, lai ziņotu par papildu SEG emisiju samazināšanu. Ilgtermiņa ietekmi lokālā līmenī var monitorēt, izmantojot attālās izpētes (veģetācijas indeksi, LiDAR, radara) datus, lai gan monitoringa metodes vēl ir jāizstrādā.

Īstermiņa ietekme turpinās vidēji 10-20 gadus; ilgtermiņa ietekme turpinās visas aprites laikā, īpaši, ja pelnu ienese ir saistīta ar izmaiņām apsaimniekošanas režīmā. Īstermiņa efekta nodrošināšanai nav nepieciešami papildu pasākumi, izņemot slāpekļa ienesi nabadzīgās augsnēs; ilgtermiņa efekta nodrošināšanai nepieciešams ievērot labas prakses vadlīnijas kopšanai, savlaicīgai atjaunojošajai un meliorācijas sistēmu uzturēšanai. Mazvērtīgu audžu vietā jāstāda komerciāli vērtīgākas sugas (bērzs, egle, priede). Papildu pieaugums meža mēslošanas rezultātā var sasniegt 8 milj. tonnu CO₂ 2 meža apsaimniekošanas ciklos, ja tiek piemērota tikai īstermiņa ietekme, neņemot vērā aprites cikla samazināšanu.

Aprites cikla saīsināšana var tikt uzskatīta par ilgtspējas kritērijiem neatbilstošu; apsaimniekošanas režīma izmaiņas var prasīt arī izmaiņas meža apsaimniekošanas likumdošanā, lai samazinātu atjaunošanas cirtes robežvērtības. Koksnes pelnu izmantošana nabadzīgās augsnēs var izraisīt augsnes auglības palielināšanos un veģetācijas izmaiņas, ienākot auglīgākām augsnēm raksturīgām sugām.

Mēslošanas izmaksas 2016. gada cenās ir 120 € ha⁻¹. CO₂ piesaistes izmaksas, ja ņem vērā īstermiņa ietekmi, ir vienāds ar 6 € tonna⁻¹ CO₂ (Petaja u.c., 2018). Apaļkoksnes un meža biokurināmā papildus izlaide radīs būtisku ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecībā. Lielāka krāja un aktīvāka meža atjaunošana palielinātu kurināmā patēriņu meža darbos, kas var sasniegt 5% no CO₂, kas saistīts saražotajos zāģbaļķos un meža biokurināmajā. Pasākuma īstenošanu var ierobežot koksnes pelnu pieejamība un kvalitāte. Lai nodrošinātu pelnu

izmantošanu, enerģētikas nozarei jāpielāgojas koksnes pelnu kvalitātes prasībām un jāveic atbilstošu pelnu apstrādi.

Nacionālajā likumdošanā atbalsts koksnes pelnu izmantošanai mežā Latvijā nav paredzēts.

Mazvērtīgu mežaudžu rekonstrukcija

Pasākumam ir ievērojams klimata pārmaiņu mazināšanas potenciāls visos mežos, īpaši privātajos mežos, kas netiek pienācīgi apsaimniekoti vai kuri cieš no dabiskiem traucējumiem. Meža augšanas gaitas modeļus var izmantot, lai novērtētu papildu CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā un atmirušajā koksne, salīdzinājumā ar pašreizējo stāvokli. Liela nenoteiktība ir saistīta ar pašreizējā stāvokļa un piesaistes potenciāla novērtējumu. MRM datus var izmantot valsts mēroga pasākuma ietekmes pārbaudei; audzes līmeņa datu iegūšanai var izmantot Meža valsts reģistra datus; taču informācija par pasākuma īstenošanu ir jāuzlabo un jāizstrādā attālās izpētes metodes pasākuma ietekmes modelēšanai.

Aprites garuma izmaiņas ietekmes aprēķinos pagaidām netiek ņemtas vērā. Papildu CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā aprites laikā ir 100 tonnas CO₂ ha⁻¹. Emisiju samazināšanas potenciāls saskaņā ar Lauku attīstības programmas aplēsēm ir 157 tūkst. tonnas CO₂ līdz 2030. gadam; tomēr tas neatspoguļo kopējo šī pasākuma klimata pārmaiņu mazināšanas potenciālu.

Pasākums atbilst ilgtspējas kritērijiem. Papildu izmaksas, pieņemot, ka mežizstrādes izmaksas sedz iegūtā koksne, ir aptuveni 400 € ha⁻¹, ieskaitot meža atjaunošanas izmaksas, attiecīgi, emisiju samazināšanas izmaksas ir 4 € tonnas CO₂, vērtējot tikai dzīvo biomasu. Citas meža apsaimniekošanas izmaksas netiek uzskatītas, jo ir ierastās meža apsaimniekošanas prakses sastāvdaļa. Ievērojams apaļkoksnes un meža biokurināmā izlaides pieaugums ilgtermiņā radīs būtisku ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecības izejvielu nodrošināšanā.

Lielāka krāja palielinās degvielas patēriņu meža darbos, sasniedzot 5% no CO₂, kas saistīts apaļkoksne un biokurināmajā; tomēr degvielas patēriņš uz vienu vienību un ražošanas izmaksas samazināsies, pateicoties lielākam zāģējamo koku izmēram.

Lauku attīstības programmā atbalsts paredzēts mežu atjaunošanai līdz 10000 ha līdz 2030. gadam; tomēr šī pasākuma īstenošana pilnā apjomā ir apšaubāma sakarā ar grūti izpildāmiem nosacījumiem.

Mežu atjaunošana pēc dabiskiem traucējumiem

Šis ir pasākums ar ievērojamu klimata pārmaiņu mazināšanas potenciālu. Meža augšanas gaitas modeļus var izmantot, lai novērtētu papildu CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā un atmirušajā koksne, salīdzinot ar alternatīvo scenāriju – dabisko atjaunošanos. Lai novērtētu ietekmi uz dzīvo biomasu un atmirušās koksnes oglekļa krātuvēm, var izmantot Meža valsts reģistru un MRM. Augsnes oglekļa krātuve ir atkarīga no sākotnējās situācijas, un izmaiņas ir grūtāk prognozējamas.

Papildu CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā, saskaņā ar vidējiem rādītājiem, ir 100 tonnas CO₂ ha⁻¹. Valsts mēroga novērtējums netiek veikts, taču īstenošanas mērogs varētu būt 3000 ha gadā⁻¹; attiecīgi, 1 gadā veiktās investīcijas 100 gadu laikā radītu papildus 0,3 milj. tonnu CO₂ noņemšanas. Daļa no šī pasākuma jau ir ieskaitīta citu pasākumu iespējamās ietekmes aprēķinos; esošā meža atjaunošanas prakse valsts mežos jau nodrošina šī pasākuma ieviešanu, līdz ar to tikai privātais mežs var dot ieguldījumu papildu CO₂ aizvākšanā; valsts meži pamatā var saglabāt tikai esošo piesaistes potenciālu.

Pasākums atbilst ilgtspējas kritērijiem. Papildu izmaksas ir aptuveni 400 € ha⁻¹, ieskaitot meža atjaunošanas izmaksas, attiecīgi emisiju samazināšanas izmaksas ir 4 € tonna CO₂, ņemot vērā tikai papildus piesaisti dzīvajā biomasā. Citas oglekļa krātuves pagaidām oglekļa aprēķinos netiek ņemtas vērā. Citas meža apsaimniekošanas izmaksas uzskata par konvencionālās apsaimniekošanas prakses sastāvdaļu (Bērziņa u.c., 2018).

Ievērojama apaļkoksnes un meža biokurināmā papildu izlaide radīs būtisku ieguldījumu enerģētikas un kokapstrādes rūpniecības resursu nodrošināšanā. Lielākas ražas palielinās degvielas patēriņu meža darbos, tomēr šo pieaugumu kompensēs mazāks degvielas patēriņš uz saražoto vienību.

Atbalsts šim pasākumam paredzēts Lauku attīstības programmā, piedāvātā īstenošanas platība ir 10000 ha abiem pasākumiem (mazvērtīgo un bojāto audžu atjaunošana) līdz 2030. gadam.

Pagaidu meliorācijas sistēmu ierīkošana, lai veicinātu mežu atjaunošanu mitrās augsnēs pēc atjaunojošās cirtes

Šis ir mežos ar slapjām minerālaugsnēm un organiskajām augsnēm īstenojams pasākums, un tam ir ievērojams klimata pārmaiņu mazināšanas potenciāls. Pagaidu meliorācijas sistēmu potenciālā loma mežsaimniecībā pētīta Zviedrijā un Somijā (Lundin, 1994; Paavilainen & Päivänen, 1995; Trettin u.c., 1996).

Pasākuma ietekme Latvijā vēl nav apstiprināta un trūkst eksperimentālu datu. Audžu raksturojums pasākuma ietekmes novērtēšanai ir jāpapildina ar informācija par ūdens režīmu mežaudzēs, it īpaši apakšnogabalu līmenī, identificējot teritorijas, kur uzkrājas virszemes ūdens. Aptuvenām valsts līmeņa aplēsēm var izmantot MRM un Meža valsts reģistra datus; tomēr ierobežota informācija par ūdens režīmu dēļ var radīt lielu nenoteiktību.

Pasākuma ietekme turpinās visas aprites laikā, 70-100 gadus atkarībā no valdošās koku sugas. Efekta kulminācija veidosies 2. rotācijā – 160-200 gados. Aprites saīsināšanas gadījumā efektu var sasniegt īsākā laika posmā. Lai nodrošinātu lielu augšanas tempu, mežaudzes ir pienācīgi jāatjauno, jāizretina un laikus jāatjauno. Pēc atjaunojošās cirtes ir jāatjauno meliorācijas sistēmas.

Pasākuma iespējamā ietekme Latvijā vēl nav novērtēta. Kopējā mežu ar dabiski mitrām barības vielām bagātām organiskajām augsnēm platība ir – 150 kha. Šo pasākumu var īstenot pastāvīgas meliorācijas sistēmas ierīkošanas vietā. Pagaidu grāvja rakšana nodrošina veiksmīgu mežu atjaunošanos dabiski mitrās augsnēs, tāpēc šis pasākums veicina arī mežu bioloģiskās daudzveidības saglabāšanu mitrās augsnēs, tomēr saimnieciski mazvērtīgu sugu aizstāšanu var vērtēt arī kā negatīvu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību.

Šī pasākuma izmaksu un ieguvumu attiecība vēl nav novērtēta. Tas nodrošina to, ka apaļkoksnes un meža biokurināmā piegādes nesamazinās, bet paliek nemainīgas vai pat palielinās, ja ņem vērā arī meža selekcijas efektu un aprites ilguma saīsināšanas iespējas. Koksnes pelnu izkliešana un minerālmēsli pielietošana var ievērojami palielināt piesaisti un samazināt SEG emisijas no augsnes meža atjaunošanas posmā. Pasākums ir svarīgs, lai saglabātu apaļkoksnes un biokurināmā piegādes ilgtermiņā.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti.

Uzlabota stādāmā materiāla izmantošana meža atjaunošanā, izmantojot esošos meža selekcijas sasniegumus

Pasākums ir būtisks ilgtermiņa klimata izmaiņu mazināšanas nodrošināšanai Ietekmi var novērtēt, izmantojot meža augšanas gaitas modeļus, pieņemot papildus pieaugumu un mazāku atmirumu dabisko traucējumu rezultātā platībās, kur izmantots ģenētiski uzlabots materiāls. Meža valsts reģistra datus var izmantot, lai noteiktu teritorijas, kurās īstenoti pasākumi, lai iegūtu vietējā lokāla līmeņa darbību datus. Valsts līmeņa datu iegūšanai var izmantot MRM sasaistē ar meža valsts reģistra datiem. Meža valsts reģistrs ir jāpilnveido, lai nodrošinātu platību, kurās izmantots ģenētiski uzlabots stādmateriāls.

Ilglaicīgs pasākums, kura viens cikls visiem Latvijas mežiem aizņemtu līdz 200 gadus; tomēr ilgumu var ievērojami samazināt, saīsinot aprites ilgumu. Papildu pasākumi, kas jāīsteno, ir agrotehniskā kopšana, jaunaudžu un meža aizsardzība. Nepieciešamības gadījumā jāuzlabo

nodrošinājums ar barības vielām un jāmeliorē platības, kuras cieš no pārlieta mitruma. Atjaunošana jāveic savlaicīgi un arī nākamā aprīte jāatjauno ar uzlabotu stādāmo materiālu.

Pasākuma īstenošana saistīta ar meža mākslīgās atjaunošanas īpatsvara palielināšanu līdz 100%, pārmitro platību nosusināšanu un nabadzīgo augšņu mēslošanu, lai novērstu dažādu ierobežojošo faktoru ietekmi uz augšanas gaitu.

Papildus izmaksas 2016. gada cenās ir aptuveni 450 eur ha⁻¹ (stādāmais materiāls, augsnes skarifikācija un stādīšana vai sēšana). Vidējā cena par tonnu CO₂ 2016. gada cenās ir 6,1 eiro tonna⁻¹ CO₂.

Apalkoksnēs un meža biokurināmā papildu izlaide radīs būtisku ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecības izejvielu nodrošināšanā. Lielāka krāja un aktīvāka meža atjaunošana palielinātu kurināmā patēriņu meža darbos, tomēr uz saražoto vienību degvielas patēriņš būs mazāks. Pasākums var sekmēt pielāgošanās klimata pārmaiņām politikas mērķu sasniegšanu (Lazdiņš u.c., 2015). Pētījumi par šo tēmu turpinās akciju sabiedrības "Latvijas valsts meži" finansētās Meža adaptācijas pētījumu programmas ietvaros.

Latvijas nacionālajā meža politikā ir vispārēja piezīme, ka meža apsaimniekošanā jānodrošina, lai meža vērtība nekrītas, taču tieša atbalsta meža atjaunošanai nav. Priekšlikumā grozījumiem Ministru kabineta noteikumos par koku ciršanu meža zemēs ietverta piezīme, ka pēc diametra cirstās platībās nepieciešama mākslīgā atjaunošana.

2.4. Zemes izmantošanas maiņa

Lauksaimniecības zemju ar organiskām augsnēm apmežošana

Pasākums ar lielāko klimata pārmaiņu mazināšanas potenciālu, kas, īstenojot pilnā apjomā, var nodrošināt enerģētikas sektora emisijām līdzvērtīgu emisiju samazinājuma efektu.

Meža augšanas gaitas modeli var izmantot, lai novērtētu oglekļa uzkrājuma izmaiņas dzīvajā un nedzīvajā biomasā, kā arī koksnes produktos. Aprēķinos var izmantot augstākajām bonitātēm raksturīgās vērtības; tomēr meža atjaunošanas periods ir atkarīgs no augsnes sagatavošanas kvalitātes, stādāmā materiāla un agrotehniskās kopšanas. Vislielākā nenoteiktība apmežošanas ietekmes uz SEG emisijām novērtēšanai raksturīgā pirmajām 2 desmitgadēm pēc apmežošanas. Otrā līmeņa metodes (nacionālos emisiju faktorus) var izmantot, lai novērtētu ietekmi uz augsnes oglekļa krāju izmaiņām un SEG emisijām. Neto SEG samazināšanas potenciāls 70 gadus ilgas aprītes gadījumā ir līdz 1855 t CO₂ ekv. ha⁻¹ (vidēji 26 t CO₂ ha⁻¹ gadā⁻¹). Neto SEG samazināšanas potenciāls 40 gadus ilgas aprītes gadījumā ir vidēji 1218 t CO₂ ekv. ha⁻¹ (30 t CO₂ ha⁻¹ gadā⁻¹).

Pasākumam ir ilgtermiņa ietekme; dzīvajai un atmirušai koksnei, nobirām un koksnes produktiem tas ir 71-91 gads atbilstoši dažādām sugām raksturīgam aprītes garumam, saīsinātas rotācijas plantācijas mežos tas ir 40-50 gadi. Ietekme uz augsni ir atkarīga no oglekļa uzkrājuma augsnē, attiecīgi, to nosaka sadalīšanās ātruma atšķirības minerālaugsnēs un organiskajās augsnēs. Aprēķinos ņemtā organisko augšņu platība ir 152 kha. Tradicionālo egles vai priedes apsaimniekošanas sistēmu izmantošana palielinātu CO₂ piesaisti un samazinātu SEG emisijas par 79 milj. tonnu CO₂ visās oglekļa krātuvēs 20 gadu laikā. Intensificēta apsaimniekošana un aprītes saīsināšana radītu 90 milj. tonnu CO₂ piesaisti 20 gadu laikā. Jāpiebilst, ka SEG emisijas no augsnes aramzemē un zālajos šobrīd var būt pārvērtētas, līdz ar to potenciālais SEG emisiju samazinājums, iespējams, ir mazāks. SEG emisijas no auglīgām organiskām augsnēs meža zemēs var būt mazākas par prognozētajām, kas arī ietekmēs SEG emisiju samazināšanās ātrumu.

Apmežošana ir meža ekosistēmas atjaunošana iepriekš atmežotajās zemēs un barības vielām bagātos zemajos purvos, tāpēc apmežošana veicina Latvijai raksturīgu ekosistēmu atjaunošanu.

SEG emisiju samazināšanas izmaksas, ņemot vērā 20 gadu aprēķina periodu un 5% diskonta likmi ekstensīvas apsaimniekošanas gadījumā 2016. gada cenās ir 6 € t⁻¹ CO₂. Kopējās

investīcijas faktiskajās cenās ir 264-282 milj. €, atkarībā no izvēlēta scenārija (1740-1860 € ha⁻¹). Emisiju samazināšanas izmaksas var mainīties, atkarībā no faktiskajām emisijām no augsnes aramzemē, zālajos un meža zemēs (Bērziņa u.c., 2018).

Papildu apaļkoksnes un meža biokurināmā izlaide radīs ieguldījumu enerģētikā un kokapstrādes rūpniecībā. Apmežotās organiskās augsnes var izmantot koksnes pelnus. Lielu organisko augšņu platību apmežošana ietekmēs lauku saimniecības ražošanas potenciālu, tomēr lielākā daļa organisko augšņu ir ar barības vielām nabadzīgas un ekstensīvi izmantotas.

Latvijā nav speciāla atbalsta organisko augšņu apmežošana; taču tas nav aizliegts un organiskās augsnes var apmežot Lauku attīstības programmas klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumu ietvaros. Maksimālais atbalsts gan aptver ne vairāk kā 10% no visām organiskajām augsnēm pat, ja pieņem, ka apmežo tikai organiskās augsnes.

Pārmitro zālāju pārveide par meža paludikultūrām apaļo kokmateriālu un biokurināmā ražošanai

Organiskām augsnēm specifisks pasākums, ko var īstenot arī platībās ar minerālaugsnēm. Pasākuma ietekmi nevar pietiekami precīzi novērtēt, izmantojot pašlaik pieejamās zināšanas. Trūkst dati CO₂ piesaistes aprēķināšanai dzīvajā biomasā un citās oglekļa krātuvēs paludikultūrās, tomēr aprēķinos var izmantot mežu augšanas gaitas un atmiruma vienādojumus mežiem ar dabiski mitrām minerālaugsnēm un organiskām augsnēm. Atkarībā no prognozētā augu barošanās un ūdens režīma, augšanas gaitas prognozēm, var izvēlēties piemērotāko bonitāti. Aprēķinu nenoteiktību palielina liels dabisko traucējumu risks (piemēram, applūšana, kas izraisa koku slimības vai kaitēkļu invāziju). Pagaidām nav pieejami dati, lai novērtētu ietekmi uz SEG emisijām no augsnes.

Esošie Meža valsts reģistra un MRM dati satur nepietiekamu informāciju par augsnes tipu, meliorācijas sistēmu nolietojumu, kā arī ūdens un barības režīmu zālajos; līdz ar to īstenošanas potenciāla izvērtēšana valsts mērogā nav iespējama. Tāpat, lai īstenotu pasākumu vietējā mērogā, nepieciešams izvērtēt katru gadījumu atsevišķi. Meža valsts reģistra un MRM dati jāpapildina ar informāciju par meliorācijas sistēmu nolietojumu, gruntsūdeņu līmeņa dinamiku un nodrošinājumu ar barības vielām. Jāizstrādā nacionālā mērogā un lokāli piemērojami instrumenti meliorācijas sistēmu stāvokļa izmaiņu ietekmes novērtēšanai, lai renaturalizācijas plānošanu (piemēram, apzinātu teritorijas, kurās pēc pilnīgas meliorācijas sistēmu nolietošanās teorētiski iespējama meža augšana un kur sagaidāma purvu ekosistēmu atjaunošanās vai applūšana).

Pasākuma ietekmes ilgums ir vismaz viena pilna koku aprīte; turpmāka SEG emisiju samazināšanās vai palielināšanās ir atkarīga no apsaimniekošanas prakses, ko piemēro nākamās paaudzes kokiem. Ietekme uz augsnes SEG emisijām ir nepārtraukta, taču ietekmes "zīme" un mērogs vēl nav novērtēts. Pastāv liela varbūtība, ka renaturalizācija var palielināt augsnes SEG emisijas.

Šī pasākuma kvantitatīvā ietekme Latvijā vēl nav novērtēta, jo trūkst ticamu darbības datu un augsnes emisiju faktoru.

Purvaiņi veido bioloģiski vērtīgus biotopus un veicina dabiskajiem mitrājiem raksturīgas veģetācijas atjaunošanos barības vielām bagātās augsnēs. Tāpēc pasākums atbilst ilgtspējības kritērijiem.

Pasākuma izmaksas vēl nav novērtētas. Ņemot vērā meža atjaunošanas izmaksas, purvaiņu ierīkošana 2016. gada cenās var izmaksāt līdz 2000 €, ha⁻¹, ņemot vērā tikai meža atjaunošanas izmaksas.

Koksnes piegādes no purvaiņiem var kļūt par ievērojamu biokurināmā un apaļkoksnes avotu, taču lielākas ražošanas izmaksas padara šo koksnes avotu mazāk konkurētspējīgu, salīdzinājumā ar citiem meža tipiēm.

Pasākumu tieši neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti; tomēr pasākumu var īstenot apmežošanas darbības ietvaros.

Īscirtmeta kokaugu stādījumi ar barības vielām bagātās augsnēs

Galvenokārt ar barības vielām bagātām minerālaugsnēm piemērots pasākums, taču to var īstenot arī organiskajās augsnēs. Latvijā šim pasākumam ir nozīmīgs klimata pārmaiņu mazināšanas potenciāls.

Kokaugu stādījumu augšanas gaitas modeļi un plantāciju ražības modeļi, lai novērtētu CO₂ piesaisti dzīvā biomasā, aizstāšanas efektu un piesaisti koksnes produktos pagaidām nav izstrādāti. Augsnes oglekļa uzkrājuma izmaiņas var novērtēt, izmantojot emisijas faktoros; tomēr zināšanu bāze šo faktoru pielietošanai, kā arī informācija par CO₂ piesaisti virszemes un pazemes nobirās ir nepietiekama. Aprēķinā jāņem vērā oglekļa ienese ar notekūdeņu dūņām. Augsnes oglekļa krājumu izmaiņām lokālā mērogā var būt ievērojama nenoteiktība atšķirīgu sākotnējo apstākļu rezultātā. CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā īscirtmeta plantācijās biokurināmā ieguvei atkarīga no mēslojuma lietošanas un kultūraugu apsaimniekošanas. Īscirtmeta kokaugu stādījumos šī nenoteiktība ir mazāk kritiska, tomēr apsaimniekošanas ietekme ir lielāka, salīdzinot ar tradicionālajiem apmežojumiem vai plantāciju mežiem.

Pašreizējās zemes uzskaites sistēmas ir pietiekamas, lai nodrošinātu valsts mēroga aprēķinus. MRM var būt pārāk garš periods starp diviem mērījumu cikliem, kā rezultātā valsts mēroga īscirtmeta plantāciju aplēsēs var būt liela nenoteiktība. Zemes izmantošanas sistēma ir jāpapildina ar informāciju par papildu pasākumiem, jo īpaši par mēslojumu un biomasas ieguvī. Attālināti iegūstamos datus, piemēram, no satelītattēliem iegūtus veģetācijas indeksus un radara datus var izmantot, lai uzlabotu kokaugu stādījumu un īscirtmeta plantāciju augšanas ātruma novērtējuma precizitāti.

Kokaugu stādījumiem un īscirtmeta plantācijām ir nepārtraukta ietekme, ko nodrošina selekcijas rezultātu ieviešana un jaunu klonu stādīšana (pēc 2-3 apritēm īscirtmeta kokaugu stādījumiem un 4-5 apritēm – īscirtmeta plantācijām). Lielākā daļa papildu CO₂ piesaistes notiek 20-25 gadu laikā pēc stādīšanas, turpmākajos 20-25 gados lielākā daļa CO₂ piesaistes notiek augsnē, sadaloties atmirušajai koksnei un nobirām, kā arī, pateicoties SEG emisiju samazinājumam no augsnes, ja pasākums īstenots organiskā augsnē. Īscirtmeta plantācijās lielākā daļa oglekļa krājumu izmaiņu, kas ietekmē ZIZIMM sektoru, izņemot organiskās augsnes, notiek 5-10 gadu laikā, pateicoties piesaistei dzīvajā biomasā un augsnē. Nākamajās desmitgadēs īscirtmeta plantācijas nodrošina ar fosilā kurināmā aizstāšanu saistītu SEG emisiju samazinājumu. Kokaugu stādījumu izveide 100 kha platībā nodrošinātu CO₂ piesaistes pieaugumu par aptuveni 29 milj. tonnām CO₂ visās oglekļa krātuvēs, neskaitot augsni, 20 gadu laikā. Īscirtmeta plantāciju izveide 30 kha platībā nodrošinātu 2 milj. tonnu CO₂ piesaisti 20 gadu laikā ZIZIMM sektorā. Papildu klimata pārmaiņu mazināšanas efektu nodrošina fosilā kurināmā aizstāšanu. Kopējais papildu CO₂ piesaistes apjoms ZIZIMM sektorā un aizstāšanas efekts enerģētikas sektorā no 30 kha īscirtmeta plantāciju biokurināmā ieguvei 20 gados sasniegtu 7,2 milj. tonnas CO₂, neskaitot augsni. Aprēķinos ņemti vērā ražošanas zudumi un SEG emisijas biomasas sadedzināšanas rezultātā. Aprēķinos izmantotais alternatīvais kurināmais ir dabasgāze. Ietekme uz SEG emisiju uzskaiti atkritumu sektorā nav ņemta vērā.

Nav pierādījumu par kokaugu stādījumu un īscirtmeta plantāciju negatīvu ietekmi uz bioloģisko daudzveidību; tomēr ģenētiski vienveidīga materiāla izmantošanu lielās platībās var palielināt traucējumu risku, piemēram, kaitēkļu izplatīšanās vai slimību izplatīšanās risku; tādēļ abos gadījumos jānodrošina klonu ģenētiskā daudzveidība un rūpniecisko klonu nepārtraukta uzlabošana.

Papildu CO₂ piesaistes izmaksas kokaugu stādījumos, neskaitot SEG emisiju samazinājumu augsnē, 2016. gada cenās ir 17 € ton⁻¹ CO₂, ja tiek ņemts vērā 20 gadu aprēķina periods un 5% diskonta likme. Papildu CO₂ piesaistes izmaksas ZIZIMM sektorā īscirtmeta plantācijās ir 46 € ton⁻¹ CO₂; tomēr, ja ņem vērā aizvietošanas efektu, īscirtmeta plantācijas ir visefektīvākais klimata pārmaiņu mazināšanas pasākums. Īscirtmeta plantācijām un kokaugu stādījumiem ir milzīgs aizvietošanas potenciāls enerģētikas nozarē un šķiedru ražošanā. Īscirtmeta plantācijas var būtiski samazināt SEG emisijas atkritumu sektorā, izmantojot notekūdeņu dūņas un citus organiskos atlikumus.

