



Agroresursu un
ekonomikas
institūts



EIROPAS SAVIENĪBA
EIROPA INVESTĒ LAUKU APVIDOS
Eiropas Lauksaimniecības fonds
lauku attīstībai

Atskaite

Lauku attīstības programma 2014-2020

**Metodoloģiskie risinājumi LAP 2014-2020 pasākumu
ieguldījuma novērtēšanai klimata prioritātē mērķa
virzienā Veicināt oglekļa uzglabāšanu un piesaisti
mežsaimniecībā (MV 5E)**

2018. gada augusts

Saturs

LIETOTIE SAĪSINĀJUMI	3
1. KOPSAVILKUMS.....	4
2. DARBA SATURS.....	6
3. IZMANTOTIE DATI UN PIELIETOTĀS METODES	7
Platību identificēšana	8
Koksnes krājas aprēķins	9
Pārreķins no krājas uz biomasas un oglekļa masas vienībām.	16
Augsne	17
Koksnes produkti	22
4. DATU ANALĪZE	24
Pasākums M08 - Ieguldījumi meža platību paplašināšanā un mežu dzīvotspējas uzlabošanā	24
Citi LAP pasākumi ZIZIMM sektorā.....	27
LAP pasākumu ietekme uz SEG emisijām ZIZIMM sektorā Latvijā.....	30
5. SECINĀJUMI UN IETEIKUMI	33
IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI.....	35

LIETOTIE SAĪSINĀJUMI

DOC – Ūdenī izšķīdušie organiskie oglekļa savienojumi (*dissolved organic carbon*)

IPCC – *Intergovernmental panel of Climate Change*

LAD – Lauku atbalsta dienests

LAP – Lauku attīstības plāns

LIZ – Lauksaimniecībā izmantojamās zemes

SEG – Siltumnīcas efekta gāzes

VMD – Valsts mežu dienests

ZIZIMM – zemes izmantošana, zemes izmantošanas maiņa un mežsaimniecība

1. KOPSAVILKUMS

Darba mērķis ir izvērtēt un aprobēt metodoloģiskos risinājumus Lauku attīstības programmas 2014.-2020. gadiem (LAP 2014-2020) pasākumu ieguldījuma novērtēšanai uz SEG emisijām ZIZIMM sektorā.

Darba ietvaros apskatīta šādu pasākumu ietekme:

- mežu ieaudzēšana;
- mežaudžu atjaunošana pēc dabas vai citām katastrofām;
- jaunaudžu kopšana, pameža pārveidošana, paaugas retināšana;
- neproduktīvu audžu nomaiņa;
- valdošās sugas nomaiņa;
- agrovides pasākumi;
- bioloģiskā lauksaimniecība;
- platību maksājumi par Natura 2000 teritorijām.

Pasākumu ietekmes vērtēšanai izdalīti 3 galvenie SEG emisiju avoti – dzīvā biomasā, augsne un koksnes produkti. Pieņemts, ka uz pasākumiem, kas skar meža zemes ir attiecināmi visas 4 grupas. Agrovides pasākumiem, bioloģiskajai lauksaimniecībai un platību maksājumiem par Natura 2000 teritorijām mežos emisijas netika rēķinātas, jo trūkst informācijas, ko izmantot pieņēmumu izdarīšanai.

Mežos aprēķinu pamatā ir pieņēmums par krājas papildus pieauguma veidošanos, kas rodas pasākuma ietekmē. Šis krājas papildus pieaugums veido papildus CO₂ piesaistes biomasā, tātad samazina kopējās SEG emisijas no ZIZIMM sektora. Bez tam, šāda pieauguma veidošanās veicina arī papildus nobiru veidošanos un nonākšanu augsnē, kas savukārt pozitīvi ietekmē oglekļa krājumu veidošanos augsnē. Veicot mežizstrādi, daļa no papildus pieauguma nonāk koksnes produktu grupā un daļa tiek izmantots, kā fosilā kurināmā aizstājējs.

Lai aprēķinātu pasākumu ietekmi uz ZIZIMM sektoru, ir jāzina kopējās platības, kurās pasākums veikts. Platības noteiktas, izmantojot VMD datu bāzi, kurā ir pieejama informācija par pasākumu pieteikumiem, bet nav pieejama informācija, par to vai pieteikums apstiprināts. Platību noteikšanai izmantots pieņēmums, ka tajās platībās, kuras ir pieteiktas pasākumiem un kurās pieteiktā darbība ir realizēta praktiski, uzskatāmas par platībām, kurās realizēts LAP pasākums. Precīzākai platību noteikšanai būtiski nepieciešama informācija no LAD par to, kurās platībās tiešām šie pasākumi ir realizēti.

Visplašāk izmantota iespēja veikt jaunaudžu kopšanu bez atzarošanas, kas no 2014. – 2020. gadam LAP ietvaros ir veikta vairāk nekā 43 000 hektāru. Otrs izplatītākais pasākums ir jaunaudžu kopšana ar atzarošanu, kas veikta nedaudz vairāk kā 1000 ha. Abi šie pasākumi veido 97% no visām M08 pasākumā atbalstītajām platībām. Toties visefektīvākā SEG emisiju samazināšanā ir meža ieaudzēšana uz organiskajām augsnēm, kur iespējams sasniegt ~ 26 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā samazinājumu. Efektīvs SEG emisijas mazinošs pasākums ir arī meliorācijas sistēmu renovācija meža zemēs, kur iespējams sasniegt no 2,4 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā nosusinātās bērzu audzēs līdz 3,7 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā samazinājumu nosusinātās priedes audzēs. ZIZIMM sektorā kopumā lielāko ietekmi sniedz meliorācijas sistēmu renovācija meža zemēs, kura, sākot no 2018. gada ik gadu sniedz 226 000 tonnas CO₂ ekv. samazinājumu. Vērā ņemamu emisiju samazinājuma īpatsvaru sniedz arī jaunaudžu kopšana – 36 000 tonnas CO₂ ekv. samazinājums gadā. Saskaitot visu pasākumu ietekmi kopā, SEG emisiju samazinājums ir 263 000 tonnas CO₂ ekv. gadā, kas ir aptuveni 5% no visām SEG

piesaistēm ZIZIMM sektorā. Kaut arī ietekme uz ZIZIMM sektoru ir neliela, tomēr pasākumu atbalstīšanu rekomendējama arī turpmāk, jo gandrīz visi pasākumi meža zemēs vērtējami kā SEG emisiju mazinoši pasākumi. Izņēmums ir valdošās sugas nomaīņa, kur pirmos 20 – 30 gadus saimnieciski vērtīgās koku sugas aug lēnāk nekā baltalksnis. Tomēr pēc 30 – 40 gadu perioda pieaugums ir jau lielāks šo saimnieciski vērtīgo koku sugu audzēs. Tas ļauj secināt, ka vērtējot pasākumu ietekmi, svarīgi ņemt vērā arī ilgtermiņa ietekmi.

Aprēķinu veikšanu ievērojami apgrūtina telpisko datu trūkums par veiktajiem pasākumiem meža zemēs. Pašlaik nav atgriezeniskās saites starp VMD datu bāzi un LAD pieejamo informāciju par platībām, kurām atbalsts pasākumu veikšanai piešķirts. Kamēr šāda informācija nav pieejama, platību identificēšanā jābalstās uz pieņēmumiem, kas būtiski samazina aprēķinu precizitāti.

Nepieciešams veikt pētījumus, lai iegūtu zināšanas par tādu pasākumu kā agrovīdēs pasākumi un bioloģiskā lauksaimniecība ietekmi uz oglekļa ienesi augsnē. Šādas zināšanas ir būtiskas, lai varētu modelēt augsnes oglekļa krājumu izmaiņas un to ietekmi uz SEG emisijām.

2. DARBA SATURS

Pētījuma ietvaros analizēta LAP 2014 – 2020 atbalstīto pasākumu ietekme uz SEG emisijām. Aprakstīta metodika, kā veikts ietekmes aprēķins un pieņēmumi, kas izdarīti, lai veiktu aprēķinu. Pētījuma rezultāta sniegti secinājumi un ieteikumi turpmākai darbībai.

Darba mērķis: izvērtēt un aprobēt MV 5E izmantojamās metodoloģiskās risinājumus Lauku tīstības Programmas 2014.-2020. gadiem (LAP 2014-2020) pasākumu ieguldījuma novērtēšanai.

Darba uzdevumi:

1. Detalizēti izstrādāt un aprobēt metodoloģiskos risinājumus mežsaimniecībā meža apsaimniekošanas un meža ieaudzēšanas radītās oglekļa dioksīda (CO₂) piesaistes palielinājuma un siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju samazinājuma aprēķināšanai no LAP 2014-2020 pasākuma – Ieguldījumi meža platību paplašināšanā un mežu dzīvotspējas uzlabošanā (M08) apakšpasākumiem. CO₂ ekv. aprēķins jāveic šādiem apakšpasākumiem:
 - 8.1. atbalsts apmežošanai un meža zemes izveidei (ierīkošana un kopšana),
 - 8.3./8.4. atbalsts meža bojājumu profilaksei un atjaunošanai, ko nodarījuši ugunsgrēki, dabas katastrofas, katastrofāli notikumi,
 - 8.5. atbalsts ieguldījumiem meža ekosistēmu izturētspējas un ekoloģiskās vērtības uzlabošanai).
2. Izstrādāt un aprobēt metodoloģiskos risinājumus lauksaimniecības un zemes izmantošanas, zemes izmantošanas maiņas un mežsaimniecības (ZIZIMM) sektoros radītās CO₂ piesaistes palielinājuma un SEG emisiju samazinājuma aprēķināšanai no LAP 2014-2020 pasākumiem, kuriem plānota sekundārā ietekme MV 5E. Provizorisks CO₂ ekv.t aprēķins jāveic LAP 2014-2020 pasākumiem:
 - 4.3. atbalsts ieguldījumiem infrastruktūrā saistībā ar lauksaimniecības un mežsaimniecības attīstību, modernizāciju vai pielāgošanu (t.i. meliorācija),
 - 12.2. kompensācijas maksājums par Natura 2000 meža teritorijām,
 - 10.1.maksājumi agrovides un klimata saistībām, M11 Bioloģiskā lauksaimniecība-ierobežotā apjomā, ņemot vērā citus pētījumus.
3. Novērtēt LAP 2014-2020 pasākumu, kuriem veikti CO₂ piesaistes palielinājuma un SEG emisiju samazinājuma aprēķini, ieguldījumu CO₂ piesaistes palielināšanā un SEG emisiju samazināšanā lauksaimniecības un ZIZIMM sektoros Latvijā.
4. Sagatavot atskaiti, aprakstot izvēlētos metodoloģiskos risinājumus, pasākumu novērtēšanai nepieciešamos rādītājus un veiktos aprēķinus, kā arī sniegtot secinājumus un ieteikumus.

3. IZMANTOTIE DATI UN PIELIETOTĀS METODES

SEG emisijas un piesaistes var iedalīt 3 grupās atkarībā no tā, kas ir SEG piesaistes vai emisiju avots – biomasā, augsne un koksnes produkti. Biomasā iedalās sīkāk virszemes un pazemes biomasā. SEG emisijas un piesaiste no biomasas un koksnes produktiem rēķinātas tiem pasākumiem, kas veicami meža zemēs (skat. 3.1.tab.). Izņēmums ir Natura 2000 teritorijas mežā, kur emisijas netiek rēķinātas.

3.1.tabula. SEG emisiju un piesaistes avoti apskatītajiem LAP pasākumiem. Ar x norādīts, kādiem pasākumiem tiek rēķinātas emisijas no dotajiem emisiju vai piesaistes avotiem.

LAP pasākums	Biomasā		Augsne	Koksnes produkti	Emisijas netiek rēķinātas
	Virszemes	Pazemes			
8.1. Ieaugušas mežaudzes papildināšana	x	x	x	x	
8.1. Meža ieaudzēšana un kopšana	x	x	x	x	
8.3./4. Meža atjaunošana pēc dabas katastrofām	x	x	x	x	
8.5. Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu	x	x	x	x	
8.5. Jaunaudžu kopšana bez atzarošanas	x	x	x	x	
8.5. Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa	x	x	x	x	
8.5. Valdošās sugas nomaiņa	x	x			
8.5. Paaugas retināšana	x	x	x	x	
8.5. Pameža pārveidošana	x	x	x	x	
4.3. Meliorācijas sistēmu renovācija mežā, minerālaugsnes	x	x		x	
4.3. Meliorācijas sistēmu renovācija mežā, organiskās augsnes	x	x	x	x	
4.3. Meliorācijas sistēmu renovācija LIZ, minerālaugsnes					x
4.3. Meliorācijas sistēmu renovācija LIZ, organiskās augsnes			x		

12.2. Kompensācijas maksājums par Natura 2000 mežā					x
10.1.1. Bioloģiskās daudzveidības uzturēšana zālajos					x
10.1.2. Videi saudzējošu metožu pielietošana dārzkopībā					x
10.1.3. Rugāju lauks ziemas periodā					x
10.1.4. Nektāraugu audzēšana nektāra ieguvei					x
Bioloģiskā lauksaimniecība					x

Platību identificēšana

Lai identificētu platības, kas pieteiktas LAP M08 pasākumiem, izmantota VMD datu bāze. Datu bāzē pieejama informācija par pieteikumu iesniegšanu pasākumu realizēšanai. Platību identificēšanu apgrūtinā tas, ka nav pieejamas informācijas, kurās platībās pieteikumi uz atbalsta maksājumiem ir apstiprināti. Vienīgā iespēja ir atlasīt platības pēc tā, kurās platībās faktiski ir veikta pieteiktā darbība. Tomēr, tas neļauj droši apgalvot, vai pasākums ir apstiprināts un realizēts LAP ietvaros, vai pasākums ir noraidīts, bet īpašnieks realizējis pasākumu pēc savas iniciatīvas.

Platību atlase veikta pēc pasākumu kodiem (PASAKUMS), valdošās sugas (VALD_SUGA), pēdējās darbības gada (P_DARBG) un, izmantojot filtru kolonnai - pēdējās darbības veids (P_DARBV). Dažādiem pasākumiem izmantoti atšķirīgi pēdējās darbības veidi un tie ir apkopoti 3.2.tab.

