

PĀRSKATS

PAR A/s "LATVIJAS VALSTS MEŽI" PASŪTĪTO PĒTĪJUMA

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: MEŽSAIMNIECISKO DARBĪBU IETEKMES UZ SILTUMNĪCAS EFEKTU
IZRAISOŠO GĀZU BILANCI PĒTĪJUMA PROGRAMMAS IZSTRĀDE

OTRĀ ETAPA IZPILDI

LĪGUMA NR.: 5.5-5.1/001Y/110/08/8

IZPILDES LAIKS: 2010. GADA OKTOBRIS - 2011. GADA JANVĀRIS

IZPILDĪTĀJS: LATVIJAS VALSTS MEŽZINĀTNES INSTITŪTS "SILAVA"

PROJEKTA VADĪTĀJS:

A.Lazdiņš

Salaspils, 2011

KOPSAVILKUMS

Daba otrā etapa darba uzdevumi:

1. izstrādāt metodiku dažādu aprēķinu vienādojumu (*virszemes un pazemes biomasas, nodalot atsevišķi stumbru, vainaga, celma un sakņu biomasu, koksnes produktus*) saimnieciski nozīmīgākajām koku sugām (*priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis, baltalksnis, ozols, osis*) SEG emisijas un piesaistes faktoru noteikšanai. T.sk. metodikā ietvert mērījuma parametrus, lai nodrošinātu ticamību un vienādojumu sagatavošanu, kuri raksturo, kā no mērījuma parametriem pārrēķināt uz SEG bilanci. Apkopot biomasas pārrēķinu vienādojums, balstoties uz Latvijā un Ziemeļvalstīs veikto pētījumu rezultātiem. Veikt vienkāršotus aprēķinus par SEG bilanci mežsaimniecisko darbību ietekmē;
2. aprobēt paraugošanas un analīžu metodiku CO₂ piesaistes noteikšanai oglekļa rezervēs mežsaimnieciskās darbības kategorijās ar nozīmīgāko ietekmi;
3. ne-CO₂ SEG emisiju aprēķiniem sagatavot apkopojumu par IPCC GPG LULUCF un Ziemeļvalstu SEG inventarizācijas pārskatos dotajiem emisiju faktoriem, kas būtu piemērojami Latvijas klimatiskajos apstākļos;
4. sagatavot turpmākās pētījuma programmas metodiku, pētījuma apjomu, ieteikumus pētījuma ilgumam, tās daļām, darba uzdevumus.

Darba otrajā etapā sagatavota metodika saimnieciski nozīmīgāko koku sugu dzīvās un nedzīvās koksnes allometrisko vienādojumu izstrādāšanai, kā arī metodika SEG emisiju un CO₂ piesaistes novērtēšanai atslēgas kategorijās (*krājas kopšana, kailcirtes un izlases cirtes – CO₂ emisijas no nedzīvās koksnes un nedzīvās zemsegas, meža ceļu būvniecība – CO₂ emisijas no augsnes un nedzīvās zemsegas*). Ņemot vērā, ka SEG inventarizācijā pielietojamās metodes neraksturo mežsaimniecisko darbību ietekmi uz CO₂ piesaisti, pētījumā, balstoties uz ekspertu viedokli, izdalītas potenciālās atslēgas kategorijas (*meža ieaudzēšana, dabiskā apmežošanās – CO₂ piesaiste augsnē, nedzīvajā zemsegā, nedzīvajā koksnē un dzīvajā biomasā, mākslīgā meža atjaunošana un jaunaudžu kopšana – CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā, meža meliorācijas sistēmu atjaunošana – CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā un emisijas no augsnes*). Pētījumā izstrādāta arī metodika SEG emisiju kontekstā potenciāli nozīmīgāko bojājumu kategoriju – uguns un vēja ietekmes uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti novērtēšanai. Pētījumā kombinētas īstermiņa un ilgtermiņa aktivitātes – pirmās dod indikatīvu informāciju par attiecīgās mežsaimnieciskās darbības ietekmi uz CO₂ piesaisti vai SEG emisijām, bet otrā aktivitāšu grupa jau ar daudz lielāku precizitāti ļaus nākotnē novērtēt faktisko ietekmes līmeni visās oglekļa krātuvēs. Piemēram, pētījuma ietvaros ierīkos dažādas intensitātes jaunaudžu kopšanas izmēģinājumus, tajā skaitā izvēcot sīkkokus biokurināmā sagatavošanai.

Aprobējot izstrādāto metodiku, novērtēta augsnes sagatavošanas paņēmiena izvēles ietekme uz oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā un dažādu nedzīvās koksnes un augsnes oglekļa frakciju sadalījums. Pētījumā konstatēts, ka augsnes apstrāde nesamazina, bet, tieši pretēji, palielina oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā dabiskās atjaunošanas gadījumā. Arī, veicot mākslīgo meža atjaunošanu apstrādātā augsnē, oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā nesamazinās. Salīdzinot visu oglekļa saturu visās krātuvēs (*nedzīvā koksne, nedzīvā zemsegā un augsne*) statistiski būtiskas atšķirības starp dažādiem variantiem nav konstatētas.

Projekta otrā etapa uzdevumi veikti no 2010. gada oktobra līdz 2011. gada janvārim. Darbus izpildīja LVMI Silva speciālisti Dr. silv. Kaspars Liepiņš, LLU maģistrants Andis Bārdulis, LLU doktorants Aigars Jansons, Dr. silv. Dagnija Lazdiņa, Dr. silv. Āris Jansons, Dr. silv. Zane Lībiete, Mg. silv. Jānis Donis, LU maģistrante Arta Bārdule un Andis Lazdiņš.

SATURS

Kopsavilkums.....	2
Saturs.....	3
Metodika dzīvās biomasas aprēķinu vienādojumu izstrādāšanai.....	4
Virszemes biomasa.....	4
Lauka darbi.....	4
Laboratorijas analīzes.....	5
Pazemes biomasas.....	7
Lauka darbi.....	7
Laboratorijas analīzes.....	8
Nedzīvā koksne.....	9
Koksnes produkti.....	9
Uzmērīšanas, paraugu ievākšanas un analīžu metodikas aprobēšana.....	12
Mežaudžu taksācijas rādītāju noteikšana.....	12
Dzīvās biomasas paraugu ievākšana un analīzes.....	13
Nedzīvās koksnes paraugu ievākšana un analīzes.....	14
Nedzīvās zemsegas paraugu ievākšana un analīzes.....	15
Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes.....	15
Metodikas aprobēšanas rezultāti.....	16
Ne-CO₂ SEG emisiju aprēķinu metodika.....	20
Pētījumu programma.....	22
SEG emisiju un CO ₂ piesaistes atslēgas kategoriju novērtēšanas pētījumu programma.....	25
Krājas kopšana.....	25
Kailcirtes.....	26
Izlasses cirtes.....	27
Meža ceļu būvniecība.....	27
Potenciālo SEG emisiju un CO ₂ piesaistes atslēgas kategoriju novērtēšanas pētījumu programma.....	30
Meža ieaudzēšana.....	30
Dabiskā apmežošanās.....	31
Mākslīgā meža atjaunošana.....	31
Jaunaudžu kopšana.....	32
Meža ugunsgrēki.....	34
Vējgāzes un vējlauzes.....	34
Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana.....	35
Oglekļa dinamika meža augsnēs.....	36
Projekta izpildes organizācija.....	37
Pētījumu programmā neiekļautās SEG emisiju un CO ₂ emisiju kategorijas.....	38
Galvenie rezultāti un secinājumi.....	39
Izmantotā literatūra.....	40