Pasākumu tieši neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti, tomēr īsircirtmeta plantācijām saglabā platību maksājumu, ja aprites ilgums nepārsniedz 5 gadus, savukārt, kokaugu stādījumu var izveidot kā plantāciju mežu, attiecīgi, īpašnieki var ietaupīt īpašuma nodokli. Par īsircirtmeta plantācijām ir jāmaksā visi nodokļi (Lazdiņš, 2018).

2.5. Lauksaimniecības zemju apsaimniekošana

Buferzonas līdzās drenāžas sistēmām, lai kompensētu CO₂ emisijas, samazinātu barības vielu izskalošanos un DOC emisijas

Pasākums vērsts uz lauksaimniecības zemju apsaimniekošanu, neveicot zemju transformāciju; vislielāko ietekmi, var sasniegt apgabalos ar meliorētām organiskām augsnēm.

Klimata pārmaiņu mazināšanas efektu var novērtēt, izmantojot biomasas pārrēķinu faktorus un augšanas gaitas modeļus oglekļa uzkrājuma izmaiņu aprēķināšanai. Taču meža zemēm izstrādāto metodiku pielietošana buferjoslās var būt ļoti nenoteikta, jo īpaši tāpēc, ka buferjoslās izmantoti produktīvas koku un krūmu hibrīdu šķirnes.

Lauku reģistra datubāze ir jāaktualizē, lai tajā iekļautu informāciju par buferjoslu izveidi un apsaimniekošanu, kā arī datus par biomasas izmantošanu. Lai uzraudzītu buferjoslu attīstību, nepieciešamas uz attālās izpētes datiem balstītas metodes.

Ietekmes ilgums ir atkarīgs no buferjoslu dzīves ilguma. Turpmāku piesaisti var nodrošināt, iestrādājot ražīgākas kultūras. Saskaņā ar provizorisko novērtējumu neto SEG emisiju samazināšanas potenciāls Latvijā ir 0,75 milj. tonnas CO₂ gadā. Organiskās augsnes un ar to apsaimniekošanu saistītais SEG emisiju novērtējumā nav izdalītas. Atbilstoši organisko augšņu īpatsvaram, platību ietekme uz organiskajām augsnēm var būt 10-15%. Pasākuma izmaksu un ieguvumu attiecība vēl nav novērtēta.

Buferjoslas nodrošina lauksaimniecības zemju bioloģiskās vērtības pieaugumu un veicina iekšējo ūdenstilpņu un Baltijas jūras eutrofikācijas samazināšanos, jo tās novērš barības vielu izskalošanos no aramzemēm un zālājiem. Buferjoslas var kļūt arī par nozīmīgu biokurināmā piegādes avotu.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti.

Agromežsaimniecības sistēmu ieviešana oglekļa uzkrājuma palielināšanai

Pasākums, ko var īstenot visa veida augsnēs; tomēr ietekme ir ievērojami lielāka platībās ar organiskām augsnēm. Pasākums paredz kokaugu audzēšanu vienlaidus platībās, piemēram, ganībās vai joslās, kas nav iekļautas iepriekšējā pasākumā, kā arī laukaugu udzēšanu apmežotās platībās pirms koku vainagu sakļaušanās.

Klimata pārmaiņu mazināšanas ietekmes novērtēšanas metodoloģija vēl nav izstrādāta. Lai novērtētu augšanas ātrumu, var izmantot augšanas gaitas modeļus un biomasas vienādojumus. Šo jautājumu aptver vairāki pētījumi (Bardule u.c., 2016; Lazdiņa u.c., 2019; Lazdiņš u.c., 2019). Lauku reģistra informācija ir jāpapildina ar jaunām kultūru kategorijām un jāparedz ražošanas apjomu ziņošana, tostarp produkcijas izmantošana. Pasākuma ilgums ir līdzvērtīgs agromežsaimniecības kultūru apsaimniekošanas, lauksaimniecības kultūraugu un koksnes produktu ražošanas turpināšanai. Lielā mērogā pasākuma ietekme var pielīdzināties apmežošanas ietekmei, ja laukaugu ražošanu pakāpeniski aizstāj mežsaimniecība. Īstenošanas potenciāls Latvijā vēl nav novērtēts. Nav zināma negatīva ietekme uz bioloģiskās daudzveidības rādītājiem un pasākums atbilst Eiropas zaļās vienošanās rekomendācijām oglekļa uzkrāšanai. Pasākums veicina koksnes produktu un enerģētiskās koksnes iznākuma pieaugumu. Pasākuma izmaksu un ieguvumu attiecība vēl nav novērtēta.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti.

2.6. Riska vadība

Dabisko virszemes ūdens noteces straumju nosprostošanas novēršana kopšanas un atjaunojošās cirtes laikā

Pasākums, ko var īstenot visa veida augsnēs, tomēr vislielāko ietekmi var sasniegt mežos ar pārmitrām un meliorētām augsnēm.

Lai novērtētu potenciālo ietekmi uz krājas pieaugumu, var izmantot augšanas apstākļu atšķirības starp audzēm, taču meža mašīnu ietekmes uz augsnes ūdens plūsmu zinātniskā pārbaude kopšanas un atjaunošanas cirtēs nav veikta. Šāda novērtējuma veikšanai lietderīgi izmantot attālās izpētes metodes, kas detalizēti raksturo reljefa izmaiņas un sniedz ieskatu mitruma režīma izmaiņās, kā arī jāizstrādā augsnes sablīvējuma un augsnes ūdens horizontālās plūsmas izmaiņu aprēķinu vienādojumi. Ietekme uz augsnes SEG emisijām nav novērtēta.

Meža valsts reģistrs ir jāpilnveido, iekļaujot reljefa, augsnes struktūras, gruntsūdens līmeņa un ūdens straumju kartes. Rekomendācijas meža apsaimniekošanai, lai izvairītos no negatīvas ietekmes uz ūdens režīmu, ir jāizstrādā un jāpārbauda ražošanas mēroga izmēģinājumos. Meža tehnikas potenciālās ietekmes novērtēšanai valsts mērogā var izmantot harvesteru un forvarderu datus (Rossit u.c., 2019); tomēr metodoloģija vēl ir jāizstrādā.

Pasākumam ir nepārtraukta ietekme, rekomendācijas meža apsaimniekošanai, kas vērsta uz optimāla ūdens režīma uzturēšanu, ir izmantojamas, lai izvairītos no ūdens režīma pasliktināšanās nākotnē.

Nav zināmi ar bioloģiskās daudzveidības pasliktināšanos saistīti jautājumi, jo īpaši tāpēc, ka pasākuma īstenošana palielinās meža ekosistēmu noturību.

Informācija par potenciālo SEG emisiju samazinājumu valsts mērogā nav novērtēta un izmaksu un ieguvumu attiecība nav noteikta. Pasākums ir vērsts uz meža ekosistēmu noturības palielināšanu; attiecīgi, tas palielinās apaļkoksnes un meža biokurināmā piegādes nākotnē, nodrošinot aizstāšanas efektu enerģētikas sektorā un CO₂ piesaisti koksnes produktos.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti, tomēr likumdošanā un uzņēmumu iekšējās kvalitātes prasībās ir noteikti ierobežojumi un ieteikumi meža darbiem, piemēram, risu dziļuma robežvērtības un mežizstrādes virziens, atkarībā no nogāzes slīpuma un cirsma formas.

Metāna emisiju karsto punktu likvidēšana – seklu grāvju tīkla izveide, lai augsnes virskārtas aerāciju

Organiskām un pārmitrām minerālaugsnēm specifiskais pasākums. Lai identificētu potenciālās riska zonas, var izmantot reljefa datu analīzes rīkus, kuros iezīmējas pārmitras ieplakas (Ivanovs u.c., 2017). Augšanas modeļus var izmantot, lai noteiktu papildu CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā un citās oglekļa krātuvēs, pateicoties lokālai augšanas apstākļu uzlabošanai. Ietekmi uz SEG emisijām no augsnes nevar pārbaudīt, izmantojot pieejamos datus, jo īpaši līdzsvaru starp papildu CO₂ emisijām un piesaisti un CH₄ emisijām no augsnes. Mitrās vietas nav viegli identificēt, jo gruntsūdeņu pieplūde rada pārmitras teritorijas vietās, kur nokrišņu un reljefa datu vadītie modeļi nevar atrast ieplakas (Melniks u.c., 2019).

Esošā Meža valsts reģistra sistēma ir jāpapildina ar kartēm, kas raksturo augsnes mitruma režīmu. Informāciju, kas nepieciešama, lai identificētu CH₄ emisiju karstos punktus, ir gruntsūdens dziļums (vidējie mēneša vai diennakts rādītāji, atkarībā no izmantotā modeļa). Metodikas šādu karšu izveidošanai Latvijā ir izstrādātas, taču vēl nav pilnībā ieviestas, jo pietrūkst datu gruntsūdens līmeņa modelēšanai, it īpaši platībās, kurās ietekmē spiedes ūdeņi. Jāpilnveido informācija par CH₄ emisijām, atkarībā no ūdens režīma pārsvarā sausās augsnēs. Tāpēc pašlaik var aprēķināt tikai papildu CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā, uzlabojoties augšanas apstākļiem.

Pasākumam ir nepārtraukta ilgstoša ietekme, ko ierobežo tikai izmaiņas meža apsaimniekošanā un pagaidu meliorācijas sistēmu nolietojšanās. Pasākuma īstenošanas potenciāls un kvantitatīvā ietekme Latvijā nav izvērtēta.

Līdz 30 cm dziļu ievalku rakšana mežā bez projekta saskaņošanas atbilst valsts normatīvu prasībām par meliorācijas sistēmu izbūvi. Pasākums var samazināt pārmitrām ieplakām raksturīgu sugu izplatību; taču pasākumā nav paredzēta konvencionālo meliorācijas sistēmu paplašināšana, bet uz augšanas apstākļu uzlabošanu audzes ietvaros, tāpēc pēc pasākuma īstenošanas meža tips netiks mainīts.

Izmaksu un ieguvumu attiecība vēl nav novērtēta. Pasākuma īstenošana veicinās apaļkoksnes un biokurināmā piegāžu pieaugumu, meža atjaunošanas un mežizstrādes izmaksu samazināšanos (paaugstinot augsnes nestspēju). Pasākuma īstenošana var veicināt meža apsaimniekošanas prakses dažādošanu un aktīvāku ekskavatoru un pacilu tehnoloģiju izmantošanu meža atjaunošanā, tāpēc šis pasākums ir cieši saistīts ar klimata pārmaiņu mazināšanas pasākumu, kura mērķis ir augsnes skarifikācijas metožu pilnveidošana.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti; tomēr, ņemot vērā sinerģiju ar CH₄ un Hg izlaides samazināšanas nepieciešamību, šim pasākumam, tāpat kā meliorācijas sistēmu uzturēšanai un ierīkošanai meža zemēs, ir ievērojams īstenošanas potenciāls.

Ugunsgrēka novēršana – mineralizētas jostas, agrīnās brīdināšanas sistēmas, labāk aprīkotas uguns aizsardzības nodaļas

Pasākums, ko īsteno visa veida augsnēs; tomēr vislielāko ietekmi var sasniegt mežos ar organiskām un sausām minerālaugsnēm.

Kvantitatīvās novērtēšanas metodes nav izstrādātas, jo īpaši tāpēc, ka ir sarežģīti prognozēt meža ugunsgrēku laikā sadegušo augsnes organisko vielu daudzumu, īpaši neapsaimniekotos mežos ar ievērojamām sezonālām gruntsūdens līmeņa svārstībām un lielāku atmirušās koksnes koncentrāciju. Vietējā līmeņa ietekmes SEG emisiju samazināšanas novērtējumu var interpolēt no valsts līmeņa aplēsēm. Meža valsts reģistra datus var izmantot, lai novērtētu meža ugunsgrēku risku, taču veikto pasākumu ietekmi nav viegli pārbaudīt. Piemēram, var salīdzināt meža ugunsgrēkos izdegušās platības salīdzinājumu pašreizējos apstākļos un alternatīvajā scenārijā (nav izmantotas ugunsgrēku novēršanas sistēmas). Svarīgi arī izvairīties no meža ugunsgrēku radīto SEG emisiju pārvērtēšanas ilgtermiņā, jo lielākā daļa meža ugunsgrēku veidojas nelielos reģionos ap lielajām pilsētām un atkārtoti meža ugunsgrēki tajās pašās platībās neradīs tādu pašu emisiju līmeni kā pirmais meža ugunsgrēks, kā arī ugunsgrēka veidošanās varbūtība ap lielām pilsētām ir mazāka.

Ietekme uz SEG emisijām ir atkarīga no pasākuma darbības ilguma, meža ugunsgrēka iespējamības un atkārtotu meža ugunsgrēku varbūtības tajā pašā vietā. Kvantitatīvā ietekme uz SEG emisijām Latvijā vēl nav izvērtēta; tomēr šī pasākuma nozīme ir atzīta.

Pasākums atbilst meža apsaimniekošanas ilgtspējas kritērijiem. Izmaksu un ieguvumu attiecība Latvijā vēl nav novērtēta.

Meža ugunsgrēku novēršana ļauj izvairīties no kaitīgu vielu, piemēram, PAH, PCB un dioksīnu emisijām, tādējādi veicinot veselīgas vides uzturēšanu. Dabisko traucējumu riska samazināšana sekmē apaļkoku un meža biokurināmā piegāžu stabilitāti, palielinot piesaisti koksnes produktos un aizstāšanas efektu enerģētikas sektorā.

Ugunsgrēku novēršanas sistēmu uzturēšanu Latvijā nacionālā līmenī atbalsta Lauku attīstības programma. Sistēmas nepārtraukta attīstība un automatizācija nodrošina efektīvāku meža ugunsgrēku identificēšanu un meža ugunsgrēku platības samazināšanos (Ministry of Agriculture, 2018).

Vējgāžu un snieglaužu riska novēršana, veidojot noturīgākas audzes

Pasākums, ko var īstenot visa veida augsnēs; tomēr, ņemot vērā klimata pārmaiņas, šim pasākumam ir īpaša nozīme mežos ar organiskām un pārmitrām augsnēm, kur ir sekls aerētas augsnes slānis.

Metodes šī pasākuma ietekmes kvantitatīvā novērtēšanai vēl nav izstrādātas. Tās ir jāizstrādā mežsaimniecības risku vadības sistēmas izstrādes ietvaros, kas ietver kopšanas laiku un intensitāti, augsnes skarifikācijas metožu izvēli, mēslojumu un citus pasākumus. Dažādu parametru sarežģītā mijiedarbība nosaka to, ka ir jāizmanto nacionālā mēroga prognozes, ko jāpārnes uz lokālo līmeni, lai novērtētu individuālu iniciatīvu ietekmi.

Latvijā ir izveidotas kartes un modeļi, kas sniedz pamatinformāciju par vējgāžu risku, ko var izmantot valsts līmenī vējgāžu un snieglaužu risku novērtēšanai, izmantojot dabisko traucējumu iespējamību, atkarībā no audzes atrašanās vietas, audzes vecuma un citiem parametriem, tomēr zināšanas dažādu parametru mijiedarbību, īpaši telpiskā līmenī, ir nepietiekamas un pagaidām nav realizētas integrētā modelēšanas risinājumā (Seidl u.c., 2014).

Pasākuma ietekme ir ilgstoša valsts mērogā, neskatoties uz to, ka vietējā līmenī tai var būt gadījuma raksturs, jo pastāv liela dabisko traucējumu iestāšanās riska nenoteiktība. Kvantitatīva ietekme uz SEG emisijām Latvijā vēl nav novērtēta.

Pasākums atbilst meža apsaimniekošanas ilgspējas kritērijiem. Pasākuma īstenošana nodrošina noturīgāku un ilgspējīgāku mežaudžu veidošanos. Papildus izmaksas ir plānošanas instrumentu izstrāde un meža īpašnieku apmācība. Plānošanas pasākumi, kas novērš vēja un sniega radītos bojājumus, veicinās lielākas un prognozējamākas apaļkoku un meža biokurināmā piegādes.

Vējgāžu riska samazināšanas nosacījumi ir iekļauta meža apsaimniekošanas regulējumā, kā prasība ņemt vērā cirsmu izvietojumu, izsniedzot ciršanas apliecinājumu.

Kaitēkļu izplatības riska samazināšana, palielinot mežaudžu noturību

Pasākums, ko var īstenot visa veida augsnēs. Pasākuma mērķis ir mazināt dabisko traucējumu risku, kas saistīti ar kaitēkļu izplatīšanos. Valsts mēroga metodes kvantitatīvā novērtējuma veikšanai nav izstrādātas. Līdzīgi kā vēja un sniega bojājumu ietekmes novērtēšanas instrumenti, arī šī pasākuma ietekmes novērtējums ir jāiestrādā mežsaimniecības risku vadības sistēmas ietvaros. Primāri jāizmanto valsts mēroga prognozes, vērtējot konkrētu risku iestāšanās varbūtību, kuras jāekstrapolē uz lokālo līmeni, vērtējot individuālu iniciatīvu ietekmi. Vienkāršotu pieeju var izmantot tādiem pasākumiem kā augu aizsardzība vai celmu ieguve, kam ir paredzama, bet joprojām vāji izpētīta ietekme uz augšanas gaitu un dabisko traucējumu veidošanās varbūtību.

Ir izstrādātas kartes, kas sniedz pamatinformāciju par riskiem atbilstoši aktuālajai informācijai, taču tās ir jāpilnveido, lai ņemtu vērā meža apsaimniekošanas varbūtību un mežu struktūru, lai tās varētu izmantot valsts līmenī kaitēkļu un slimību izplatības riska novērtēšanai. Ir jāpapildina Meža valsts reģistrs un MRM, lai šajās sistēmās iekļautu datus par pasākumiem meža aizsardzībai, kas vērsti uz kaitēkļu izplatīšanās risku. Zināšanas par dažādu parametru mijiedarbību, kas ietekmē kaitēkļu un slimību izplatību, ir nepietiekamas, un tās vēl nav ieviestas integrētā modelēšanas risinājumā. Īstenošana, kā arī ietekmes novērtējums būtu jāveic valsts mērogā.

Pasākuma ietekme ir nepārtraukta valsts mērogā, neskatoties uz to, ka vietējā līmenī tai var būt gadījuma raksturs, jo pastāv liela dabisko traucējumu nenoteiktība. Kvantitatīvā ietekme Latvijā vēl nav novērtēta, īpaši ņemot vērā jau pielietotās prakses būtisku ietekmi, kas tiek iestrādāta meža apsaimniekošanas praksē.

Pasākums atbilst meža ilgspējas kritērijiem. Pasākuma īstenošana nodrošina noturīgāku un ilgspējīgāku mežaudžu veidošanos. Kaitēkļu un slimību izplatības novēršana veicina apaļkoku un meža biokurināmā piegāžu stabilitāti. Pasākums padara apaļkoksnes un biokurināmā piegādes un izmaksas prognozējamākas.

Kaitēkļu un slimību uzraudzību finansē valdība, ir izveidota monitoringa sistēma, lai novērstu dabisko traucējumu saasināšanos. Meža īpašnieki netiek finansiāli atbalstīti augu aizsardzības pasākumu īstenošanai.

Sakņu trupes izplatīšanās palēnināšanās

Pasākums, ko var īstenot visa veida augsnēs, veicinot tādas meža apsaimniekošanas prakses ieviešanu, kas palēnina trupes izplatīšanos un mazina tās ietekmi uz kokmateriālu kvalitāti.

Sortimenta prognožu modeļus var izmantot, lai novērtētu oglekļa ienesi koksnes produktu krātuvē, tomēr ir jāizstrādā vienādojumi dažādu pasākumu un to kombināciju ietekmes prognozēšanai, piemēram, šobrīd izmantojamie biomasas vienādojumi jāpapildina ar trupes ietekmes novērtējumu, lai novērstu oglekļa uzkrāšanās pārvērtējumu vecās audzēs. Ir jāizstrādā ietekme uz augšanas gaitu un CO₂ piesaisti pārējās oglekļa krātuvēs, neskaitot koksnes produktus. Valdošās sugas izmaiņu ietekmi var novērtēt, izmantojot augšanas gaitas modeļus; tomēr, izmantojot pieejamos datus, nevar novērtēt augšanas apstākļu izmaiņu ietekmi, piemēram, slāpekļa akumulācijas ietekmi alkšņa audzēs.

Meža valsts reģistrs, kā arī MRM nesatur informāciju par sakņu trupes izplatību un šīs slimības izplatības risku, atkarībā no augšanas apstākļiem un apkārtējo audžu īpašībām. Pasākumam ir ilgstoša pozitīva ietekme uz vairākām koku paaudzēm. Papildus pasākumi ir savlaicīga kopšanas un atjaunošanas cirte, kā arī optimāla sortimentu struktūra. Pasākuma kvantitatīvā ietekme Latvijā vēl nav novērtēta, un tā zinātniskais pamatojums vēl ir jāizstrādā (Arhipova u.c., 2011; Brūna u.c., 2015; Gaitnieks u.c., 2018; Kļaviņa u.c., 2016).

Nav zināmi ierobežojumi pasākuma īstenošanai, kas būtu saistīti ar bioloģiskās daudzveidības samazināšanos; tomēr celmu ieguvī, ķīmisko vielu vai antagonistisko sēņu suspensijas izkliešana mežā vai valdošās sugas nomaiņu var uzskatīt par pasākumiem, kas potenciāli būtiski ietekmē bioloģisko daudzveidību. Vienlaikus šie pasākumi palielina ietekmēto mežaudžu noturību, nodrošinot lielu ekosistēmu pakalpojumu kvalitāti ilgtermiņā.

Potenciālais SEG emisiju samazinājums valsts mērogā nav vērtēts, tāpēc izmaksu un ieguvumu attiecību nevar noteikt. Antagonistisko sēņu un urīnvielas izmantošana notiek rūpnieciskā apjomā, jau šobrīd sniedzot ieguldījumu SEG emisiju samazināšanā.

Pasākums ir vērsts uz meža ekosistēmu noturības paaugstināšanu; attiecīgi, tas palielinās koksnes produktu piegādes nākotnē, veicinot aizstāšanu ar kokapstrādi saistītajās nozarēs. Pasākumam var būt nenozīmīga negatīva ietekme uz biokurināmā izlaidi, jo tas samazina zemas kvalitātes biomasas īpatsvaru.

Pasākumu neatbalsta valsts klimata politikas finanšu instrumenti; tomēr celmu apstrādi rūpnieciskā mērogā jau īsteno valsts un privātajos mežos atjaunošanas un kopšanas cirtēs.

3. Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava” meža resursu ilgtermiņa modelēšanas sistēmas pilnveidošana

3.1. Bezizcirtumu mežsaimniecības modelēšana

Programmā paredzēts, ka pakāpeniskās cirtes veic pieaugušās audzēs (3.1. tabula). Pakāpeniskās cirtes modelē platībās, kurās nav aizliegts veikt galveno cirti. Programmā ir iespējams definēt pakāpeniskās cirtēs nocirsto audžu platības īpatsvaru (nocirstā platība attiecībā pret pakāpeniskās cirtes kritērijiem atbilstošo platību) dalījumā pa īpašuma grupām (valsts vai pārējie meži), mežsaimniecības aprobežojuma veida (ir vai nav aizliegts veikt vienlaidus atjaunošanās cirti) un valdošajām koku sugām.

3.1.1. tabula

Minimālais vecums, pie kāda programmā tiek plānotas pakāpeniskās cirtes

Valdošā koku suga	Vecums, gadi
priede, ozols, lapegle	101
egle, osis, liepa, goba, vīksna, dižskābardis, skābardis, baltegle, kļava, ķirsis	81
bērzs, melnalksnis	71
apse, papele	41
baltalksnis un citi lapu koki	31

Programmā šobrīd definēts, ka pakāpeniskām cirtēm veic divus paņēmienus, un ir iespējams definēt kāds ir minimālais perioda garums starp pakāpeniskās cirtes pirmo un pēdējo paņēmieni. Pirmajā ciršanas paņēmienā palikušās audzes šķērslaukums tiek aprēķināts pēc sekojoša vienādojuma:

$$G_{pec} = k \cdot G_{krit}, \quad (3.1)$$

kur

- G_{pec} – kokaudzes šķērslaukums pēc pakāpeniskās cirtes, m^2ha^{-1} ;
- G_{krit} – kokaudzes kritiskais šķērslaukums, m^2ha^{-1} ;
- k – koeficients, ko definē lietotājs

Kritiskais šķērslaukums aprēķināšanai izmanto sekojošu vienādojumu:

$$G_{krit} = b_1 \cdot H^{b_2}, \quad (3.2)$$

kur

- G_{krit} – kokaudzes kritiskais šķērslaukums, m^2ha^{-1} ;
- H – kokaudzes I stāva valdošās koku sugas vidējais augstums, m
- b_i – koeficienti (3.6. tab.).

3.1.2. tabula

Kokaudzes kritiskais šķērslaukuma vienādojuma (3.2) koeficienti

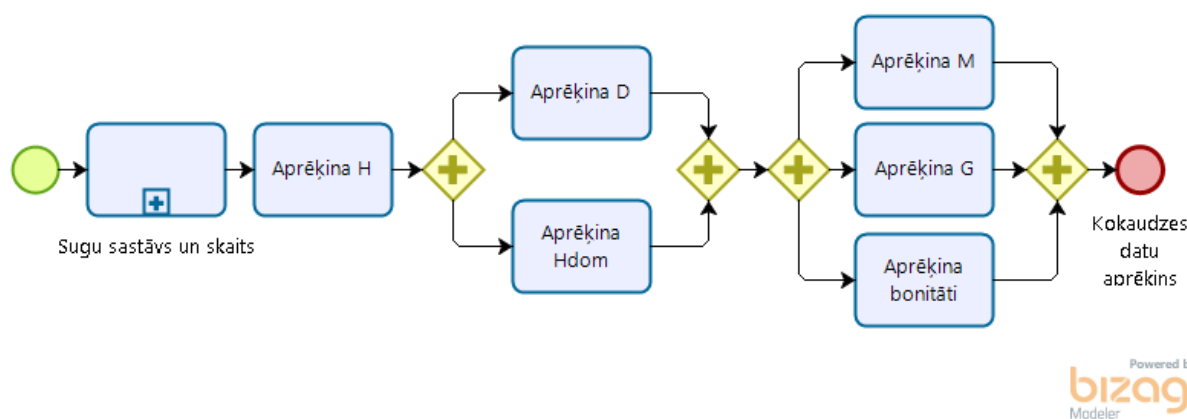
Koku suga	α_1	α_2
priede	4.078	0.245
egle un citi skuju koki	1.470	0.575
bērzs, liepa	0.867	0.666
melnalksnis, apse, baltalksnis un citi lapu koki	0.926	0.701
ozols, vīksna, goba, kļava, dižskābardis, skābardis	1.053	0.635
osis	0.962	0.604

Pirmajā pakāpeniskās cirtes paņēmienā tiek modelēts, ka tiek pilnībā nocirsti visi esošie audzes II un III stāva meža elementi. Un audzes I stāvā netiek atstāti vairāk kā trīs meža elementi. Palikušās audzes šķērslaukums starp sugām tiek modelēts proporcionāli pirms cirtes

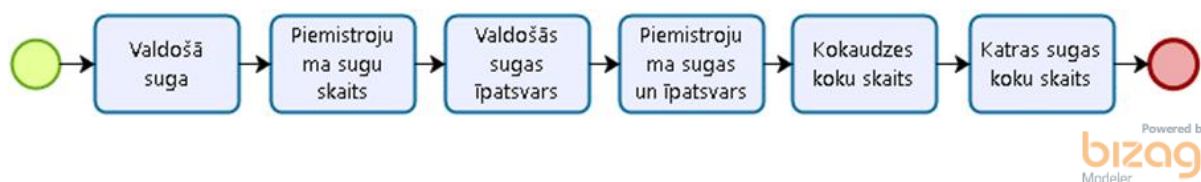
šķērslaukuma īpatsvaram. Palikušiem mātes audzes elementiem pieņem, ka vidējais caurmērs un augstums ciršanas rezultātā nemainās, bet koku skaits un krāja šiem elementiem jau aprēķināmi kā sekundāri parametri.