3.2.tabula. Vidējais ikgadējais papildus pieaugums pēc pasākuma veikšanas – priede, egļe un bērzs.

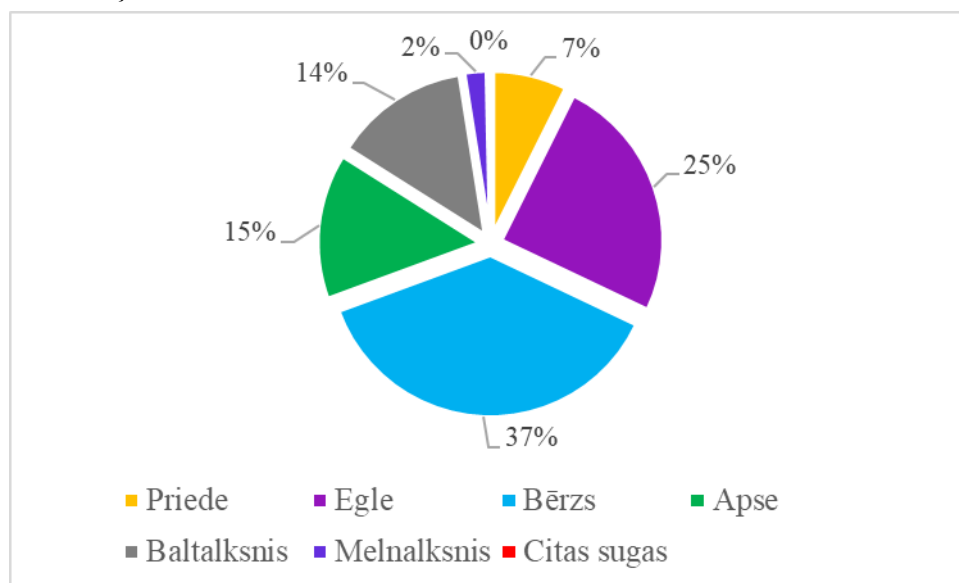
Pasākums	Filtrēts pēc šāda pēdējās darbības veida
8.1. Ieaugušas mežaudzes papildināšana	Atjaunošana; atjaunošana_kopšana; ieaudzēšana; ieaudzēšana_kopšana; jaunaudžu kopšana
8.1. Meža ieaudzēšana un kopšana	Ieaudzēšana; ieaudzēšana_kopšana; jaunaudžu kopšana
8.3./4. Mežaudžu atjaunošana pēc dabas katastrofām	Atjaunošana; atjaunošana_kopšana; jaunaudžu kopšana
8.5. Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu	Jaunaudžu kopšana
8.5. Jaunaudžu kopšana bez atzarošanas	Jaunaudžu kopšana
8.5. Paaugas retināšana	Jaunaudžu kopšana; koku ciršana

8.5. Pameža pārveidošana	Jaunaudžu kopšana; koku ciršana
8.5. Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa	Atjaunošana; atjaunošana_kopsana; jaunaudžu kopšana
8.5. Valdošās sugas nomaiņa	Atjaunošana; atjaunošana_kopsana; jaunaudžu kopšana

Koksnes krājas aprēķins

SEG emisijas un piesaistes no biomasas ir tieši atkarīgas no krājas izmaiņām pēc pasākumu realizēšanas. Šajā paragrāfā aprakstīta krājas aprēķinu metodiku katram pasākumam, kuram veicami SEG emisiju aprēķini no biomasas (skatīt 3.1. **Error! Reference source not found..Tab.**).

Aprēķini veikti 3 saimnieciski nozīmīgāko koku sugu griezumā – priede, egle, bērzs. Pārējās sugas pieskaitītas pie bērza. Šīs 3 koku sugas kā valdošā suga ir sastopama 69,4% no visām LAP atbalstītajām mežaudzēm (skat. 3.1.att.). Kaut arī 30% no visām platībām ir ar citu valdošo sugu, tomēr zināšanu trūkums par šo sugu augšanas gaitu mežsaimniecisko darbību ietekmē Latvijā un līdzīgos apstākļos, un biomasas vienādojumu neesamība (īpaši pazemes) ierobežo iespēju aprēķinos tās izdalīt atsevišķi.



3.1.attēls. Koku sugu īpatsvars platībās, kuras pieteiktas LAP 2014-2020 pasākumiem

Apakšpasākums 8.1. Atbalsts apmežošanai un meža zemes izveidei

Saskaņā ar LAP 2014-2020 šis apakšpasākums iedalās divās grupās:

1. Meža ieaudzēšana daļēji aizaugušās lauksaimniecības zemēs un to kopšana. Pasākuma ietvaros tiek piešķirts atbalsts apauguma novākšanai vidēji 30% platībā, augsnes sagatavošanai 1 ha platībā un vidēji 2200 gab/ha stādu iegādei un stādīšanai.
2. Meža ieaudzēšana, papildinot daļēji aizaugušās lauksaimniecības zemes un to kopšana. Atšķirībā no iepriekšējā pasākuma, papildināšana veicama platībās ar lielāku apaugumu. Atbalsts tiek piešķirts apauguma novākšanai vidēji 50% platībā, augsnes sagatavošanai vidēji 50% no platības un vidēji 1100 gab/ha stādu iegādei un stādīšanai.

Aprēķini balstīti uz pieņēmumu, ka pasākuma ietekmē veidojas papildus krājas pieaugums koksnē. Papildus pieaugums raksturo, kādas izmaiņas uz kokaudzes kopējo krāju atstāj konkrētais pasākums. Pieņemts, ka papildus pieaugums veidojas, sākot no nākamā gada pēc pasākuma veikšanas un ir konstants un nemainīgs visā aprēķinu periodā (skat. 3.3.tab.). Lai raksturotu mērķtiecīgu meža ieaudzēšanu ar stādāmo materiālu izmantotas Daugavietes (2008) gūtās atziņas par koku augšanas gaitu apmežotās neizmantotajās lauksaimniecības zemēs. Dabiski apmežojušās platībās izmantoti dati no MSI II cikla¹.

3.3.tabula. Vidējais ikgadējais papildus pieaugums pēc pasākuma veikšanas – priede, egle un bērzs.

Valdošā suga	Meža ieaudzēšana ar stādāmo materiālu		Dabiski apmežojušās platības		Papildus pieaugums, papildinot aizaugušās platības, m ³ ha ⁻¹ gadā
	Audzes krāja, m ³ ha ⁻¹ ; vecums (Daugaviete et al., 2008)	Vidējais ikgadējais papildus pieaugums, m ³ ha ⁻¹ gadā	Audzes krāja, m ³ ha ⁻¹ ; vecums (MSI II cikls ¹)	Vidējais ikgadējais papildus pieaugums, m ³ ha ⁻¹ gadā	
Priede	66,0; 12	5,5	52,0; 20	2,6	2,9
Egle	43,8; 12	3,7	30,0; 20	1,5	2,2
Bērzs un citas	48,4; 10	4,8	54,0; 20	2,7	2,1

Ja realizēts pasākums, kur ieaudzēšana veikta 100% no visas platības, tad pieņemts, ka papildus pieaugums šādā gadījumā ir vienāds ar vidējo pieaugumu, attiecīgi priedei 5,5 m³ ha⁻¹ gadā, eglei 3,7 m³ ha⁻¹ gadā un bērzam 4,8 m³ ha⁻¹ gadā. Ja ir notikusi meža ieaudzēšana, papildinot daļēji aizaugušu lauksaimniecības zemi, tad papildus pieaugums ir vienāds ar starpību starp vidējo pieaugumu meža ieaudzēšanā mākslīgi un dabisko apmežojanos – priedei 2,9 m³ ha⁻¹ gadā, eglei 2,2 m³ ha⁻¹ gadā un bērzam 2,1 m³ ha⁻¹ gadā.

Apakšpasākums 8.3./8.4. Atbalsts meža bojājumu profilaksei un atjaunošanai, ko nodarījuši ugunsgrēki, dabas katastrofas, katastrofāli notikumi

Pieņemts, ka audzei ejot bojā ugunsgrēkā, dabas katastrofā vai cita katastrofāla notikuma rezultātā, pastāv divi turpmākie alternatīvi audzes attīstības scenāriji – dabiskā atjaunošanās un mākslīgā atjaunošanās.

LAP 2014-2020 pasākumu ietvaros atbalsts tiek sniegts par audzes atjaunošanu mākslīgi, kur tiek veikta augsnes apstrāde visā platībā, kā arī 100% audzes atjaunošana ar stādāmo materiālu, vidēji 2200 gab/ha. Tādēļ, SEG samazinājums, kas rodas šī pasākuma ietekmē, ir starpība starp SEG samazinājumu mākslīgi atjaunotā platībā un dabiski atjaunotā platībā.

Papildus pieaugums, kas rodas pasākuma veikšanas rezultātā ir 0,63 m³ ha⁻¹ gadā, 0,63 m³ ha⁻¹ gadā un 0,38 m³ ha⁻¹ gadā, attiecīgi priedei, eglei un bērzam (skat. 3.4.tab.).

¹ Mežu statistiskās inventarizācijas II cikla rezultāti. <http://www.silava.lv/22/section.aspx/View/13>

3.4.tabula. Vidējais ikgadējais papildus pieaugums pēc katastrofās bojāto audžu atjaunošanas – priede, egle un bērzs.

Valdošā suga	Papildus pieaugums, m3 ha-1 gadā
Priede	0,63
Egle	0,63
Bērzs un citas	0,38

Šis lielums ir aprēķināts, balstoties uz zinātnieku veiktajiem novērojumiem par selekcijas efektu uz stādāmā materiāla augšanas gaitu pēc iestādīšanas, kur secināts, ka izmantojot uzlabotu un pārāku stādāmo materiālu, iespējams iegūt par 10 - 30 % lielāku koksnes krāju (skat. 3.5.tab.) nekā dabiski atjaunotās platībās (Jansons et al., 2015, 2008).

3.5.tabula. Papildus iegūstamais efekts, izmantojot dažādu veidu stādmateriālu.

Valdošā suga	Papildus ieguvums, izmantojot stādmateriālu, %		
	Ieguves vieta zināma	Uzlabots	Pārāks
Priede	5	13	25
Egle	5	13	25
Bērzs un citas	5	13	25

Papildus krājas pieaugums aprēķināts vidējās audzes krājas 40-50 gadu vecumā atbilstoši mežu statistiskās inventarizācijas II cikla datiem (skat. 3.6.tab.), reizinot ar potenciālo selekcijas efektu, kas iegūstams, atjaunojot mežu mākslīgi ar augstvērtīgu stādmateriālu.

3.6.tabula. Vidējā 40-50 gadus vecu audžu krāja priedes, egles un bērza audzēs Latvijā².

Valdošā suga	Krāja, m3 ha-1
Priede	191
Egle	254
Bērzs un citas	214

Tā kā meža mākslīgajā atjaunošanā izmanto atšķirīgas kvalitātes stādmateriālu - ieguves vieta zināma (eglei un bērzam), uzlabots (priedei, eglei un bērzam) un pārāks (priedei un eglei), tad aprēķināts vidēji svērtais selekcijas efekts, atbilstoši saražoto stādmateriālu daudzumam (vienādojums 1).

$$S_{vid}\% = S_1\% * P_1 + S_2\% * P_2 + S_3\% * P_3, \text{ kur} \quad 1$$

$S_1\%$, $S_2\%$, $S_3\%$ – Papildus iegūstamais efekts, izmantojot stādmateriālu, attiecīgi - ieguves vieta zināma, uzlabots un pārāks, %;

P_1 , P_2 , P_3 – Proporcionālais saražotais stādmateriālu daudzums Latvijā, attiecīgi – ieguves vieta zināma, uzlabots un pārāks, %.

Proporcionālais saražoto stādmateriālu daudzums Latvijā apkopots 3.7.tab.

² Mežu statistiskās inventarizācijas II cikla rezultāti. <http://www.silava.lv/22/section.aspx/View/13>

3.7.tabula. Latvijā saražotā stādmateriāla sadalījums pēc to īpatsvara pa stādmateriāla kvalitātes grupām (eksperta vērtējums).

Valdošā suga	Papildus ieguvums, izmantojot stādmateriālu, %		
	Ieguves vieta zināma	Uzlabots	Pārāks
Priede	0	76	24
Egle	19	73	8
Bērzs un citas	50	50	0

Apakšpasākums 8.5. Ieguldījumi meža ekosistēmu noturības un ekoloģiskās vērtības uzlabošanai

Šajā apakšpasākumā izdalīti četri dažādi meža apsaimniekošanas pasākumi – jaunaudžu kopšana ar atzarošanu, jaunaudžu kopšana bez atzarošanas, neproduktīvu mežaudžu nomaiņa un valdošās sugas nomaiņa.

Jaunaudžu kopšanas, gan ar gan bez atzarošanas, rezultātā SEG emisiju samazinājumu rada CO₂ piesaiste biomasā, kas palielinās pēc kopšanas izdarīšanas. Pieņemts, ka atzarošanai nav ietekmes uz SEG emisijām vai piesaisti, tādēļ abiem pasākumiem metodiski izmantota vienāda pieeja. Pēc kopšanas veidojas papildus audzes krājas pieaugums. Aprēķinos izmantotās audzes krājas papildus pieauguma vērtības iegūtas no LVMI Silava realizēta projekta par jaunaudžu kopšanu (Lazdiņš, 2014) un ir apkopotas 3.8.tab.

3.8.tabula. Papildus audzes krājas pieaugums pēc jaunaudžu kopšanas audzēs ar dažādu valdošo sugu.