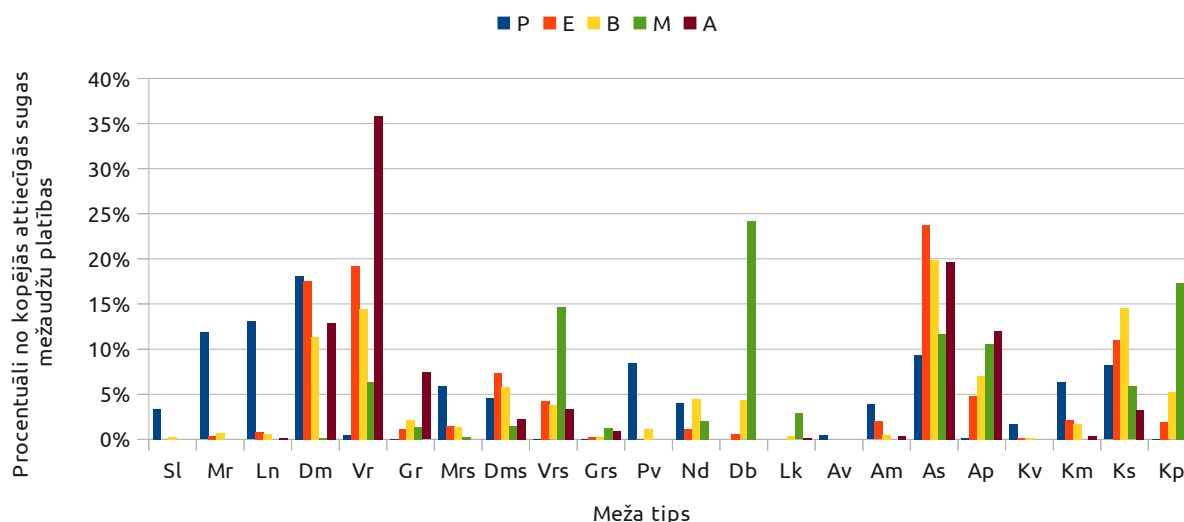
METODIKA DZĪVĀS BIOMASAS APRĒĶINU VIENĀDOJUMU IZSTRĀDĀŠANAI

VIRSZEMES BIOMASA

Lauka darbi

Koku biomasas noteikšanai vienādojumus paredzēts konstruēt piecām koku sugām – priedei, eglei bērzam, apsei un melnalksnim. Baltalksnim izmantos Valsts pētījumu programmas ietvaros izstrādātos biomasas vienādojumus, ozolam un osim piemēros bērza biomasas vienādojumus, pārējām skujkoku sugām piemēros priedes biomasas vienādojumus, bet lapu koku sugām – apses biomasas vienādojumus.

Empīriskā materiālu katrai koku sugai ievāks 3 atkārtojumos 3 reģionos (1 – Ziemeļkurzeme, Dienvidkurzeme, Zemgale; 2 – Vidusdaugava, Rietumvidzeme, Austrumvidzeme; 3 – Ziemeļlatgale, Dienvidlatgale) un četrās audžu vecuma grupās (0-I vecumklase, II-III vecumklases, IV-V vecumklases, VI < vecumklases), kopā visām sugām 180 atkārtojumi, pa 36 katrai sugai. Mazāku koku biomasas raksturošanai izmantos ekstrapolācijas metodi. Parauglukumus biomasas vienādojumu izstrādāšanai ierīkos attiecīgajai sugai raksturīgākajos meža tipos (1. attēls), t.i. priedei – Dm un Ln, eglei, apsei un bērzam – As un Vr, melnalksnim – Kp un As. Parauglukumus neierīkos mežaudzēs uz dabiski mitrām augsnēm, lai pētījums raksturotu saimnieciski nozīmīgākos augšanas apstākļus un biomasas vienādojumus netiktu iekļauta sistemātiskā kļūda, ko rada koksnes blīvuma pieaugums pārmitros augšanas apstākļos.



1. Attēls: Dažādu koku sugu mežaudžu platības procentuālais sadalījums atbilstoši MSI datiem.

Audzes raksturošanai pirms paraugkoku nozāģēšanas katrā mežaudzē ierīkos 1 apļveida parauglukumus ($500 m^2$), kurā veģetācijas perioda laikā veiks uzmērījumus atbilstoši standarta MSI metodika, nosakot audzi raksturojošos taksācijas rādītājus, tajā skaitā raksturos nedzīvās koksnes uzkrājumu. Pēc tam katrā parauglukumā nozāģēs 5 paraugkokus – 3 no valdaudzes un 2 no starpaudzes. Paraugkokus izvēlēsies koku grupā, lai atvieglotu celmu rakšanas darbu. Nozāģējamajiem kokiem papildus uzmēris caurmēru zāģēšanas vietā. Koku virszemes biomasas vienādojumu konstruēšanai katrai sugai nozāģēs

180 kokus (*kopā 900 kokus*).

Virszemes biomasas noteikšanai paraugkoki tiks zāgēti miera periodā – no vēla rudens līdz agram pavasarim. Celma augstums – 1 % no koka virszemes daļas augstuma. Pēc nozāgēšanas koki tiek sadalīti frakcijās – stumbrs, zaļie zari (*ar lapām*) un sausie zari. Katras frakcijas masa tiek noteikta uzreiz pēc nozāgēšanas. Koksnes mitruma un blīvuma noteikšanai sagatavos koksnes paraugus (*metodika: [Laboratorijas analīzes](#)*). No katra stumbra nozāgēs 2 ripas, kas katra raksturo 50 % no stumbra tilpuma, t.i. pēc stumbra veidules vienādojumiem katrai sugai izrēķināts, cik augstu no zemes jāatrodas smaguma centram, pieņemot, ka koksnes blīvums visur ir vienāds, un paraugus izzāgēs abu nogriežņu vidusdaļā. Uz laboratoriju nogādās vienu sausu zaru no stumbra sauso zaru joslas vidus un vienu zaļo zaru – no vainaga vidējās daļas. Laboratorijā noteiks lapu biomasas īpatsvaru dzīvajā zarā, ko atrēķinās no kopējās biomasas, attiecinot uz visu koku. Skujkokiem biomasas vienādojumus iekļaus arī skuju biomasu, jo skujas ir daudzgadīgas. Skuju biomasas īpatsvara noteikšanai izmantos citos pētījumos iegūtus datus.

Biomasas vienādojumu aproksimācijai pielietos pakāpes vienādojumu.