Pēdējā ciršanas paņēmienā programmā paredz, ka mātes audze tiek nocirsta pilnībā, saglabājot visus nākošās paaudzes kokus. Programmā ir iespējams definēt cik gadus pēc iepriekšējā ciršanas paņēmiena, tiek modelēts pēdējais ciršanas paņēmieni, pie tam šo periodu ir iespējams definēt atsevišķi valsts un pārējo īpašnieku mežos, kā arī atsevišķi audzēm, kurās ir aizliegts un kurās nav aizliegts veikt vienlaidus atjaunošanas cirti.

Atjaunošanas un atjaunojušos meža elementu taksācijas rādītāju aprēķina shēma atspoguļota 3.1.1. un 3.1.2. attēlos. Programmā tiek modelēta dabiskā atjaunošanās nākošajā piecgadē pēc pakāpeniskās cirtes pirmā paņēmiena. Nākošās paaudzes kokaudzes vecums ģenerēts nejauši 1 – 5 gadi.



3.1.1. attēls. Atjaunošanās modelēšanas shēma pēc pakāpeniskās cirtes.



3.1.2. attēls. Sugu sastāva un skaita modelēšana atjaunošanās procesā.

Pakāpeniskās cirtēs nākošās paaudzes valdošās un piemistrojuma sugas un to īpatsvara aprēķina algoritms ir tas pats, kas dabiski atjaunojušās platībās pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes.

Pēc pakāpeniskās cirtes kopējais atjaunojušos koku skaits tiek prognozēts izmantojot to pašu Veibula vienādojumu, ko modelējot atjaunošanos pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes, bet lietojot koku skaita korekcijas koeficientu:

$$N = b_1 - b_2 \cdot e^{-b_3 \cdot k \cdot x \cdot b_4}, \quad (3.3)$$

kur

- N – kopējais dabiski atjaunojušos koku skaits, ha⁻¹;
- x – nejauši ģenerēts skaitlis no 0 – 1;
- k – korekcijas koeficients pakāpeniskās cirtēm (≤1,0);
- bi – koeficienti.

Vidējais koku augstums nākošās paaudzes meža elementiem pēc pakāpeniskās cirtes pirmā paņēmiena aprēķināms pēc koriģēta algoritma, ko izmanto šī paša rādītāja aprēķināšanai pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes:

$$h_2 = k \cdot a \cdot \left(b_1 + \left(\frac{b_2 \cdot B^{b_3}}{b_4^{b_3} + B^{b_3}} \right) \right), \quad (3.4)$$

kur

- h_2 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda beigās, m;
- B – meža elementa bonitātes kods (0–6);
- a – meža elementa vecums, gadi;
- k – pakāpeniskās ciršu korekcijas koeficient ($\leq 1,0$).
- b_{1-4} – koeficienti.

Pakāpeniskās cirtes korekcijas koeficientu (k) gan 3.3., gan 3.4. vienādojumos ir iespēja definēt lietotājam, bet tas nedrīkst būt nulle un nedrīkst pārsniegt viens. Šis korekcijas koeficients lietots, paredzot, ka pēc pakāpeniskās cirtes atjaunojas mazāks koku skaits un to augšana (mātes audzes ietekmē) ir lēnākā kā pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes.

Pārējie taksācijas rādītāji nākošās paaudzes meža elementiem pēc pirmā cirtes paņēmiena aprēķināmi tāpat kā pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes.

3.2. Oglekļa piesaistes modelēšana

Oglekļa uzkrāšanas un piesaistes modelēšanā programmā tiek aprēķināta attiecīgā elementa biomasa, un pēc tam oglekļa saturs tajā.

Koku virszemes un pazemes biomasas un to daļu biomasas aprēķināšanai izmantoti LVMI Silava izstrādātie vienādojumi (Liepiņš et al., 2018; Liepiņš et al., 2021), kas modificēti vienā vienādojumā vieglākai to lietošanai programmā:

$$Biom = b_0 \cdot e^{b_1 + b_2 \cdot \left(\frac{D}{D + b_6} \right) + b_3 \cdot H + b_4 \cdot \ln(H) + b_5 \cdot \ln(D)}, \quad (3.5)$$

kur

- $Biom$ – meža elementa biomasa, $t \cdot ha^{-1}$;
- D – meža elementa vidējais caurmērs, cm;
- H – meža elementa vidējais augstums, m;
- N – meža elementa koku skaits, ha^{-1} ;
- b_i – koeficienti.

Ar 3.5. vienādojumu, mainoties koeficientu vērtībām un mainīgajiem faktoriem atbilstoši oriģinālajiem vienādojumiem, programmā aprēķina virszemes biomasu, stumbra biomasu, pazemes biomasu un sīko sakņu biomasu katram meža elementam katrā modelētajā piecgadē. Tāpat šos rādītājus aprēķina arī atmirušajiem kokiem.

Lai aprēķinātu uzkrāto oglekli dzīvajā un atmirušajā koksne, tās biomasa sareizināta ar koeficientu, kas raksturo oglekļa uzkrājumu uz vienu koksnes kg Latvijā (Bārdule et al., 2021).

Programmā uzkrātais ogleklis atmirušajā koksne tiek koriģēts, pieņemot, ka atmirušī koksne sadalās un līdz ar to ogleklis no tās nonāk atpakaļ atmosfērā skuju kokiem un cietajiem lapu kokiem 40 gadu laikā, bet mīkstajiem lapu kokiem 20 gadu laikā. Programmā modelē, ka tekošajā piecgadē atmirušie koki sadalās 2x ātrāk (piemēram, skuju kokiem sadalās nevis 2,5% bet 5% no atmirušās koksnes).

Programmā pie atmirušās koksnes pieskaita arī jaunaudžu kopšanā nocirstos kokus, bet neieskaita ciršanas atliekas no citām cirtēm. Tāpat programmā modelē, ka pēc vienlaidus

atjaunošanas cirtes, pakāpeniskās cirtes un krājas kopšanas cirtes atmirušās koksnes apjoms un oglekļa saturs tajā saglabājas 20% apmērā no sākotnējā.

Zinot katru piecgadi uzkrāto oglekļa apjomu (oglekļa apjoms dzīvajos kokos un atmirušajā koksne), un oglekļa apjomu nocirstajos kokos, programmā aprēķina ikgadus piesaistīto oglekļa apjomu:

$$z_c = \sum C_1 - \sum C_0 \quad (3.6)$$

$$\sum C_i = C_{dz_i} + C_{atm_i} + C_{noc_i} , \quad (3.6.1)$$

kur

- Z_c – mežā uzkrātā oglekļa pieaugums perioda laikā, t;
- $\sum C_0$ – mežā uzkrātais ogleklis perioda sākumā, t;
- $\sum C_1$ – mežā uzkrātais ogleklis perioda beigās, t;
- C_{dz} – dzīvajos kokos uzkrātais ogleklis, t;
- C_{atm} – atmirušajā koksne uzkrātais ogleklis, t;
- C_{noc} – nocirstajos kokos uzkrātais ogleklis, t;

4. Meža resursu stāvokļa izmaiņas līdz 2120. gadam pie dažādiem mežsaimniecības scenārijiem

4.1. Metodika

4.1.1. Mežsaimniecības scenāriji

Pētījumā modelētie mežsaimniecības scenāriji nav mēģinājums uzminēt kā nākotnē mežos tiks saimniekots vai arī kāda mežsaimniecība nākotnē jāpiekopj. Modelējot meža resursu izmaiņas, sākotnēji ir nedefinēts mežsaimniecības scenārijs un nākošo 100 gadu periodā tas netiek mainīts. Šāda pieeja nodrošina to, ka mēs varam izvērtēt kāda mežsaimnieciska lēmuma ne tikai īstermiņa, bet arī ilgtermiņa ietekmi uz meža resursiem nākotnē.

Pētījumā izvērtēti četri mežsaimniecības scenāriji:

1. ikdienišķa mežsaimniecība (apzīmējums IKD),
2. zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību (ZV30),
3. zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību (ZV50),
4. zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību (ZV30m).

Detālāka katra scenārija mežsaimniecība aprakstīta tālāk metodikas nodaļā, bet šeit īss apraksts, lai izprastu mežsaimniecības scenāriju nozīmīgākās atšķirības.

Ikdienišķa mežsaimniecība

Šajā scenārijā meža resursu modelēšana veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma. Scenārijā netiek modelēta saimnieciskās darbības ierobežojumu maiņa un meža platību palielināšana vai samazināšana.

Zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību

Šajā scenārijā meža resursu modelēšana pamatā veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma. Bet tiek modelēts, ka 30% no mežiem ir aizsargājami meži, no kuriem trešā daļa ir stingri aizsargāti meži. Tas nozīmē, ka 10% no mežiem netiek modelēta saimnieciskā darbība, 20% no mežiem tiek modelēta bezizcirtumu mežsaimniecība, bet 70% no mežiem tiek modelēta ikdienišķa mežsaimniecība. Šajā scenārijā netiek modelētas meža platību izmaiņas.

Zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību

Šajā scenārijā meža resursu modelēšana pamatā veikta atbilstoši šī brīža mežsaimniecības praksei un meža īpašnieku uzvedībai un pie līdzšinējā normatīvā regulējuma. Bet tiek modelēts, ka 50% no mežiem ir aizsargājami meži, no kuriem trešā daļa ir stingri aizsargāti meži. Tas nozīmē, ka 16,7% no mežiem netiek modelēta saimnieciskā darbība, 33,3% no mežiem tiek modelēta bezizcirtumu mežsaimniecība, bet 50% no mežiem tiek modelēta ikdienišķa mežsaimniecība. Šajā scenārijā netiek modelētas meža platību izmaiņas.

Zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību

Šajā scenārijā 10% no mežiem netiek modelēta saimnieciskā darbība, 20% no mežiem tiek modelēta bezizcirtumu mežsaimniecība, bet 70% no mežiem tiek modelēta mērķtiecīga mežsaimniecība. Šajā pētījumā mērķtiecīga mežsaimniecība ir mežsaimniecība ar mērķi palielināt oglekļa piesaisti mežā. Mērķtiecīgas mežsaimniecības pasākumi ir meža audzēšana atbilstoši šī brīža zinātnieku izstrādātajām rekomendācijām, normatīvās vides izmaiņas, meža platību palielināšana (mērķtiecīga ieaudzēšana) un jaunu meliorācijas sistēmu ierīkošana.

4.1.2. Modelēšanā izmantotie dati

Izmantoti Latvijas meža statistiskās inventarizācijas (MSI) pēdējā piecgadē uzņēmīto mežaudžu dati. No MSI datiem atlasīti tikai tie parauglaukumus (PL) un PL sektori, kuros zemju kategorija ir mežaudze, iznīkusi audze, vējgāze, izcirtums vai mežs lauksaimniecības zemē. Tāpat modelēšanā izmantoti tikai tie PL un PL sektori, kuru platība ir vismaz 400 m², jo pieņemam, ka šādas platības sektoros ir pieejams adekvāts koku sadalījums. Šiem kritērijiem MSI datu bāzē atbilst 6633 PL un PL sektori (3197 valsts meži, 3436 pārējie meži). Modelēšanā izmantotajiem sektoriem 1 m² reprezentatīvā platība mainīta tā, lai kopējā reprezentatīvā platība sakristu ar MSI pēdējā piecgadē šajās zemju kategorijās uzņēmīto reprezentatīvo platību (3295 tūkst. ha).

Šobrīd modelēšanā izmantotajos datos ir 13,8% aizsargājamo mežu, tajā skaitā 7,6% ir stingri aizsargāti (nedrīkst veikt mežsaimniecisko darbību, nedrīkst veikt galveno cirti un/vai kopšanas cirti), bet 6,2% mežu nav atļauts veikt vienlaidus atjaunošanās cirti. Šo saimnieciski aprobežoto platību īpatsvars modelēšanā izmantotajos datos nav identisks, bet ir ļoti līdzīgs ar VMD norādīto saimnieciskās darbības aprobežoto mežu platību.

Zaļās vienošanās scenārijos tiek modelēta mežsaimnieciskās darbības aprobežojumu maiņa.

No saimnieciskajiem mežiem izņem mežus (MSI PL vai PL sektorus) pēc sekojoša algoritma:

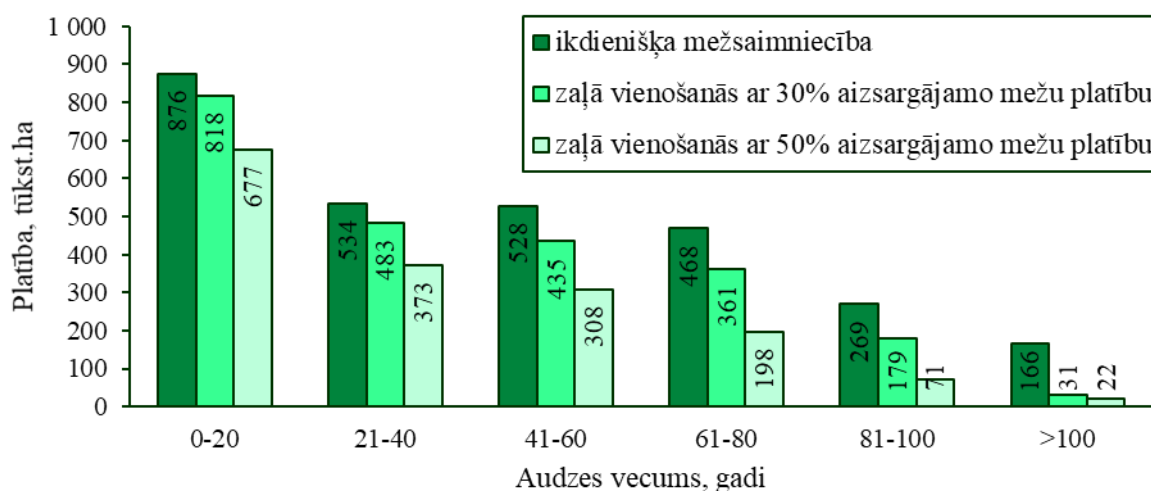
1. zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību:
 - 1.1. stingri aizsargātie meži jeb meži bez saimnieciskās darbības (10%):
 - 1.1.1. visi meži, kuros jau šobrīd ir aizliegta mežsaimnieciskā darbība un aizliegta galvenā cirte un/vai kopšanas cirte,
 - 1.1.2. visas vecās pāraugušās audzes (P>140 gadi, E>120 gadi, B un M>90 gadi, A>70, Ba un citi lapu koki>60 gadi, platlapji >120 gadi);
 - 1.2. aizsargājami meži jeb meži ar bezizcirtumu mežsaimniecību (20%):
 - 1.2.1. visi meži, kuros jau šobrīd ir aizliegts veikt vienlaidus atjaunošanās cirti,
 - 1.2.2. 75% no pieaugušām audzēm (P>100 gadi, E>80 gadi, B un M>70 gadi, A>40, Ba un citi lapu koki>30 gadi, platlapji >80 gadi),
 - 1.2.3. visi platlapju meži,
 - 1.2.4. atlikušo platību ģenerē nejauši;
2. zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību:
 - 2.1. stingri aizsargātie meži jeb meži bez saimnieciskās darbības (16,7%):
 - 2.1.1. visi meži, kuros jau šobrīd ir aizliegta mežsaimnieciskā darbība un aizliegta galvenā cirte un/vai kopšanas cirte,
 - 2.1.2. visas vecās pāraugušās audzes (P>140 gadi, E>120 gadi, B un M>90 gadi, A>70, Ba un citi lapu koki>60 gadi, platlapji >120 gadi),
 - 2.1.3. 47,5% no pieaugušām audzēm (P>100 gadi, E>80 gadi, B un M>70 gadi, A>40, Ba un citi lapu koki>30 gadi, platlapji >80 gadi);
 - 2.2. aizsargājami meži jeb meži ar bezizcirtumu mežsaimniecību (33,3%):
 - 2.2.1. visi meži, kuros jau šobrīd ir aizliegts veikt vienlaidus atjaunošanās cirti,
 - 2.2.2. 66,7% no atlikušajām pieaugušām audzēm (P>100 gadi, E>80 gadi, B un M>70 gadi, A>40, Ba un citi lapu koki>30 gadi, platlapji >80 gadi) un briestaudzēm (P>80 gadi, E>60 gadi, B un M>50 gadi, A>30, Ba un citi lapu koki>25 gadi, platlapji >60 gadi),
 - 2.2.3. visi platlapju meži,
 - 2.2.4. atlikušo platību ģenerē nejauši.

Katrā no scenārijiem meža ierobežojumu maiņa notiek secīgi pa aprakstītajiem soļiem. Tas nozīmē, ka pāraugušās audzes, kurās šobrīd ir aizliegts veikt vienlaidus atjaunošanās cirti

paliek nevis bezizcirtumu mežsaimniecības kategorijā, bet pāriet uz stingri aizsargāto mežu kategoriju.

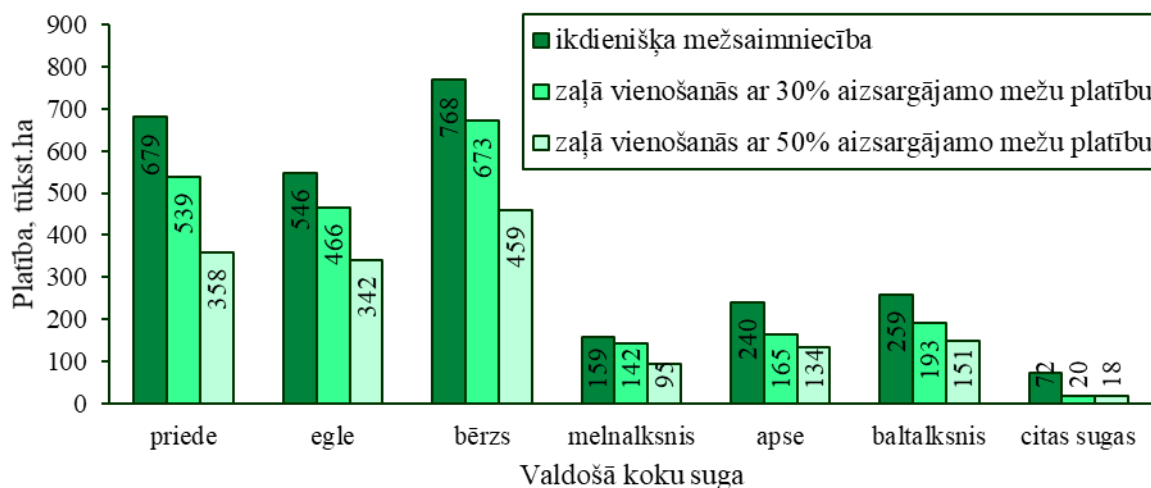
Jāatzīmē, ka šī algoritma vajadzībām lietotās audzes vecuma grupas (“pāraugušas audzes”, “pieaugušas audzes” un “briestaudzes”) atšķiras no šobrīd mežsaimniecībā lietotajām, bet tās tām ir pietuvinātas un termini lietoti tādi paši, lai atvieglotu lasītājam uztveri.

Šādas datu kopas manipulācijas zaļās vienošanās mežsaimniecības scenārijos ievērojami samazina veco mežaudžu platības mežos, kuros nav mežsaimniecības aprobežojumi (4.1.1. attēls).



4.1.1. attēls. Mežu platība pa vecuma grupām dažādos mežsaimniecības scenārijos 2020. gadā mežos, kuros nav mežsaimniecības aprobežojumi.

Tāpat lielākā daļa no platības, kas tiek izņemta no apsaimniekojamiem mežiem ir priedes, egles un bērzu audzes (4.1.2. attēls).



4.1.2. attēls. Mežaudžu platība pa valdošajām koku sugām dažādos mežsaimniecības scenārijos 2020. gadā mežos, kuros nav mežsaimniecības aprobežojumi.

4.1.3. Augšanas gaitas modelēšana

Mežaudžu augšanas gaitas modelēšanai izmantots LVMI Silava meža resursu prognozēšanas un modelēšanas rīks, kas ir simulāciju modelis.

Kokaudzes izmaiņu modelēšana programmā notiek meža elementa līmenī, kur par vienu meža elementu pieņem vienā parauglaukuma sektorā vienas sugas un vienas paaudzes vienā stāvā esošu koku kopu. Meža resursu izmaiņu modelēšana notiek pa piecgades periodiem.

Kokaudžu taksācijas rādītāju (H, D, G vai N) izmaiņu modelēšana ir determinisks process, bet saimnieciskā darbība (atjaunošana, koku ciršana, meliorācija) ir ierobežoti stohastisks process. Determinisks process nozīmē to, ka šajā procesā augšanas gaitas modelēšanai izmanto determiniskus modeļus. Determiniskie modeļi paredzēti praktiskai augšanas gaitas prognozēšanai, un katru reizi pie vieniem un tiem pašiem ievades datiem tie prognozē vienu un to pašu pieaugumu jeb nākotnes vērtību. Lai raksturotu augšanas gaitas stohastisko jeb nejaušo dabu, saimnieciskās darbības modelēšanā tiek izmantoti stohastiskie modeļi, kas ar noteiktu (definētu) variāciju pie vienādiem ieejas datiem prognozē dažādu saimniecisko darbību. Ar stohastiskās saimnieciskās darbības modelēšanu nodrošina, ka ar laiku neveidojas virkne PL un PL sektoru ar vienādām audzēm, kurās tiek modelēta saimnieciskā darbība pēc viena noteikta scenārija (piemēram, kopšanas 30, 50 un 70 gados).

Kokaudzes augšanas gaitas modelēšanā izmantoti LVMI Silava izstrādātie augšanas gaitas modeļi (Donis u.c., 2015, Donis u.c., 2019).

Mērķtiecīgas mežsaimniecības scenārijā ievēroti mērķtiecīgi audzētu jaunaudžu augšanas gaitas principi, proti, pēc audzes nociršanas tā tiek atjaunota ar samazinātu koku skaitu un mērķtiecīgi – atbilstoši meža zinātnieku rekomendācijām kopta (Zālītis et al., 2017).

Kokaudzes taksācijas rādītāju izmaiņu modelēšana

Atsevišķa meža elementa augšanas gaita tiek modelēta 2 variantos atkarībā no to vecuma:

- meža elementi līdz 5 gadu vecumam 1,3 m augstumā;
- meža elementi pēc 5 gadu vecuma 1,3 m augstumā.

Meža elementu taksācijas rādītāju modelēšana aprakstīta arī iepriekš citos pētījumos, bet lai atvieglotu lasītājam uztveri un ietaupītu laiku, meklējot vienādojumus citos pētījumos, šajā pētījumā atkārtoti dots vispārējs prognožu modeļu apraksts.

Augstums

Meža elementa vidējā augstuma augšanas gaitas prognožu modelis meža elementiem līdz 5 gadu vecumam 1,3 m augstumā:

$$h_2 = h_1 + \left(\alpha_1 + \frac{\alpha_2 \cdot B^{\alpha_3}}{\alpha_4 \alpha_3 + B^{\alpha_3}} \right) \cdot \frac{\Delta t}{\Delta a + 5}, \quad (4.1)$$

kur

- h_2 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda beigās, m;
- h_1 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
- B – meža elementa bonitātes kods (0–6);
- Δt – aktualizācijas perioda garums, gadi;
- Δa – meža elementa vecuma starpība starp bioloģisko un krūšaugstuma vecumu, gadi;
- α_{1-4} – koeficienti (Donis u.c., 2019).

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, vidējā augstuma aprēķināšanai izmanto 4.2. formulu.

Virsaugstums

Meža elementiem, kas ir līdz 5 gadiem 1,3 m augstumā, virsaugstuma aprēķināšanai, izmanto sekojošu sakarību:

$$h_{dom} = \left(\frac{h}{\alpha_1 \cdot n^{\alpha_3}} \right)^{\frac{1}{\alpha_2}}, \quad (4.2)$$

kur

- h_{dom} – meža elementa virsaugstums, m;
- h – meža elementa vidējais augstums, m;
- n – meža elementa koku skaits, ha^{-1} ;
- α_{1-3} – koeficienti (Donis u.c., 2015).

Ja meža elementa koku skaits mazāks par 120 kokiem uz ha , tad virsaugstums ir vienāds ar vidējo augstumu.

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, virsaugstuma augšanas gaitas prognožu modelis:

$$H_2 = 1.3 + \frac{A_2^{\alpha_1}}{\alpha_2 + 100 \cdot \alpha_3 \cdot X_0 + X_0 \cdot A_2^{\alpha_1}}, \quad (4.3)$$

$$X_0 = \frac{\frac{A_1^{\alpha_1}}{H_1 - 1.3} - \alpha_2}{100 \cdot \alpha_3 + A_1^{\alpha_1}}, \quad (4.3.1)$$

kur

- H_2 – meža elementa virsaugstums aktualizācijas perioda beigās, m;
- H_1 – meža elementa virsaugstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
- A_1 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda sākumā, gadi;
- A_2 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda beigās, gadi;
- α_{1-3} – koeficienti (Donis u.c., 2019).

Caurmērs

Meža elementiem, kas ir līdz 5 gadiem 1,3 m augstumā, vidējais krūšaugstuma caurmērs tiek modelēts kā sekundārs parametrs atkarībā no vidējā augstuma, pieņemot, ka H/D attiecība mainās atkarībā no koku sugas, meža tipa un koku skaita.

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, vidējais krūšaugstuma caurmērs tiek modelēts atkarībā no sākotnējā vidējā caurmēra, vecuma un relatīvās I stāva biežības:

$$D_2 = 1.3 + \frac{A_2^{\alpha_1}}{\alpha_2 \cdot \frac{N_1}{N_{max}} + 100 \cdot \alpha_3 \cdot X_0 + X_0 \cdot A_2^{\alpha_1}}, \quad (4.4)$$

$$X_0 = \frac{\frac{A_1^{\alpha_1}}{D_1 - 1.3} - \alpha_2 \cdot \frac{N_1}{N_{max}}}{100 \cdot \alpha_3 + A_1^{\alpha_1}}, \quad (4.4.1)$$

$$N_{max} = \sum i p_i \cdot n_{max i}, \quad (4.4.2)$$

$$n_{max} = \beta_1 \cdot D_1^{\beta_2} \cdot H_1^{\beta_3}, \quad (4.4.3)$$

kur

- D_2 – meža elementa vidējais caurmērs aktualizācijas perioda beigās, cm;
- D_1 – meža elementa vidējais caurmērs aktualizācijas perioda sākumā, cm;
- A_1 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda sākumā, gadi;

- A_2 – meža elementa vecums 1,3 m augstumā aktualizācijas perioda beigās, gadi;
- N_1 – kokaudzes 1. stāva koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha^{-1} ;
- N_{max} – kokaudzes 1. stāva maksimālais koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha^{-1} ;
- n_{max} – atsevišķa 1. stāva meža elementa maksimālais koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha^{-1} ;
- ip – atsevišķa 1. stāva meža elementa īpatsvars;
- H_1 – meža elementa vidējais augstums aktualizācijas perioda sākumā, m;
- $\alpha_{1-3}; \beta_{1-3}$ – koeficienti (Donis u.c., 2019).