Suga	Papildus audzes krājas pieaugums, m ³ ha ⁻¹ gadā		
	Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu, jaunaudžu kopšana bez atzarošanas, paaugas retināšana, pameža pārveidošana	Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa	Valdošās sugas nomaiņa
Priede	1,60	0,63	-1,38
Egle	2,33	0,63	-0,64
Bērzs un citas	0,00	0,38	-0,41

Papildus audzes krājas pieaugums, **pieņemot, ka efekta ilgums ilgst visu aprēķinu periodu, t.i. 50 gadus**, skujkoku audzēs ir bijis no 1,6 m³ ha⁻¹ gadā līdz 2,3 m³ ha⁻¹ gadā egļu audzēs. Savukārt, bērzu un citu lapu koku audzēs papildus audzes krājas pieaugums ir ap nulli, kas nozīmē, ka jaunaudžu kopšanai nav ietekme uz kopējās audzes krājas veidošanos audzes līmenī. **Koku augšanas ātrums ir pieaudzis, bet tas nav uzlabojis audzes krājas rādītājus. Vidējais caurmērs ir lielāks, bet kopējā krāja dēļ mazāka koku skaita ir tāda pati kā bez kopšanas.**

Neproduktīvu audžu nomaiņas rezultātā, iepriekšējās audzes vietā tiek iestādīts kvalitatīvs stādāmais materiāls. Tāpēc, šis pasākums aprēķinos pielīdzināts mākslīgai meža atjaunošanai, līdzīgi kā 8.3./8.4. aktivitāte par mežaudžu atjaunošanu pēc dabas katastrofas. Pieņemts, ka neproduktīvā audze tiktu nocirsta arī bez atbalsta. Ja neproduktīvo audžu nomaiņa netiktu atbalstīta, tad šādas audzes visdrīzāk tiktu atjaunotas dabiski, samazinot potenciālo nākotnes audžu ražību. Otra iespējamā alternatīva ir, ka meža īpašnieks neproduktīvas audzes vietā izvēlas nocirst

produktīvāku audzi, pieņemot, ka ciršanas apjomus regulē pieprasījums pēc koksnes un koksnes tirgus cena. Tas ir svarīgi tādēļ, ka pēc audzes nociršanas, nocirstā koksne parasti tiek pieskaitīta pie emisijām, tomēr šajā gadījumā, pasākums veicina to, ka kvalitatīvu audžu vietā tiek nocirstas mazāk kvalitatīvas, vai arī neproduktīvās audzes tiek atjaunotas ar kvalitatīvu stādāmo materiālu, kas nodrošina lielāku pieaugumu nākotnē. Kopumā nemainot SEG emisiju apjomus, kas rodas ciršanas rezultātā. Tai pat laikā, jaunā audze ir produktīvāka par iepriekšējo un kopējā CO₂ piesaiste koksnes biomasa valsts teritorijā pieaug.

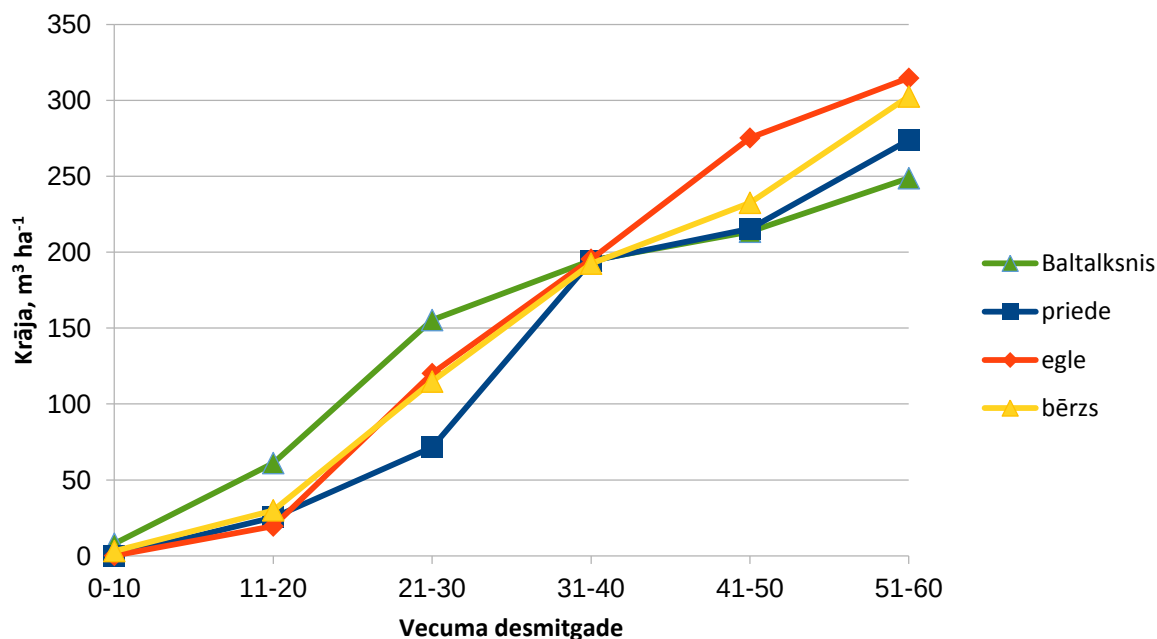
Neproduktīvu audžu nomaiņai izdarīti tādi paši pieņēmumi, kā pie apakšpasākuma 8.3./8.4., skatīt nodaļu - Apakšpasākums 8.3./8.4. Atbalsts meža bojājumu profilaksei un atjaunošanai, ko nodarījuši ugunsgrēki, dabas katastrofas, katastrofāli notikumi.

Valdošās sugas nomaiņa attiecas uz baltalkšņu un blīgznu mežaudzēm, kuras sasniegušas vismaz 30 gadus. Baltalksnis un blīgzna ir pieskaitāmi pie ātri augošajām lapu koku sugām (Lazdiņa et al., 2013) ar salīdzinoši īsu rotācijas ciklu. Atbilstoši mežu statistiskās inventarizācijas datiem (skat. 3.2.att.) privātajos mežos baltalkšņu audzēs līdz 31 - 40 gadu vecumklasei audžu krāja ir lielāka nekā priedes, egles un bērza mežaudzēs valsts mežos. Baltalkšņu audžu vecumam, palielinoties virs 40 gadiem, to krāja ir mazāka nekā trīs galveno koku sugu mežaudžu krāja. Tas nozīmē, ka sākotnēji, baltalkšņu audzēs krājas pieaugums ir lielāks nekā priedes, egles un bērza audzēs, kas nozīmē, ka nomainot valdošo sugu no baltalkšņa uz priedi, egli vai bērzu, papildus pieaugums būs negatīvs (skat. 3.9.tab.). Taču, sākot no 21-30 gadu vecumam, šo 3 sugu pieaugums jau ir straujāks nekā baltalksnim. Jāņem gan vērā, ka šajā vecumā baltalkšņu audzēs nereti jau tiek izdarīta galvenā cirte, kas atstāj ietekmi uz vidējiem krājas rādītājiem šāda vecuma baltalkšņu audzēs.

Papildus pieauguma vērtības pa desmitgadēm aprēķinātas no audzes krājas pieauguma vienā desmitgadē vērtējamai sugai atņemot audzes krājas pieaugumu desmitgadē baltalkšņu audzēs un šo starpību dalot ar 10. Tādējādi tiek iegūts ikgadējais papildus pieaugums.

3.9.tabula. Papildus pieaugums no 0 – 50 gadu periodā pēc pasākuma veikšanas, kas rodas nomainot valdošo sugu no baltalkšņa uz priedi egli vai bērzu.

Valdošā suga	Ikgadējais periodiskais papildus ieguvums, m3 ha-1 gadā				
	0 – 10 gadi	11 – 20 gadi	21 – 30 gadi	31 – 40 gadi	41 – 50 gadi
Priede	-1.18352	-0.21526	2.366273	7.338393	1.235634
Egle	-1.18233	-0.79849	7.822937	2.609624	7.075595
Bērzs un citas	-0.96251	-0.05461	6.230904	2.851635	3.104539



3.2.attēls. Vidējās audžu krājas izmaiņas baltalkšņa, priedes, egles un bērza audzēs auglīgajos meža tipos.

Apakšpasākums 4.3. Atbalsts ieguldījumiem infrastruktūrā – meliorācijas sistēmu atjaunošana

Meliorācijas sistēmu atjaunošanai ir netieša ietekme uz CO₂ piesaisti kokaudzē. Kaut arī meliorācija ļauj būtiski palielināt kokaudzes ražību platībās ar pārāk augstu gruntsūdens līmeni (Zalitis and Indriksons, 2010), tomēr meliorācijas sistēmu atjaunošana tieši neizraisa papildus pieauguma veidošanos (Lupikis et al., 2014; Zalitis and Indriksons, 2010). Tas skaidrojams ar vidēja un pieauguša vecuma audžu spēju transpirēt lieko ūdeni ievērojami efektīvāk nekā jaunaudžu vecumā, jo transpirējošais laukums ir ievērojami lielāks. Tomēr, efekts rodas, tad, kad audze tiek nocirsta. Kamēr nav izveidojusies kokaudze ar pietiekami lielu biomasu, audzes transpirācijas spēja ir ievērojami zemāka. Ja grāvju sistēma nav atjaunota, jaunās mežaudzes augšana ir ievērojami apgrūtināta, jo audze vēl nespēj pietiekamā apjomā regulēt pārāk augsto gruntsūdens līmeni.

Aprēķinos izdarīts pieņēmums, ka meliorācijas sistēmu atjaunošana ietekmē visas audzes, arī tās, kuras nav paredzēts nocirst tuvāko gadu laikā. Pieņēmums balstīts uz to, ka nosusinātajā platībā bez meliorācijas sistēmām, koku ražība būtu zemāka. Meliorācijas sistēmām zaudējot funkcionalitāti, gruntsūdens līmenis tiecas atgriezties sākotnējā stāvoklī pirms nosusināšanas.

Veicot meliorācijas sistēmu atjaunošanu, netiešā ietekme rodas caur papildus pieaugumu, kas veidojies pēc audzes nosusināšanas. Papildus pieauguma vērtības iegūtas no Latvijas mežzinātnieku pētījumos gūtajām atziņām 20. gs. vidū (Odiņš et al., 1960) par nosusināšanas ietekmi uz papildus pieauguma veidošanos (skat. 3.10.tab.). Tabulā atspoguļotās vērtības ir vidēji pēc platības svērtās vērtības, balstoties uz meža tipu izplatību āreņu un kūdreņu mežos. Vērtības atspoguļo īstermiņa nosusināšanas ietekmi līdz 30 gadiem pēc audzes nosusināšanas.

3.10.tabula. Papildus pieaugums no 0 – 50 gadu periodā pēc pasākuma veikšanas, kas rodas sugu nomainot valdošo sugu no baltalkšņa uz priedi egli vai bērzu.

Valdošā suga	Vidējais papildus pieaugums	
	Āreņi	Kūdreņi
Priede	3,23	2,90
Egle	3,12	4,42
Bērzs un citas	2,04	2,04

Apakšpasākums 12.2. Kompensācijas par Natura 2000 teritorijām mežā

Kaut arī saimnieciskā darbība Natura 2000 teritorijās daļā mežaudžu ir ierobežota, tomēr nevar apgalvot, ka atbalsta maksājumi par Natura 2000 teritorijām meža zemēs veicina SEG emisiju samazināšanos ne īstermiņā ne ilgtermiņā.

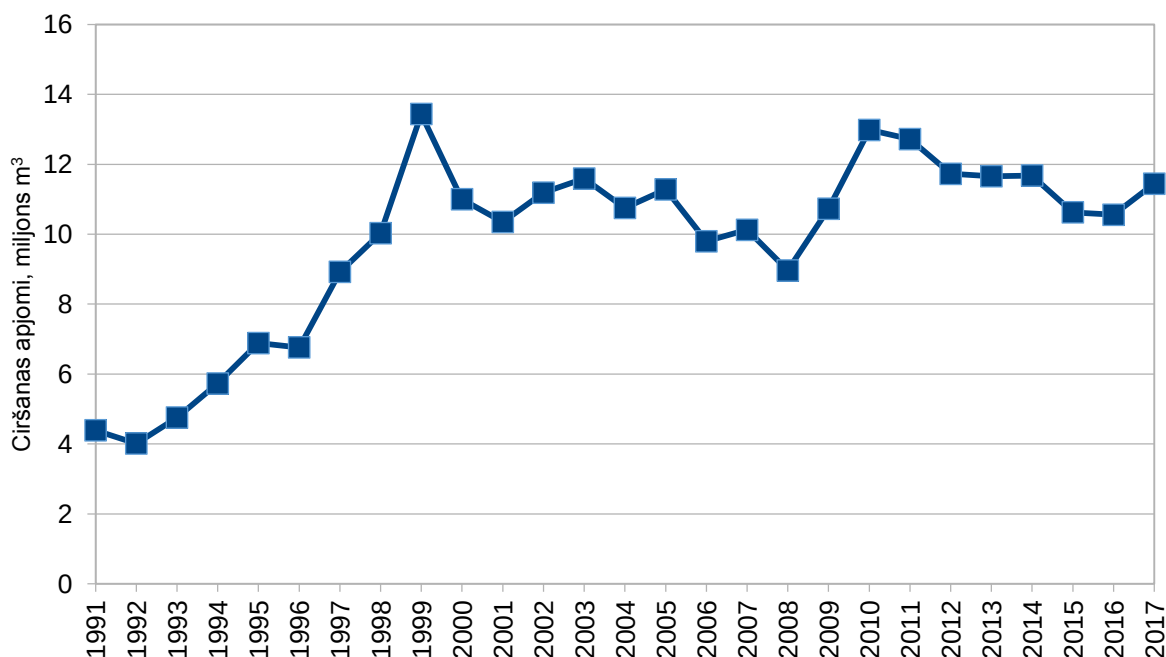
Natura 2000 statusa piešķiršana meža platībai un atbalsta maksājumi neveicina tūlītējas izmaiņas koku augšanā, bet tas atstāj ietekmi ilgtermiņā uz koku augšanas gaitu. Natura 2000 statusa piešķiršana, teorētiski, var ietekmēt oglekļa krājumu izmaiņas audzē divējādi. Pirmkārt, ierobežotas saimnieciskās darbības dēļ (piemēram, netiek veikta kopšana) var samazināties koku pieaugums, kas atstāj negatīvu ietekmi uz CO₂ piesaisti. Otrkārt, tas var ierobežot audzes nociršanu, tātad arī novērst oglekļa zudumus, kas rodas audzi nocērtot, kas pretēji pirmajam scenārijam, atstāj pozitīvu ietekmi uz SEG apriti, jo tiek novērsta CO₂ izdalīšanās no konkrētās audzes. Problēmatika Natura 2000 statusa ietekmes vērtēšanai uz SEG emisijām slēpjas tajā apstākļi, ka ne vienmēr ir zināms, vai, piemēram, audzes saglabāšana to necērtot, lai saņemtu maksājumus par Natura 2000, neveicina citas audzes nociršanu.