Laboratorijas analīzes

Koksnes mitruma, blīvuma un oglekļa satura noteikšanai no katra paraugkoka, kas izmantots virszemes biomasas noteikšanai, izzāgē 2 ripas, kas katra raksturo 50 % no stumbra tilpuma, kā arī ņem 1 veselu sausu zaru no sauso zaru joslas vidusdaļas un zaļu zaru no dzīvo zaru joslas vidusdaļas. Kopā pētījuma ietvaros ievāc 1800 koksnes ripas, 900 sausus zarus un 900 dzīvus zarus.

Laboratorijā zaru un koksnes paraugiem nosaka mitrumu (*izžāvējot līdz absolūti sausam stāvoklim*) un koksnes blīvumu. Lai noteiktu lapu un skuju īpatsvaru, zaru paraugus laboratorijā atlaso. Lapas un ģeneratīvos orgānus apvieno vienā frakcijā, nosver ar precizitāti līdz 0,1 g, tad žāvē līdz nemainīgai masai 105 °C temperatūrā un nosver vēlreiz ar precizitāti līdz 0,1 g. Mitruma saturu aprēķina ar šādu formulu:

$$W_l = \frac{(M_{l1} - M_{l2})}{M_{l2}} * 100\%$$

W_l – absolūtais mitruma saturs, %;

M_{l1} – dabiski mitra parauga masa, g;

M_{l2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Atlasīto zaru sagriež vai saskalda 20 cm garos nogriežņos un nosver ar precizitāti līdz 0,1 g. Izvēlas vienu nogriezni no zara vidusdaļas, ko nosver ar 0,1 g precizitāti un nosaka tilpumu, iemērcot graduētā cilindrā un nolācot izspiestā ūdens tilpumu ar precizitāti līdz 1 mL. Tad izvēlēto koksnes nogriezni un visas lapas žāvē līdz nemainīgai masai 105 °C temperatūrā un nosver vēlreiz ar precizitāti līdz 0,1 g. Pārējo zara daļu analizēs neizmanto. Mitruma saturu zarā aprēķina ar šādu formulu:

$$W_z = \frac{(m_{z1} - m_{z2})}{m_{z2}} * 100\%$$

W_z – absolūtais mitruma saturs, %;

m_{z1} – dabiski mitra parauga masa, g;

m_{z2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Zaru biomasu aprēķina ar šādu formulu:

$$M_{z2} = \frac{M_{z1}}{(100\% + W_z)}$$

M_{z1} – dabiski mitra zara masa, g;

M_{z2} – absolūti sausa zara masa, g.

Zaru koksnes biomasas īpatsvaru aprēķina ar šādu formulu:

$$M_{z\%} = \frac{M_{z2}}{(M_{z2} + M_{l2})} * 100\%$$

$M_{z\%}$ – zaru masa, % no vaina masa.

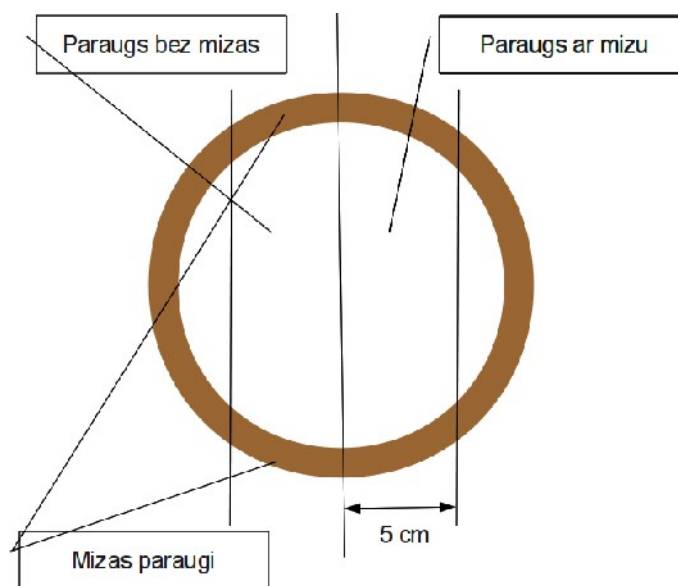
Zara koksnes blīvumu aprēķina ar formulu:

$$B_z = \frac{v_z}{m_{z2}}$$

B_z – koksnes blīvums, $g\ mL^{-1}$;
 v_z – dabiski mitras koksnes tilpums, mL.

Mitruma noteikšanai stumbra ripās izmanto citu metodi, kas ļauj noteikt atsevišķi koksnes un mizu frakciju masas īpatsvaru, mitrumu un blīvumu. Izņēmums ir ripas, kuru diametrs ar mizu ir mazāks par 2,1 cm. Tām pielieto zaru mitruma noteikšanas metodi, pieņemot, ka šādos paraugos koksnes un mizas mitrums un blīvums būtiski neatšķiras. Lai noteiktu koksnes mitrumu un blīvumu, veic šādas darbības:

1. ar asu instrumentu katrai ripai noskalda 2 garengriezumus, vispirms pa centru pārdaļot ripu uz pusēm un tad, no abām pusītēm noskaldot ārmaļas (*2. attēls*), iegūstot 2 līdzīga izmēra taisnstūrveida garengriezumus (*nogriežņu izmērs jāizraugās tā, lai tas maksimāli piepildītu tilpuma noteikšanas trauku*);
2. vienam no garengriežumiem līdz ar kambiju noņem mizu, ko savāc atsevišķā traukā, kopā iegūstot 3 paraugus;
3. visus 3 paraugus katru atsevišķi nosver uz tehniskajiem svariem ar 0,1 g precizitāti;
4. visus paraugus žāvē līdz nemainīgai masai 105 °C un atkārtoti nosver ar 0,1 g precizitāti;
5. garengriežumiem ar un bez mizas nosaka tilpumu, iemērcot graduētā cilindrā un nolasot izspiestā ūdens daudzumu mililitros ar precizitāti līdz 1 mL.



2. Attēls: Paraugu sagatavošana oglekļa analizēm.

Visu 3 paraugu mitrumu aprēķina ar formulu:

$$W_x = \frac{(m_{x1} - m_{x2})}{m_{x2}} * 100\%$$

W_x – absolūtais mitruma saturs, %;
 m_{x1} – dabiski mitra parauga masa, g;
 m_{x2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Mizas masas īpatsvaru aprēķina ar formulu:

$$M_{m\%} = \frac{m_{m2}}{m_{k2}} * 100\%$$

$M_{m\%}$ – mizas masas īpatsvars, %;

m_{m2} – absolūti sausa mizu parauga masa, g;

m_{k2} – absolūti sausa mizotas koksnes parauga masa, g.

Koksnes blīvumu ripās atsevišķi nogriežņiem ar mizu un bez mizas aprēķina ar formulu:

$$B_x = \frac{v_x}{m_{x2}}$$

B_x – koksnes blīvums, g mL⁻¹;

v_x – dabiski mitras koksnes tilpums, mL.