Koku skaits

Meža elementiem līdz 5 gadu krūšaugstuma vecuma sasniegšanai koku skaits nosakāms atbilstoši prognozētajam augstuma pieaugumam un relatīvajai biežībai:

$$n_2 = n_1 \cdot \left(1 - z_h \cdot b_0 \cdot \left(\frac{b_1}{1 + \exp(b_2 - b_3 \cdot \frac{N_1}{N_{max}})} \right)^{\frac{1}{b_4}} \right), \quad (4.5)$$

kur

- n_2 – meža elementa koku skaits aktualizācijas perioda beigās, ha^{-1} ;
- n_1 – meža elementa koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha^{-1} .
- z_h – prognozētais meža elementa augstuma pieaugums perioda laikā, m
- N_1 – kokaudzes 1. stāva koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha^{-1} ;
- N_{max} – kokaudzes 1. stāva maksimālais koku skaits aktualizācijas perioda sākumā, ha^{-1} ;
- b_{0-4} – koeficienti.

Meža elementiem, kas vecāki par 5 gadiem 1,3 m augstumā, koku skaits tiek aprēķināts kā sekundārs parametrs atkarībā no prognozētā meža elementa šķērslaukuma un caurmēra:

$$n = \frac{40000 \cdot g}{\pi \cdot d^2}, \quad (4.6)$$

kur

- n – meža elementa koku skaits, ha^{-1} ;
- g – meža elementa šķērslaukums, $m^2 ha^{-1}$;
- d – meža elementa vidējais krūšaugstuma caurmērs, cm.

Šķērslaukums

Meža elementiem līdz 5 gadu krūšaugstuma vecuma sasniegšanai nosakāms atbilstoši prognozētajam koku skaitam un caurmēram:

$$g = \frac{\pi \cdot d^2}{40000} \cdot n \quad (4.7)$$

kur

- g – meža elementa šķērslaukums, $m^2 ha^{-1}$;
- d – meža elementa vidējais krūšaugstuma caurmērs, cm;
- n – meža elementa koku skaits, ha^{-1} .

Meža elementiem pēc 5 gadu krūšaugstuma vecuma sasniegšanas, šķērslaukuma izmaiņas atkarīgas no meža elementa prognozētās šķērslaukuma diferences un maksimālā šķērslaukuma.

Šķērslaukuma diference tiek modelēta atkarība no meža elementa vecuma, šķērslaukuma, meža elementa sociālā stāvokļa mežaudzē un bonitātes:

$$z_g = \left(b_0 + b_1 \cdot \frac{a_1}{100} + b_2 \cdot \left(\frac{a_1}{10} \right)^2 + b_3 \cdot \frac{g_1}{a_1} + b_4 \cdot \frac{GL}{a_1} + b_5 \cdot \frac{SI}{a_1} \right) \cdot \Delta t \quad (4.8)$$

$$z_g = g_1 \cdot \left(b_0 + b_1 \cdot \frac{a_1}{100} + b_2 \cdot \left(\frac{a_1}{10} \right)^2 \right) \cdot \Delta t \quad (4.9)$$

kur

- z_g – meža elementa šķērslaukuma diference, m^2ha^{-1} ;
- a_1 – meža elementa vecums 1.3 augstumā aktualizācijas perioda sākumā, gadi;
- g_1 – meža elementa šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, m^2ha^{-1} ;
- šķērslaukuma summa perioda sākumā meža elementiem, kas vienādi vai lielāki par konkrēto meža elementu (ja 1. stāva meža elements, tad 1. stāva šķērslaukums, ja 2. stāva meža elements, tad 1. un 2. stāva šķērslaukuma summa), ja 3. stāva meža elements, tad kokaudzes kopējais šķērslaukums), m^2ha^{-1} ;
- GL – prognozētais meža elementa augstums noteiktā krūšaugstuma vecumā (4.1.1. tabulā A_{SI}), m
- SI – prognozētais meža elementa augstums noteiktā krūšaugstuma vecumā (4.1.1. tabulā A_{SI}), m
- Δt – aktualizācijas perioda garums, gadi;
- b_{0-5} – koeficienti (Donis u.c. 2019).

Ja meža elementa šķērslaukums mazāks par $10 m^2ha^{-1}$ vai krūšaugstuma vecums lielāks par 4.1.1. tabulā norādīto šķērslaukuma aktualizācijas robežvecumu (A_{lim}), modelējot šķērslaukuma diferenci izmantojams 4.9. vienādojums, bet pārējos gadījumos 4.8. vienādojums.

4.1.1. tabula

Šķērslaukuma izmaiņu modelēšanā izmantojamie vecuma raksturlielumi

Sugas	A_{max}	A_{SI}	A_{lim}
priede, lapegle, ozols, liepa	300	100	120
egle, baltegle, osis, goba, vīksna, dižskābardis, skābardis, kļava	220	100	95
bērzs, melnalksnis, apse, papele, ķirsis	140	50	70
baltalksnis, vītols, blīgzna, pīlādzis, ieva, mežābele	60	20	45

A_{max} – mežaudzes (nevis indivīdu) maksimālais krūšaugstuma vecums, A_{SI} – mežaudzes krūšaugstuma vecums pie, kura rēķina virsaudzuma bonitāti, A_{lim} – mežaudzes šķērslaukuma aktualizācijas krūšaugstuma robežvecums.

Modelējot potenciālās šķērslaukuma izmaiņas elementiem, kuriem vecums pārsniedz pusi no meža elementa maksimālā vecuma (4.1.1. tabula A_{max}) modelēto šķērslaukuma pieaugumu samazina par 15%, bet, ja vecums pārsniedz divas trešdaļas no meža elementa maksimālā vecuma, tad modelēto šķērslaukuma pieaugumu samazina par 30%.

Prognozētais potenciālais šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās:

$$g'_2 = g_1 + z_g \cdot k_a \quad (4.10)$$

kur

- g'_2 – prognozētais meža elementa šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās, m^2ha^{-1} ;
- g_1 – meža elementa šķērslaukums aktualizācijas perioda sākumā, m^2ha^{-1} ;
- z_g – meža elementa šķērslaukuma diference, m^2ha^{-1} ;
- k_a – šķērslaukuma diferences vecuma korekcijas koeficients:
 $A \leq 1/2 A_{max}$ $k_a=1,0$; $A > 1/2 A_{max}$ $k_a=0,85$; $A > 2/3 A_{max}$ $k_a=0,70$.

Atsevišķu pirmā stāva meža elementu šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās nedrīkst pārsniegt, teorētiski maksimālo šķērslaukumu:

$$g_{max1} = b_1 \cdot b_2^h \cdot h^{b_3} \cdot ip \quad (4.11)$$

kur

- g_{max1} – maksimālais pirmā stāva meža elementa šķērslaukums, m^2ha^{-1} ;
- h – meža elementa prognozētais vidējais augstums, m.
- ip – meža elementa īpatsvars;
- b_{1-3} – koeficienti (4.1.2. tabula).

Koeficientu vērtības 4.11. vienādojumam atšķiras apsaimniekotiem un neapsaimniekotiem mežiem. Pie neapsaimniekotiem mežiem modelējot pieskaita visus mežus, kuros ir aizliegta mežsaimniecība (aizliegta mežsaimnieciskā darbība, aizliegta galvenā cirte un/vai kopšanas cirte) un meži, kas netiek apsaimniekoti ilgāk par 30 gadiem.

4.1.2. tabula

Maksimālā šķērslaukuma vienādojumu (4.11. un 4.12. vienādojums) koeficientu vērtības

Suga	4.11. vienādojums apsaimniekotiem mežiem			4.11. vienādojums neapsaimniekotiem mežiem			4.12. vienādojums		
	b1	b2	b3	b1	b2	b3	b1	b2	b3
Priede	8.7880	0.9996	0.4260	5.40106	0.99297	0.60252	8.17264	1.00340	0.45170
Egle	5.5643	0.9950	0.6114	8.19295	1.00260	0.40292	4.93675	0.99417	0.68077
Bērzs	4.6982	1.0007	0.5462	3.06405	1.00026	0.66210	3.91760	1.00643	0.61777
Melnalksnis	3.9382	0.9993	0.6793	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Apse	3.8408	0.9930	0.7301	6.32288	1.00444	0.44939	3.51777	0.99727	0.75909
Baltalksnis	2.8409	0.9747	0.9564	3.71508	0.99032	0.74184	2.35106	0.97073	1.06855
Ozols	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Osis	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Liepa	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Lapegle	5.56428	0.99498	0.61145	8.19295	1.00260	0.40292	4.93675	0.99417	0.68077
Goba, vīksna	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Dižskābardis	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Skābardis	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Papele	3.84080	0.99305	0.73013	6.32288	1.00444	0.44939	3.51777	0.99727	0.75909
Vītols	2.84094	0.97467	0.95636	3.71508	0.99032	0.74184	2.35106	0.97073	1.06855
Blīgzna	2.84094	0.97467	0.95636	3.71508	0.99032	0.74184	2.35106	0.97073	1.06855
Baltegle	5.56428	0.99498	0.61145	8.19295	1.00260	0.40292	4.93675	0.99417	0.68077
Kļava	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287
Pīlādzis	2.84094	0.97467	0.95636	3.71508	0.99032	0.74184	2.35106	0.97073	1.06855
Ieva	2.84094	0.97467	0.95636	3.71508	0.99032	0.74184	2.35106	0.97073	1.06855
Mežābele	2.84094	0.97467	0.95636	3.71508	0.99032	0.74184	2.35106	0.97073	1.06855
Ķirsis	3.93822	0.99933	0.67926	4.43945	0.99170	0.68473	3.93029	1.00385	0.67287

Tāpat mežaudzes kopējais prognozētais šķērslaukums nedrīkst pārsniegt mežaudzes maksimālo šķērslaukumu:

$$G_{max} = b_1 \cdot b_2^H \cdot H^{b_3} \quad (4.12)$$

kur

- G_{max} – maksimālais mežaudzes šķērslaukums, m^2ha^{-1} ;
- H – prognozētais pirmā stāva valdošās koku sugas vidējais augstums, m.
- b_{1-3} – koeficienti (4.1.2. tabula).

Atsevišķa pirmā stāva meža elementa šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās tiek modelēts kā minimālais šķērslaukums no prognozētā potenciālā meža elementa šķērslaukuma un no aprēķinātā maksimālā meža elementa šķērslaukuma:

$$g_2 = \min(g'_2; g_{max1}) \quad (4.13)$$

kur

- g_2 – meža elementa šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās, m^2ha^{-1} ;

- g_2 – prognozētais potenciālais meža elementa šķērslaukums perioda beigās, m^2ha^{-1} ;
 g_{max1} – maksimālais pirmā stāva meža elementa šķērslaukums, m^2ha^{-1} ;

Otrā un trešā stāva meža elementiem šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās tiek modelēts ar 4.10. vienādojumu. Bet, ja prognozētais mežaudzes šķērslaukums (visu elementu šķērslaukuma summa) ir lielāks par mežaudzes maksimālo šķērslaukumu (4.12. vienādojums), tad otrā un trešā stāva meža elementu šķērslaukums tiek samazināts proporcionāli to sākotnējam šķērslaukumam tā, lai visu meža elementu šķērslaukuma summa nepārsniegtu maksimālo šķērslaukumu.

Ja meža elementa vecums ir lielāks par definēto maksimālo vecumu (4.1.1. tabula A_{max}), tad tiek modelēts, ka meža elementa šķērslaukums aktualizācijas perioda beigās ir uz pusi mazāks nekā perioda sākumā.

Krāja

Krājas aprēķināšanai izmanto I. Liepas atsevišķa koka tilpuma formulu (Liepa, 1996), ņemot vērā koku skaitu, koku vidējo augstumu un vidējo kvadrātisko caurmēru.

Saimnieciskās darbības modelēšana

Meža atjaunošana

Katrā modelēšanas piecgadē programma vienlaidus atjaunošanas cirtē un pakāpeniskajās cirtēs nocirstajās platībās modelē atjaunošanu.

Atjaunošanas veids katram konkrētajam sektoram tiek ģenerēts nejauši, atbilstoši varbūtībām, ņemot vērā pēdējos divos gados izmantoto meža atjaunošanas praksi²⁸ (antropogēni atjaunoto platību īpatsvars) dalījumā pa īpašuma veidiem (valsts un pārējie) un meža tipiēm. Visos modelētajos scenārijos atjaunošanas veida (antropogēni un dabiski atjaunoto platību īpatsvars) izvēles algoritms ir vienāds, vienīgi mērķtiecīgi mežsaimniecības scenārijā tiek modelēts, ja audze nocirsta atjaunošanas cirtē pēc caurmēra, tad platība tiek atjaunota antropogēni. Pakāpeniskajā cirtē nocirstajās platībās modelē tikai dabisko atjaunošanos.

Valdošā suga katrā sektorā tiek ģenerēta, ņemot vērā pēdējos divos gados izmantoto meža atjaunošanas praksi (antropogēni atjaunotajās platībās valdošā koku suga un dabiski atjaunotajās platībās valdošā suga pēc platības) dalījumā pa īpašuma veidiem (valsts un pārējie) un meža tipiēm.

Piemistrojuma koku sugas tiek ģenerētas nejauši, ņemot vērā to sastopamību²⁹ meža tipos. Piemistrojuma sugu skaits un to īpatsvars mainās atkarībā no meža tipa – modelējot, ka auglīgākajos meža tipos piemistrojuma sugu skaits un to īpatsvars ir lielāks.

Koku skaits

Dabiski atjaunotās platībās kopējais atjaunojušos koku skaits tiek prognozēts robežās no 2000 līdz 18000 kokiem uz hektāra, kas programmā tiek aprēķināts, izmantojot Veibula (Weibull) vienādojumu. Valdošās koku sugas koku skaitu aprēķina atbilstoši nedefinētajam īpatsvara intervālam (0,4-1,0), bet pārējās sugas un to daudzums tiek ģenerēts nejauši, atbilstoši to sastopamības varbūtībai. Programmā kritēriji definēti tā, ka auglīgākajos meža tipos ir lielāks piemistrojuma sugu skaits un īpatsvars, līdz ar to retāk tiek ģenerētas tīraudzes nekā tas ir mazāk auglīgos meža tipos.

²⁸ VMD statistikas CD 2020-2021

²⁹ MSI III cikla dati

Antropogēni atjaunotajās mežaudzēs paredz, ka antropogēni atjaunotās koku sugas koku skaits ir normatīvos noteiktais minimālais koku skaits³⁰. Pārējām koku sugām to kopējais koku skaits ir 0-50% no antropogēni atjaunotās koku sugas koku skaita, to skaits un sastāvs mainās atkarībā no meža tipa. Modelējot mērķtiecīgo mežsaimniecības scenāriju (ZV30m), valdošās koku sugas koku skaits tiek modelēts mazāks: priedei 2000 koki ha⁻¹, pārējām koku sugām 1500 koki ha⁻¹.

Meža kopšana

Meža agrotehniskās kopšanas nemodelē tieši, bet paredz, ka tās tiek veiktas, līdz ar to izslēdzot nepieciešamību modelēt stādījumu papildināšanu vai audžu iznīkšanu pirms 20 gadu vecuma sasniegšanas.

Ir definēts, pie kāda mežaudzes augstuma un vecuma tiek modelētas sastāva un krājas kopšanas cirtes (4.1.3. tabula). Tāpat ir definēts, ka pie audzes biežības 0,90 (faktiskā koku attiecība pret normatīvos noteikto normālo koku skaitu) tiek modelētas sastāva kopšanas cirtes. IKD, ZV30 un ZV50 scenārijos PL vai PL sektoros, kas atbilst sastāva kopšanas cirtes kritērijiem, tekošajā piecīgadē kopšanas cirte valsts mežos tiek modelēta 40% PL vai PL sektoru, bet pārējos mežos – 30%. ZV30m scenārijā piecīgadē izkopto audžu īpatsvars visos mežos ir 50%. Pēc sastāva kopšanas cirtes paliekošais koku skaits iepriekš definētā diapazonā tiek modelēts nejausi. IKD, ZV30 un ZV50 scenārijos tas valsts mežos ir 15 – 35% lielāks kā normatīvos noteiktais minimālais koku skaits, bet pārējos mežos tas ir 20 – 40% lielāks par minimālo koku skaitu. Savukārt ZV30m scenārijā modelē, ka visos mežos palikušais koku skaits ir 10 – 30% lielāks kā normatīvos noteiktais minimālais koku skaits.

4.1.3. tabula.

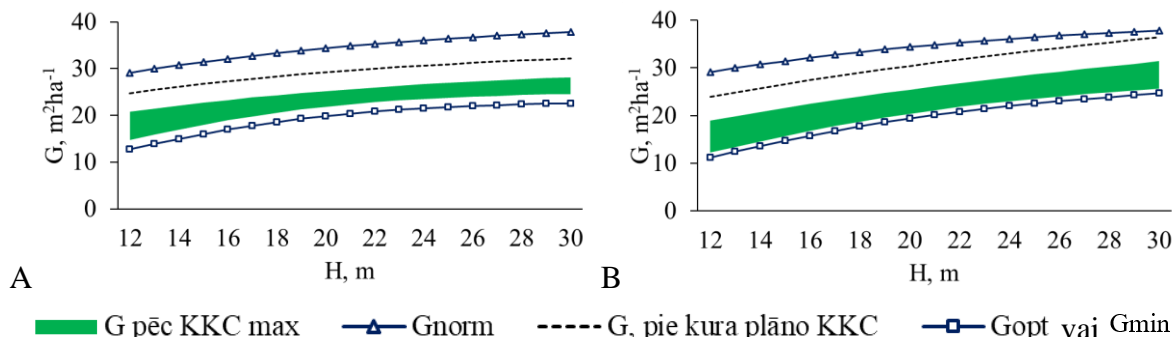
Dažādu kopšanas ciršu augstuma un vecuma ierobežojumi

Valdošā koku suga	Sastāva kopšanas cirte				Krājas kopšanas cirte			
	Hmin	Hmax	Amin	Amax	Hmin	Hmax	Amin	Amax
Priede	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	90
Egle	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	70
Bērzs	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	60
Melnalksnis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	60
Apse	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Baltalksnis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Ozols	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	90
Osis	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	70
Liepa	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Lapegle	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	90
Goba, vīksna	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Dižskābardis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Skābardis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Papele	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Vītols	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Blīgzna	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	30
Baltegle	2.0	11.9	6	40	12.0	—	—	70
Kļava	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70
Pīlādzis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	60
Ķirsis	2.0	11.9	6	20	12.0	—	—	70

IKD, ZV30 un ZV50 scenārijos ir definēts, ka pie audzes biežības 0,85 (faktiskais šķērslaukums pret normatīvos noteikto normālo šķērslaukumu) tiek modelētas krājas kopšanas cirtes. PL vai PL sektoros, kas atbilst sastāva kopšanas cirtes kritērijiem (augstums, vecums, biežība), tekošajā piecīgadē kopšanas cirte valsts mežos tiek modelēta 45% no audzēm, bet

³⁰ Meža atjaunošanas, meža ieaudzēšanas un plantāciju meža noteikumi: Ministru kabineta 2012. gada 2. maija noteikumi Nr.308.

pārējos mežos 40%. Pēc krājas kopšanas cirtes paliekošais šķērslaukums tiek modelēts nejauši, un tas valsts mežos ir vismaz par $2 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ lielāks kā normatīvos noteiktais minimālais šķērslaukums, bet pārējos mežos tas ir par $2,5 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, bet minimālais izcērtamais šķērslaukums attiecīgi ir vismaz $4,5$ vai $4 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ (egles audzēs attiecīgi par $1,0 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ mazāk). Līdz ar to tiek modelēts, ka visas audzes netiek izkoptas līdz vienai noteiktai līnijai, bet gan nejauši noteiktā diapazonā (4.1.3. attēls).



4.1.3. attēls. LVMI Silava prognožu sistēmā definēto krājas kopšanas kritēriju piemērs:

A – IKD, ZV30 un ZV50 scenārijs, B – ZV30m scenārijs.

ZV30m scenārijā izmainīta gan atskaites līnija, pie kura tiek plānota kopšanas cirte, gan arī atskaites līnija, līdz kādam šķērslaukumam tiek izkoptas audzes. Abas līnijas izmainītas tā, lai jaunākās (zemākās) audzēs krājas kopšanas cirtes tiktu plānotas agrāk (zemākas biežības audzēs) un intensīvākas, palikušās audzes šķērslaukums pat zem šobrīd normatīvos noteiktā minimālā šķērslaukuma (4.1.4. tabula). Savukārt augstākās audzēs, tātad audzēs kas tuvāk galvenās cirtes brīdim, kopšanas cirtes tiek plānotas biežākās audzēs un ar mazāku intensitāti (4.1.3. attēls). Šajā scenārijā modelē, ka piecgadē izkopto audžu īpatsvars visos mežos ir 50%. Pēc krājas kopšanas cirtes paliekošais šķērslaukums tiek modelēts nejauši līdzīgi kā iepriekš aprakstītajos scenārijos, vienīgi atskaites sistēma ir nevis normatīvos noteiktais minimālais šķērslaukums, bet izmainītais minimums jeb optimālais šķērslaukums pēc kopšanas cirtes. .

4.1.4. tabula.

Modelēšanā izmantotais minimālais šķērslaukums pēc krājas kopšanas cirtes

H, m	Priede		Egle		Bērzs		Apse, melnalksnis, baltalksnis	
	Gmin	Gopt	Gmin	Gopt	Gmin	Gopt	Gmin	Gopt
12	12.7	11.2	10.4	9.2	8.1	7.2	9.2	8.1
13	13.8	12.4	11.5	10.3	8.7	7.8	9.8	8.8
14	14.9	13.6	12.7	11.5	9.4	8.5	10.4	9.5
15	16.0	14.7	13.9	12.8	10.0	9.2	11.1	10.2
16	16.9	15.8	15.1	14.1	10.7	10.0	11.8	11.0
17	17.8	16.8	16.4	15.4	11.4	10.7	12.5	11.7
18	18.6	17.7	17.7	16.8	12.0	11.5	13.2	12.6
19	19.3	18.6	18.9	18.2	12.7	12.3	13.9	13.4
20	19.9	19.4	20.1	19.7	13.4	13.1	14.6	14.3
21	20.4	20.1	21.3	21.1	14.0	13.9	15.4	15.2
22	20.8	20.8	22.5	22.4	14.7	14.7	16.1	16.1
23	21.2	21.4	23.5	23.8	15.3	15.4	16.9	17.1
24	21.5	22.0	24.6	25.1	15.9	16.2	17.6	18.0
25	21.8	22.5	25.5	26.4	16.4	17.0	18.4	19.0
26	22.0	23.0	26.4	27.6	17.0	17.8	19.1	19.9
27	22.2	23.5	27.2	28.7	17.5	18.5	19.8	20.9
28	22.3	23.9	27.9	29.8	18.0	19.2	20.5	21.9
29	22.5	24.3	28.6	30.9	18.4	19.9	21.2	22.9
30	22.6	24.6	29.2	31.9	18.8	20.6	21.9	23.9

Visos scenārijos audzēs, kas vecākas par 20 gadiem un jaunākas par normatīvos noteikto galvenās cirtes vecumu, tiek plānotas sanitārās izlases cirtes. Platības īpatsvars ir atbilstošs šī brīža nocirstajai platībai sanitārajās cirtēs³¹. Sanitārās izlases cirtes ar lielāku īpatsvaru tiek modelētas skuju koku audzēs. Sanitārajās izlases cirtēs modelē, ka nocērt priedēm 20% no sākotnējā šķērslaukuma (protams, ja tādas ir), eglēm 25%, bet pārējām sugām 12,5%

Galvenā cirte

Tā kā tiek izmantota MSI datu bāze, kas nozīmīgi atšķiras no Meža valsts reģistra informācijas, galvenās cirtes platība netiek pieņemta kā konstante atbilstoši šī brīža nocirstajai platībai. Proti, modelējot galveno cirtes platību IKD scenārijā, tā katrā piecgadē netiek pieņemta atbilstoši šobrīd (pēdējos piecos gados) nocirstajai platībai, bet gan katrā piecgadē tā tiek no jauna aprēķināta atbilstoši mežaudžu struktūras izmaiņām. Valsts mežos galvenajā cirtē nocērtamā platība katru piecgadi tiek aprēķināta līdzīgi kā to dara šobrīd VMD, proti, skuju kokiem tā ir 2. cirsma pēc vecuma, bet lapu kokiem – 1. cirsma pēc vecuma. Pārējo īpašnieku mežos tiek modelēts, ka galvenajā cirtē nocērtamo platību rēķina kā 1. cirsmu pēc vecuma (Ba 2. cirsma pēc vecuma, lai ņemtu vērā 10 gadus nevis 5 gadus pirms cirtmeta). Šajos aprēķinos tiek papildus ņemts vērā, ka modelējot galvenajā cirtē nocirsto, kopējais piecgadē nocirstais apjoms nedrīkst atšķirties vairāk kā ± 2 milj.m³ no šobrīd (2016-2020. gads) nocirstā apjoma. Līdz ar to, ja šis aprēķinātais apjoms pārsniedz šo robežvērtību, tad tas tiek proporcionāli aprēķinātajam apjomam pa sugām vai nu attiecīgi samazināts vai palielināts.

Tāpat pārējos mežos tiek modelēts, ka galvenajā cirtē daļa audzes, kas atbilst galvenās cirtes caurmēram, bet nav vēl sasniegušas galvenās cirtes vecumu, tiks nocirstas atjaunošanas cirtē pēc caurmēra. Pieņem, ka īpašnieku uzvedība nemainīsies, un katrā modelēšanas ciklā tiks nocirstas 15% no audzēm, kas sasniegušas galvenās cirtes caurmēru, bet nav sasniegušas galvenās cirtes vecumu.

Pārējos scenārijos (ZV30, ZV50 un ZV30m) scenārijos galvenajā cirtē nocirstais apjoms ir ± 1 milj.m³ no vidējās modelētās vērtības IKD scenārijā. Tātad tiek modelēts, ka nocirstais apjoms starp scenārijiem būtiski nemainās. Pie tam šajos scenārijos, lai saglabātu līdzīgu IKD scenārijā modelēto nocirsto apjomu, galvenās vienlaidus atjaunošanas cirtes aprēķinā gan valsts, gan pārējos mežos izmanto visas galvenās cirtes kritērijiem atbilstošās – gan tās, kas atbilst pēc vecuma, gan arī tās, kas atbilst pēc caurmēra. Jo šajos scenārijos sākotnēji tiek modelēts, ka lielā daļā pieaugušo un pāraugušo audžu tiek aizliegta vienlaidus atjaunošanas cirte.

Pakāpeniskās cirtes visos scenārijos modelē tikai pieaugušās audzēs. Pakāpeniskās cirtēs nocirsto audžu īpatsvars ir atkarīgs no īpašuma veida un saimnieciskās darbības aprobežojuma, kā arī tas mainās pa modelētajiem scenārijiem (4.1.5. tabula). Detālāka pakāpenisko ciršu modelēšana aprakstīta 3.1. nodaļā.

4.1.5. tabula

Pakāpeniskās cirtēs piecgadē nocirsto audžu īpatsvars

Saimnieciskās darbības aprobežojums	Īpašums	IKD	ZV30	ZV50	ZV30m
aizliegts veikt vienlaidus cirti	valsts	20	20	40	20
	pārējie	20	20	40	20
nav saimnieciskās darbības aprobežojumu vai ir sezonāli aprobežojumi	valsts	0	0	0	0
	pārējie	2.5	0	0	0

³¹ VMD statistikas CD 2020-2021

IKD, ZV30 un ZV50 scenārijos tiek izmantoti šobrīd normatīvos noteiktie galvenās cirtes caurmēri, bet ZV30m scenārijā galvenās cirtes caurmērs ir nedaudz samazināts (4.1.6. tabula).