Natura 2000 statusa piešķiršana neizslēdz iespēju, ka līdzīgs daudzums koksnes papildus tiek nocirsts citā īpašumā vai nogabalā, lai nodrošinātu koksnes plūsmu. To var argumentēt ar samērā stabilu mežizstrādes apjomu pēdējo gadu laikā (skat. 3.3.att.) un arvien pieaugošiem ciršanai pieejamajiem koksnes resursiem valstī. Koksnes ciršanas apjomi lielā mērā ir atkarīgi no tirgus situācijas – pieprasījuma pēc koksnes un koksnes tirgus cenas, nevis maksājuma par Natura 2000 statusa esamību konkrētās platībās.

Lai būtu iespējams izvērtēt šādu atbalsta maksājumu ietekmi uz SEG emisijām, nepieciešama izpēte, lai noskaidrotu potenciālo maksājumu ietekmi uz kopējiem ciršanas apjomiem. Tāpat būtu vērtīgi apzināt, kādu ietekmi atbalsta maksājumi atstāj uz skarto meža platību īpašnieku saimnieciskās darbības plānošanu.

Papildus tam, lai būtu iespējama Natura 2000 atbalsta maksājumu ietekmes vērtēšana uz SEG emisijām, ir ļoti būtiski palielināt zināšanu bāzi par to, kas šajās platībās notiek, kā notiek šādu audžu attīstība. Lielākā daļa zināšanu par kokaudzes augšanas gaitu ir attiecināma uz saimnieciskajiem mežiem, bet trūkst informācijas par audzēm, kur saimnieciskā darbība ir ierobežota. Tādēļ ierasti lietotie augšanas gaitas modeļi nav izmantojami, lai modelētu šo audžu attīstību.

Kaut arī Natura 2000 statuss vismaz daļā no platībām viennozīmīgi atstāj ietekmi uz koku augšanu, tātad arī emisijām, taču nav iespējams raksturot kāda un cik liela ir šī ietekme pasākuma līmenī. Tādēļ secināms, ka ietekmes uz SEG emisijām aprēķinus, šādās platībās pašlaik izdarīt nav iespējams.



3.3.attēls. Ciršanas apjomu izmaiņas valstī, pēc VMD datiem³.

Pārrēķins no krājas uz biomasas un oglekļa masas vienībām.

SEG aprites aprēķināšanai dzīvajā biomasā izmantoti pieņēmumi par papildus pieaugumu. Emisijas vai piesaisti veido CO₂, kas piesaistīts vai emitēts papildus pieauguma veidošanās rezultātā. No papildus krājas pieauguma m³ vienībām uz papildus biomasas pieaugumu tonnās, pāriets atbilstoši vienādojumam 2.

$$B_{pap}^{vid} = a * (M)^b, \text{ kur} \quad 2$$

a, b – biomasas pārrēķinu koeficienti atbilstoši koku sugai;
M – audzes krāja, m³ ha⁻¹ gadā.

No krājas uz biomasu pārejai izmantoti virszemes (skat. 3.10.tab.) un pazemes (skat. 3.12.tab.) biomasas pārrēķinu koeficienti.

3.11.tabula. Virszemes biomasas pārrēķinu koeficienti.

Valdošā suga	Koeficienti	
	a	b
priede	0,88	0,91
egle	1,19	0,86
Bērzs un citas	0,56	1,01

³ Centrālais statistikas birojs,
https://data1.csb.gov.lv/pxweb/lv/lauks/lauks__mezsaimn__mezizstr__ikgad/MEG010.px/table/tableViewLayout1/?rxid=5fe77e18-52b5-4dc1-a603-573cb7339aff

3.12.tabula. Pazemes biomasas pārrēķinu koeficienti.

Valdošā suga	Koeficienti	
	a	b
priede	0,23	0,90
egle	0,3	0,88
Bērzs un citas	0,21	0,94

No biomasas uz oglekļa vienībām tonnās C ha⁻¹ pāriets reizinot biomasu ar oglekļa saturu koksne (skat. 3.13.tab.).

3.13.tabula. Oglekļa saturs koksne.

Valdošā suga	Kg tonnā ⁻¹
priede	531
egle	528
Bērzs un citas	521

Augsne

Augsnes emisijas rēķinātas atbilstoši pieņēmumam, ka no viena hektāra gada laikā tiek emitēts vai piesaistīts konstants daudzums SEG emisiju visā aprēķinu periodā. Kopējās augsnes SEG emisijas var veidoties no dažādiem emisiju avotiem – augsnes CO₂ emisijas, augsnes CH₄ emisijas, augsnes N₂O emisijas, CH₄ emisijas no nosusināšanas grāvjiem, netiešās CO₂ emisijas caur DOC. Dažādiem apsaimniekošanas pasākumiem ir dažāda ietekme uz šiem emisiju avotiem, bet daudziem no pasākumiem nav zinātniska pamatojuma kā rēķināt augsnes SEG emisijas.

Turpmāk ir aprakstīti pieņēmumi, pēc kuriem ir aprēķinātas augsnes emisijas no dažādiem pasākumiem.

Pasākums M08 - Ieguldījumi meža platību paplašināšanā un mežu dzīvotspējas uzlabošanā

Par pamatu augsnes emisiju koeficientiem, kas izmantoti aprēķinos, ir Yasso07 augsnes oglekļa aprites modelis (Tuomi et al., 2011), izņemot organiskās augsnes, kur šis augsnes modelis nav izmantojams. Aprēķiniem organiskajās augsnēs izmantoti IPCC noklusētie emisiju faktori (Hiraishi et al., 2014a).

Visi pasākumi šajā kategorijā ir vērtējami, kā augsnes SEG emisiju mazinoši pasākumi, izņemot valdošās sugas nomaiņa (skat. 3.14.tab.). Valdošās sugas nomaiņa attiecās uz ātraudzīgo baltalkšņu un blīgznu audzēm, kur tās tiek nomainītas pret lēnāk augošām, bet saimnieciski vērtīgākām koku sugām. Pirmajos 10 gados arī mežu ieaudzēšanas ietekme ir tuva nullei, jo jauno koku augšana bieži vien vēl ir pārāk lēna un to biomasu ir pārāk maza, lai veicinātu pastiprinātu oglekļa piesaisti augsnē. Apmežošana jeb mežu ieaudzēšana (skat. 3.14.tab. – a) veicina oglekļa piesaisti augsnē ilgtermiņā (Jandl et al., 2007; Johnson, 1992), bet īstermiņā, pirmajos 5 - 10 gados bieži vien tā nenotiek, un nereti norit pretējais – oglekļa krājumi samazinās (Karhu et al., 2011; Paul et al., 2002). Tas ir tādēļ, ka nobiru daudzums no kokiem, kas nonāk augsnē pirmajos gados vēl ir nenozīmīgs un tas nespēj nosegt oglekļa zudumus, kas rodas zemes transformācijas rezultātā (piem. augsnes uzāršana

zālājā). Ilgākā laika posmā, koku biomasa un nobiru daudzums pieaug, un oglekļa krājumi augsnē sāk pieaugt. Modelējot oglekļa krājumu izmaiņas ar *Yasso07* augsnes oglekļa modeli, konstatēts, ka 20 gados oglekļa krājumi vidēji pieaug par 9%, kamēr pirmajos 5 - 10 gados krājumi var pat samazināties (Karhu et al., 2011). Tādēļ, pieņemts, ka pirmajos 10 gados pēc pasākuma veikšanas augsnes emisiju koeficients ir 0, bet pēc šī perioda tas ir -0,6 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā. Pārējiem pasākumiem emisiju koeficienti ir nemainīgi visā aprēķinu periodā.

3.14.tabula. Augsnes emisiju koeficienti dažādiem LAP pasākumiem pirms un pēc pasākuma realizēšanas un starpība, kas izmantota kā pasākuma ietekmi raksturojošs augsnes emisiju koeficients. *Iekavās, emisiju koeficients >10 gadus pēc pasākuma realizācijas.

Pasākumi	Pirms pasākuma realizēšanas	Pēc pasākuma realizēšanas	Pasākuma realizācijas efekts
	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		
8.1. Ieaugušas mežaudzes papildināšana (a)	0	0 (-0,3*)	0 (-0,3*)
8.1. Meža ieaudzēšana, minerālaugsne (b)	0	0 (-0,6*)	0 (-0,6*)
8.1. Meža ieaudzēšana, organiskā augsne (c)	24,1	3,5	-20,6
8.3./4. Mežaudžu atjaunošana pēc dabas katastrofām (d)	0	-0,2	-0,2
8.5. Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu (e)	0	-0,2	-0,2
8.5. Jaunaudžu kopšana bez atzarošanas (e)	0	-0,2	-0,2
8.5. Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa (e)	0	-0,2	-0,2
8.5. Valdošās sugas nomaiņa (f)	0	0	0
8.5. Paaugas retināšana (e)	0	-0,2	-0,2
8.5. Pameža pārveidošana (e)	0	-0,2	-0,2

Citādi ir nosusinātās organiskajās augsnēs (skat. 3.14.tab. – b). Atbilstoši IPCC vadlīniju *Tier 1* metodikai, no organiskajām augsnēm notiek CO₂, CH₄, N₂O un DOC emisijas, kurām IPCC vadlīnijās arī piedāvāti noklusētie emisiju faktori (skat. 3.15.tab). Katram zemes lietojumam ir dažādi emisiju faktori. Mainoties vienam zemes lietojuma veidam uz citu, mainās arī emisiju faktori, kurus izmanto SEG emisiju aprēķināšanā. Starpība starp emisiju faktoriem no viena un otra zemes lietojuma veida ir vienāda ar emisiju faktoru, kas rodas zemes lietojuma maiņas rezultātā, šajā gadījumā pasākuma realizēšanas efekts.

3.15.tabula. IPCC noklusētie emisiju koeficienti (Hiraishi et al., 2014a). *Latvijā izstrādāts emisiju faktors, kas tiek lietots nacionālajā SEG inventarizācijā⁴.

Emisiju kategorija, mērvienība	Zālāji	Mežs	Mērvienība	Zālāji	Mežs
CO ₂ -C, tonnas ha ⁻¹ gadā	6,1	0,52*	CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	22,37	1,91
CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	16	2,5	CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	0,53	0,08
CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	1165	217	CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	1,17	0,22
N ₂ O-N, kg ha ⁻¹ gadā	-	2,8	CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	-	1,31
DOC, tonnas CO ₂ -C ha ⁻¹ gadā	0,88	0,88	CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	0,88	0,88
Kopā			CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	24,9	4,4

Pieņemts, ka visi pasākumi, izņemot meža ieaudzēšanu minerālaugsnē un valdošās sugas nomaiņu, īstermiņā ir augsnes SEG emisijas mazinoši pasākumi (skat. 3.14.tab.). Šāds pieņēmums balstīts uz to, ka šo pasākumu ietekmē palielinās oglekļa ienese augsnē, jo pieaug koku biomasas konkrētajā platībā, līdz ar to pieaug arī nobiru daudzums, kas nonāk augsnē. Pastāv stipra korelācija starp oglekļa ieneses daudzumu augsnē un oglekļa krājumiem augsnē (Bardulis et al., 2017).

Dabas katastrofu rezultātā (skat. 3.14.tab. – c), kad iet bojā mežaudze, pastāv 2 scenāriji. Vai nu audze atjaunojas dabiski, vai arī tā tiek atjaunota mākslīgi. Mākslīga audzes atjaunošana paātrina audzes atjaunošanos un veicina lielāku biomasas veidošanos, līdz ar to arī vairāk nobiru nonāk augsnē, bagātinot to ar oglekli. Pieņemts, ka mākslīga mežaudzes atjaunošana palielina ikgadējo CO₂ piesaisti par 0,2 tonnām ha⁻¹ gadā.

Līdzīgi pieņēmumi izdarīti arī par tādiem pasākumiem kā jaunaudžu kopšana, paaugas retināšana, pameža pārveidošana un neproduktīvu mežaudžu nomaiņa (skat. 3.14.tab. – d). Visi šie pasākumi pozitīvi ietekmē papildus pieaugumu, veicinot straujāku biomasas augšanu. Tā rezultātā pieaug arī nobiru daudzums, kas nonāk augsnē. Pieņemts, ka tas veicina CO₂ piesaistes palielināšanos par 0,2 tonnām ha⁻¹ gadā.

Kaut arī koku sugai ir būtiska loma oglekļa piesaistē augsnē (Vesterdal et al., 2013), nav pamata pieņemt, ka valdošās sugas nomaiņa (skat. 3.14.tab. – f) LAP pasākuma ietvaros veicinātu CO₂ piesaistes augsnē palielināšanos. No vienas puses baltalkšņu audzēs pirmajos gados noteikti veidojas vairāk biomasas, kam vajadzētu arī rezultēties lielākā nobiru daudzumā (tas nozīmē arī vairāk C), kas nonāk augsnē. No otras puses, skujkoku nobiras sadalās daudz lēnāk nekā lapu koku nobiras, tādēļ nav īsti skaidrs, kā šis pasākums kopumā ietekmē augsnes oglekļa krājumus. Atbilstoši augšņu monitoringa Biosoil 2012 dati, auglīgajos Vēra un Gāršas meža tipos, kur dominējošie ir ātraudzīgie lapu koki, ir mazāki augsnes oglekļa krājumi nekā mazāk auglīgajos damakšņa un lāna meža tipos (Bardulis et al., 2017).

Pagaidām pietrūkst zināšanu, lai varētu novērtēt šī pasākuma ietekmi uz augsnes emisijām. Viens no risinājumiem ir modelēt augsnes oglekļa krājumu imaiņas

⁴ Nacionālais SEG inventarizācijas ziņojums 2018. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/submissions/national-inventory-submissions-2017>

Yasso07 augsnes oglekļa aprites modelī, kur tiktu salīdzināti divi vai vairāki scenāriji, kur baltalkšņu audzes tiek nomainītas ar kādas citas, lēnāk augošas sugas audzēm.