Mizu blīvumu aprēķina ar formulu:

$$B_m = \frac{m_{km2} * M_{m\%}}{v_{km} - \frac{m_{km2} * (100\% - M_{m\%})}{B_k}}$$

B_m – mizas blīvums, g mL⁻¹;

B_k – koksnes bez mizas blīvums, g mL⁻¹;

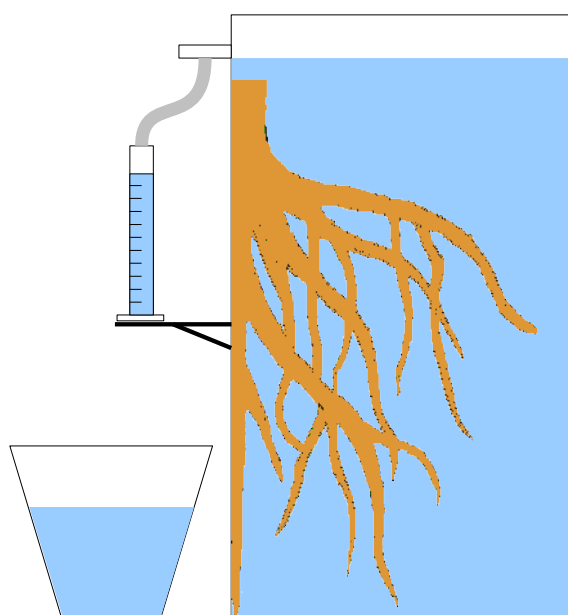
m_{km2} – absolūti sausa koksnes ar mizu parauga masa, g.

PAZEMES BIOMASA

Lauka darbi

Koku pazemes biomasu tiek noteikta kā celma un sakņu (*saknes līdz 2 mm caurmēram*) masa. Sakņu ar caurmēru zem 2 mm biomasu nosaka ar zondēšanas metodi, pārrēķinot zondējumos noteikto biomasu uz vidējiem koku dendrometriskajiem rādītājiem audzē. Pazemes biomasas aprēķina vienādojumu konstruēšanai izmantos tos pašus paraugkokus, kam iepriekš noteikta virszemes biomasu. Celmu un sakņu rakšanu veiks nākošajā pavasarī un vasarā pēc paraugkoku zāģēšanas. Paraugkokus ņems I un II-III vecumklases audzēs (*izvēloties 1 attiecīgās sugas mežaudzi reģionā, kas raksturo vidējos dendrometriskos rādītājus*), izrokot 3 paraugkoku grupu katrā parauglaukumā, kopā 90 paraugkoki (*18 koki katrā sugai*). Lielāku koku raksturošanai katrā koku sugai vienā VI vecumklases parauglaukumā izraks 3 koku grupas celmus. Attiecīgi, kopā izraks 105 paraugkoku celmus (*21 celms katrā sugai*) Lai atvieglotu datu ievākšanu, katrā koku sugai pilnībā (*visas saknes līdz 2mm diametram*) izraks 5 celmus (*pa 2 celmiem I un II-III vecumklasē un 1 celmu VI vecumklasē*). Pārējiem celmiem izraks tikai tās saknes, kuru diametrs ir lielāks kā 20 mm. Tā kā dažām koku sugām sakņu šķērsriezums mēdz būt izteikti elipses formā, diametra noteikšanai mērīs tikai saknes šķērsriezuma galveno (*garāko*) asi. Celmus ar sakņu sistēmu nogādās laboratorijā, kur pēc skalošanas noteiks to biomasu un tilpumu atsevišķi celma daļai un saknēm.

Sakņu tilpumu nosaka projekta vajadzībām konstruētā iekārtā (*3. attēls*), kas sastāv no 200 L mucas bez vāka, kuru uzpilda ar ūdeni līdz caurumam augšdaļā (*meniskam*). Liekot mucā celma daļas, ūdens tiek izspiests un pa cauruli nonāk mērcilindrā, uz kura nolasa katras celma daļas izspiesto tilpumu, bet mērcilindra saturu pārlej citā traukā. Mērcilindru var aizstāt ar svariem. Nolasīšanu turpina, līdz visas celma daļas un saknes ir saliktas mucā. Celma daļas notur zem ūdens ar apaļu sietu, kura izspiesto ūdens tilpumu nosaka pirms mērījumu veikšanas un atrēķina no kopējā izspiestā ūdens tilpuma. Celmam un saknēm jābūt saskaldītām daļās, kas ir mazākas par mērcilindra tilpumu.



3. Attēls: Sakņu tilpuma noteikšanas iekārta.

Uzsūcošās saknes ievāks ar zondi 5 atkārtojumos 0-60 cm dziļumā (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 un 50-60 cm paraugi) parauglaukumos, kur ievākti pazemes biomasas paraugi. Zondējumus veic nevis pie nozāģētajiem kokiem, bet, izvēloties koku ar audzes vidējo caurmēru krūšu augstumā parauglaukuma daļā, kur nav zāģēti koki. Visus zondējumus veiks zem 1 koka vainaga. Kopā katrā parauglaukumā ievāc 30 sīksakņu paraugus, bet pētījuma ietvaros kopumā – 1050 paraugi. Pēc ievākšanas un izskalošanas laboratorijā paraugus, kas iegūti dažādos dziļumos vienā zondējuma vietā apvienos vidējā paraugā, attiecīgi, biomasu noteiks un oglekļa analīzes veiks 175 vidējiem paraugiem. Uzsūcošo sakņu biomasu uz 1 koku rēķinās atbilstoši koka, ap kuru ievākti paraugi dendrometriskajiem rādītājiem.

Laboratorijas analīzes

Pazemes biomasas noteikšanai pēc celma un sakņu atrakšanas, nomazgāšanas, tilpuma noteikšanas un nosvēršanas ņem 1 vidēja izmēra sakni, no kuras izzāģē 3-5 cm biezu ripu 17 % attālumā (no kopējā saknes garuma) no saknes atzarošanās vietas un 75 % attālumā (no kopējā saknes garuma) no saknes atzarošanās vietas. Uzsūcošās saknes, kas ievāktas ar zondēšanas metodi zem koka vainaga, apvieno pa zondējumiem, iegūstot 5 kopējos uzsūcošo sakņu paraugus katrā parauglaukumā.

Laboratorijā sakņu paraugiem nosaka mitrumu (izžāvējot līdz absolūti sausam stāvoklim) un nosaka koksnes ar mizu blīvumu (izņemot uzsūcošās saknes). Sakņu paraugus nosver ar precizitāti līdz 0,1 g, uzsūcošo sakņu paraugus sver ar precizitāti līdz 0,1 mg. Sakņu paraugiem, nenoņemot mizu, nosaka tilpumu, iemērcot graduētā cilindrā un nolasot izspiestā ūdens tilpumu ar precizitāti līdz 1 ml. Tad visus sakņu paraugus žāvē līdz nemainīgai masai 105 °C temperatūrā un nosver vēlreiz – sakņu paraugus ar precizitāti līdz 0,1 g, bet uzsūcošo sakņu – ar precizitāti līdz 0,1 mg. Mitruma satūra zarā aprēķinu formula:

$$W_s = \frac{(m_{s1} - m_{s2})}{m_{s2}} * 100\%$$

W_s – absolūtais mitruma saturs, %;
 m_{s1} – dabiski mitra parauga masa, g;
 m_{s2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Sakņu blīvumu aprēķina ar formulu:

$$B_s = \frac{v_s}{m_{s2}}$$

B_s – sakņu blīvums, $g\ mL^{-1}$;

v_s – dabiski mitru sakņu tilpums, mL .