4.1.6. tabula

Modelētajos scenārijos izmantotais galvenās cirtes caurmērs (cm) pēc valdošās koku sugas un bonitātes

Valdošā koku suga	Scenārijs	Bonitāte			
		Ia	I	II	III, IV un V
Priede	IKD, ZV30, ZV50	39	35	31	27
	ZV30m	30	30	30	30
Egle	IKD, ZV30, ZV50	31	29	29	27
	ZV30m	28	28	28	28
Bērzs	IKD, ZV30, ZV50	31	27	25	22
	ZV30m	26	26	26	26

Visos scenārijos tiek modelēts, ka atjaunošanas cirtē tiks nocirsta papildus platība, atbilstoši tam, kāda platība pēdējos divdesmit gados ir nocirsta citās galvenajās cirtēs³² (sanitārā vienlaidus cirte, vienlaidus ainavu cirte, rekonstruktīvā vienlaidus cirte u.tml.). Līdz ar to netieši ir iekļauts arī lielo dabisko traucējumu ietekme, jo šajā aprēķinā ietilpst 2005. gada vējgāze.

Meža meliorācija

Visos scenārijos modelē, ka tiek veikta meža meliorācijas sistēmu atjaunošana. Šo mežsaimniecisko pasākumu veic valsts mežos 7,5% un pārējos mežos 2,5% no audzēm āreņos un kūdreņos, kurās ir atļauta mežsaimniecība (nav aizliegta mežsaimnieciskā darbība, vai nav aizliegta galvenā cirte un /vai kopšanas cirte) un kur audzes bonitāte ir zemāka par otro.

ZV30m scenārijā meliorācijas sistēmu atjaunošanu modelē visos mežos 10%. Tāpat šajā scenārijā modelē, ka pirmajos 10 gados Dms, Vrs, Nd un Db meža tipos tiks veikta jauna meliorācija 100 tūkst. ha (katrā piecgadē ≈50 tūkst.ha).

4.1.4. Finanšu plūsmas modelēšana

Šajā pētījumā mežaudžu vērtība tiek skatīta sašaurinātā nozīmē, proti, mežsaimniecības prognozēto ieņēmumu no koksnes realizācijas un izdevumu koksnes ražošanai, tajā skaitā meža atjaunošanai un kopšanai (pa piecgadēm) tīrā tagadnes vērtība.

Mežaudžu vērtība aprēķināta kā tīrās tagadnes vērtība:

$$TTV = \sum_{y=0}^n \frac{R_y}{(1+r)^y} - \sum_{y=0}^n \frac{C_y}{(1+r)^y} \quad (4.14)$$

TTV – tīrā tagadnes vērtība

R_y – ieņēmumi y gadā

C_y – izdevumi y gadā

r – diskonta likme

y – diskontēšanas perioda garums

Finanšu plūsma rēķināta 100 gadus garam periodam.

Sortimentu dimensijas un to cenas patērīga vietā noteiktas kompilējot Centrālās statistikas pārvaldes 2018. – 2021. gada un LVM 2016. – 2020. gada datus (4.1.7. tabula).

³² VMD statistikas CD 2000-2020

4.1.7. tabula

Aprēķinos izmantotās sortimentu dimensijas un cenas patēriņa vietā

Suga	Sortimenta veids	L, m	D, cm	Cena, euro·m ³
Priede	Resnie zāgbaļķi	4.9	28	73.97
	Vidējie zāgbaļķi	4.9	18	70.18
	Skuju koku tara	3.7	10	59.27
	Skuju koku papīrmalka	3	6	40.23
	Malka	2	3	25.35
Egle, baltegle	Resnie zāgbaļķi	4.9	28	75.14
	Vidējie zāgbaļķi	4.9	18	72.64
	Skuju koku tara	3.7	10	59.27
	Skuju koku papīrmalka	3	6	40.23
	Malka	2	3	25.35
Bērzs	Bērza zāgbaļķi / finieris	2.8	18	63.19
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Bērza papīrmalka	3	6	38.68
	Malka	2	3	25.35
Melnalksnis	Melnalkšņa zāgbaļķi	2.5	24	41.32
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Apse, papele	Apses zāgbaļķi	2.5	24	43.65
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Baltalksnis un citi mīkstie lapu koki	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Tehniskā koksne	3	6	32.63
	Malka	2	3	25.35
Ozols, osis, citi cietie lapu koki	Zāgbaļķi	2.5	18	105.13
	Lapu koku tara	2.5	12	40.87
	Malka	2	3	25.35

Koku sortimentu iznākums aprēķināts, izmantojot J. Doņa modificētu R. Ozoliņa (Ozolins, 2002) izstrādāto stumbra sortimentācijas modeli. Tā kā ar šo modeli tiek aprēķināts sortimentu iznākums veselām (bez trupes, bez koksnes vainām, bez bojājumiem utt.) kokiem, tad lietkoksnis iznākumu korigē un šis lietkoksnis samazinājums pieskaitīts papīrmalkas un malkas sortimentiem (4.1.8. tabula). Šī sortimentu korekcija iegūta salīdzinot sortimentācijas modeļa prognozēto sortimentu iznākumu ar LVM 2017 – 2020 gada cirsma datiem jeb reālo sortimentu iznākumu (Šņepsts et al., 2020).

Pieņemtās mežizstrādes jeb sortimentu sagatavošanas darbu izmaksas atspoguļotas 4.1.9. tabulā. Mežizstrādes izmaksas pārējo īpašnieku mežos aprēķinātas kā Centrālās statistikas pārvaldes datus norādītās aritmētiski vidējās izmaksas laika posmā no 2016. gada līdz 2020. gadam, bet valsts īpašumā esošajiem mežiem no 2015. gada līdz 2019. gadam no LVM datiem. Sanitārajā izlases cirtē pieņem, ka kokmateriālu sagatavošanas izmaksas ir par 25% lielākas kā starpcirtē. Tāpat tiek pieņemts, ka cirsmas plānošanas un citas sortimentu sagatavošanas un pārdošanas izmaksas ir 0,61 eiro par katru sagatavoto sortimenta kubikmetru (LVM vidējās izmaksas par 2015-2019. gadu).

Aprēķinos izmantotā sortimentu korekcija

Suga	Cirtes veids	RLK	V LK	T LK	PM	M
Priede	GalvCirte	0.90 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	nemainās
	Starpcirte	0.60 no prognozētā	0.6 no prognozētā	nemainās	pieskaita 90% samazinājuma	pieskaita 10% samazinājuma
Egle	GalvCirte	0.55 no prognozētā	pieskaita 10% samazinājuma	0.60 no prognozētā	pieskaita 90% samazinājuma	nemainās
	Starpcirte	0.05 no prognozētā	0.35 no prognozētā	0.80 no prognozētā	pieskaita 80% samazinājuma	pieskaita 20% samazinājuma
Bērzs	GalvCirte	0.70 no prognozētā	0.70 no prognozētā	0.70 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte	0.10 no prognozētā	0.10 no prognozētā	0.35 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
Melnalksnis	GalvCirte	0.55 no prognozētā		0.55 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.45 no prognozētā	0.75 no prognozētā	pieskaita 100% samazinājuma
Apse	GalvCirte	0.30 no prognozētā		0.20 no prognozētā	pieskaita 85% samazinājuma	pieskaita 15% samazinājuma
	Starpcirte	0.01 no prognozētā		0.30 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
Baltalksnis	GalvCirte			0.20 no prognozētā	pieskaita 60% samazinājuma	pieskaita 40% samazinājuma
	Starpcirte			0.10 no prognozētā	pieskaita 40% samazinājuma	pieskaita 60% samazinājuma
Ozols	GalvCirte	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.05 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
Osis	GalvCirte	0.45 no prognozētā		0.30 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma
	Starpcirte	0.05 no prognozētā		0.05 no prognozētā		pieskaita 100% samazinājuma

RLK – resnie zāgbaļķi, VLK – vidējie zāgbaļķi, TLK – tievie zāgbaļķi un taras kluči, PM – papīrmalka un tehniskā koksne, M – malka (sortimentācijas dimensijas 4.1.7. tabulā).

4.1.9. tabula

Aprēķinos izmantotās mežizstrādes darbu izmaksas (eiro · m⁻³)

Mežizstrādes darbības veids	CSB 2018-2020	LVM 2015-2019
Koksnes sagatavošana galvenajā cirtē	6.04	4.33
Kokmateriālu pievešana (no cirsmas līdz ceļam) galvenajā cirtē	4.70	4.04
Koksnes sagatavošana starpcirtē	9.14	8.88
Kokmateriālu pievešana (no cirsmas līdz ceļam) starpcirtē	6.30	6.50
Kokmateriālu transportēšana (no ceļa līdz iepirkšanas punktam)	6.50	5.85
Galvenā cirte	17.24	14.22
Krājas kopšanas cirte	21.94	21.23
Sanitārā izlases cirte	25.80	25.08

Pārējās mežsaimniecisko darbu izmaksas, kas saistītas ar meža atjaunošanu un jaunaudžu kopšanu un aizsardzību, atspoguļotas 4.1.10. tabulā. Tām, līdzīgi kā mežizstrādes izmaksām, pieņem, ka valsts mežos ir LVM pēdējo piecu gadu vidējās izmaksas, bet pārējo īpašnieku mežos CSB datus norādītās pēdējo piecu gadu vidējās izmaksas.

4.1.10. tabula

Aprēķinos izmantotās mežsaimniecisko darbu izmaksas

Mežsaimnieciskās darbības veids	Mērvienība	CSB 2018-2020	LVM 2015-2019
Augsnes sagatavošanas vidējās izmaksas	ha	154.94	115.69
Meža agrotehniskās kopšanas vidējās izmaksas	ha	133.71	102.07
Meža jaunaudžu sastāva kopšanas vidējās izmaksas	ha	147.68	116.08
Aizsardzība pret jaunaudžu bojājumiem priedes audzēs*	ha		94.83
Stādīšanas izmaksas (stādi + darbs)*			
priede	ha		675.52
egle	ha		518.07
bērzs	ha		406.05

* visiem mežiem pieņem LVM izmaksas, intensīvi mērķtiecīgajā mežsaimniecības scenārijā stādīšanas un stādu izmaksas samazina par 30%, jo tiek modelēts samazināts nepieciešamais atjaunojamo koku skaits.

Aprēķinos pieņemts, ka agrotehnisko kopšanu skaits auglīgākajos meža tipos ir lielāks nekā mazāk auglīgos meža tipos, tāpat tiek modelēts, ka antropogēni atjaunotās platībās tas ir uz pusi lielāks kā dabiski atjaunotās platībās. (4.1.11. tabula).

4.1.11. tabula

Aprēķinos pieņemtais agrotehnisko kopšanu skaits

Meža tips	Antropogēna atjaunošana	Dabiska atjaunošana
Sl, Gs	2	1
Mr, Mrs, Pv, Av, Kv	3	1
Ln, Dms, Nd, Db, Lk, Am, Km	4	2
Dm, Vr, Gr, Vrs, Grs, As, Ap, Ks, Kp	5	2

Nekustamā īpašuma nodoklis aprēķināts katram meža tipam kā aritmētiski vidējais no visiem bāzes vērtību līmeņiem ³³(4.1.12. tabula). Nekustamā īpašuma nodoklis tiek modelēts skuju koku un cieto lapu koku audzēs virs 40 gadu vecuma, mīksto lapu koku audzēs virs 20 gadu vecuma, baltalkšņu audzēs virs 10 gadu vecuma, kā arī pirmos 3 gadus pēc audzes nociršanas atjaunošanas cirtē.

³³ Valsts zemes dienests, http://kadastralavertiba.lv/wp-content/uploads/2016/11/Kopejais_27052016.pdf

Aprēķinos izmantotā nekustamā īpašuma nodokļa likme

MT	Balles	Kvalitātes grupa	Nekustamā īpašuma nodokļa likme, eur·ha ⁻¹
Sl	14	2	1.85
Mr	24	3	3.45
Ln	30	3	3.45
Dm	44	4	4.67
Vr	48	4	4.67
Gr	50	4	4.67
Gs	7	1	1.13
Mrs	10	2	1.85
Dms	14	2	1.85
Vrs	16	2	1.85
Grs	20	2	1.85
Pv	8	1	1.13
Nd	10	2	1.85
Db	13	2	1.85
Lk	17	2	1.85
Av	15	2	1.85
Am	27	3	3.45
As	37	4	4.67
Ap	45	4	4.67
Kv	15	2	1.85
Km	27	3	3.45
Ks	37	4	4.67
Kp	45	4	4.67

Administratīvās un citas mežsaimnieciskās (meža inventarizācijas, uguns apsardzības, aizsardzība pret trupi, infrastruktūras uzturēšanas utt.) izmaksas pieņemtas: saimnieciskajos mežos jeb mežos, kur atļauta mežsaimniecība 40 euro·ha⁻¹ gadā, bet aizsargājamajos mežos jeb mežos, kur nav atļauta mežsaimniecība 20 euro·ha⁻¹ gadā.

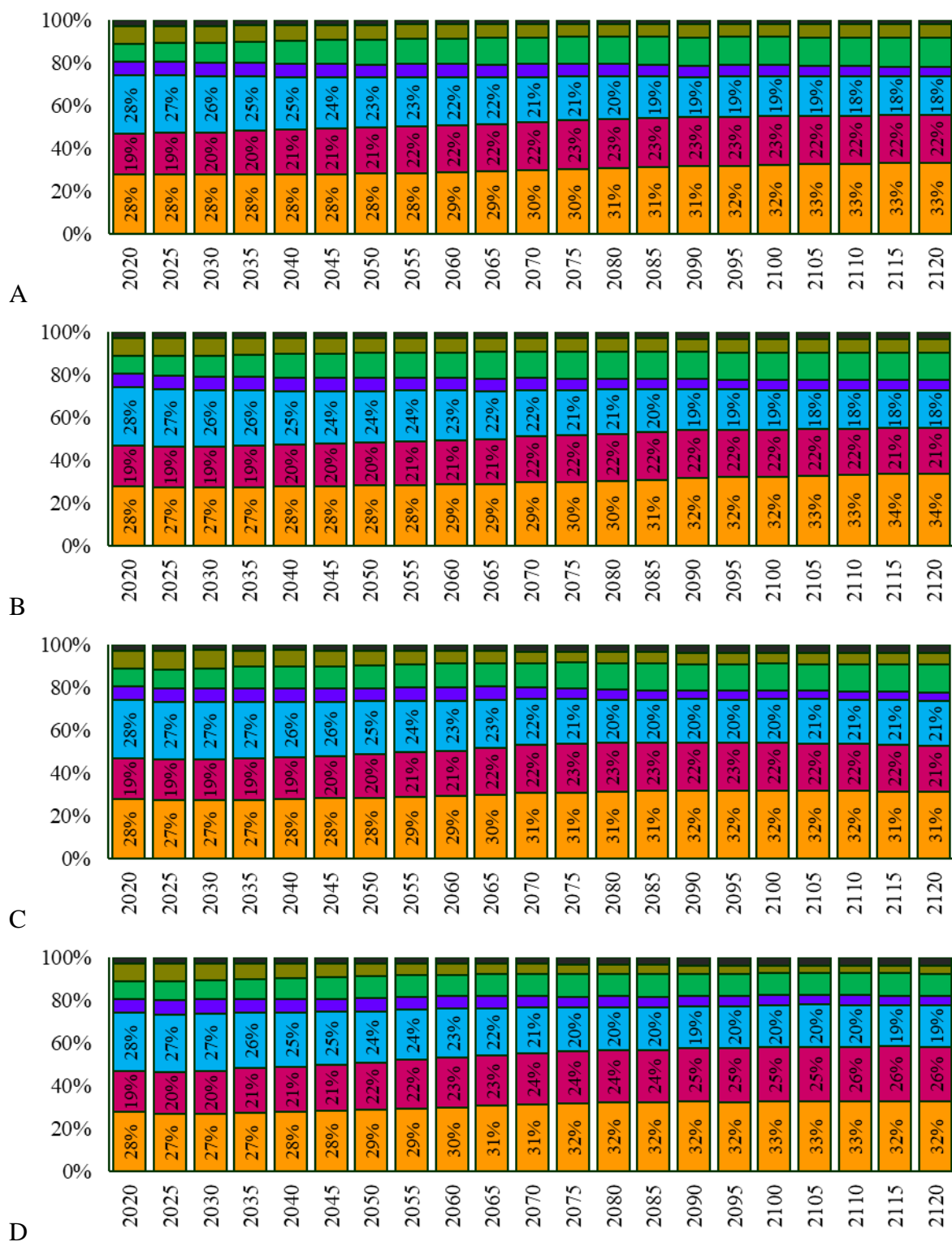
4.2. Rezultāti

4.2.1. Mežaudžu platība

Meža platības izmaiņas netiek modelētas, izņemot ZV30m scenārijā, kur pirmajos desmit gados tiek modelēts, ka mērķtiecīgi tiek apmežotas 100 tūkst. ha lauksaimniecības zemes ar organiskajām augsnēm.

Šobrīd Latvijā izplatītākās ir priedes, egles un bērza audzes³⁴. Līdzīgi tas ir arī modelētajos datos, kur priedes audžu platība sākotnēji ir 27,7% no kopējās audžu platības, egles audžu platība ir 19,0% un bērza audžu platība ir 27,5%. Tātad kopā šīs trīs koku sugu audzes sastāda 74,2% no kopējās audžu platības. Visos modelētajos scenārijos tiek prognozēts, ka šo sugu audzes arī turpmāk būs izplatītākās. Bet ZV30m scenārijā tiek prognozēts, ka šo audžu īpatsvars ar laiku palielināsies līdz 77,4%, kamēr pārējos scenārijos tiek prognozēts, ka tas saglabāsies aptuveni tajā pašā līmenī, kā šobrīd (73-75%). Platības sadalījumam pa valdošajām koku sugām līdzīgas tendences tiek prognozētas visos modelētajos scenārijos. Proti, tiek prognozēts, ka palielināsies priedes, egles un apses audžu platības, bet samazināsies bērza un alkšņu audžu platības (4.2.1. attēls).

³⁴ Nacionālā meža monitoringa rezultāti. Pieejams: <http://www.silava.lv/petijumi/nacionlais-mea-monitorings.aspx>



4.2.1. attēls. Mežaudžu platības īpatsvars dalījumā pa I stāva valdošajām koku sugām:

A – ikdienišķa mežsaimniecība, B – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, C – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, D – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību.

Priedes audžu platības visos scenārijos tiek prognozēts, ka palielināsies un ar laiku tās sasniegs 31-34% no mežaudžu īpatsvara.

Egles audžu platības ievērojami vairāk kā citos scenārijos palielināsies ar mērķtiecīgu mežsaimniecību saistītajā scenārijā (ZV30m). Šajā scenārijā tiek prognozēts, ka egles audžu

īpatsvars 100 gadu laikā sasniegs 26% no kopējā audžu īpatsvara, kamēr pārējos scenārijos šo audžu īpatsvars pieaugs līdz 21-22%.

Bērza audžu platības visos scenārijos tiek prognozēts, ka samazināsies un ar laiku tās svārstīsies robežās 18-21% no mežaudžu īpatsvara. Nedaudz no visiem pārējiem scenārijiem atšķiras ZV50 scenārijs, kur pēc 100 gadiem tiek prognozēts, ka bērza audžu platības īpatsvars būs 2-3% lielāks nekā citos scenārijos.

Melnalkšņa audžu platības visos scenārijos tiek prognozēts, ka samazināsies un ar laiku tās svārstīsies robežās 4-5% no mežaudžu īpatsvara.

Apses audžu platības tiek prognozēts, ka palielināsies visos scenārijos, bet ievērojami mazāk palielināsies ar mērķtiecīgu mežsaimniecību saistītajā scenārijā (ZV30m). Šajā scenārijā tiek prognozēts, ka apses audžu īpatsvars 100 gadu laikā sasniegs 10,7% no kopējā audžu īpatsvara, kamēr pārējos scenārijos šo audžu īpatsvars pieaugs līdz 12,8-14,0%.

Baltalkšņa audžu platības tiek prognozēts, ka samazināsies visos scenārijos, bet ar mērķtiecīgu mežsaimniecību saistītajā scenārijā (ZV30m) šis samazinājums būs lielāks nekā pārējos scenārijos. Šajā scenārijā tiek prognozēts, ka baltalkšņa audžu īpatsvars 100 gadu laikā samazināsies līdz 3,7% no kopējā audžu īpatsvara, kamēr pārējos scenārijos šo audžu īpatsvars samazināsies līdz 5,5-6,5%.

Pārējo koku sugu audžu īpatsvars jau sākotnēji ir salīdzinoši neliels (2,8%) un tiek prognozēts, ka visos modelētajos scenārijos šo sugu īpatsvars saglabāsies aptuveni šajā pašā līmenī.

4.2.2. Augošu koku krāja

Prognozētā augošo koku krāja mežaudzēs no 679,2 milj. m³ 2020. gadā palielināsies IKD scenārijā līdz 781,6 milj. m³ pēc 50 gadiem un līdz 774,6 milj. m³ pēc 100 gadiem, ZV30 scenārijā līdz 764,4 milj. m³ pēc 50 gadiem un līdz 750,1 milj. m³ pēc 100 gadiem, ZV50 scenārijā līdz 755,6 milj. m³ pēc 50 gadiem un līdz 732,6 milj. m³ pēc 100 gadiem, bet ZV30m scenārijā līdz 851,8 milj. m³ pēc 50 gadiem un līdz 868,1 milj. m³ pēc 100 gadiem. Tātad vislielākā krāja nākotnē tiek prognozēta scenārijā, kas saistīts ar mērķtiecīgu mežsaimniecību, bet vismazākā ar vislielāko mežsaimniecisko aprobežojumu īpatsvaru. Prognozētajām mežaudžu krājas izmaiņām novērojama vēl viena tendence – sākotnēji visos scenārijos mežaudžu kopējā krāja palielinās, bet vēlāk IKD un ZV30m scenārijos tā stabilizējas, bet ZV30 un ZV50 scenārijos ievērojami samazinās (4.2.2. attēls A). Scenārijos, kur tiek prognozēts, ka mežaudžu kopējā krāja ar laiku samazinās, maksimums tiek sasniegts pēc 50-55 gadiem. IKD scenārijā maksimums tiek prognozēts pēc 70 gadiem, bet ZV30m scenārijā pēc 90 gadiem.

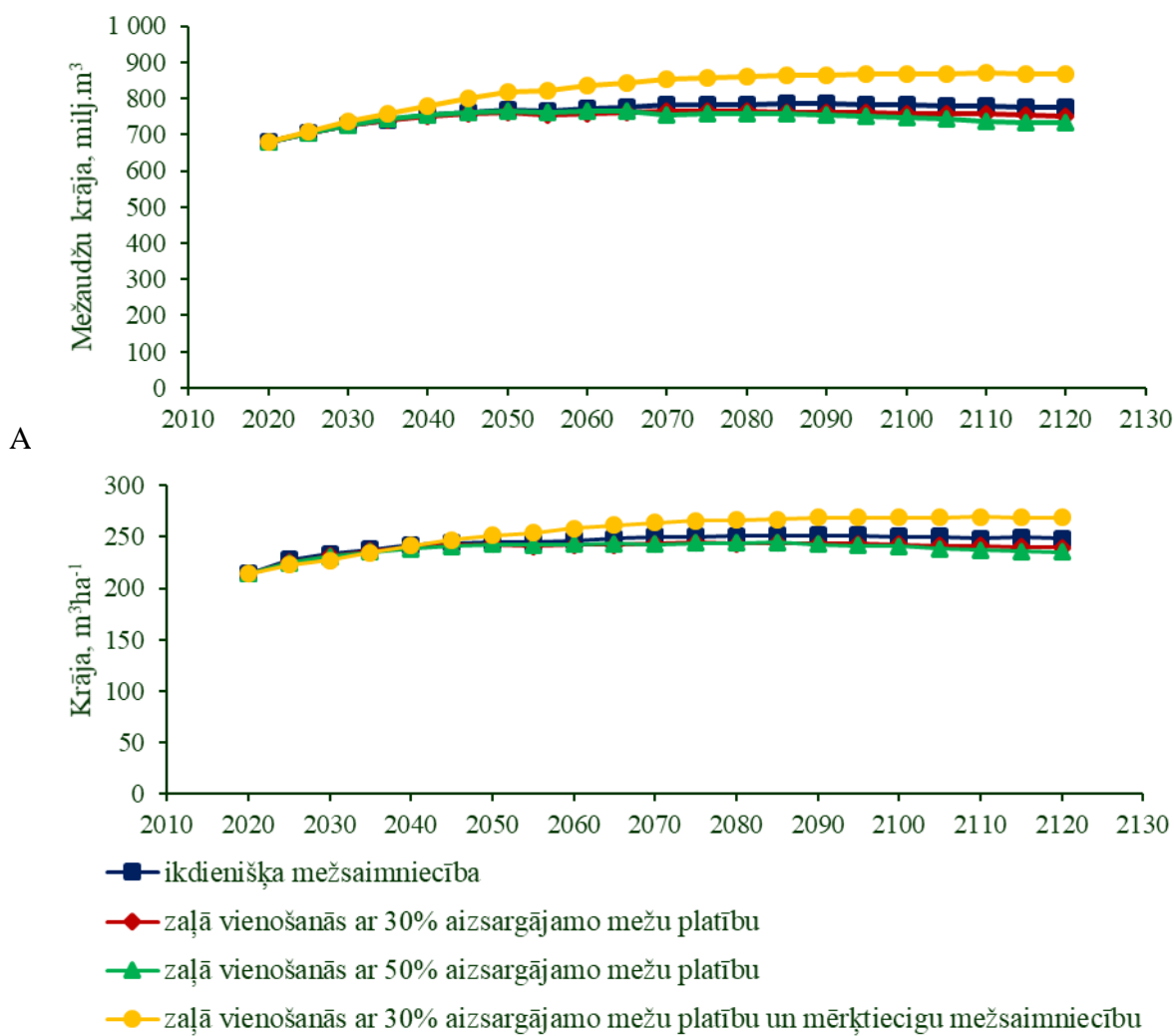
Vidējā mežaudžu krāja līdzīgi kā kopējā mežaudžu krāja tiek prognozēta, ka visos modelētajos scenārijos būtiski palielināsies (4.2.2. attēls B). Modelēšanā iekļautajos datos sākotnējā vidējā mežaudžu krāja ir 214,9±1,9 m³ha⁻¹, un tā pēc 100 gadiem tiek prognozēta IKD scenārijā 248,1±2,2 m³ha⁻¹, ZV30 scenārijā 239,9±2,1 m³ha⁻¹, ZV50 scenārijā 235,4±1,9 m³ha⁻¹ un ZV30m scenārijā 268,3±2,2 m³ha⁻¹.

Prognozētā augošu koku krājas starpība ZV30 ar IKD scenāriju (IKD – ZV30) sākot jau ar pirmo modelēto piecgadi ir negatīva, un ar katru nākamo piecgadi šī difference ar vien palielinās. Pēc 65 gadiem starpība starp šiem abiem scenārijiem stabilizējas -23 milj.m³ jeb -2,9% robežās (4.2.3. attēls A).

Prognozētā augošu koku krāja ZV50 un IKD scenārijos sākotnēji pirmos 20 gadus praktiski neatšķiras, vēlākos gados tiek prognozēts, ka ZV50 scenārijā krājas difference būs negatīva un ar katru modelēto piecgadi šī difference arvien palielināsies. Pēc 100 gadiem starpība starp šiem abiem scenārijiem tiek prognozēta -41,9 milj.m³ jeb -5,4% (4.2.3. attēls B). Pēc 90 gadu modelēšanas vērojama šīs difference stabilizācija.