Pasākums 4.3. - Meliorācijas sistēmu renovācija

Telpiskā informācija no platībām, kur veikta meliorācijas sistēmu renovācija nav pieejama, bet ir pieejami apkopotī skaitļi par to, cik lielās platībās meliorācijas sistēmu renovācija veikta gan LIZ gan mežā. Tomēr, nav informācijas par minerālaugšņu un organisko augšņu daudzumu platībās, kur šis pasākums īstenots. Tā kā atšķirības starp minerālaugsnēm un organiskajām augsnēm ir pārāk lielas, lai tās skatītu kā vienu vienību, tad izdarīts pieņēmums, ka no kopējās LIZ platības, kur veikta meliorācijas sistēmu renovācija, 6,3% ir organiskās augsnes, šādu proporciju izmanto nacionālajā SEG inventarizācijā⁴. Savukārt, mežos organiskās augsnes ir 41,2% no visām nosusinātajām platībām. Minerālaugsnēs (āreņi) atrodas 601 ha mežu, bet uz organiskajām augsnēm (kūdreņi) atrodas 422 ha mežu⁵.

Nosusināšanas rezultātā, samazinās gruntsūdens līmenis augsnē. Ja nosusināšana realizēta minerālaugsnē, nav pamata uzskatīt, ka tas izraisa SEG emisiju pieaugumu un kopumā var apgalvot, ka SEG bilance ir neitrāla vai tuvu neitrālai. Arī IPCC vadlīnijas nenosaka, ka emisijas būtu jāziņo no nosusinātām minerālaugsnēm. Citādi ir ar organiskajām augsnēm. Organisko augšņu nosusināšanas rezultātā būtiski pieaug CO₂ emisijas. Nosusināta organiskā augsne ir arī neliels CH₄ un N₂O emisiju avots un būtisks CH₄ emisiju avots no meliorācijas grāvjiem. Meliorācijas grāvju ierīkošana palielina arī oglekļa iznesi caur ūdens plūsmu pa grāvjiem – DOC.

Šajā pētījumā aprēķinos izmantoti koeficienti -0,06 tonnas CO₂ ha⁻¹ gadā platībām, kur meliorācijas sistēmas renovētas meža zemēs uz organiskajām augsnēm un 14,2 tonnas CO₂ ha⁻¹ gadā platībās, kur meliorācijas sistēmas renovētas lauksaimniecības zemēs uz organiskajām augsnēm (skat. 3.16.tab.).

Šie emisiju koeficienti ir aprēķināti saskaitot kopā IPCC emisiju koeficientus no visām emisiju kategorijām atbilstoši IPCC metodikai (Hiraishi et al., 2014a) – augsnes CO₂, augsnes CH₄, CH₄ no grāvjiem, N₂O un DOC (skat. 3.17.**Error! Reference source not found.**..tab.).

3.16.tabula. Augsnes emisiju koeficienti dažādiem LAP pasākumiem pirms un pēc pasākuma realizēšanas un starpība, kas izmantota kā pasākuma ietekmi raksturojošs augsnes emisiju koeficients⁶.

Pasākumi	Pirms pasākuma realizēšanas	Pēc pasākuma realizēšanas	Pasākuma realizācijas efekts
	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		
4.3. Meliorācijas sistēmu atjaunošana mežos, minerālaugsne	0	0	0
4.3. Meliorācijas sistēmu atjaunošana mežos, organiskā augsne	4,8	4.4	-0,06
4.3. Meliorācijas sistēmu atjaunošana LIZ, minerālaugsne	0	0	0

⁵ Mežu statistiskās inventarizācijas II cikla rezultāti. <http://www.silava.lv/22/section.aspx/View/13>

⁶ Pieņemts, ka nerealizējot pasākumu, platība klasificētos kā "rewetting" kategorija.

Pasākumi	Pirms pasākuma realizēšanas	Pēc pasākuma realizēšanas	Pasākuma realizācijas efekts
	Tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā		
4.3. Meliorācijas sistēmu atjaunošana LIZ, organiskā augsne	9,9	24,1	14,2

Lai veiktu aprēķinus, visi emisiju koeficienti konvertēti uz tonnām CO₂ ekv. Mērvienībām. Pieņemts, ka metāns ir 25 reizes, bet N₂O ir 298 reizes spēcīgāka siltumnīcas gāze nekā CO₂. Platībās, kur meliorācijas sistēmu renovācija veikta minerālaugsnēs, pieņemts, ka emisiju koeficients ir 0, tātad pasākums neietekmē emisiju lielumu.

3.17.tabula. IPCC noklusētie emisiju koeficienti (Hiraishi et al., 2014a). *Latvijā izstrādāts emisiju faktors, kas tiek lietots nacionālajā SEG inventarizācijā⁷.

Emisiju kategorijas, mērvienība	Zālājs	Mežs	Mērvienība	Zālājs	Mežs
CO ₂ -C, tonnas ha ⁻¹ gadā	6,1	0,52*	CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā	22,37	1,91
CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	16	2,5		0,53	0,08
CH ₄ -C, kg ha ⁻¹ gadā	1165	217		1,17	0,22
N ₂ O-N, kg ha ⁻¹ gadā	-	2,8		-	1,31
DOC, tonnas CO ₂ -C ha ⁻¹ gadā	0,31	0,31		0,88	0,88
Kopā				24,9	4,4

Apakšpasākums 12.2. - Kompensācijas par Natura 2000 teritorijām mežā un pasākums M10 – Agrovīdēs maksājumi un bioloģiskā lauksaimniecība

Oglekļa krājumu izmaiņas augsnē ir grūti konstatējamas, jo augsnes oglekļa uzkrājumi telpiski ir ļoti nevienmērīgi pat nelielā platībā. Pasākumu ietekmi būtu iespējams novērtēt ar augsnes oglekļa aprēķinu modeļiem, piemēram *Yasso07*, tomēr, atšķirībā no meža zemēm, trūkst zināšanu par oglekļa ieneses rādītājiem, kas ir nepieciešami, lai darbinātu modeli. Oglekļa ieneses daudzuma izmaiņas ir viens no galvenajiem faktoriem, kas ietekmē, kādas būs SEG emisiju izmaiņas. Lauksaimniecības zemēm, īpaši aramzemēm, raksturīgi, ka dažu gadu laikā vairākas reizes var mainīties audzētā kultūra un zemes lietojuma veids, kas atstāj būtisku ietekmi uz oglekļa ienesi augsnē un SEG emisiju veidošanos. Turklāt, par konkrēto platību ir ne tikai jāzina esošais stāvoklis, bet arī iepriekšējais zemes lietojuma veids vai kultūra kas audzēta. Iepriekšējais apsaimniekošanas modelis būtiski ietekmē sākotnējos oglekļa krājumus augsnē, kas ir izšķirošais faktors, vai realizētais

⁷ Nacionālais SEG inventarizācijas ziņojums 2018. <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/submissions/national-inventory-submissions-2017>

pasākums būs emisiju mazinošs, vai gluži otrādi. Tādēļ, bez oglekļa ieneses rādītājiem pie konkrētā apsaimniekošanas pasākuma (piemēram, agrovides pasākuma), ir jākonstruē iepriekšējā augseka un zemes izmantošanas maiņas dinamika pa gadiem pasākuma ietekmētajā platībā. Lai to izdarītu, ir jābūt pieejamai informācijai par oglekļa ienesi pie dažādiem apsaimniekošanas pasākumiem. Pašreiz šāda informācija nav pieejama un ir iespējami vien spekulatīvi pieņēmumi, ka piemēram, bioloģiskā lauksaimniecība veicina oglekļa akumulāciju augsnē.

Pastāv arī otra metode, kā konstatēt pasākumu ietekmi oglekļa krājumu izmaiņām augsnē. Tas ir augšņu monitorings, kas regulāri veicams ar noteiktu intervālu, piemēram, ik pēc pieciem gadiem ievācot augsnes paraugus vienos un tajos pašos parauglaukumos. Šīs metodes būtisks mīnuss ir, ka ir nepieciešams ilgs laiks un liela paraugkopa, lai konstatētu oglekļa krājumu izmaiņas augsnē.

Atšķirībā no agrovides pasākumiem un bioloģiskās lauksaimniecības ietekmes uz SEG emisijām problemātikas, Natura 2000 platībās aprēķini nav iespējami jau iepriekš aprakstīto iemeslu dēļ nodaļa par koksnes krājas aprēķinu. Informācija par Natura 2000 teritorijām un Natura 2000 statusa piešķiršanas ietekmi uz koksnes krājas izmaiņām ir neskaidra un nav skaitliski izsakāma. Tas nozīmē, ka nav skaidra arī ietekme uz nobiru veidošanos un oglekļa ienesi augsnē, kas ir galvenais augsnes oglekļa krājumus ietekmējošais rādītājs. Šo aprakstīto iemeslu dēļ, SEG augsnes emisiju aprēķinus agrovides pasākumiem, bioloģiskajai lauksaimniecībai un Natura 2000 teritorijām (mežos) pašlaik veikt nav iespējams.

Koksnes produkti

Pēc audzes nociršanas, visa koksne no dzīvās biomasas tiek ieskaitīta emisijās. Tomēr daļa no tās tiek uzkrāta un ilgāku laiku uzglabāta koksnes produktu grupā. Lai aprēķinātu koksnes produktu apjomus pa koksnes produktu grupām, no koksnes m³ vienībām pāriets tos reizinot ar sortimentu īpatsvaru (skat. 3.18.tab.) pa sortimentu grupām, iegūstot sortimentu daudzumu m³ (vienādojums 3).

$$\text{SORT} = M \cdot Y\% , \text{ kur}$$

3

M – Nocirstā krāja, m³;

Y% - Sortimenta īpatsvars no nocirstās krājas, %.

3.18.tabula. Koksnes sadalījums pa sortimentiem pēc ciršanas (eksperta vērtējums).

Sortimenti	Galvenā cirte			Krājas kopšanas cirte		
	priede	egle	bērzs	priede	egle	bērzs
skuju koku zāģbaļķi	0,751	0,510	0,228	0,538	0,385	0,175
lapu koku zāģbaļķi	0,004	0,040	0,085	0,001	0,009	0,027
bērza finierkluči	0,019	0,076	0,195	0,002	0,005	0,014
papīrmalka	0,184	0,287	0,391	0,356	0,417	0,554
malka	0,039	0,084	0,099	0,102	0,183	0,229

No sortimentiem uz koksnes produktiem – tonnas C, pāriets pareizinot sortimentu daudzumu m³ ar īpatsvaru (skat. 3.19.tab.), kādu vidēji iegūst no attiecīgā sortimenta un pareizinot ar pārrēķinu koeficientu no tilpuma vienībām uz oglekļa masas vienībām (vienādojums 4).

$$C_{HWP} = SORT * I * C\%_{HWP}, \text{ kur}$$

4

I – Koksnes produktu iznākums no dotajiem sortimentiem, %;

$C\%_{HWP}$ – oglekļa daudzums vienā m^3 koksnes produktu, tonnas $C\ m^{-3}$.

3.19.tabula. Koksnes produktu iznākuma īpatsvars no attiecīgajiem sortimentiem un pārreķinu koeficienti.

Koksnes produktu grupa	tonnas $C\ m^{-3}$	Iznākums	Iznākums
Skujkoku zāģmateriāli	0,225	41%	No skujkoku zāģbaļķiem
Lapu koku zāģmateriāli	0,28	16%	No lapkoku zāģbaļķiem
Finiera plāksnes	0,253	0%	No lapkoku zāģbaļķiem un finiera klučiem
Saplāksnis	0,267	7%	No lapkoku zāģbaļķiem un finiera klučiem
Skaidu plātnes (tai skaitā OSB)	0,269	3%	No visiem zāģbaļķiem un finiera klučiem
Kokšķiedras plātnes	0,335	0%	No visiem zāģbaļķiem un finiera klučiem
MDF koksnes plāksnes	0,295	0%	No visiem zāģbaļķiem un finiera klučiem

Koksnes produktu sadalīšanās notiek pakāpeniski. Atbilstoši IPCC metodikai pieņemts, ka 50% no koksnes produktiem ir sadalījušies/utilizēti pēc 2 gadiem papīram, 35 gadiem zāģmateriālam, 25 gadiem plātņu koksnei (Hiraishi et al., 2014b). Oglekļa krājumi koksnes produktu kategorijā katra gada beigās aprēķināmi pēc 5. vienādojuma.

$$C_{HWP}(i+1) = e^{-k} * C_{HWP}(i) + \left(\frac{1-e^{-k}}{k}\right) * inflow(i), \text{ kur} \quad 5$$

i – gads

e – eksponenciālā konstante, ~2,718;

k – sadalīšanās konstante katrai koksnes produktu kategorijai ($k = \ln(2)/HL$, kur HL – koksnes produktu grupu pussadalīšanās laiks gados, skat.)

inflow(i) – koksnes produktu ienese koksnes produktu grupā i gadā, tonnas C.

3.20.tabula. Pussadalīšanās periods dažādām koksnes produktu grupām (Hiraishi et al., 2014a).

Koksnes produktu grupa	Pussadalīšanās periods, gadi
Papīrs	2
Zāģmateriāli	35
Plātņu koksne	25

Starpība starp nākamā un iepriekšējā oglekļa krājumiem koksnes produktu kategorijā ir neto emisijas no šīs kategorijas (vienādojums 6).

$$\Delta C_{HWP}(i) = C_{HWP}(i+1) - C_{HWP}(i), \text{ kur}$$

6

4. DATU ANALĪZE

Pasākums M08 - Ieguldījumi meža platību paplašināšanā un mežu dzīvotspējas uzlabošanā

Pēc VMD datu bāzē pieejamās informācijas, no 2014. līdz 2018. gada sākumam LAP pasākumi kopā pieteikti un pieteikumā norādītās darbības realizētas 46 439 ha mežaudžu (skat. 4.1.tab.). Tomēr, datu bāze nesniedz informāciju, vai pieteikums ir atbalstīts un pieteiktā darbība ir realizēta LAP 2014-2020 atbalsta ietvaros, vai pieteikums ir noraidīts, bet meža īpašnieks pieteikto darbību ir realizējis, ieguldot savu finansējumu. Atlases kritēriji, pēc kā atlasītas platības skatīt metodikā - Platību identificēšana. Lai uzlabotu iespēju atlasīt atbalstam pieteiktās audzes un tās audzes, kurās pieteikums ir atbalstīts, būtu nepieciešama atgriezeniskā saite no Lauku atbalsta dienesta (LAD), kas apkopo šādu informāciju, ar iespēju LAD sniegto informāciju analizēt telpiski.