Iegūtos blīvuma rādītājus salīdzina ar datiem, kas iegūti, nosakot kopējo celma tilpumu un biomasu, iegūstot ar 2 alternatīvām metodēm noteiktu pazemes biomasas tilpumu.

Biomasas pārrēķinos izmanto vidējo sakņu blīvumu sadalījumā pa sugām.

Uzsūcošo sakņu biomasu aprēķina ar formulu:

$$M_{us} = \frac{m_{us21} + m_{us22} + m_{us23} + m_{us24} + m_{us25}}{v_1 + v_2 + v_3 + v_4 + v_5} * 6000000$$

M_{us} – sakņu blīvums, $kg\ ha^{-1}$;

$v_1 - v_5$ – paraugu kopējais tilpums pa zondējumiem, ml ;

$m_{us21} - m_{us25}$ – uzsūcošo sakņu kopējā biomasa pa zondējumiem, g

6000000 – koeficients biomasas pārrēķinam no $g\ cm^3$ uz $kg\ ha^{-1}$.

NEDZĪVĀ KOKSNE

Nedzīvās koksnes paraugus ievāc parauglaukumos, ko projekta ietvaros ierīko mežaudzēs, kur ievākti dzīvās biomasas paraugi allometrisko vienādojumu izstrādāšanai. Nedzīvās koksnes paraugus vāc vienlaicīgi ar kokaugu pazemes biomasu, t.i. nākošajā pavasarī un vasarā pēc paraugoku nozāģēšanas, t.i. nedzīvās koksnes paraugus ievāc 35 parauglaukumos I, II-III un VI vecumklases audzēs. Nedzīvās koksnes īpašības attiecinā uz mežaudzes valdošo sugu. Atsevišķi ievāc rupjās kritalas (*resgaļa caurmērs ir vismaz 6,1 cm*), ko uzskaita MSI parauglaukumos, un smalko kritalu frakciju, kas neietilpst nedzīvās zemsegas frakcijā. Rupjo kritalu frakcijā izdala svaigas kritalas (*līdz stumbra mizas lobīšanās sākumam*), vecas kritalas (*no stumbra mizas lobīšanās sākuma līdz epifitsūnu ieviešanās sākumam mazāk kā 10 % no stumbra redzamās virsmas apauguma*) un praulus (*epifitsūnas apaugums lielāks par 10 % no stumbra redzamās virsmas*).

Kritalu paraugus ievāc ārpus 500 m² parauglaukuma. Rupjās kritalas ievāc atbilstoši 500 m² parauglaukuma teritorijā sastopamajām frakcijām 1 atkārtojumā, izzāģējot no paraugu ievākšanai izraudzītās kritalas 2 paraugu ripas (*17 % no kritalas garuma attālumā no resgaļa un 75 % no kritalas garuma attālumā no resgaļa*). Paraugu ievākšanai izvēlas regulāras formas kritalas. Ripu platums – 3-5 cm. Paraugu ievākšanas veidlapā pievieno kritalas aprakstu atbilstoši MSI metodikai, tajā skaitā katras ievāktās ripas vidējo biežumu. Pirms iesaiņošanas ripas novieto blakus dastmēram un nofotografē, lai parauga mehāniskas sabojāšanas gadījumā būtu zināmas tā dimensijas.

Smalkās kritalas ievāc četros 25 x 25 cm (*625 cm²*) lielos laukumos augsnes paraugu ievākšanas parauglaukumos (*6. attēls*). 25 x 25 cm parauglaukumu teritorijā ievāc visas smalkās koksnes kritalas, līdz ar parauglaukumu robežām apgriežot garākās kritalas. 25 x 25 cm parauglaukumos pēc kritalu novākšanas ņem arī nedzīvās zemsegas paraugus.

Katrā parauglaukumā ievāks līdz 6 rupjo kritalu paraugus (*kopā projektā līdz 210 paraugi*) un 4 smalko kritalu paraugus (*kopā projektā 140 paraugi*). Kopējais laboratorijā apstrādājamo nedzīvās koksnes paraugu skaits ir 350.

KOKSNES PRODUKTI

Saskaņā ar GPG LULUCF 2003 koksnes produkti ir koksnes un papīra izstrādājumi, tajā skaitā mizas un enerģētiskā koksne. Koksnes produkti neietver nocirstos kokus un to daļas, kas atstātas mežā (*Penman et al., 2003*).

Šajā darbā koksnes produktu izmantošanas perioda raksturošanai izmantots 2009. g. decembrī Kopenhāgenas klimata konferences ietvaros izmantotais pieņēmums, ka

zāgmateriālu pussadalīšanās periods ir 15 gadi, bet papīrmalkas pussadalīšanās periods ir 1 gads (JRC, 2009), pieņemot, ka pussadalīšanās periods ir nemainīgs, attiecīgi, visi zāgbaļķi pārvērtīsies CO₂ un ūdenī 30 gadu laikā, bet papīrmalka – 2 gadu laikā, sākot no mežizstrādes gada. Aprēķinu modelis ļauj izmainīt pussadalīšanās periodu, tāpēc piedāvātais variants ir indikatīvs un var tikt izmainīts. Zāgbaļķu un papīrmalkas sadalīšanās perioda aprēķinā neņem vērā koksnes pirmējās un otrējās apstrādes iekārtu lietderības koeficientu, bet attiecinot pussadalīšanās periodu uz visu apstrādei nodoto biomasu. Tāpat, aprēķinā nenodala eksportēto un uz vietas patērēto koksni.

Biokurināmajam piesaisti rēķina kā ar fosilā kurināmā emisijām saistīto emisiju samazinājumu, ņemot vērā kurināmā ražošanā patērēto degvielu un sadedzināšanas iekārtu lietderīguma koeficientus, pieņemot, ka koksne aizstāj dabasgāzi un lietderīguma koeficients ir 50 %. Faktiski, lietderīguma koeficients dažādām sistēmām ir ļoti atšķirīgs – no 10 līdz 90 %, pārrēķinot uz zemāko sadegšanas siltumu, tāpēc šis pieņēmums nākotnē ir jāprecizē, izpētot biokurināmā patērētāju struktūru. Patreiz pieejamie statistikas dati par koksnes izmantošanas struktūru enerģētikā ir apšaubāmi, jo malkas izmantošanas apjoms privātajā sektorā saskaņā ar statistiku, būtiski pārsniedz potenciālo malkas apjomu saskaņā ar mežizstrādes datiem. Piesaisti koksnes produktos veido starpība starp pārskata gada un iepriekšējā gada mežizstrādes apjomu, t. i., ja kopējais sortimentu apjoms un sadalījums biokurināmajā, papīrmalkā un zāgbaļķos nemainās piesaiste kārtējā gadā ir vienāda ar nulli; ja mežizstrādes apjoms pieaug vai zāgmateriālu sadalījums palielinās par labu zāgbaļķiem, piesaiste koksnes produktos attiecīgajā gadā ir pozitīva.