Prognozētā augošu koku krājas starpība ZV30m ar IKD scenāriju (IKD – ZV30m) sākot jau ar pirmo modelēto piecgadi ir pozitīva, un ar katru nākamo piecgadi šī difference palielinās.

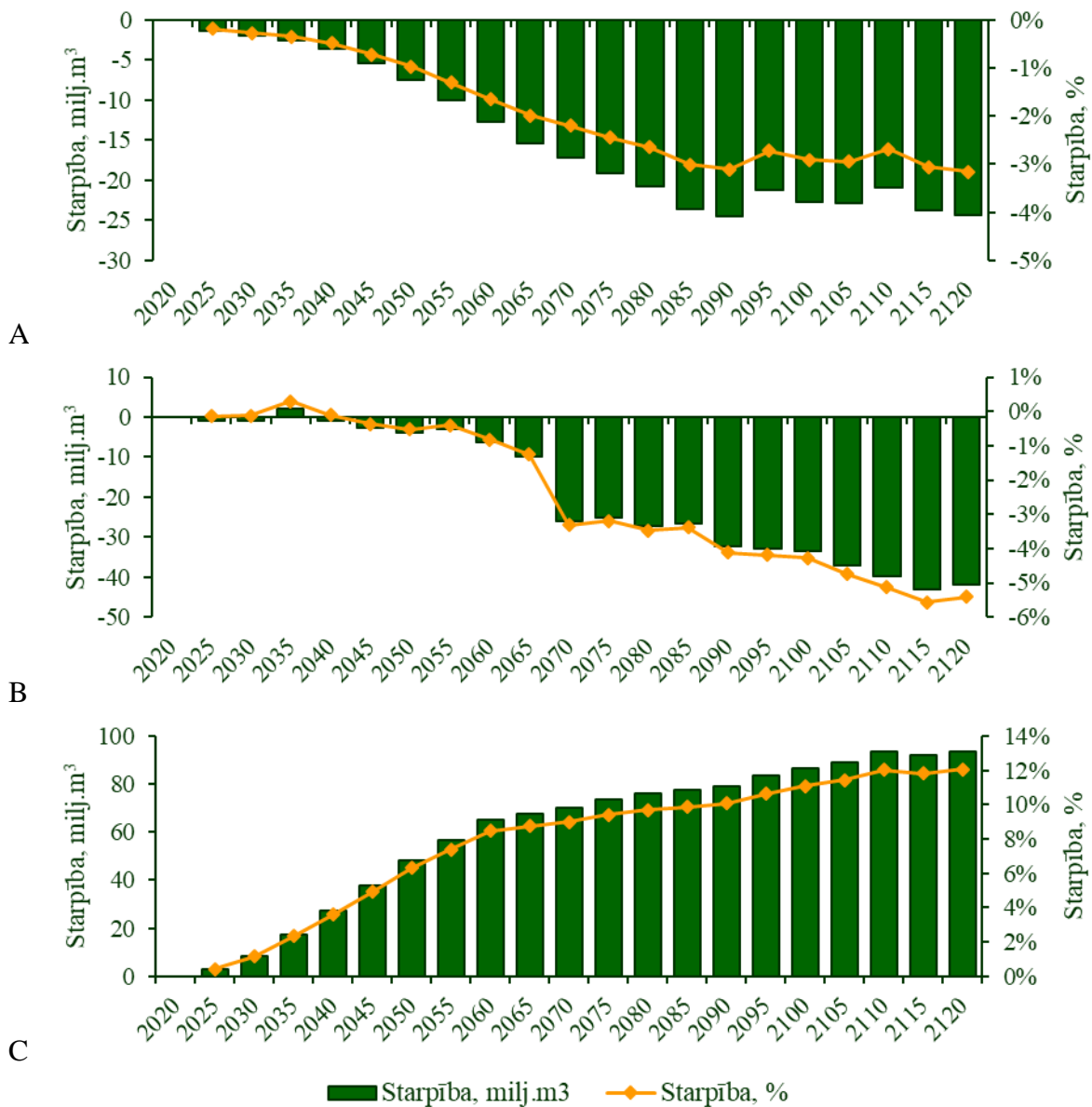
Pēc 85 gadiem starpība starp šiem abiem scenārijiem stabilizējas +93 milj.m³ jeb +12,0% robežās (4.2.3. attēls C).



4.2.2. attēls. Prognozētā augošu koku kopējā krāja mežaudzēs (A) un vidējā krāja (B).

Negatīvās izmaiņas attiecībā pret IKD scenāriju ZV30 un ZV50 scenārijos galvenokārt izskaidrojamas ar ievērojami lielāku veco audžu uzkrāšanos. Šajās mežaudzēs ar laiku krājas pieaugums vairs nespēj kompensēt atmirumu un līdz ar to krāja šādās audzēs samazinās, kas atstāj iespaidu jau uz mežaudžu kopējo krāju. Vēl kā potenciālais negatīvais faktors ir palielināta platība, kurās saimnieko tikai ar pakāpeniskajām cirtēm. Šajās platībās pēc pakāpeniskās cirtes veikšanas nākamās paaudzes koki ir mazražīgāki nekā tas ir pēc vienlaidus atjaunošanas cirtes, kur tos nenomāc iepriekšējās paaudzes koki.

Savukārt pozitīvās ZV30m scenārija izmaiņas attiecībā pret IKD scenāriju nodrošina vairāku faktoru kopums: 1) mežaudžu platība ir par 100 tūkst. ha lielāka; 2) 100 tūkst. ha ir no jauna meliorēti, kas nodrošina lielāku mežaudžu ražību; 3) mērķtiecīga mežsaimniecība nodrošina lielāku mežaudžu ražību; 4) samazināts galvenās cirtes caurmērs nodrošina īsāku aprites ciklu, kas savukārt nozīmē, ka audzēm tās aprites cikla laikā ir lielāks vidējais pieaugums.

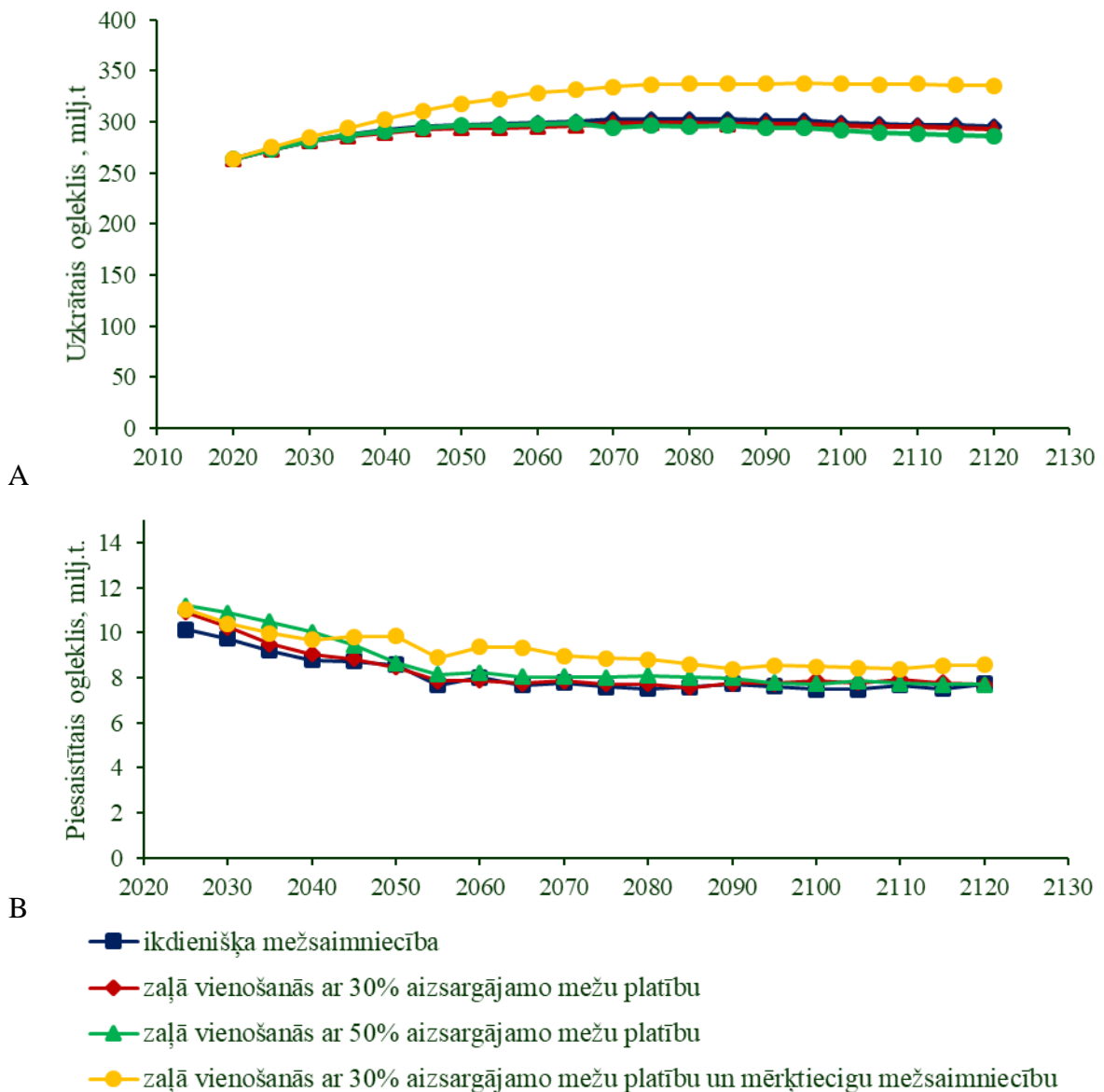


4.2.3. attēls. Prognozētās augošu koku krājas diference ar ikdienišķu mežsaimniecības scenāriju:

A – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, B – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, C – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību.

4.2.3. Uzkrātais ogleklis

Uzkrātais ogleklis mežaudzēs atbilstoši metodikai tiek rēķināts kā kokaudzē (pazemes un virszemes biomasā) un atmirušajā koksnē uzkrātais ogleklis. Visos scenārijos tiek prognozēts, ka mežaudzēs uzkrātais ogleklis palielināsies. Scenārijos IKD, ZV30 un ZV50 tiek prognozēts, ka uzkrātais ogleklis mežaudzēs palielinās pirmos 40-50 gadus, tad aptuveni 20 gadus tas nemainās un pēc tam vērojams neliels kritums. Scenārijā ZV30m tiek prognozēts, ka uzkrātais ogleklis mežaudzēs palielinās pirmos 80 gadus, kam vēlāk seko uzkrātā oglekļa stabilizācijas posms (4.2.4. attēls A).



4.2.4. attēls. Prognozētais uzkrātais ogleklis mežaudzēs (A) un vidēji periodiskais piesaistītais ogleklis (B).

Mežaudzēs uzkrātais ogleklis pēc 100 gadiem tiek prognozēts IKD scenārijā par 11,7% lielāks kā 2020. gadā, ZV30 scenārijā par 10,9% lielāks, ZV50 par 8,4% lielāks, bet ZV30m par 27,1% lielāks. Attiecībā pret bāzes scenāriju jeb IKD scenāriju pēc 100 gadiem mežaudzēs uzkrātais ogleklis ZV30 scenārijā tiek prognozēts par 0,8% mazāks, ZV50 scenārijā par 3,0% mazāks un ZV50 scenārijā 13,7% lielāks. Uzkrātais ogleklis un starpība starp scenārijiem pa piecgadēm mainās, bet visās piecgadēs jau sākot ar pirmo piecgadi tas vislielākais tiek prognozēts ZV30m scenārijā, bet vismazākais ZV30 un ZV50 scenārijos (4.2.1. tabula).

Prognozētais mežaudzēs uzkrātais ogleklis

Scenārijs	Rādītājs	2020	2040	2060	2080	2100	2120
IKD	uzkrātais ogleklis, milj.t	263.8	291.4	298.8	302.2	299.3	294.7
	starpība attiecībā pret 2020.g., %	100.0%	110.5%	113.3%	114.6%	113.5%	111.7%
	starpība attiecībā pret IKD, %	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
ZV30	uzkrātais ogleklis, milj.t	263.8	289.8	295.3	298.5	296.2	292.4
	starpība attiecībā pret 2020.g., %	100.0%	109.9%	112.0%	113.2%	112.3%	110.9%
	starpība attiecībā pret IKD, %	100.0%	99.5%	98.9%	98.8%	99.0%	99.2%
ZV50	uzkrātais ogleklis, milj.t	263.8	291.0	298.0	295.8	292.3	285.9
	starpība attiecībā pret 2020.g., %	100.0%	110.3%	113.0%	112.1%	110.8%	108.4%
	starpība attiecībā pret IKD, %	100.0%	99.9%	99.8%	97.9%	97.7%	97.0%
ZV30m	uzkrātais ogleklis, milj.t	263.8	302.6	328.1	337.0	337.3	335.1
	starpība attiecībā pret 2020.g., %	100.0%	114.7%	124.4%	127.8%	127.9%	127.1%
	starpība attiecībā pret IKD, %	100.0%	103.8%	109.8%	111.5%	112.7%	113.7%

IKD - ikdienišķa mežsaimniecība, ZV30 - zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, ZV50 - zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, ZV30m - zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību

Vidējais periodiskais piesaistītais ogleklis (nerēķinot cik liela daļa no piesaistītā nonāk atpakaļ atmosfērā vai uzkrājas koksnes produktos) visos scenārijos tiek prognozēts, ka ar laiku samazināsies. Tas pamatā skaidrojams ar no oglekļa piesaistes viedokļa neefektīvu mežsaimniecību – proti, visos scenārijos tiek modelēts, ka uzkrājas vecās audzes (gan aprobežojumu, gan definētā nemainīgā galvenajā cirtē nocirstā apjoma dēļ), kurās krājas pieaugums un līdz ar to oglekļa piesaiste ar vien samazinās. Vidējais periodiskais piesaistītais ogleklis sākotnēji vislielākais tiek prognozēts ZV50 scenārijā, bet vēlāk vislielākais tas tiek prognozēts ZV30m scenārijā. Prognozētais ikgadējā oglekļa piesaiste nākamajam 100 gadu periodam ir IKD scenārijā $8,11 \pm 0,18$ milj.t gadā, ZV30 scenārijā $8,29 \pm 0,21$ milj.t gadā, ZV50 scenārijā $8,58 \pm 0,26$ milj.t gadā, ZV30m scenārijā $9,15 \pm 0,17$ milj.t gadā. Pie tam tiek prognozēts, ka IKD scenārija vidējais periodiskais piesaistītais ogleklis izlīdzināsies ar ZV30 scenāriju pēc 20-25 gadiem, bet ar ZV50 scenāriju pēc 25-30 gadiem. Savukārt, šis rādītājs ZV30m scenārijā visu laiku tiek prognozēts ievērojami lielāks kā IKD scenārijā, salīdzinājumā ar ZV30 scenāriju pēc 10 gadiem tiek prognozēts ievērojami lielāks, bet salīdzinājumā ar ZV50 scenāriju pēc 20 gadiem tiek prognozēts ievērojami lielāks (4.2.4. attēls B).

4.2.4. Mežaudžu vecumstruktūra

Mežaudžu vidējais vecums visos modelētajos scenārijos tiek prognozēts, ka būtiski palielināsies. Vidējais mežaudžu vecums 100 gadu laikā tiek prognozēts, ka palielināsies no $51,5 \pm 0,4$ gadiem līdz $63,2 \pm 0,7$ gadiem IKD scenārijā, līdz $71,0 \pm 0,8$ gadiem ZV30 scenārijā, līdz $77,6 \pm 0,8$ gadiem ZV50 scenārijā un līdz $71,4 \pm 0,7$ gadiem ZV30m scenārijā (4.2.2. tabula). Prognozes liecina, ka platību palielināšana, kurās ir aizliegta vai ierobežota mežsaimnieciskā darbība, būtiski nākotnē palielinās mežaudžu vidējo vecumu. Salīdzinot ZV30 un ZV30m scenārijus jāsecina, ka mērķtiecīga meža apsaimniekošana neizmaina būtiski mežaudžu vidējo vecumu. ZV30m scenārijā priedes un egles audzēm vidējais vecums ir nebūtiski mazāks ne jau tādēļ, ka būtu ievērojami mazāk veco audžu, bet gan tādēļ, ka mērķtiecīgi saimniekojot ir ievērojami lielāks jauno audžu īpatsvars.

Visos modelētajos scenārijos tiek prognozēts, ka palielināsies par 100 gadiem vecāku audžu īpatsvars. Vislielākais šādu audžu īpatsvars tiek prognozēts ZV50 scenārijā – 31,0% pēc 50 gadiem un 27,2% pēc 100 gadiem. Vismazākais šo audžu īpatsvars tiek prognozēts IKD scenārijā – 18,2% pēc 50 gadiem un 18,1% pēc 100 gadiem. Abos pārējos scenārijos tiek prognozēts, ka šo audžu īpatsvars palielināsies līdz 23-24,5% (4.2.5. attēls). Jāatzīmē, ka par 100 gadiem vecāko audžu īpatsvars ZV50 scenārijā mežsaimnieciskās darbības ierobežojumu dēļ strauji palielinās, bet pēc 50 gadiem tiek prognozēts, ka šādu audžu īpatsvars samazināsies, kas galvenokārt saistīts ar bezizcirtumu mežsaimniecību, gan ar veco audžu pakāpenisku

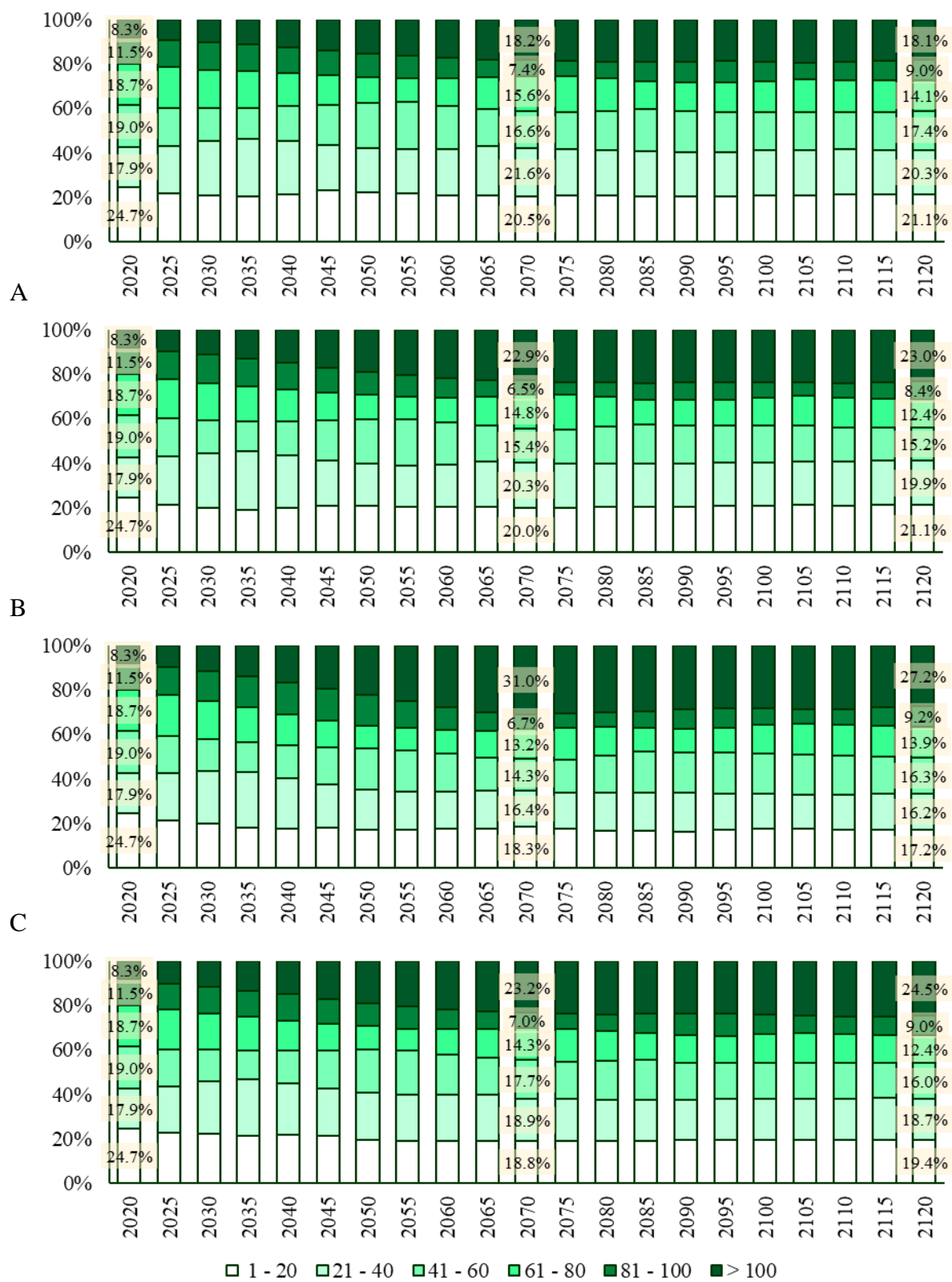
sabrukšanu. Salīdzinot ZV30 un ZV30m scenārijus, var novērot tendenci, ka par 100 gadiem vecāku audžu īpatsvars ir līdzīgs. Bet ZV30m scenārijā meža platība ir par 100 tūkst. ha lielāka, tas nozīmē, ka šajā scenārijā šo audžu platība ir lielāka. Tātad mērķtiecīga saimniekošana palielina vai vismaz nesamazina par 100 gadiem vecāku audžu platību. Visticamāk šāda tendence skaidrojama ar skuju koku platības palielināšanos, jo atšķirībā no mīkstajiem lapu kokiem (apse, baltalksnis u.c.) skuju koki spēj sasniegt šādu vecumu un pie tam šāds vecums ir tālu no šo sugu bioloģiski maksimālā vecuma, kas nozīmē, ka šo sugu simtgadīgās audzēs nenotiek to sabrukšana.

4.2.2. tabula.

Prognozētais mežaudžu vidējais vecums, gadi

Scenārijs	Suga	Rādītājs	2020	2040	2060	2080	2100	2120	
IKD	Priede	Vidējais	77.4	75.8	77.3	79.6	81.2	82.6	
		Standartklūda	0.9	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	
	Egle	Vidējais	50.5	53.0	58.2	63.1	68.3	70.8	
		Standartklūda	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.4	
	Bērzs	Vidējais	40.7	44.6	48.1	48.8	47.4	45.0	
		Standartklūda	0.6	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	
	Visas sugas	Vidējais	51.5	53.9	57.5	60.6	62.6	63.2	
		Standartklūda	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	
	ZV30	Priede	Vidējais	77.4	78.6	81.2	85.6	90.5	94.9
			Standartklūda	0.9	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Egle		Vidējais	50.5	56.3	62.6	70.8	75.0	76.9	
		Standartklūda	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.7	
Bērzs		Vidējais	40.7	47.2	52.3	50.3	50.3	48.7	
		Standartklūda	0.6	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	
Visas sugas		Vidējais	51.5	56.8	62.1	66.0	68.6	71.0	
		Standartklūda	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.8	
ZV50		Priede	Vidējais	77.4	82.2	88.9	94.7	98.6	101.6
			Standartklūda	0.9	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6
	Egle	Vidējais	50.5	59.3	69.4	78.6	85.5	90.8	
		Standartklūda	0.9	1.0	1.2	1.3	1.5	1.7	
	Bērzs	Vidējais	40.7	50.6	59.3	56.0	52.9	53.1	
		Standartklūda	0.6	0.7	0.9	0.9	0.9	0.8	
	Visas sugas	Vidējais	51.5	59.9	68.6	73.0	75.4	77.6	
		Standartklūda	0.4	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	
	ZV30m	Priede	Vidējais	77.4	74.5	77.6	81.5	85.2	87.0
			Standartklūda	0.9	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
Egle		Vidējais	50.5	52.9	59.0	66.6	69.6	72.1	
		Standartklūda	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	
Bērzs		Vidējais	40.7	47.4	52.6	52.7	51.6	52.8	
		Standartklūda	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	
Visas sugas		Vidējais	51.5	56.2	62.5	66.9	69.3	71.4	
		Standartklūda	0.4	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	

IKD – ikdienišķa mežsaimniecība, ZV30 – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, ZV50 – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, ZV30m – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību



4.2.5. attēls. Prognozētais mežaudžu platības īpatsvars pa vecuma grupām:

A – ikdienišķa mežsaimniecība, B – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, C – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, D – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību.

4.2.5. Mežaudžu caurmērs

Modelēšanā iekļautajos datos mežaudžu vidējais caurmērs ir $20,5 \pm 0,2$ cm un visos modelētajos scenārijos tiek prognozēts, ka tas būtiski palielināsies. Mežaudžu vidējais caurmērs 100 gadu laikā IKD scenārijā palielināsies līdz $24,0 \pm 0,2$ cm, ZV30 scenārijā $26,0 \pm 0,4$ cm, ZV50 scenārijā $26,2 \pm 0,2$ cm, ZV30m scenārijā $27,5 \pm 0,2$ cm (4.2.3. tabula). Tātad vismazāk vidējais caurmērs palielinās IKD scenārijā, bet visvairāk ZV30m scenārijā. Tas nozīmē, ka vidējo caurmēru var palielināt palielinot mežu platību, kurās ir aizliegta vai ierobežota mežsaimnieciskā darbība, vai arī mežus apsaimniekojot atbilstoši zinātnieku rekomendācijām.

4.2.3. tabula.

Prognozētais mežaudžu vidējais caurmērs, cm

Scenārijs	Suga	Rādītājs	2020	2040	2060	2080	2100	2120
IKD	Priede	Vidējais	25.2	24.1	24.1	24.5	25.0	25.4
		Standartklūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Egle	Vidējais	21.4	22.4	24.1	25.3	26.9	27.5
		Standartklūda	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
	Bērzs	Vidējais	17.2	18.8	19.7	19.5	19.2	18.7
		Standartklūda	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Visas sugas	Vidējais	20.5	21.3	22.4	23.2	23.8	24.0	
	Standartklūda	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
ZV30	Priede	Vidējais	25.2	24.0	24.2	25.0	25.9	26.8
		Standartklūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Egle	Vidējais	21.4	22.4	23.8	25.9	26.4	26.0
		Standartklūda	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Bērzs	Vidējais	17.2	19.3	20.3	19.3	20.0	19.6
		Standartklūda	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Visas sugas	Vidējais	20.5	21.8	23.1	23.9	24.2	24.5	
	Standartklūda	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
ZV50	Priede	Vidējais	25.2	25.1	26.1	27.1	27.8	28.2
		Standartklūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Egle	Vidējais	21.4	23.6	26.4	28.2	28.8	28.7
		Standartklūda	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
	Bērzs	Vidējais	17.2	20.4	22.1	21.2	20.9	20.9
		Standartklūda	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Visas sugas	Vidējais	20.5	22.8	24.9	25.7	26.0	26.2	
	Standartklūda	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
ZV30m	Priede	Vidējais	25.2	22.9	23.9	25.3	26.4	26.6
		Standartklūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	Egle	Vidējais	21.4	21.6	24.2	26.6	27.0	27.9
		Standartklūda	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
	Bērzs	Vidējais	17.2	19.4	21.6	22.0	22.3	23.6
		Standartklūda	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
Visas sugas	Vidējais	20.5	21.9	24.3	25.8	26.7	27.5	
	Standartklūda	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	

IKD – ikdienišķa mežsaimniecība, ZV30 – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, ZV50 – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, ZV30m – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību

Priedes audzēm tiek prognozēts, ka vidējais caurmērs visos modelētajos scenārijos sākotnēji nedaudz samazinās. Tas nav saistīts ar saimniecisko darbību, bet gan ar esošo priedes audžu vecumstruktūru, proti vidēja vecuma audžu “bedri”.