Visaktīvāk izmantota iespēja veikt Jaunaudžu kopšanu bez atzarošanas, kas realizēta aptuveni 93% gadījumu jeb 43 314 ha no visām platībām, kas pieteiktas LAP 2014-2020 atbalstam. Visvairāk koptas ir bērzu audzes, kurās jaunaudžu kopšana LAP2014-2020 ietvaros realizēta 28 851 ha mežaudžu. Aktīvi izmantota arī iespēja veikt jaunaudžu kopšanu un atzarošanu un valdošās sugas nomaiņu, kur abas aktivitātes ir realizētas nedaudz vairāk kā 1000 ha platību, bet meža ieaudzēšana un kopšana realizēta 711 ha platību.

Visvairāk pasākumu realizēti bērzu un citu lapkoku audzēs. Tomēr mežu atjaunošanā un valdošās sugas nomaiņā dominējošā ir egļe. Priedes audzēs ir vērojama zemākā aktivitāte, kas būtu skaidrojams ar mežu īpašumu struktūru Latvijā, kur atšķirībā no valsts mežiem, privāto meža īpašnieku zemēs ir salīdzinoši neliels priežu audžu īpatsvars.

4.1.tabula. Mežaudžu platības, kurās realizēti LAP pasākumi.

Pasākums	Suga	Platība, ha						
		2014	2015	2016	2017	2018	Kopā	Kopā
8.1. Ieaugušas mežaudzes papildināšana	Priede	0	0	0	0	0	0	7
	egle	0	0	1	3	0	5	
	Bērzs un citas	2.5	0	1	1	0	2	
8.1. Meža ieaudzēšana un kopšana	priede	0	0	2	45	0	47	711
	egle	0	0	11	391	1	403	
	Bērzs un citas	0	0	7	255	1	262	
8.3./4. Mežaudžu atjaunošana pēc dabas katastrofām	priede	0	0	0	33	0	33	202
	egle	0	0	1	141	0	142	
	Bērzs un citas	0	0	0	27	0	27	

8.5. Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu	priede	4	7	85	84	4	180	1053
	egle	3	9	75	55	9	148	
	Bērzs un citas	45	23	292	393	17	725	
8.5. Jaunaudžu kopšana bez atzarošanas	priede	172	223	1669	1618	47	3556	43314
	egle	735	539	5410	4730	227	10907	
	Bērzs un citas	1280	1212	11897	14941	801	28851	
8.5. Paaugas retināšana	priede	1	0	6	4	0	10	22
	egle	0	3	1	3	0	7	
	Bērzs un citas	7	2	2	2	0	5	
8.5. Pameža pārveidošana	priede	1	5	3	5	0	14	14
	egle	0	0	0	0	0	0	
	Bērzs un citas	0	0	0	0	0	0	
8.5. Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa	priede	0	0	0	1	0	1	58
	egle	0	0	5	16	0	21	
	Bērzs un citas	0	2	14	20	0	35	
8.5. Valdošās sugas nomaiņa	priede	0	0	0	4	0	4	1058
	egle	0	0	32	861	11	905	
	Bērzs un citas	0	0	10	134	5	149	
Kopā		2251	2026	19523	23767	1123	46439	46439

Mežu ieaudzēšanas rezultātā notiek Zemes izmantošanas maiņa no lauksaimniecības zemes uz meža zemi. Aprēķinot pasākuma ietekmi uz SEG emisijām, būtiski ņemt vērā organisko augšņu īpatsvaru no visām apmežotajām platībām, jo mainoties zemes lietojuma veidiem ievērojami mainās emisiju apjomi no organiskajām augsnēm. Kopā tikai 10 ha platību (skat. 4.2.tab.), kas atrodas uz organiskajām augsnēm, ir realizēta meža ieaudzēšanas un kopšanas aktivitāte.

4.2.tabula. Organisko augšņu platības, kurās realizēti 8.1. LAP apakšpasākums Meža ieaudzēšana un kopšana.

Augsnes veids	Valdošā suga	Platība, ha					
		2014	2015	2016	2017	2018	Kopā
Organiskās augsnes	Priede	0	0	0	0	0	10
	egle	0	0	0	2	0	
	Bērzs un citas	0	0	0	8	0	
Minerālaugsnes	Priede	0	0	2	45	0	701
	egle	0	0	11	389	1	
	Bērzs un citas	0	0	7	246	0	

No visām LAP2014-2020 pasākumu aktivitātēm meža apsaimniekošanā un ieaudzēšanā, visefektīvākais pasākums SEG emisiju samazināšanai ir meža ieaudzēšana, jo īpaši organiskajās augsnēs. Tās ir iespējams identificēt pēc meža tipa. Organiskās augsnes ir sastopamas tajos meža tipos, kas klasificējami kā kūdreņi. Meža ieaudzēšana vidēji no viena hektāra SEG emisijas ļauj samazināt par 5,88 tonnām CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā minerālaugsnēs (skat. 4.3.tab.), kamēr organiskajās augsnēs samazinājums ir pat 25.84 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā.

Ar kokiem dabiski aizaugušās platībās, kur koku biežība ir zema un ir nepieciešama apaugušās platības papildināšana ar stādmateriāliem, iespējams sasniegt 2.73 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā emisiju samazinājumu. Pārējiem pasākumiem SEG emisiju izmaiņas ir ar mazāku potenciālu, taču parasti tas ir negatīvs, kas nozīmē, ka pēc pasākuma realizēšanas SEG emisijas samazinās. Izņēmums ir pasākums – valdošās sugas nomaiņa. Šajā pasākumā pirmajās 3 - 4 desmitgadēs ātri augošais baltalksnis un blīgzna ir ar lielāku krājas pieaugumu, nekā tām koku sugām ar ko tas tiek aizstāts, tādēļ arī pirmajās desmitgadēs piesaistes ir mazākas pēc pasākuma realizēšanas un kopējas SEG emisiju izmaiņu potenciāls ir ar pluss zīmi, kas nozīmē SEG emisiju palielināšanos. Taču jāņem vērā, ka ilgākā periodā, sākot no 40 gadu vecuma, baltalkšņa un blīgznu audzēs sāk samazināties pieaugums un tās lēnām sāk sabrukt, un lielākas piesaistes ir citu koku sugu audzēs.

4.3.tabula. Vidējais SEG samazinājums, realizējot LAP pasākumus meža zemēs līdz 2020. gadam.

Pasākums	SEG emisijas, tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā			
	Priede	Egle	Bērzs un citas	Vidēji
8.1. Ieaugušās mežaudzes papildināšana	-3,33	-2,19	-2,68	-2,73
8.1. Meža ieaudzēšana, minerālaugsne	-6,81	-4,21	-6,62	-5,88

8.1. Meža ieaudzēšana, organiskā augsne	-26,77	-24,17	-26,58	-25,84
8.3./4. Mežaudžu atjaunošana pēc dabas katastrofām	-0,92	-0,84	-0,68	-0,81
8.5. Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu	-2,04	-2,56	0	-1,53
8.5. Jaunaudžu kopšana bez atzarošanas	-2,04	-2,56	0	-1,53
8.5. Paaugas retināšana	-2,04	-2,56	0	-1,53
8.5. Pameža pārveidošana	-2,04	-2,56	0	-1,53
8.5. Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa	-0,92	-0,84	-0,68	-0,81
8.5. Valdošās sugas nomaiņa	1,81	1,59	1,22	1,54

Citi LAP pasākumi ZIZIMM sektorā

Papildus iepriekšējā nodaļa apskatītajiem pasākumiem, LAP2014-2020 pasākumi aptver arī citas ZIZIMM sektorā ietilpstošas zemes lietošanas kategorijas, vai citus mežsaimniecību ietekmējošus pasākumus ar netiešu ietekmi uz SEG emisijām. Šajā kategorijā ieskaitīti M4.3. apakšpasākumi par meliorācijas sistēmu renovāciju, M12.2. apakšpasākums par Natura 2000 teritoriju ierīkošanu meža zemēs un to kompensēšanas mehānismu, M10.1. agrovīdes apakšpasākumi un M11. pasākumi, kas saistīti ar bioloģisko lauksaimniecību.

No šiem pasākumiem, tikai meliorācijas sistēmu atjaunošanas ietekme ir izvērtējama kvantitatīvi un iespējams aprēķināt ietekmi uz SEG emisijām. Par pārējiem pasākumiem trūkst informācijas, kas ļautu izdarīt vajadzīgos pieņēmumus, lai veiktu atbilstošus aprēķinus. Tādēļ, bez M08 pasākumiem, rezultātos apskatīta vēl tikai meliorācijas sistēmu renovācija.

Meliorācijas sistēmu renovācija

Atsevišķi nodalāma meliorācijas sistēmu renovācija mežos un lauksaimniecības zemēs, un meliorācijas sistēmu atjaunošana minerālaugsnēs un organiskajās augsnēs. Lauksaimniecībā izmantojamās zemēs meliorācijas sistēmu atjaunošana skārusi 300 561 ha platības, no kurām 6,3% jeb 18 935 ha atrodas uz organiskajām augsnēm. Mežos meliorācijas sistēmu atjaunošana ietekmējusi 114 005 ha, no kuriem 41,2% jeb 46 970 ha atrodas uz organiskajām augsnēm – kūdreņos. Tā kā telpiskie dati par meliorācijas sistēmām un to atjaunošanas skartajām platībām nav pieejami, tad nav iespējams izdalīt šīs platības detalizētāk pēc meža tipiemi un sugām.

Meliorācijas sistēmu renovācija mežos veicina SEG piesaistes palielināšanos, tātad kopējo SEG emisiju samazināšanos (skat. 4.4.tab.). Gan organiskajās gan minerālaugsnēs, renovējot meliorācijas sistēmas mežā, vidējās SEG emisiju izmaiņas ir ar mīnuss zīmi, kas norāda uz SEG emisiju samazinājumu. Lielākais SEG emisiju samazinājums sasniedzams āreņos priedes mežaudzēs, kur samazinājums sasniedz 3,7 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā.

Citādi ir ar meliorācijas sistēmām lauksaimniecības zemēs. Atbilstoši IPCC Tier 1 metodikai, var pieņemt, ka minerālaugšņu nosusināšana nerada emisijas, bet organisko augšņu nosusināšana ir būtisks emisiju avots. Tai pat laikā, nosusināšana ievērojami palielina kultūraugu ražību jeb biomasas pieaugumu. Tas veicina arī

lielāku oglekļa ienesi augsnē caur biomasu (Palosuo et al., 2015). No tā izriet, ka nosusinot minerālaugšnes, augšnes oglekļa krājumi teorētiski varētu būtiski pieaugt. Taču šādai likumsakarībai nav droša apstiprinājuma. Kaut arī IPCC Tier 1 metodika pieļauj izmantot pieņēmumu, ka minerālaugšņu nosusināšanas rezultātā papildus emisijas neveidojas, tomēr šāds pieņēmums drīzāk ir balstīts uz zināšanu trūkumu nevis konstatētajām likumsakarībām. Trūkst pētījumu, kuros būtu raksturotas oglekļa krājumu izmaiņas pēc minerālaugšņu nosusināšanas lauksaimniecības zemēs. Daudz pētījumu par nosusināšanas ietekmi ir veikti organiskajās augsnēs, kur viennozīmīgi parādās CO₂ emisiju palielinājums pēc nosusināšanas (Kasimir- Klemetsson et al., 1997; Langeveld et al., 1997; Nieveen et al., 2005). Tai pat laikā, atsevišķos pētījumos konstatēts, ka augšnes mitrumam, sasniedzot ekstrēmi zemu līmeni, notiek pretējais process, un augšnes CO₂ emisijas samazinās (Bowden et al., 1998; Davidson et al., 1998). Augšņu daudzveidība lauksaimniecības zemēs Latvijā ir liela, sākot no labi drenētām organiskajām vielām nabadzīgām augsnēm līdz vāji drenētām ar organiskajām vielām bagātām augsnēm, kur iemesls drenētības pakāpei ir, sākot no izvietojuma reljefā līdz augšnes granulometriskajam sastāvam. Šāda augšņu dažādība krietni sarežģī veikt korektus aprēķinus attiecībā uz minerālaugšņu nosusināšanu, jo daļā augšņu, piemēram glejaugsnēs, tas var veicināt augsnē esošā oglekļa sadalīšanos un lielākas emisijas, kamēr atsevišķās labi drenētās augsnēs papildus novadgrāvju ierīkošana var samazināt jau tā zemo mitruma daudzumu tajās, kas novestu pie augsnē notiekošo procesu palēnināšanās un tam sekojošu emisiju samazināšanās. Taču pārāk zems mitruma daudzums augsnē varētu arī bremzēt augu spēju fotosintezēt un ražot biomasu, kas kavētu arī oglekļa nokļūšanu augsnē. Šādi pretrunīgi scenāriji neļauj viennozīmīgi apgalvot, ka minerālaugšņu nosusināšana lauksaimniecībā, palielina vai samazina CO₂ emisiju veidošanos, kaut arī formāli IPCC metodika pieļauj veikt šādus kategoriskus pieņēmumus.

Balstoties uz šiem pieņēmumiem nolemts pieturēties pie konservatīva pieņēmuma, kur attiecībā uz organiskajām augsnēm piemērots IPCC vadlīniju Tier 1 līmeņa emisiju faktori aramzemēm, rezultātā iegūstot emisiju pieaugumu par 14,2 tonnām CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā pēc meliorācijas sistēmu renovācijas. Bet minerālaugsnēs pieņemts konservatīvs scenārijs, kad emisijas ir 0 jeb augšnes oglekļa krājumi augsnē nemainās, kas atbilstoši Tier 1 metodikai tiek lietots, uzskaitot SEG emisijas citās minerālaugsnēs.

Atsevišķos ar Latvijas nacionālo SEG inventarizāciju saistītos ziņojumos (2017. gada ziņojums par politikām, pasākumiem un SEG prognozēm) ir veikti savādāki pieņēmumi, rezultātā iegūstot piesaistes nevis emisijas, kas būtiski atšķiras no šajā ziņojumā minētā. Iemesls šādām atšķirībām ir iepriekš aprakstītās problēmas saistībā ar SEG uzskaiti no nosusinātām minerālaugsnēm. Tas ir zināšanu trūkums par šiem procesiem, kas aktuāli ir ne tikai Latvijā. Tas rada situāciju, ka aprēķini var būt balstīti tikai uz vispārīgiem pieņēmumiem. Turklāt, gan šajā ziņojumā, gan 2017. gada ziņojumā minētie pieņēmumi uz vismaz daļu no aramzemju augšņu grupām Latvijā ir korekti un atbilst reālajai situācijai, kamēr uz citu augšņu grupām tie varētu būt nekorekti.