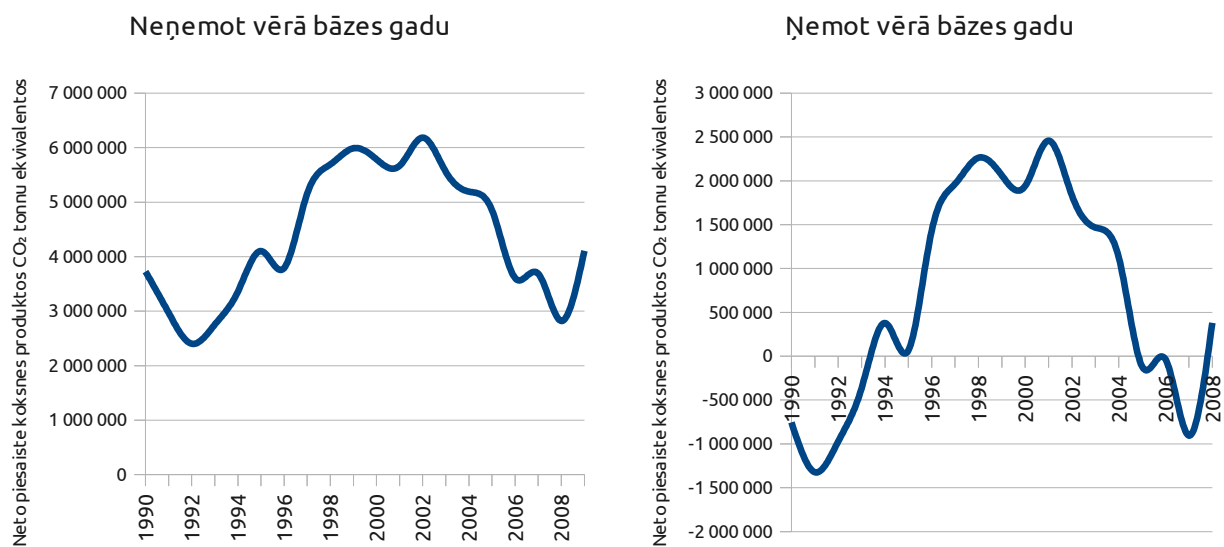
Šajā darbā nav ņemts iepriekšējos gados uzkrāto koksnes produktu radītās CO₂ emisijas. Aprēķins veikts tikai pārskata gadā saražotajiem koksnes produktiem pilnam sadalīšanās ciklam.

Aprēķinu gaita:

1. atbilstoši LVM datiem par kopšanas cirtēs un galvenajā cirtē izstrādāto koksnes apjomu sadalījumā pa sugām un sortimentiem izrēķina zāgbaļķu, papīrmalkas un malkas sortimentu apjomu;
2. izmantojot biomasas vienādojumus, izrēķina CO₂ piesaisti koksnes produktos mežizstrādes gadā ar dažādiem sortimentu veidiem;
3. sadalot attiecīgā sortimenta radīto piesaisti atbilstoši pussadalīšanās periodam, izrēķina ikgadējās emisijas katrai sortimentu grupai un kopējās emisijas visiem sortimentiem;
4. summējot ikgadējo piesaisti koksnes produktos, tajā skaitā biokurināmajā, un emisijas, sadaloties koksnes produktiem, izrēķina koksnes produktu neto bilanci;
5. lai novērtētu uzņēmuma politikas ietekmi uz oglekļa uzkrājumu koksnes produktos, katra gada neto piesaisti koksnes produktos salīdzinās ar neto piesaisti koksnes produktos uzņēmuma dibināšanas gadā, t. i. no neto piesaistes koksnes produktos attiecīgajā gadā atskaitīs neto piesaisti koksnes produktos 2000. gadā¹.

4. attēlā dotie grafiki raksturo situāciju valstī kopumā, salīdzinot neto piesaisti koksnes produktos kopš 1990. gada, kas izmantots aprēķinos arī kā bāzes gads. Grafikos redzams, ka, ņemot vērā bāzes gadu, neto piesaiste koksnes produktos, sākot ar 2005. gadu, ir negatīva, t. i. emisijas no koksnes produktiem pārsniedz piesaisti. Tas saistīts ar būtisku mežizstrādes apjoma pieaugumu pagājušā gadsimta 90. gadu beigās. 4. attēls uzskatāmi demonstrē, ka intensīvas mežsaimniecības apstākļos būtiska mežizstrādes apjoma samazināšana noved pie matemātiska emisiju pieauguma no koksnes produktiem.

¹ Alternatīvs risinājums bāzes gada izmantošanai aprēķinos ir faktisko mežizstrādes datu iekļaušana pilnam koksnes produktu sadalīšanās periodam, t. i. pie zāgbaļķu pussadalīšanās perioda 15 gadi un pārskata perioda sākuma 2000. gadā, koksnes produktu neto piesaistes aprēķinos jāiekļauj valsts mežos (atbilstoši to patreizējai teritorijai) kopš 1970. gada izstrādātais apjoms sadalījumā pa sortimentu grupām.



4. Attēls: Neto piesaiste koksnes produktos visos mežos kopš 1990. gada.

UZMĒRĪŠANAS, PARAUGU IEVĀKŠANAS UN ANALĪŽU METODIKAS APROBĒŠANA

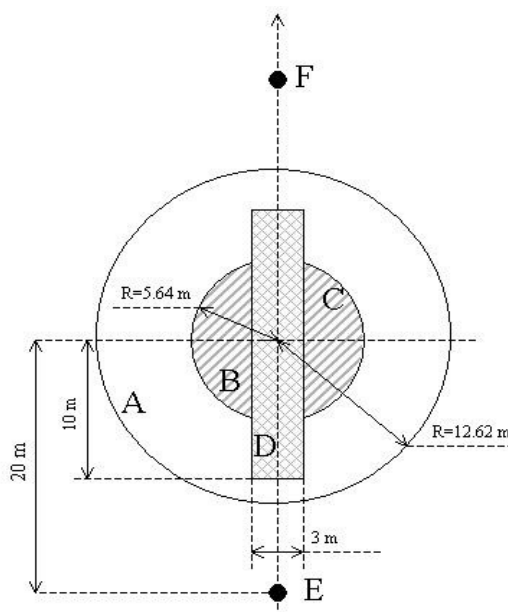
Šajā nodaļā raksturota uzmērīšanas, paraugu ievākšanas un analīžu metodika, kas tiks pielietota visos pētījuma ietvaros ierīkojamajos izmēģinājumu objektos, izņemot gadījumus, kad nepieciešama specifiska pieeja, piemēram, ceļu būves ietekmes uz SEG emisijām ietekmes novērtēšanai.