Mērķtiecīga mežsaimniecība nodrošina arī to, ka uzkrājas audzes, kurās valdošās koku sugas caurmērs lielāks par 40 cm. Ja pēc 50 gadiem prognozes liecina, ka audžu īpatsvars, kurās valdošās koku sugas caurmērs lielāks par 40 cm, vislielākais ir ZV50 scenārijā, tad jau pēc 100 gadiem šo audžu īpatsvars vislielākais ir ZV30m scenārijā (4.2.6. attēls). Par mērķtiecīgās mežsaimniecības pozitīvo ietekmi liecina arī fakts, ka ZV30m scenārijā, salīdzinot to ar ZV30

scenāriju, audžu īpatsvars, kurās valdošās koku sugas caurmērs lielāks par 40 cm, ir lielāks ne tikai pēc 100 gadiem, bet arī pēc 50 gadiem, kā arī lielāks ir to audžu īpatsvars, kurās valdošās koku sugas caurmērs lielāks par 30 cm.

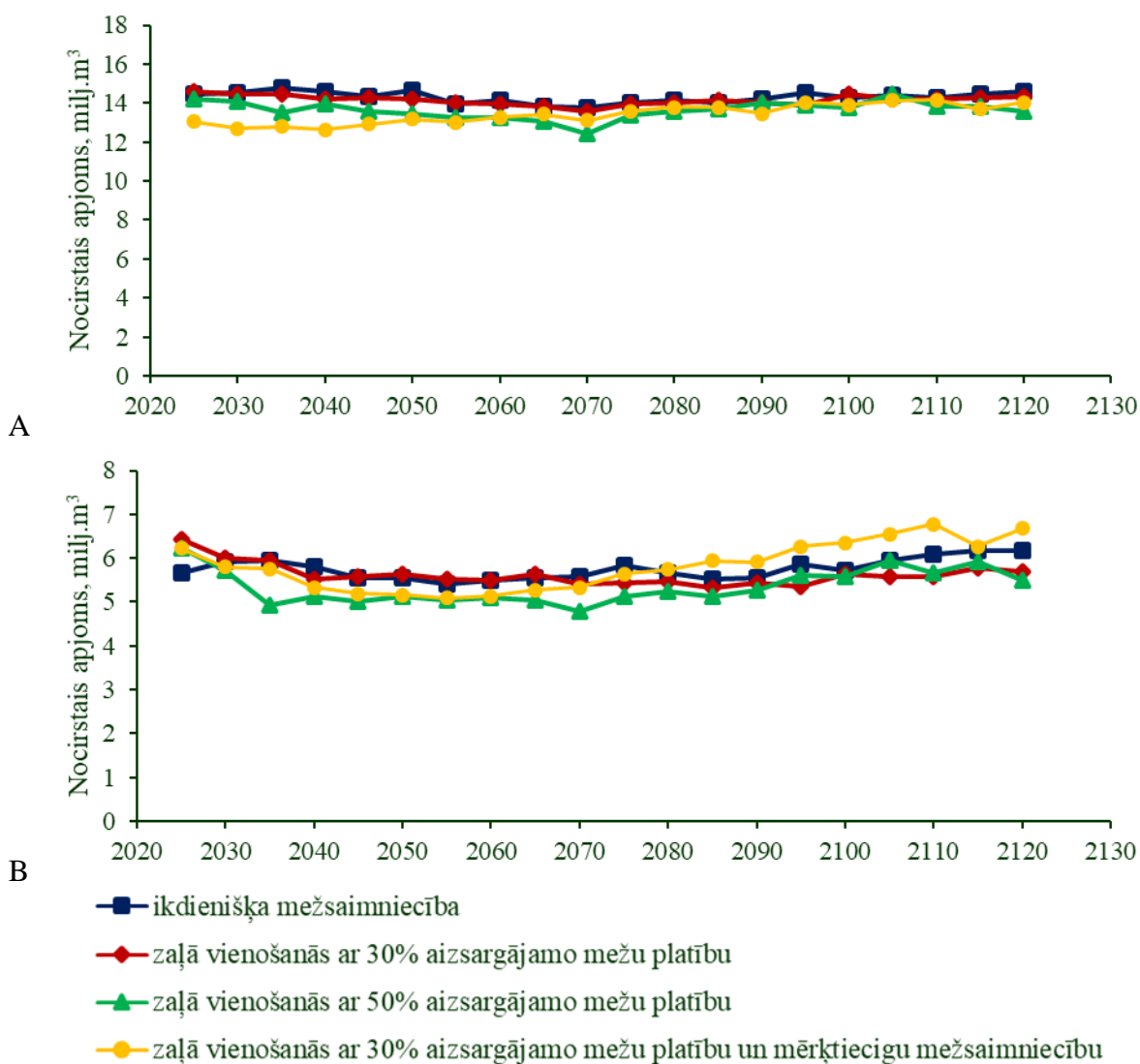


4.2.6. attēls. Prognozētais mežaudžu platības īpatsvars pa caurmēra grupām:

A – ikdienišķa mežsaimniecība, B – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, C – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, D – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību.

4.2.6. Koku ciršana

Šeit vēlreiz jāuzsver, ka, prognozējot mežu resursu izmaiņas, visos scenārijos tika definēts, ka iegūstamais apjoms galvenajā cirtē katrā piecgadē ir izlīdzināts (neatšķiras vairāk kā viens milj. m³) ar ikdienišķas mežsaimniecības prognozēto aritmētiski vidējo vērtību 100 gadu periodā. Līdz ar to nocirstais apjoms un līdz ar to arī likvīdās koksnes apjoms starp scenārijiem ir ļoti līdzīgs (4.2.7. attēls A). Prognozētais ikgadējais likvīdās koksnes apjoms nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā 14,30±0,06 milj.m³ gadā, ZV30 scenārijā 14,16±0,06 milj.m³ gadā, ZV50 scenārijā 13,64±0,10 milj.m³ gadā un ZV30m scenārijā 13,43±0,11 milj.m³ gadā. ZV50 scenārijā pēc 50 gadiem ir novērojams straujš likvīdās koksnes pieaugums, jo šajā scenārijā, lai saglabātu galvenajā cirtē nocērtamo nemainīgo apjomu, tiek prognozēts platību pieaugums, kurās tiek veikts pakāpeniskās cirtes pēdējais paņēmiens.

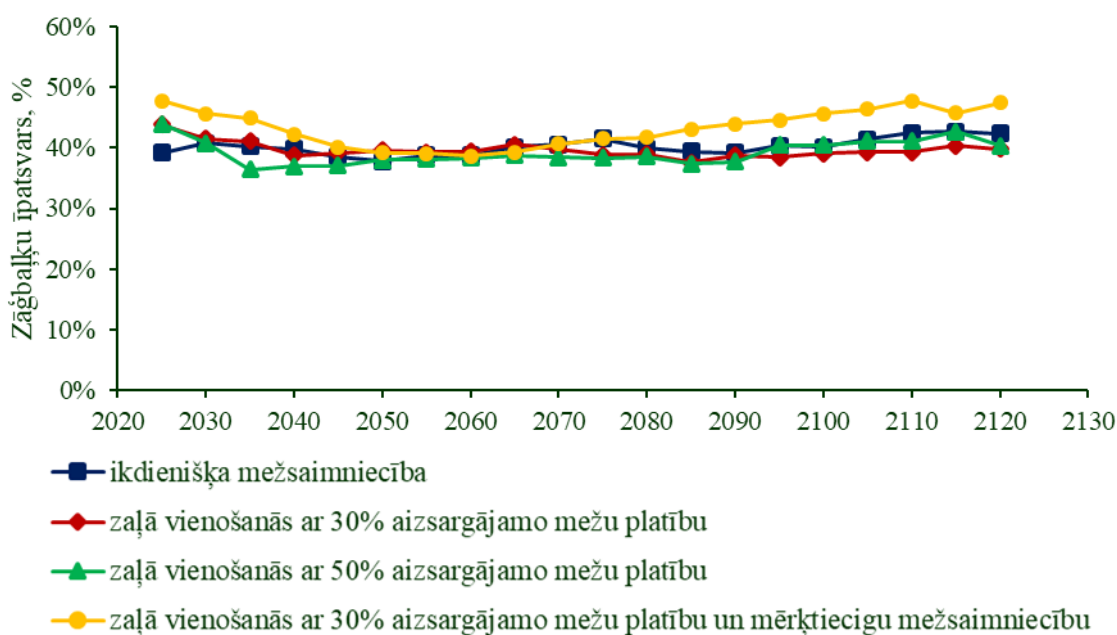


4.2.7. attēls. Prognozētais nocirstais likvīdās koksnes apjoms gadā:

A – visi sortimenti, B – zāģbaļķi.

Gan klimata izmaiņu, gan ekonomikas kontekstā svarīgs rādītājs ir ne tikai iegūtais likvīdais koksnes apjoms, bet zāģbaļķu sortimentiem atbilstošais iegūstamais koksnes apjoms. Jo šie sortimenti ir ekonomiski vērtīgākie, kā arī šajos sortimentos tiek ilgstoši uzkrāts ogleklis sarazotajos koksnes produktos (atšķirībā no papīrmalkas vai malkas). Prognozētais ikgadējais zāģbaļķu koksnes apjoms nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā 5,75±0,05 milj.m³ gadā, ZV30 scenārijā 5,62±0,06 milj.m³ gadā, ZV50 scenārijā 5,36±0,09 milj.m³ gadā, ZV30m

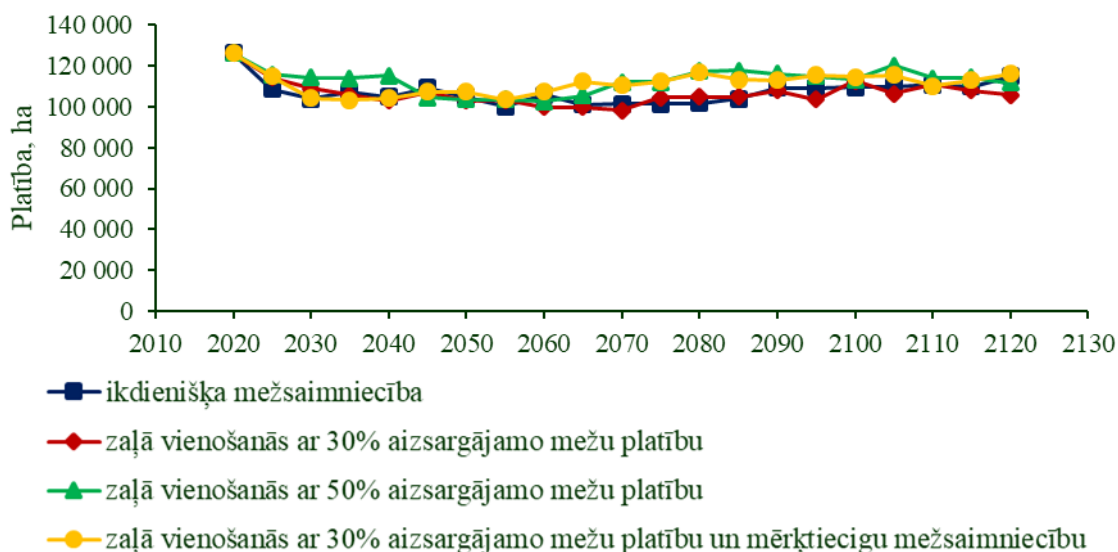
scenārijā $5,82 \pm 0,12$ milj. m^3 gadā. Tātad vislielākais iegūstamais zāģbaļķu apjoms tiek prognozēts ZV30m scenārijā un tas ir būtiski lielāks nekā ZV50 scenārijā. Pie tam vērojama arī tendence, ka ZV30m scenārijā iegūstamais zāģbaļķu apjoms tiek prognozēts, ka nākotnē (pēc 40-50 gadiem) arvien palielināsies, un arī starpība ar citiem scenārijiem nākotnē ar vien palielināsies (4.2.7. attēls B). Tātad mērķtiecīgās mežsaimniecības pirmie rezultāti parādās tikai pēc 40-50 gadiem. Prognozētais zāģbaļķu likvidās koksnes īpatsvars no kopējā likvidās koksnes apjoma nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $40,2 \pm 0,3\%$, ZV30 scenārijā $39,7 \pm 0,3\%$, ZV50 scenārijā $39,3 \pm 0,5\%$ un ZV30m scenārijā $43,3 \pm 0,7\%$. Zāģbaļķu īpatsvars jau sākotnēji visaugstākais ir ZV30m scenārijā normatīvā regulējuma izmaiņu dēļ – samazinot galvenās cirtes caurmēru pieejamas galvenajā cirtē kļūst vairāk priedes, egles un bērza audzes, kas likumsakarīgi palielina arī zāģbaļķu sortimentu īpatsvaru (4.2.8. attēls). Savukārt samazinājums šajā scenārijā saistāms ar esošo audžu vecumstruktūru (priedes un bērza audžu tā saucamā “bedre” vecumstruktūrā). Pēc samazinājuma straujais kāpums (attiecībā pret pārējiem scenārijiem) ir mērķtiecīgās saimniekošanas rezultāts.



4.2.8. attēls. Prognozētais zāģbaļķu sortimentu likvidās koksnes īpatsvars no kopējās likvidās koksnes

Platība, kurā tiek modelēta koku ciršana, nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $106,2 \pm 0,9$ tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā $105,5 \pm 0,9$ tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā $111,9 \pm 1,2$ tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā $110,6 \pm 1,0$ tūkst.ha gadā. Tātad platība, kurā tiek modelēta koku ciršana, nākamo 100 gadu periodā ZV30 scenārijā ir par 0,7 tūkst.ha jeb par 0,7% mazāka, ZV50 scenārijā ir par 5,7 tūkst.ha jeb par 5,4% lielāka un ZV30m scenārijā ir par 4,4 tūkst.ha jeb par 4,1% lielāka kā IKD scenārijā. Salīdzinājumā ar IKD scenāriju platība, kurā tiek prognozēta koku ciršana, būtiski lielāka ir ZV50 un ZV30m scenārijos saistībā ar meža aprobežojumu izmaiņām (lai nodrošinātu esošo nocirsto koksnes apjomu, nepieciešams ievērojami lielākas platības cirst pakāpeniskajās cirtēs). Savukārt, būtiskās atšķirības šiem scenārijiem salīdzinājumā ar ZV30 ir saistītas ar scenāriju uzstādījumiem – ZV30 scenārijā neplāno veikt pakāpeniskās cirtes pēdējo paņēmienu, ZV50 scenārijā tas var tikt veikts ne ātrāk kā 41 gadus pēc pakāpeniskās cirtes pirmā paņēmiena (lai nodrošinātu nocirstās koksnes apjoma stabilitāti), bet ZV30m scenārijā pakāpeniskās cirtes pēdējais paņēmiens audzē var tikt veikts ne ātrāk kā 11 gadus pēc pakāpeniskās cirtes pirmā paņēmiena. Kopējās platības, kur veikta koku ciršana, prognozētais pieaugums ZV50 scenārijā ir galvenokārt uz pakāpeniskās cirtēs prognozēto platības pieaugumu, kas tiek modelēts, lai saglabātu esošo nocirstās koksnes

apjomu. Savukārt ZV30m scenārijā šis rādītājs pieaug (4.2.9. attēls), jo palielinās mežu platība un scenārijā ir definēts, ka kopšanas cirtes tiek veiktas laicīgāk (lielāks izkopto audžu īpatsvars, kas atbilst kopšanas cirtes kritērijiem) un ir lielāks priedes, egles un bērza audžu īpatsvars nekā tas ir citos scenārijos.

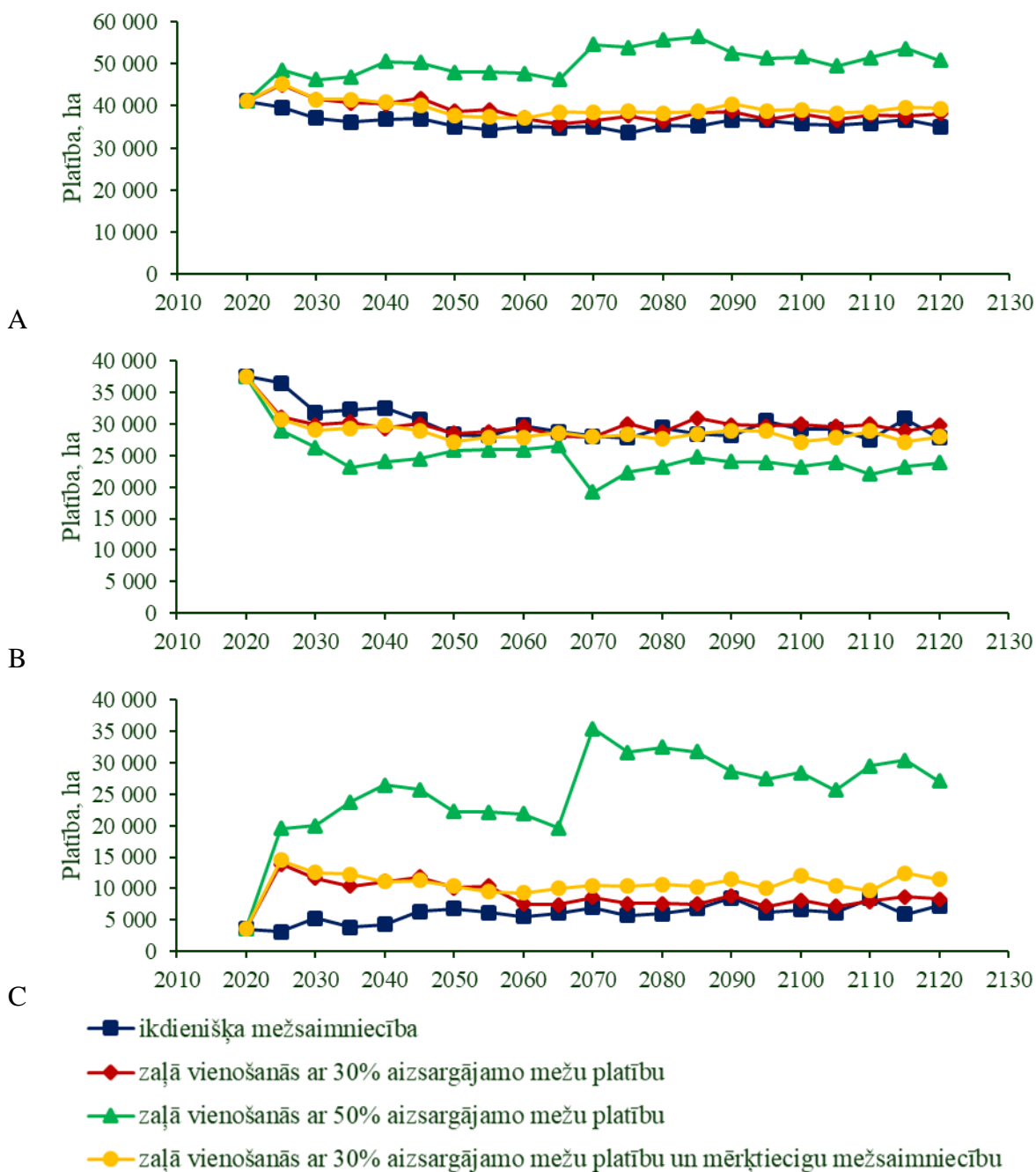


4.2.9. attēls. Prognozētā platība gadā, kur tiek veikta koku ciršana

Galvenajā cirtē nocirstā platība nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $35,9 \pm 0,3$ tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā $38,5 \pm 0,6$ tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā $50,7 \pm 0,7$ tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā $39,4 \pm 0,4$ tūkst.ha gadā. Tātad IKD scenārijā šo ciršu platība ir būtiski mazāka nekā pārējos scenārijos, un ZV50 scenārijā ir būtiski lielāka nekā pārējos scenārijos. Platība, kurā tiek modelēta galvenā cirte, nākamo 100 gadu periodā ZV30 scenārijā ir par 2,8 tūkst.ha jeb par 7,7% lielāka, ZV50 scenārijā ir par 14,8 tūkst.ha jeb par 41,3% lielāka un ZV30m scenārijā ir par 3,5 tūkst.ha jeb par 9,9% lielāka nekā IKD scenārijā. Sākotnēji ZV30 un ZV30m scenārijos galvenajā cirtē nocirstā platība prognozēta ievērojami lielāka nekā IKD scenārijā, bet vēlāk starpība samazinās, bet nekad IKD scenārijā tā nav lielāka kā abos pārējos scenārijos. ZV50 scenārijā šī rādītāja starpība ar IKD scenāriju tiek prognozēts, ka palielināsies. Pie tam IKD, ZV30 un ZV30m scenārijos tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē nocirstā platība ar laiku nedaudz samazināsies, bet ZV50 scenārijā platība arvien palielināsies (4.2.10. attēls).

Galvenajā cirtē nocirstās platības izmaiņas galvenokārt saistās ar izmaiņām saimnieciskās darbības ierobežojumos. Palielinot platībās, kurās neveic saimniecisko darbību, vai nedrīkst veikt vienlaidus atjaunošanas cirti, un tajā pašā laikā saglabājot nepieciešamību pēc esošā nocirstā koksnes apjoma, tiek prognozēts, ka būtiski palielināsies tās platības, kurās tiek veikta pakāpeniskā cirte, bet samazinās attiecīgi platības, kurās veic vienlaidus atjaunošanas cirti. Galvenajā cirtē vienlaidus atjaunošanas cirtē nocirstā platība nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $29,8 \pm 0,5$ tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā $29,5 \pm 0,2$ tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā $24,2 \pm 0,5$ tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā $28,4 \pm 0,2$ tūkst.ha gadā. Līdz ar to tiek prognozēts, ka galvenajā cirtē vienlaidus atjaunošanas cirtē nocirstā platība nākamo 100 gadu periodā ZV30 scenārijā ir par 0,3 tūkst.ha jeb par 0,8% mazāka, ZV50 scenārijā ir par 5,6 tūkst.ha jeb par 18,6% mazāka un ZV30m scenārijā ir par 1,4 tūkst.ha jeb par 4,6% mazāka kā IKD scenārijā. Bet pakāpeniskajās cirtēs nocirstā platība nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $6,1 \pm 0,3$ tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā $9,1 \pm 0,4$ tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā $26,5 \pm 1,0$ tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā $11,0 \pm 0,3$ tūkst.ha gadā. Tātad salīdzinot ar IKD scenāriju, pakāpeniskajās cirtēs nocirstā platība nākamo 100 gadu periodā tiek prognozēta ZV30 scenārijā par 3,0 tūkst.ha

jeb par 49,3% lielāka, ZV50 scenārijā ir par 20,4 tūkst.ha jeb par 333,5% lielāka un ZV30m scenārijā ir par 4,9 tūkst.ha jeb par 80,5% lielāka.



4.2.10. attēls. Prognozētā platība gadā, kur tiek veikta koku ciršana galvenajā cirtē:

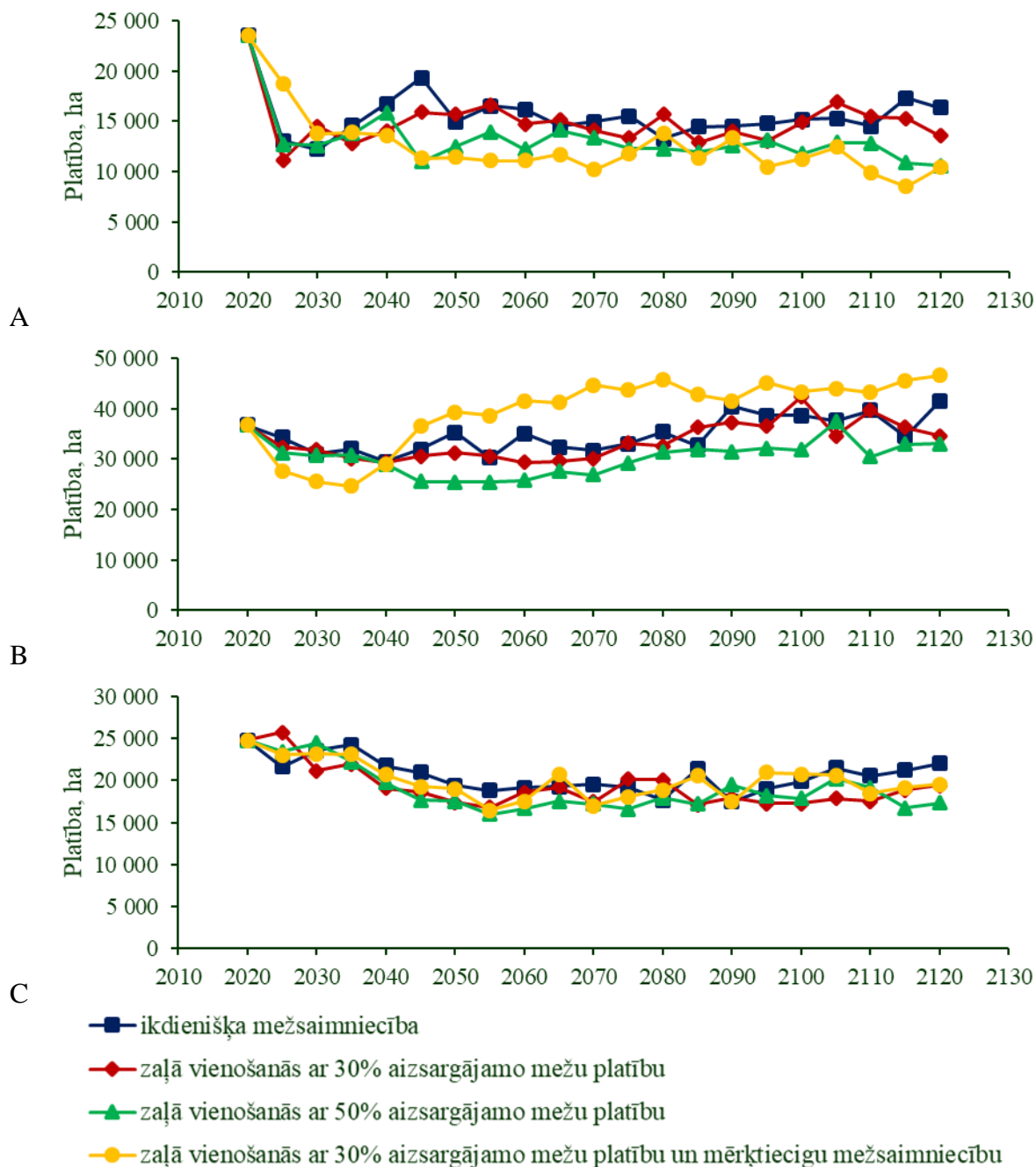
A – visas cirtes; B –vienlaidus atjaunošanas cirtes, C –pakāpeniskās cirtes.

Jaunaudžu kopšanas ciršu platība nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $15,2 \pm 0,3$ tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā $14,5 \pm 0,3$ tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā $12,6 \pm 0,3$ tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā $12,0 \pm 0,5$ tūkst.ha gadā. ZV30m un ZV50 scenārijos jaunaudžu kopšanas cirtes tiek modelētas būtiski mazāk dažādu iemeslu dēļ. ZV50 scenārijā ir ievērojami mazāk platības saimnieciskajos mežos, kas samazina jaunaudžu platības un līdz ar to arī jaunaudžu kopšanas platības. ZV30m scenārijā ar laiku ir lielāks stādīto audžu īpatsvars, kurās, salīdzinot ar citiem scenārijiem, ir stādīts ievērojami mazāks koku skaits, un jaunaudžu kopšanas tiek veiktas savlaicīgāk un intensīvāk (atstājot mazāku koku skaitu), līdz

ar to šo faktoru kombinācija noved pie tā, ka samazinās nepieciešamība veikt vairāk par vienu jaunaudžu kopšanu audzes dzīves cikla laikā.