Vērtējot nosusināšanu, papildus jau iepriekš minētajiem faktoriem, jāņem vērā, ka nosusināšana lauksaimniecībā un mežsaimniecībā nav viens no otra neatkarīgi procesi. Veicot nosusināšanu lauksaimniecības zemēs, tas nereti atstāj labvēlīgu ietekmi arī uz tuvējiem mežiem un otrādi. Meliorācijas sistēmu tīkls parasti aptver plašāku teritoriju nekā tikai to platību, kurā tiek mērķtiecīgi renovēta meliorācijas sistēma, jo liekais ūdens ir jānovada līdz ūdenstilpnei, kas var būt pat daudzu kilometru attālumā no mērķa platības. Līdz ar to, nav iespējama sekmīga

mežu hidrotehniskā meliorācija, ja netiek uzturētas meliorācijas sistēmas arī lauksaimniecības zemēs. Kopumā var pieņemt, ka hidrotehniskās meliorācijas sistēmu renovācija palielina CO₂ piesaisti par vidēji 1,2 tonnām ha⁻¹ gadā.

4.4.tabula. Vidējais SEG samazinājums 4.3. pasākumā – meliorācijas sistēmu renovācija.

Meliorācijas sistēmu renovācija	Suga (mežsaimniecībā)	SEG emisijas, tonnas CO ₂ ekv. ha ⁻¹ gadā
Mežs, organiskās augsnes	Priede	-3,39
	Egle	-3,42
	Bērzs	-2,39
Mežs, minerālaugsnes	Priede	-3,71
	Egle	-2,93
	Bērzs	-2,42
LIZ, organiskās augsnes		14,2
LIZ, minerālaugsnes		0
Vidējā meliorācijas sistēmu renovācijas ietekme		-1,2

Apakšpasākums 12.2. - Kompensācijas par Natura 2000 teritorijām mežā un pasākums M10 – Agrovides maksājumi un bioloģiskā lauksaimniecība

Kaut arī Natura 2000 platībmaksājumu un Agrovides pasākumu ietekmi uz SEG emisijām pašlaik skaitliski nevar novērtēt, toties literatūrā pieejamā informācija ļauj izdarīt pieņēmumus par atsevišķu pasākumu ietekmes virzienu (ietekme ir negatīva vai pozitīva).

Paredzams, ka tādi agrovides apakšpasākumi kā 10.1.3. Rugāju lauks ziemas periodā un 10.1.4. Nektāraugu audzēšana nektāra ieguvei pozitīvu ietekmi uz augsnes oglekļa krājumiem, tātad šie pasākumi varētu būt uzskatāmi par SEG emisiju mazinošiem (skat. 4.5.tab.). Turpretī, apakšpasākums 10.1.1. Bioloģiskās daudzveidības uzturēšana zālajos sagaidāms, ka var negatīvi ietekmēt augsnes oglekļa krājumu veidošanos. Tas skaidrojams ar to, ka pasākuma ietvaros tiek pļauta un izvākta nopļautā zāle. Tādējādi, daļa no biomasā piesaistītā oglekļa, tiek iznesta no ekosistēmas un nenokļūst augsnē.

Pārējiem pasākumiem to ietekme uz SEG emisijām nav zināma.

4.5.tabula. Teorētiska pasākumu ietekme uz augsnes oglekļa krājumiem.

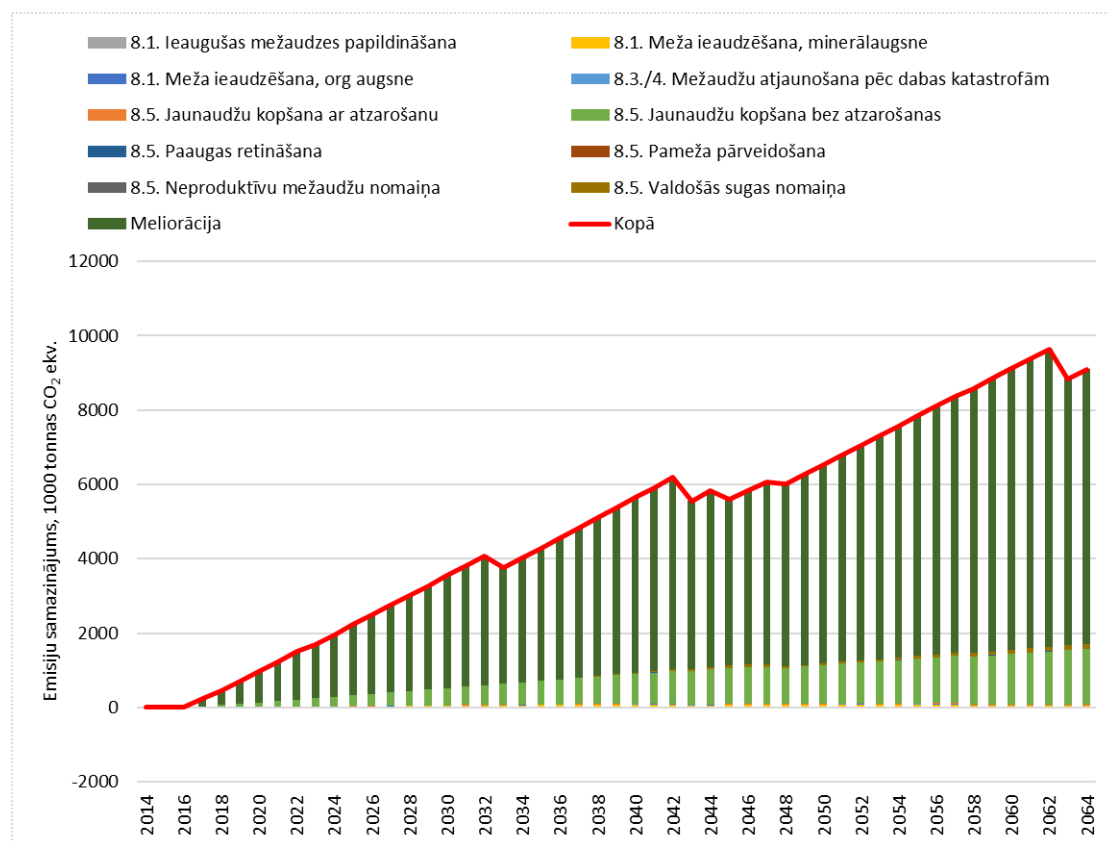
Ar + apzīmēta oglekļa piesaiste (SEG emisiju samazinājums), ar - oglekļa zudumi no augsnes (SEG emisiju palielinājums), ar 0 apzīmēts, ja pasākumam ir neitrāla ietekme, ar “nav zināms” apzīmēti pasākumi, kuriem ietekme ir neskaidra.

Pasākums	Pasākuma ietekme
12.2. Kompensācijas maksājums par Natura 2000 mežā	Nav zināms
10.1.1. Bioloģiskās daudzveidības uzturēšana zālajos	-

10.1.2. Videi saudzējošu metožu pielietošana dārzkopībā	Nav zināms
10.1.3. Rugāju lauks ziemas periodā	+
10.1.4. Nektāraugu audzēšana nektāra ieguvei	+
11. Bioloģiskā lauksaimniecība	Nav zināms

LAP pasākumu ietekme uz SEG emisijām ZIZIMM sektorā Latvijā

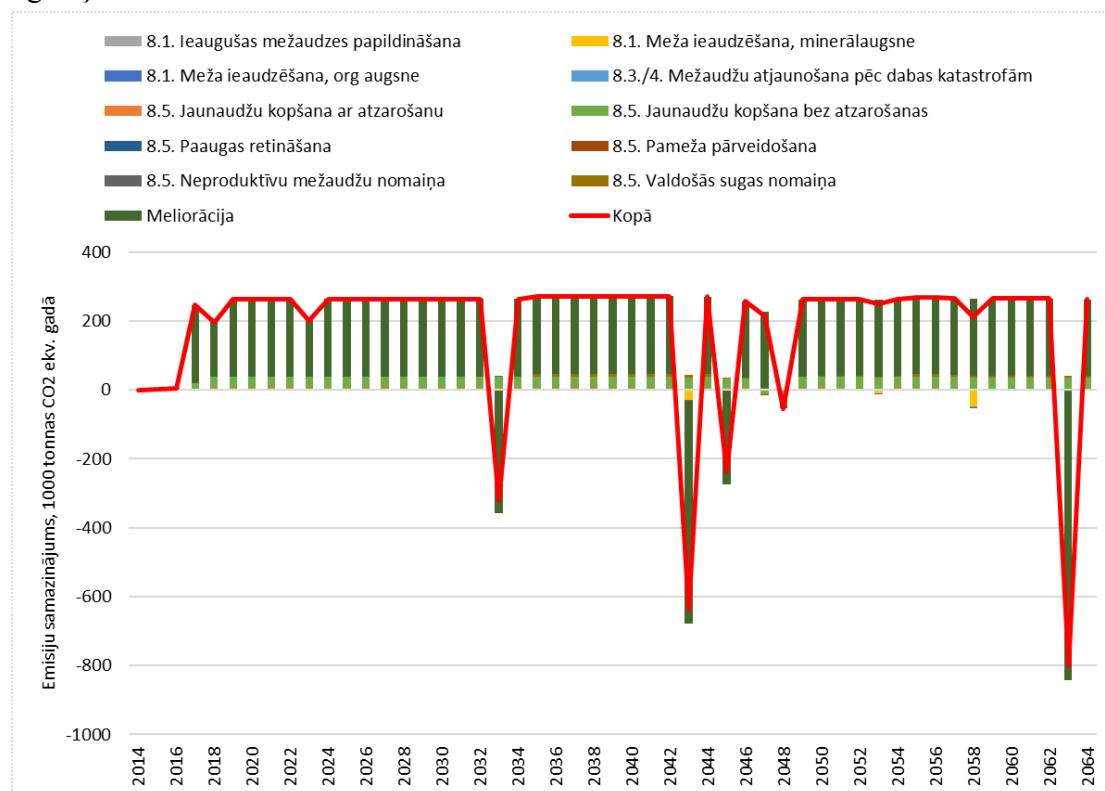
Ņemot vērā tikai pašreiz realizētos LAP 2014-2020 pasākumus, kopējais SEG samazinājums no pasākumiem mežā (ieskaitot meliorāciju) līdz 2020. gadam (6 gadu periodā) būs ap 974 tūkst. CO₂ ekv. (skat. 4.1.att.). Vislielākais emisiju samazinājums tiks panākts ar pasākumu meliorācijas sistēmu renovācija mežā, kura rezultātā SEG emisiju samazinājums sasniegs 837 tūkst. CO₂ ekv. Ievērojamu devumu sniedz arī jaunaudžu kopšana, kuras rezultātā tiek sasniegts 128 tūkst. CO₂ ekv. samazinājums. Galvenokārt, tas saistīts ar meliorācijas sistēmu renovācijas un jaunaudžu kopšanas pasākuma lielo platību attiecībā pret citiem pasākumiem. Trešais lielākais pasākums pēc SEG emisiju samazinājuma īpatsvara ir meža ieaudzēšana un kopšana ar 11 tūkst. CO₂ ekv. samazinājumu. Kopā ar meliorācijas sistēmu renovāciju un jaunaudžu kopšanu šie trīs pasākumi veido 99,9% no visa SEG emisiju samazinājuma LAP pasākumu ietekmē no 2014. līdz 2020. gadam. Sagaidāms ka LAP pasākumu ietekmē, nākamo 50 gadu laikā izdosies uzkrāt līdz pat 9100 tūkst. tonnas CO₂ ekv. emisiju samazinājumu 2064. gadā.



4.1.attēls. Kumulatīvais SEG emisiju samazinājums

Sākot ar 2018. gadu, emisiju samazinājums gadā sasniegs gandrīz 230 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā (skat. 4.2.att. un 4.6. tab.). Straujās izmaiņas, kas vērojamas atsevišķos gados, piemēram 2043., 2045., 2048. un 2063. gados, skaidrojamas ar to, ka šajā laikā audzēs, kurās veikta meliorācijas sistēmu renovācija,

paredzamas krājas kopšanas un galvenās cirtes, kuru laikā daļa no papildus uzkrātā oglekļa tiks iznesta no mežaudzēm caur izcirsto koksni.



4.2.attēls. Kopējās SEG emisijas no LAP M08 pasākumiem no 2014. līdz 2064. gadam.

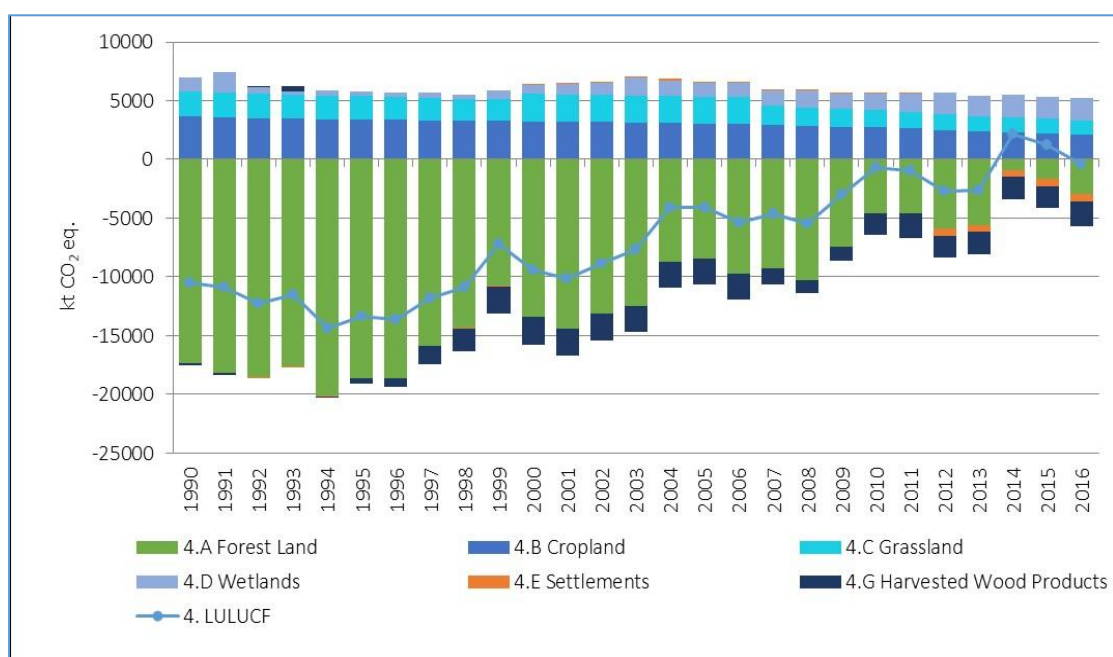
Visi LAP 2014-2020 pasākumi jau pirmos gadus pēc pasākuma realizēšanas ir emisijas mazinoši pasākumi, izņemot valdošās sugas nomaiņa, jo sākotnēji vidējais krājas pieaugums lielāks ir baltalkšņu audzēs, salīdzinot ar saimnieciski vērtīgākajām koku sugām – priedi, egli un bērzu. Sagaidāms, ka 20 – 30 gadus pēc šī pasākuma realizēšanas, jaunās audzes tekošais krājas pieaugums pārsniegtu baltalkšņu audžu tekošo krājas pieaugumu, tādēļ ilgtermiņā ir sagaidāms, ka arī šis pasākums veicinās emisiju samazināšanos.