Metodika ietver mežaudžu taksācijas rādītāju uzmērīšanu, kā arī dzīvās biomasas, nedzīvās koksnes, nedzīvās zemsegas un augsnes paraugu ievākšanu, sagatavošanu un oglekļa uzkrājuma noteikšanu.

MEŽAUDŽU TAKSĀCIJAS RĀDĪTĀJU NOTEIKŠANA

Meža taksācijas rādītāju noteikšanai pētījuma ietvaros ierīkotajos parauglaukumos, izņemot gadījumus, kad pielietojama mežsaimnieciskās darbības veidam specifiska metodika, izmanto vienkāršotu Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) metodiku (*Zemkopības ministrija, 2004*). Uzskaites vienība ir 500 m^2 ($R = 12,62 \text{ m}$) liels parauglaukums (*A parauglaukums atbilstoši 5. attēlam*). 500 m^2 parauglaukumā izdala 100 m^2 un 25 m^2 lielus parauglaukumus, attiecīgi, koku ar caurmēru $1,3 \text{ m}$ augstumā virs $6,1 \text{ cm}$ un pameža un paaugas uzmērīšanai atbilstoši MSI metodikai, veicot mērījumus pastāvīgajos parauglaukumos. Atšķirībā no standarta MSI metodikas, augstumu mēra vismaz 9 kokiem katrā sugai un katrā stāvā, tajā skaitā 2 zemākajiem, 2 augstākajiem un 5 vidēja lieluma kokiem.

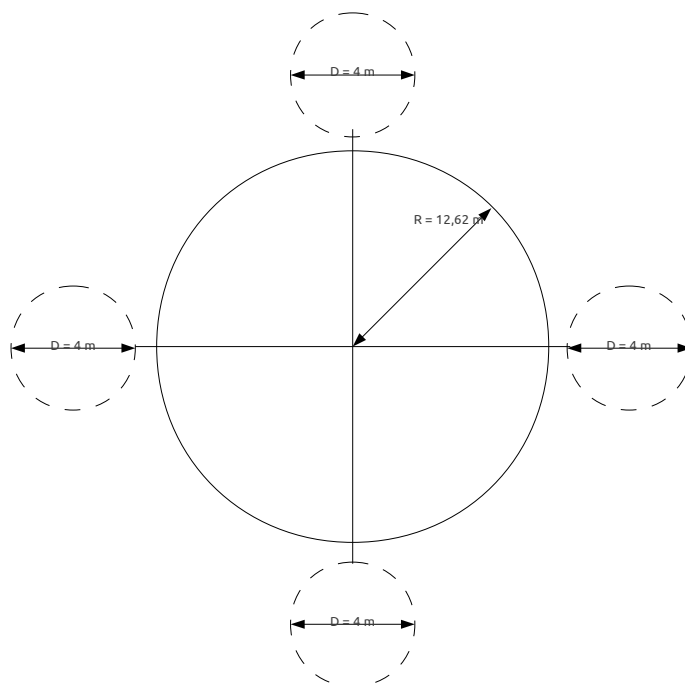
Vietu parauglaukuma ierīkošanai izvēlas raksturīgā līdzenā teritorijā vismaz 1 koka augstuma atstatumā no mežmalas vai robežas ar citu mežaudzi. Parauglaukuma centru iezīmē ar koka stabu.



5. Attēls: MSI parauglaukumu shēma (A – 500 m^2 parauglaukums, B – 100 m^2 parauglaukums, C – 25 m^2 parauglaukums, D – pameža un paaugas uzskaites parauglaukums, E un F – parauglaukumi koku uzskaitē ārpus pastāvīgā parauglaukuma).

Koku, tajā skaitā nedzīvās koksnes, uzmērīšanu un klasificēšanu veic identiski MSI metodikai pastāvīgajos parauglaukumos. Atšķirībā no MSI standarta metodikas, urbumus radiālā pieauguma veic līdz koka centram. Radiālo pieaugumu nosaka kamerāli.

Nedzīvās koksnes, zemsegas un augsnes paraugus, kā arī paraugus biomasas vienādojumu izstrādāšanai ievāc ārpus 500 m² parauglaukuma. Nedzīvās koksnes sīkās frakcijas (*resgaļa caurmērs mazāks par 6,1 cm*), augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus ievāc 4 atkārtojumos, D, R un A virzienā un 14-16 m attālumā no parauglaukuma centra (*6. attēls*). Nākošreiz (*atkārtoti atgriežoties parauglaukumā, piemēram, monitoringa veikšanai*) paraugu ievākšanu veic ar 15 ° nobīdi pulksteņa rādītāja virzienā.



6. Attēls: Parauglaukumu izvietojums nedzīvās koksnes smalkās frakcijas, nedzīvās zemsegas un augsnes paraugu ievākšanai.

Koksnes resursu rādītāju aprēķināšanai parauglaukumos izmanto standarta MSI aprēķinu metodiku, tajā skaitā audzes parametru un to variācijas novērtējumam uz platības vienību. Variāciju raksturo ar dispersiju un vidējo rādītāju standartnovirzi.

DZĪVĀS BIOMASAS PARAUGU IEVĀKŠANA UN ANALĪZES

Dzīvās biomasas pārrēķinu allometrisko vienādojumu izstrādāšanas metodika aprakstīta iepriekšējā nodaļā: [Metodika dzīvās biomasas aprēķinu vienādojumu izstrādāšanai](#). Šajā nodaļā dota metodika oglekļa uzkrājuma noteikšanai.

Analīzēm izmanto tos pašus koksnes paraugus, kuriem pirms tam noteica koksnes blīvumu un mitrumu. Paraugus darba gaitā nesajauc. Paraugu kopējais skaits parauglaukumā atkarīgs no paraugkoku skaita. Pēc izžāvētu paraugu nosvēršanas zaru, sakņu, koksnes bez mizas un mizu paraugus izmanto oglekļa noteikšanai. Paraugus sasmalcina dzirnavās un ar sietu atdala frakciju ar daļiņu izmēru mazāku par 2 mm.

Dzīvās biomasas paraugi nāk tikai no parauglaukumiem, ko izmanto biomasas vienādojumu izstrādāšanai. Paraugu skaits, ko oglekļa noteikšanai iegūst uz katru paraugkoku, kas izmantots biomasas vienādojuma izstrādāšanai, virszemes biomasai ir 6 (*kopā pētījumā 5400 paraugi*), pazemes biomasai – 2 (*kopā pētījumā 210 paraugi*) un sīksakņu biomasai – 1 (*kopā pētījumā 175*). Daļu virszemes biomasas paraugu pēc sasmalcināšanas apvieno pēc vecumkļašu grupām, iegūstot 1350 paraugus. No dzīvajiem zariem ievāc skuju paraugus,

kurus, tāpat, apvieno pēc vecumklasēm un koku sugām, iegūstot 90 skuju paraugus. Kopējais dzīvās biomasas paraugu skaits oglekļa noteikšanai projektā ir 1440. Oglekļa analīzes var veikt tikai tad, kad būs ievākti un apstrādāti visi paraugi. Lapās oglekli nenosaka, izmantojot agrāk veiktu pētījumu rezultātus.