Krājas kopšanas ciršu platība nākamo 100 gadu periodā IKD scenārijā $34,8 \pm 0,8$ tūkst.ha gadā, ZV30 scenārijā $33,4 \pm 0,8$ tūkst.ha gadā, ZV50 scenārijā $30,0 \pm 0,7$ tūkst.ha gadā un ZV30m scenārijā $39,5 \pm 1,6$ tūkst.ha gadā. ZV50 scenārijā būtiski mazāka krājas kopšanas ciršu platība tiek prognozēta tieši tā paša iemesla dēļ kā jaunaudžu kopšana – samazināta saimniecisko mežu platība. Savukārt ZV30m scenārijā būtiski lielāka krājas kopšanas ciršu platība tiek prognozēta gan meža ieaudzēšanas dēļ, bet galvenokārt mērķtiecīgas mežsaimniecības dēļ.

Pārējo ciršu platība, no kurām lielāko daļu sastāda sanitārās cirtes, starp scenārijiem netiek prognozētas būtiskas atšķirības (4.2.11. attēls).



4.2.11. attēls. Prognozētā platība gadā, kur tiek veikta koku ciršana starpcirtē un citās cirtēs:

A – jaunaudžu kopšanas cirtes; B –krājas kopšanas cirtes, C –sanitārās cirtes.

4.2.7. Mežaudžu vērtība

Šajā pētījumā mežaudžu vērtība tiek skatīta sašaurinātā nozīmē, proti, mežsaimniecības prognozēto ieņēmumu no koksnes realizācijas un izdevumu koksnes ražošanai, tajā skaitā meža atjaunošanai un kopšanai (pa piecgadēm) tīrā tagadnes vērtība.

Latvijas mežu vērtība pie 4,58% diskonta likmes un pētījumā izvēlētajām sortimentu cenām un mežsaimniecisko darbu izmaksām ir

- IKD scenārijā 5,802 miljardi eiro jeb 1761 eiro ha⁻¹;
- ZV30 scenārijā 5,900 miljardi eiro jeb 1791 eiro ha⁻¹;
- ZV50 scenārijā 5,441 miljardi eiro jeb 1651 eiro ha⁻¹;
- ZV30m scenārijā 5,235 miljardi eiro jeb 1542 eiro ha⁻¹ (4.2.4. tabula).

4.2.4. tabula.

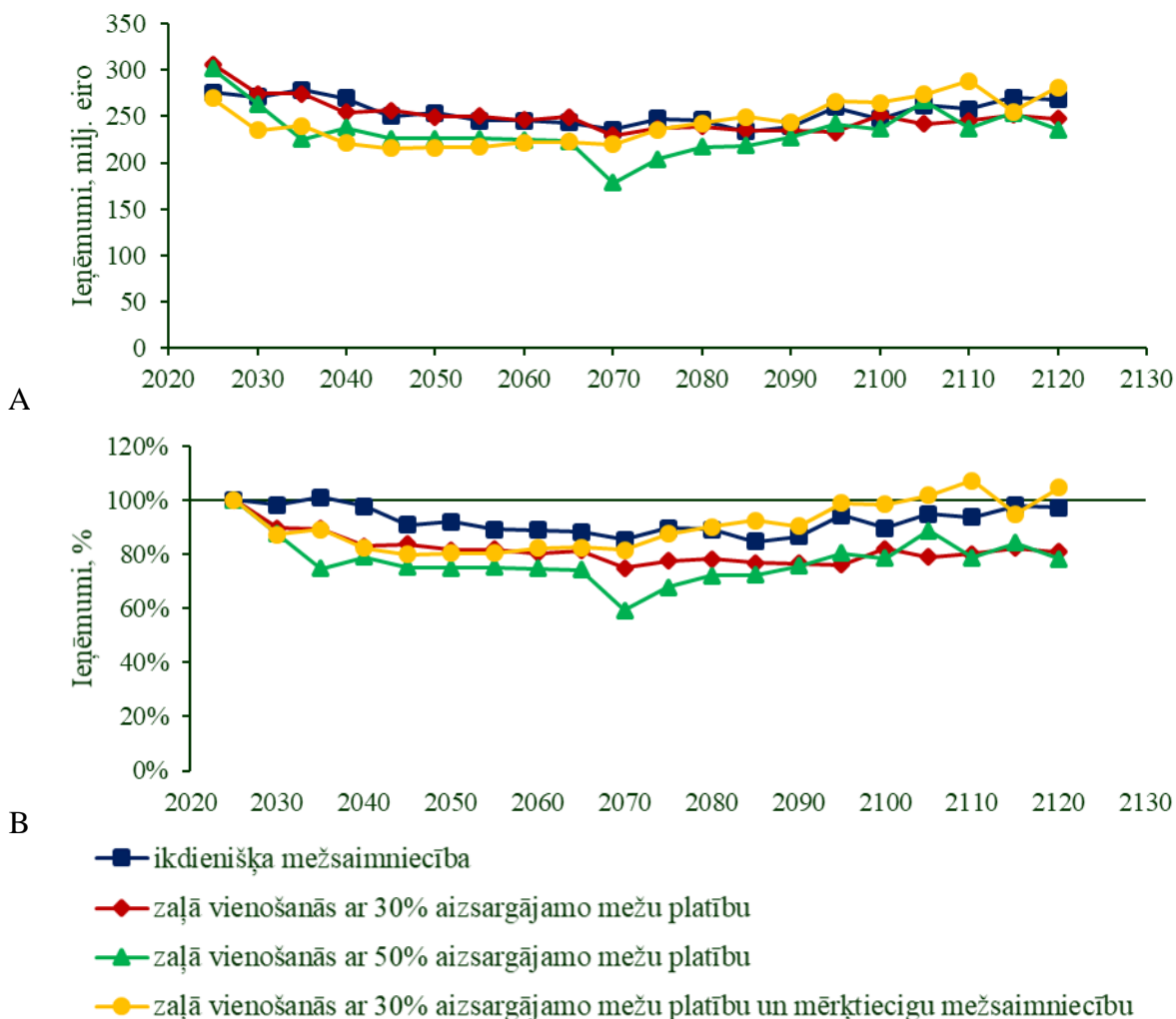
Prognozētā mežaudžu vērtība

Mežu grupa	Scenārijs	Rādītājs	Diskonta likme						
			0.01	1	2	3	4	5	4.58
Visi meži	IKD	Vērtība, milj. eiro	25370	16223	11223	8332	6542	5359	5802
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	7700	4924	3406	2529	1986	1627	1761
	ZV30	Vērtība, milj. eiro	24925	16084	11221	8392	6631	5462	5900
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	7565	4882	3406	2547	2013	1658	1791
	ZV50	Vērtība, milj. eiro	23241	14883	10337	7721	6107	5043	5441
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	7054	4517	3138	2344	1854	1531	1651
	ZV30m	Vērtība, milj. eiro	24275	15224	10358	7597	5919	4830	5235
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	7151	4485	3051	2238	1744	1423	1542
Saimnieciskie meži	IKD	Vērtība, milj. eiro	25846	16521	11424	8478	6655	5450	5901
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	8491	5428	3753	2785	2186	1791	1939
	ZV30	Vērtība, milj. eiro	25599	16512	11514	8608	6799	5599	6048
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	8650	5579	3891	2909	2297	1892	2044
	ZV50	Vērtība, milj. eiro	24348	15586	10819	8076	6382	5267	5684
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	8871	5679	3942	2942	2325	1919	2071
	ZV30m	Vērtība, milj. eiro	24946	15650	10651	7812	6086	4966	5383
		Vērtība, eiro · ha ⁻¹	8154	5115	3481	2553	1989	1623	1759

Saimnieciskie meži – meži, kuros nav aizliegts veikt galveno cirti, IKD – ikdienišķa mežsaimniecība, ZV30 – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību, ZV50 – zaļā vienošanās ar 50% aizsargājamo mežu platību, ZV30m – zaļā vienošanās ar 30% aizsargājamo mežu platību un mērķtiecīgu mežsaimniecību

Starp scenārijiem mežaudžu vērtības starpības ir nelielas un attiecība pret bāzes scenāriju (IKD) vērtība neatšķiras vairāk kā ±10%. Mežaudžu vērtība ZV30 scenārijs attiecībā pret IKD scenāriju ir nedaudz lielāka, jo saglabājot līdzīgu nocirsto apjomu galvenajā cirtē ieņēmumi ir līdzīgi, bet palielinot nedaudz saimnieciskajai darbībai nepieejamo mežu platību (par 84 tūkst. ha) atbilstoši metodikai samazinās kopējās administratīvās un citas mežsaimnieciskās (meža inventarizācijas, uguns apsardzības, aizsardzība pret trupi, infrastruktūras uzturēšanas utt.) izmaksas. Līdzīgi tas ir arī ZV50 scenārijā, bet šajā scenārijā vērtība ir mazāka (attiecībā pret IKD), jo tiek prognozēts, ka ievērojami lielāks īpatsvars galvenajā cirtē no nocirstā apjoma tiks nocirsts pakāpeniskajās cirtēs nevis vienlaidus atjaunošanas cirtēs, kas nozīmē nedaudz lielākas izmaksas. ZV30m scenārijā vērtība ir vismazākā, jo pirmajos 10 gados tiek modelēts, ka apmežots tiek papildus 100 tūkst. ha, kas pie izvēlētas aprēķina metodikas ir milzīgs ieguldījums jeb izmaksas, kas samazina vērtību.

Mērķtiecīgas saimniekošanas ieguvums redzams labāk, aplūkojot prognozētos vidēji periodiskos tīros ieņēmumus no koksnes realizācijas. Tad ZV30m scenārijs ir vienīgais scenārijs, kur šis rādītājs atgriežas un pat nedaudz pārsniedz pirmās piegades prognozēto vērtību. Sākotnējais šī rādītāja kritums visos scenārijos saistāms ar esošo audžu sugu sastāvu un to vecumstruktūru (priedes audžu “bedri”). Arī IKD scenārijā vērojama tendence, ka vidēji periodiskie tīrie ieņēmumi ar laiku izlīdzināsies ar pirmās piegades prognozēto vērtību, bet abos pārējos (ZV30 un ZV50) scenārijos šāda tendence nav novērojama (4.2.12. attēls).



4.2.12. attēls. Prognozēti vidēji periodiskie tīrie ieņēmumi no koksnes realizācijas :

A – absolūtie vidēji periodiskie tīrie ieņēmumi, milj. eiro gadā ; B – relatīvie vidēji periodiskie tīrie ieņēmumi attiecībā pret pirmās piegades ieņēmumiem, %.

4.3. Secinājumi un ieteikumi

1. Potenciālās Eiropas zaļās vienošanās ietekmē ir iespējams saglabāt esošo koksnes produktu ražošanas apjomu, bet līdz ar to ir nepieciešams palielināt meža platības, kurās tiek veikta galvenā cirte un jāmaina esošais valsts mežos galvenajā cirtē maksimāli pieļaujamā ciršanas apjoma aprēķina algoritms.
2. Palielinot platības, kurās ir aizliegta vai ierobežota mežsaimniecība, visticamāk, palielināsies bioloģiskā daudzveidība, bet oglekļa piesaiste vai nu netiks palielināta, vai tā tiks palielināta īstermiņā. Lai ilgtermiņā palielinātu oglekļa piesaisti mežā, ir

- jāpalielina mežu platība (meža ieaudzēšana ar augstvērtīgu stādāmo materiālu) un jāpaaugstina meža produktivitāte.
3. Meža produktivitāti var palielināt, meliorējot pārmitros mežus un saimniekojot mežos atbilstoši mežzinātnieku rekomendācijām – savlaicīgākas un intensīvākas kopšanas cirtes jaunākās audzēs un īsāks aprites periods, saglabājot līdzšinējo praksi, ka Latvijā cilvēki mežā audzē baļķus, nevis tehnoloģisko koksni.
 4. Lai būtu iespējams saimniekot atbilstoši mežzinātnieku rekomendācijām, būtu jāmaina šī brīža normatīvais regulējums, kas skar mežaudzes minimālo koku skaitu un minimālo šķērslaukumu, lai jaunākās audzēs kopšanas cirtes varētu veikt ar lielāku intensitāti, bet vecākās audzēs (tuvāk galvenās cirtes brīdim) kopšanas cirtes būtu ar mazāku intensitāti, nodrošinot, ka galvenās cirtes brīdī audzē būtu pēc iespējas lielāka krāja ar pēc iespējas resnākiem kokiem. Būtu nepieciešams veikt izmaiņas arī noteikumos, kas skar galvenās cirtes caurmēru, un meža atjaunošanas noteikumos, nosakot mazāku un vienādu galvenās cirtes caurmēru visās bonitātēs, kā arī nosakot atjaunot mežaudzi ar selekcionētu materiālu obligāti, ja audze nocirsta galvenajā cirtē pēc caurmēra.

Literatūra

- Ahtikoski, A., & Hökkä, H. (2019). Intensive forest management—Does it pay off financially on drained peatlands? *Canadian Journal of Forest Research*, 49(9), 1101–1113. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0007>
- Arhipova, N., Gaitnieks, T., Donis, J., Stenlid, J., & Vasaitis, R. (2011). Decay, yield loss and associated fungi in stands of grey alder (*Alnus incana*) in Latvia. *Forestry*, 84(4), 337–348. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpr018>
- Bardule, A., Lazdins, A., Sarkanabols, T., & Lazdina, D. (2016). Fertilized short rotation plantations of hybrid Aspen (*Populus tremuloides* Michx. × *Populus tremula* L.) for energy wood or mitigation of GHG emissions. *Engineering for Rural Development, 2016-January*, 248–255. Scopus.
- Bārdule A., Liepiņš J., Liepiņš K., Stola J., Butlers A., Lazdiņš A. 2021. Variation in Carbon Content among the Major Tree Species in Hemiboreal Forests in Latvia. *Forests*, 12(9), 1292; <https://doi.org/10.3390/f12091292>
- Bērziņa, L., Degola, L., Grīnberga, L., Kreišmane, D., Lagzdiņš, A., Lazdiņš, A., Lēnerts, A., Lupiķis, A., Naglis-Liepa, K., Popluga, D., Rivža, P., & Sudārs, R. (2018). *Siltumnīcefekta gāzu emisiju samazināšanas iespējas ar klimatam draudzīgu lauksaimniecību un mežsaimniecību Latvijā (Possibilities to reduce GHG emissions in Latvia by applying climate friendly measures in agriculture and forestry)*. SIA „Drukātava”.
- Bishop, K., & Eklöf, K. (2010). *Forestry and Mercury: Understanding the connection in order to break it (Invited)*.
- Brūna, L., Burņeviča, N., Zaļuma, A., Lazdiņš, A., Gaitnieks, T., & Vasaitis, R. (2015). Coniferous stumps as an important source of the root fungi *Heterobasidion* spp. and *Armelaria* spp. *Abstracts*, 126. https://drive.google.com/file/d/0B_cPAeeFPI52YXBEV3hhM2dWTzA/view?usp=sharing
- Donis J., Šņepsts G., Šēnhofs R., Zdors L., Treimane A. (2015). Mežaudžu augšanas gaitas un pieauguma noteikšana, izmantojot pārmērītos meža statistiskās inventarizācijas (MSI) datus. Pētījumu pārskats. 33 lpp.: Pieejams http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2015_Donis_LVM_gala.pdf
- Donis J., Šņepsts G., Zdors L., Treimane A. (2019). Augšanas gaitas modeļu pilnveidošana. Pētījumu pārskats. 75 lpp.
- Dzerina, B., Girdziusas, S., Lazdina, D., Lazdins, A., & Jansons, J. (2016). Influence of spot mounding on height growth and tending of Norway spruce: Case study in Latvia. *Forestry studies*, 65, 24–33.
- Gaitnieks, T., Brauners, I., Kenigšvalde, K., Zaļuma, A., Brūna, L., Jansons, J., Burņeviča, N., Lazdiņš, A., & Vasaitis, R. (2018). Infection of pre-commercially cut stumps of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* by *Heterobasidion* spp. – A comparative study. *Silva Fennica*, 52(1). Scopus. <https://doi.org/10/gf3tkm>
- Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Fukuda, M., Troxler, T., & Jamsranjav, B. (2013). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands* (lpp. 354). IPCC. http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/pdf/Wetlands_Supplement_Entire_Report.pdf
- Hökkä, H., Repola, J., & Moilanen, M. (2012). Modelling volume growth response of young Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands to N, P, and K fertilization in drained peatland sites in Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(7), 1359–1370. <https://doi.org/10.1139/x2012-086>

- Huotari, N., Tillman-Sutela, E., Moilanen, M., & Laiho, R. (2015). Recycling of ash – For the good of the environment? *Forest Ecology and Management*, 348, 226–240. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.03.008>
- Ivanovs, J., Sietiņa, I., Lazdiņš, A., Skola, U., Zvirgzdiņš, A., & Zvaigzne, Z. A. (2017). Identification of wet areas in forest by using LiDAR based DEM. *Proceedings from joint seminar arranged by NB - NORD and NOFOBE*, 54. <http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Proceedings-2017.pdf>
- Jansons, Ā. (2006). *Pārskats par līgumdarba "Saimnieciski nozīmīgo koku sugu (parastā priede, parastā egle, kārpainais bērzs) un apses selekcijas mērķu un selekcijas darba programmas aktualizācija a/s „Latvijas valsts meži”" izpildi*. LVMI Silava.
- Jansons, Ā. (2008). *Saimnieciski nozīmīgo koku sugu (parastā priede, parastā egle, kārpainais bērzs) un apses selekcijas darba programma A/s „Latvijas valsts meži” 30 gadiem* (lpp. 127).
- Kalēja, S., Zimelis, A., Lazdiņš, A., Spalva, G., Saule, G., Rozītis, G., & Petaja, G. (2017). Productivity of Logbear F4000 forwarder on soils with low bearing capacity. *Proceedings from joint seminar arranged by NB - NORD and NOFOBE*, 50. <http://www.metsateho.fi/wp-content/uploads/Proceedings-2017.pdf>
- Kļaviņa, D., Menkis, A., Gaitnieks, T., Pennanen, T., Lazdiņš, A., Velmala, S., & Vasaitis, R. (2016). Low impact of stump removal on mycorrhization and growth of replanted picea abies: Data from three types of hemiboreal forest. *Baltic Forestry*, 22(1), 16–24. Scopus.
- Korkiakoski, M., Tuovinen, J.-P., Penttilä, T., Sarkkola, S., Ojanen, P., Minkkinen, K., Rainne, J., Laurila, T., & Lohila, A. (2019). Greenhouse gas and energy fluxes in a boreal peatland forest after clear-cutting. *Biogeosciences*, 16(19), 3703–3723. <https://doi.org/10/gf963f>
- Lazdiņa, D., Neimane, S., Celma, S., Krēšliņa, V., Dūmiņš, K., Štāls, T. A., Okmanis, M., Spalva, G., Lazdiņš, A., & Makovskis, K. (2019). Peatland recultivation—A case study of a commercial tree plantation in a former peat extraction area. *Sustainable and responsible management and re-use of degraded peatlands in Latvia*, 66–70.
- Lazdiņš, A. (2018). *Klimata izmaiņas un pasākumi to ietekmes mazināšanai mežsaimniecībā – jaunākās zināšanas un izpratne Latvijā*. Jaunākais mežzinātnē, Salaspils.
- Lazdiņš, A., Butlers, A., & Lupiķis, A. (2014). Case study of soil carbon stock changes in drained and afforested transitional bog. *Forest ecosystems and its management: towards understanding the complexity*. 9th Baltic theriological conference, Ilgas.
- Lazdiņš, A., Butlers, A., Lupiķis, A., & Bārdule, A. (2019). Five demonstration areas in the project – evaluation of impact on the GHG emissions. *Sustainable and responsible management and re-use of degraded peatlands in Latvia*, 50–53.
- Lazdiņš, A., Liepiņš, K., Lazdiņa, D., Jansons, Ā., Bārdule, A., & Lupiķis, A. (2015). *Mežsaimniecisko darbību ietekmes uz siltumnīcefekta gāzu emisijām un CO₂ piesaisti novērtējums (2011.-2015. Gads)* (5.5-5.1/001Y/110/08/8; lpp. 145).
- Lazdiņš, A., & Lupiķis, A. (2014). *Hidrotehniskās meliorācijas ietekme uz CO₂ emisijām mežaudzēs uz susinātām augsnēm* (290514/S138; lpp. 64).
- Lazdiņš, A., & Lupiķis, A. (2019). LIFE REstore project contribution to the greenhouse gas emission accounts in Latvia. No A. Priede & A. Gancone (Red.), *Sustainable and responsible after-use of peat extraction areas* (lpp. 21–52). Baltijas Krasti.
- Lazdiņš, A., & Petaja, G. (2016). *Classification of forwarding conditions in Latvia* (lpp. 7). LSFRI Silava. https://www.researchgate.net/publication/338213750_Classification_of_forwarding_conditions_in_Latvia
- Liepa I. (1996). *Pieauguma mācība*. Jelgava. 123 lpp.

- Liepiņš J., Lazdiņš A., Liepiņš K. 2018. Equations for estimating above- and belowground biomass of Norway spruce, Scots pine, Birch spp. and European aspen in Latvia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 33, 58-70; <https://doi.org/10.1080/02827581.2017.1337923>
- Liepiņš J., Liepiņš K., Lazdiņš A. 2021. Equations for estimating the above- and belowground biomass of grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) and common alder (*Alnus glutinosa* L.) in Latvia. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 36(5), 389-400; <https://doi.org/10.1080/02827581.2021.1937696>
- Lundin, L. (1994). *Impacts of forest drainage on flow regime* (Report Nr. 192). <http://www-umea.slu.se/bibum/studia/>
- Lupiķis, A. (2019). Results of GHG emission measurements in differently managed peatlands in Latvia – the basis for new national GHG emission factors. *Sustainable and responsible management and re-use of degraded peatlands in Latvia*, 24–26.
- Lupiķis, A., Mūrniece, S., & Lazdiņš, A. (2014). Impact of reconstruction of forest drainage systems on increase of living woody biomass in thinned middle-age coniferous stands. *Forest ecosystems and its management: towards understanding in complexity*.
- Melniks, R., Ivanovs, J., & Lazdins, A. (2019). Method for shallow drainage ditch network generation using remote sensing data. *Proceedings of the 9th International Scientific Conference Rural Development 2019*. <https://doi.org/10.15544/RD.2019.008>
- Ministry of Agriculture. (2018). *Latvia—Rural Development Programme (National)* (2014LV06RDNP001; lpp. 572). Ministry of Agriculture of Latvia. https://www.zm.gov.lv/public/files/CMS_Static_Page_Doc/00/00/01/08/04/Programme_2014LV06RDNP001_4_1_lv002.pdf
- Nieminen, M., Hökkä, H., Laiho, R., Juutinen, A., Ahtikoski, A., Pearson, M., Kojola, S., Sarkkola, S., Launiainen, S., Valkonen, S., Penttilä, T., Lohila, A., Saarinen, M., Haahti, K., Mäkipää, R., Miettinen, J., & Ollikainen, M. (2018). Could continuous cover forestry be an economically and environmentally feasible management option on drained boreal peatlands? *Forest Ecology and Management*, 424, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.04.046>
- Ojanen, P., & Minkkinen, K. (2019). The dependence of net soil CO₂ emissions on water table depth in boreal peatlands drained for forestry. *Mires and Peat*, 24, 1–8. <https://doi.org/10.19189/MaP.2019.OMB.StA.1751>
- Okmanis, M., Kalvis, T., & Lazdiņa, D. (2018). Initial evaluation of impact of evenness of spreading wood ash in forest on additional radial increment. *Engineering for rural development*, 1902–1908. <https://doi.org/0.22616/ERDev2018.17.N491>
- Okmanis, M., Polmanis, K., & Skranda, I. (2015). *Economic assessment of wood ash spreading in forest*. 37–38.
- Ozoliņš R. (2002). Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – *Metsanduslikud uurimused XXXVII*, 33-42. ISSN 1406-9954
- Paavilainen, E., & Päivänen, J. (1995). *Peatland Forestry: Ecology and Principles*. Springer Science & Business Media.
- Petaja, G., Okmanis, M., Makovskis, K., Lazdiņa, D., & Lazdiņš, A. (2018). Forest fertilization: Economic effect and impact on GHG emissions in Latvia. *Baltic Forestry*, 24(1), 9–16.
- Rossit, D. A., Olivera, A., Viana Céspedes, V., & Broz, D. (2019). A Big Data approach to forestry harvesting productivity. *Computers and Electronics in Agriculture*. <https://doi.org/10/gfw4wn>
- Rottensteiner, C. (2010). *Evaluation of the feller-buncher Moipu 400 E*. VDM Verlag Dr. Müller. <https://www.ljubljuknigi.ru/store/ru/book/evaluation-of-the-feller-buncher-moipu-400-e/isbn/978-3-639-23453-4>

- Šņepsts G., Donis J., Zariņš J. (2020). Priekšlikumi Latvijas meža resursu vērtības un apsaimniekošanas efektivitātes paaugstināšanai ilgtermiņā un atbalsts mežsaimniecības stratēģiskās ietekmes uz vidi novērtējumam. Pētījuma pārskats 74 lpp. Pieejams: [http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2020_Snepsts_MAF\(1\).pdf](http://www.silava.lv/userfiles/file/Projektu%20parskati/2020_Snepsts_MAF(1).pdf)
- Seidl, R., Schelhaas, M.-J., Rammer, W., & Verkerk, P. J. (2014). Increasing forest disturbances in Europe and their impact on carbon storage. *Nature Climate Change*, 4(9), 806–810. <https://doi.org/10.1038/nclimate2318>
- Trettin, C. C., Jurgensen, M. F., Grigal, D. F., Gale, M. R., & Jeglum, J. R. (1996). *Northern Forested Wetlands Ecology and Management*. CRC Press.
- Zālītis, P., & Jansons, J. (2009). *Mērķtiecīgi izveidoto kokaudžu struktūra*. LVMI Silava.
- Zālītis P., Lībiete Z., & Jansons J. (2017). Kokaudžu augšana mūsdienīgi veidotās jaunaudzēs. Salaspils: LVMI Silava, DU AA 'Saule', 117 lpp. ISBN 978-9984-14-805-2
- Zimelis, A., Kalēja, S., & Luguza, S. (2018). Factors affecting productivity of machined logging in thinning using small size forest machines. *Annual 24th International Scientific Conference Research for Rural Development 2018*, 1, 47–52. <https://doi.org/10.22616/rrd.24.2018.007>
- Zimelis, A., Kaleja, S., & Okmanis, M. (2019, maijā 22). *Complex forest management system based on small size forest machines*. 18th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. <https://doi.org/10/gf3d69>
- Zimelis, A., Kaleja, S., Spalva, G., & Lazdins, A. (2017). Impact of feed rollers on productivity and fuel consumption. *Engineering for rural development*, 756–760. <https://doi.org/10.22616/ERDev2017.16.N152>
- Zimelis, A., Lazdiņš, A., & Ābele, A. (2017). The impact of feed rollers on the quality of timber in the manufacturing of posts. *Research for Rural Development*, 1, 101–106. <https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.015>
- Zimelis, A., Spalva, G., Saule, G., Daugaviete, M., & Lazdiņš, A. (2016). Productivity and cost of biofuel in ditch cleaning operations using tracked excavator based harvester. *Agronomy research*, 14(2), 579–589.