4.6.tabula. Vidējais ikgadējais SEG emisiju samazinājums dažādos periodos.

Pasākums	SEG emisijas, tonnas CO ₂ ekv. gadā				
	2020	2030	2040	2050	2060
8.1. Ieaugušas mežaudzes papildināšana	21	24	-16	-7	-74
8.1. Meža ieaudzēšana, minerālaugsne	2731	3498	146	1631	-4562
8.1. Meža ieaudzēšana, org augsne	152	196	139	172	-27
8.3./4. Mežaudžu atjaunošana pēc dabas katastrofām	116	149	41	114	-242
8.5. Jaunaudžu kopšana ar atzarošanu	571	677	666	191	677
8.5. Jaunaudžu kopšana bez atzarošanas	28686	33679	33203	23800	33679
8.5. Paaugas retināšana	32	37	33	12	37
8.5. Pameža pārveidošana	28	31	28	2	31

8.5. Neproduktīvu mežaudžu nomaiņa	31	37	4	36	-90
8.5. Valdošās sugas nomaiņa	-993	168	7823	-167	7065
Meliorācija	168000	167000	138000	150000	116000
Kopā	196000	205000	181000	174000	153000

Salīdzinot ar kopējām neto emisijām no ZIZIMM sektora, LAP 2014-2020 pasākumu ietekmē varētu palielināt SEG piesaisti par ~ 5%. Pēdējo 5 gadu laikā SEG piesaiste ir robežās no 2800 līdz pat 8000 tūkst. tonnām CO₂ ekv. gadā (skat. 4.3.att.), bet LAP pasākumu ietekmē potenciālais SEG piesaistes palielinājums ir 263 tūkst. tonnas CO₂ ekv. gadā.



4.3.attēls. Ikgadējās SEG emisijas no ZIZIMM sektora Latvijā kopā⁴

5. SECINĀJUMI UN IETEIKUMI

Gandrīz visi pasākumi, kas realizējami meža zemēs ir SEG emisijas mazinoši, izņemot valdošās sugas nomaiņu pirmajos 20 gados. Efektīvākais no pasākumiem ir meža ieaudzēšana LIZ uz organiskajām augsnēm kura ieguldījums SEG emisiju samazināšanā sasniedz vidēji 25,8 tonnas CO₂ ekv. ha⁻¹ gadā. Tomēr, mazo platību dēļ, kopējā šī pasākuma ietekme ir salīdzinoši nenožīmīga. Lai efektīvāk sasniegtu MV 5E plānoto, rekomendējams mērķtiecīgāk realizēt meža ieaudzēšanas pasākumu organiskajās augsnēs.

Kaut arī valdošās sugas nomaiņa īstermiņā nesniedz SEG emisijas mazinošu efektu, SEG emisiju samazinājumu iespējams gūt ilgtermiņā. Tā kā Latvijai saistoši ir klimata mērķi gan uz 2020. gadu, gan arī pēc 2050. gada, tad analizējot LAP 2014–2020 pasākumu ietekmi ļoti svarīgi ir ņemt vērā arī ilgtermiņa ietekmi. Ilgtermiņā (sākot no 20–30 gadu perioda pēc pasākuma veikšanas) valdošās sugas nomaiņa no baltalkšņa un blīgzņas audzēm uz saimnieciski vērtīgo sugu audzēm – bērza, priedes, egles, sniedz SEG emisiju samazinājumu.

Lielāko īpatsvaru SEG emisiju samazināšanā sniedz meliorācijas sistēmu renovācija mežos, kas sastāda vairāk nekā 85% no visa SEG emisiju samazinājuma. Tas skaidrojams ar to, ka šis pasākums no visiem pasākumiem ir realizēts vislielākajās platībās. Tomēr, šī pasākuma īpatsvars ir jāvērtē piesardzīgi, jo sniegtā informācija par meliorācijas sistēmu renovācijas skartajām platībām var būt kļūdaina, jo nav pārliecības par šī pasākuma uzskaites korektumu. Atbilstoši sniegtajai informācijai, meliorācijas sistēmu renovācija ir ietekmējusi aptuveni 114 tūkst. ha meža platību, kas ir desmitā daļa no visiem nosusinātajiem mežiem un iespējams šī platība ir pārvērtēta. Ievērojamu īpatsvaru SEG emisiju samazināšanā sniedz arī jaunaudzju kopšana – 13%. Meža meliorācijas sistēmu renovācija kopā ar meža ieaudzēšanas pasākumu kopā veido 99,9% īpatsvaru no visiem pasākumiem.

Hidrotehniskās meliorācijas sistēmu renovācijas kopējā ietekme lauksaimniecības un meža zemēs veido vidēji 1,2 tonnas CO₂ ekv. uz 1 hektāru zemes. Tā kā nosusināšanas grāvji, lai novadītu lieko ūdeni, var stiepties caur dažādām zemes kategorijām, meliorācijas sistēmu renovācija vienā zemes kategorijā ietekmē meliorācijas sistēmu funkcionalitāti citā zemes kategorijā. Daudzos gadījumos nav iespējams nodrošināt sekmīgu hidrotehniskās meliorācijas sistēmu darbību meža zemēs, ja netiek veikta renovācija arī lauksaimniecības zemēs un otrādi.

Kopumā ņemot, LAP 2014–2020 pasākumu ietekme uz ZIZIMM sektoru ir ~5% no kopējām SEG piesaistēm ZIZIMM sektorā. Tomēr, jāņem vērā, ka šie pasākumi ne tikai dod ieguldījumu SEG emisiju mazināšanā, bet veicina arī meža augšanas produktivitātes pieaugumu, kas atstāj pozitīvu ietekmi uz tautsaimniecību.

Aprēķinu veikšanu ievērojami apgrūtinā telpisko datu trūkums par veiktajiem pasākumiem meža zemēs. Pašlaik nav atgriezeniskās saites starp VMD datu bāzi un LAD pieejamo informāciju par platībām, kurām atbalsts pasākumu veikšanai piešķirts. Kamēr šāda informācija nav pieejama, platību identificēšanā jābalstās uz pieņēmumiem, kas būtiski samazina aprēķinu precizitāti.

Nepieciešams veikt pētījumus, lai iegūtu zināšanas par tādu pasākumu kā agrovides pasākumi un bioloģiskā lauksaimniecība ietekmi uz oglekļa ienesi augsnē. Šādas zināšanas ir būtiskas, lai varētu modelēt augsnes oglekļa krājumu izmaiņas un to ietekmi uz SEG emisijām. Tāpat, trūkst informācijas par nosusināšanas grāvju renovācijas ietekmi uz augsnes oglekļa krājumu veidošanos LIZ minerālaugsnēs. Pašreiz ir iespējams aprēķināt aptuvenu biomasas ienesi šādās platībās, taču nav

skaidrības, kā atšķirīgs augsnes mitruma režīms ietekmē organisko vielu sadalīšanās ātrumu dažādās augsnēs, kas sastopamas LIZ minerālaugsnēs.

IZMANTOTIE INFORMĀCIJAS AVOTI

- Bardulis, A., Lupikšis, A., Stola, J., 2017. Carbon balance in forest mineral soils in Latvia modelled with Yasso07 soil carbon model. Presented at the Research for Rural Development, pp. 28–34. <https://doi.org/10.22616/rrd.23.2017.004>
- Bowden, R.D., Newkirk, K.M., Rullo, G.M., 1998. Carbon dioxide and methane fluxes by a forest soil under laboratory-controlled moisture and temperature conditions. *Soil Biol. Biochem.* 30, 1591–1597. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(97\)00228-9](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(97)00228-9)
- Daugaviete, M., Gaitnieks, T., Kļaviņa, D., Teliševa, G., 2008. Oglekļa akumulācija virszemes un sakņu biomasā priedes, egles un bērza stādījumos lauksaimniecības zemēs. *Mežzinātne* 18, 35–52.
- Davidson, E.A., Belk, E., Boone, R.D., 1998. Soil water content and temperature as independent or confounded factors controlling soil respiration in a temperate mixed hardwood forest. *Glob. Change Biol.* 4, 217–227. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2486.1998.00128.x>
- Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M., Troxler, T., 2014a. 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands. IPCC, Switzerland.
- Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M., Troxler, T., 2014b. 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol. IPCC, Switzerland.
- Jandl, R., Lindner, M., Vesterdal, L., Bauwens, B., Baritz, R., Hagedorn, F., Johnson, D.W., Minkinen, K., Byrne, K.A., 2007. How strongly can forest management influence soil carbon sequestration? *Geoderma* 137, 253–268. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2006.09.003>
- Jansons, Ā., Baumanis, I., Haapanen, M., 2008. Parastās priedes (*Pinus Sylvestris* L.) klonu atlase Kurzemes zonas 2. kārtas sēkļu plantācijas izveidei un sagaidāmais ģenētiskais ieguvums. *Mežzinātne* 17, 88–116.
- Jansons, Ā., Donis, J., Danusevicius, D., Baumanis, I., 2015. Differential analysis for next breeding cycle for norway spruce in Latvia. *Balt. For.* 21, 285–297.
- Johnson, D.W., 1992. Effects of forest management on soil carbon storage. *Water. Air. Soil Pollut.* 64, 83–120. <https://doi.org/10.1007/BF00477097>
- Karhu, K., Wall, A., Vanhala, P., Liski, J., Esala, M., Regina, K., 2011. Effects of afforestation and deforestation on boreal soil carbon stocks—Comparison of measured C stocks with Yasso07 model results. *Geoderma* 164, 33–45. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.05.008>
- Kasimir- Klemetsson, Å., Klemetsson, L., Berglund, K., Martikainen, P., Silvola, J., Oenema, O., 1997. Greenhouse gas emissions from farmed organic soils: a review. *Soil Use Manag.* 13, 245–250. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.1997.tb00595.x>
- Langeveld, C.A., Segers, R., Dirks, B.O.M., van den Pol-van Dasselaar, A., Velthof, G.L., Hensen, A., 1997. Emissions of CO₂, CH₄ and N₂O from pasture on drained peat soils in the Netherlands, in: van Ittersum, M.K., van de Geijn, S.C. (Eds.), *Developments in Crop Science, Perspectives for Agronomy*. Elsevier, pp. 57–64. [https://doi.org/10.1016/S0378-519X\(97\)80008-6](https://doi.org/10.1016/S0378-519X(97)80008-6)
- Lazdiņa, D., Liepiņš, K., Bardule, A., Liepiņš, J., Bardulis, A., 2013. Wood ash and wastewater sludge recycling success in fast-growing deciduous tree - Birch and alder plantations. *Agron. Res.* 11, 347–356.

- Lazdiņš, A., 2014. Mežsaimniecisko darbību ietekme uz siltumnīcefekta gāzu emisijām un CO₂ piesaistēm. LVMI Silava, Salaspils.
- Lupikis, A., Murniece, S., Lazdins, A., 2014. IMPACT OF RECONSTRUCTION OF FOREST DRAINAGE SYSTEMS ON INCREASE OF LIVING WOODY BIOMASS IN THINNED MIDDLE-AGE CONIFEROUS STANDS. Presented at the In Forest Ecosystem and Its Management: Towards Understanding the Complexity I, Ilgas, pp. 15–16.
- Nieveen, J.P., Campbell, D.I., Schipper, L.A., Blair, I.J., 2005. Carbon exchange of grazed pasture on a drained peat soil. *Glob. Change Biol.* 11, 607–618. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2005.00929.x>
- Odiņš, J., Bušs, K., Kļaviņš, J., Maike, P., 1960. Mežu nosusināšana. Latvijas Valsts Izdevniecība, Rīga.
- Palosuo, T., Heikkinen, J., Regina, K., 2015. Method for estimating soil carbon stock changes in Finnish mineral cropland and grassland soils. *Carbon Manag.* 6, 207–220. <https://doi.org/10.1080/17583004.2015.1131383>
- Paul, K.I., Polglase, P.J., Nyakuengama, J.G., Khanna, P.K., 2002. Change in soil carbon following afforestation. *For. Ecol. Manag.* 168, 241–257. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00740-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00740-X)
- Tuomi, M., Rasinmäki, J., Repo, A., Vanhala, P., Liski, J., 2011. Soil carbon model Yasso07 graphical user interface. *Environ. Model. Softw.* 26, 1358–1362. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2011.05.009>
- Vesterdal, L., Clarke, N., Sigurdsson, B.D., Gundersen, P., 2013. Do tree species influence soil carbon stocks in temperate and boreal forests? *For. Ecol. Manag.*, Influence of tree species on forest soils: New evidence from field studies 309, 4–18. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.01.017>
- Zalitis, P., Indriksons, A., 2010. The hydrological properties of waterlogged and drained forests in Latvia. *J. Water Land Dev.* 13b, 69–86. <https://doi.org/10.2478/v10025-010-0006-9>