Oglekli nosaka ar elementanalizatoru, oksidējot 1370 °C temperatūrā skābekli saturošas gāzes plūsmā, kura nesatur oglekļa dioksīdu. Oglekļa dioksīdu nosaka ar infrasarkanās detektēšanas metodi. Oglekļa dioksīds absorbē infrasarkanā starojumu ar noteiktu viļņa garumu. Stikla filtrs laiž cauri infrasarkanā starojumu ar viļņu garumu, kādu absorbē CO₂. Infrasarkanais starojums ar attiecīgu intensitāti nonāk līdz detektoram. Elementanalizators aprēķina procentuālo oglekļa saturu paraugā (*LECO Corpuration, 1987, LVS ISO 10694, 2006*).

Visus paraugus pēc analīzēm novieto paraugu arhīvā, ko uzglabā vismaz 5 gadus. Parauga reģistrācijas kartē izmanto projekta paraugu klasifikāciju, kas ietver arī parauga ievākšanas vietas (*parauglaukuma centra*) ģeogrāfiskās koordinātes.

NEDZĪVĀS KOKSNES PARAUGU IEVĀKŠANA UN ANALĪZES

Paraugu ievākšanas metodika dota nodaļā: [Nedzīvā koksne](#).

Pēc nedzīvās koksnes paraugu nogādāšanas laboratorijā rupjajām kritalām (*ripām*) mēra caurmēru un biežumu un sver ar precizitāti 0,1 g. Tad paraugus žāvē līdz nemainīgai masai un sver vēlreiz ar precizitāti līdz 0,1 g, lai noteiktu mitruma saturu.

Mitruma saturu aprēķina ar formulu:

$$W_{kr} = \frac{(m_{kr1} - m_{kr2})}{m_{kr2}} * 100\%$$

W_{kr} – absolūtais mitruma saturs, %;

m_{kr1} – dabiski mitra parauga masa, g;

m_{kr2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Rupjo kritalu blīvumu aprēķina, pieņemot, ka ripu tilpumu var izteikt ar cilindra tilpuma formulu:

$$B_{kr} = \frac{\pi * \left(\frac{d}{2}\right)^2 * L}{m_{kr2}}$$

B_{kr} – koksnes blīvums, g mL⁻¹ (g cm³);

d – ripas diametrs, cm;

L – ripas platums, cm;

m_{kr2} – absolūti sausas koksnes masa, g.

Smalko kritalu frakciju sver ar precizitāti līdz 0,1 g, tad žāvē līdz nemainīgai masai 105 °C temperatūrā un sver vēlreiz ar precizitāti līdz 0,1 g, lai noteiktu mitruma saturu.

Mitruma saturu aprēķina ar formulu:

$$W_{ks} = \frac{(m_{ks1} - m_{ks2})}{m_{ks2}} * 100\%$$

W_{ks} – absolūtais mitruma saturs, %;

m_{ks1} – dabiski mitra parauga masa, g;

m_{ks2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Smalkajai kritalu frakcijai nenosaka blīvumu. Pētījuma gaitā novērtē smalko kritalu frakcijas biomasas sakarību ar rupjās kritalu frakcijas biomasu un praksē novērtē matemātiski, izveidojot regresijas vienādojumu, kas raksturo dažādus meža tipus, valdošās sugas un kritalu frakciju sadalījumu neatkarīgi no šīm pazīmēm. Kritalu paraugus nesajauc darba gaitā, attiecīgi, katrā parauglaukumā ir līdz 36 rupjo kritalu paraugu un 4 smalko kritalu paraugi.

Pēc mitruma noteikšanas paraugus sasmalcina dzirnavās un ar sietu atdala frakciju ar daļiņu izmēru mazāku par 2 mm. Rupjās kritalas apvieno pēc audžu vecumklasēm un valdošās sugas (*sajauc kopā dažādos reģionos iegūtos paraugus un kritalu tievgalī un resgalī ievāktās ripas*),

iegūstot līdz 300 nedzīvās koksnes rupjās frakcijas paraugu un 400 nedzīvās koksnes smalkās frakcijas paraugu oglekļa analīzēm. Oglekļa saturu nosaka ar elementanalizatoru (*metodika: [Dzīvās biomasas paraugu ievākšana un analīzes](#)*). Oglekļa saturu kritalās aprēķina kā vidējo, atkarībā no kritalu sadalīšanās pakāpes, valdošās sugas un meža tipa.

NEDZĪVĀS ZEMSESGAS PARAUGU IEVĀKŠANA UN ANALĪZES

Nedzīvās zemsegas paraugus (*O horizontu*) ievāc augsnes parauglaukumos (*6. attēls*) 4 atkārtojumos 25 x 25 cm laukumos, kur ievākta smalkā kritalu frakcija, izgriežot zemsegu visā tās dziļumā pa 25 x 25 cm rāmīša iekšējo malu. Ievācot paraugu, fiksē arī nedzīvās zemsegas biezumu. Ja smalko kritalu vākšanas parauglaukumā nedzīvās zemsegas apjoms ir nepietiekošs analīžu veikšanai (*mazāk par 0,5 kg dabiski mitras masas*), augsnes parauglaukuma apkārtnē atsevišķā maisā savāc nedzīvās zemsegas paraugus oglekļa noteikšanai. Nedzīvās zemsegas mitruma saturu un blīvumu nosaka paraugiem, kas ievākti kritalu parauglaukumos. Papildus ievāko zemsegu žāvē istabas temperatūrā līdz gaisausam stāvoklim, sasmalcina un izsijā caur 2 mm sietu, nosaka mitruma saturu, žāvējot līdz nemainīgai masai 105 °C un pēc tam izmanto oglekļa noteikšanai.

Laboratorijā paraugu sver ar precizitāti līdz 0,1 g, tad žāvē līdz nemainīgai masai 105 °C temperatūrā un sver vēlreiz, lai noteiktu mitruma saturu. Mitruma saturu aprēķina ar formulu:

$$W_{zs} = \frac{(m_{zs1} - m_{zs2})}{m_{zs2}} * 100 \%$$

W_{zs} – absolūtais mitruma saturs, %;
 m_{zs1} – dabiski mitra parauga masa, g;
 m_{zs2} – absolūti sausa parauga masa, g.

Pēc tam rēķina O horizonta blīvumu:

$$B_{zs} = \frac{m_{zsz2} + m_{zsd2} + m_{zsa2} + m_{zsr2}}{a_{zsz} * L_{zsz} + a_{zsd} * L_{zsd} + a_{zsa} * L_{zsa} + a_{zsr} * L_{zsr}}$$

B_{zs} – nedzīvās zemsegas blīvums, g cm⁻¹;
 a_{zsz} – a_{zsr} – paraugu laukums, cm² (viena parauga laukums ir 625 cm²);
 L_{zsz} – L_{zsr} – zemsegas slāņa biezums, cm.

Nedzīvās zemsegas uzkrājumu (*masas izteiksmē*) aprēķina kā vidējo pētījumu objektā:

$$M_{zs} = \frac{m_{zsz2} + m_{zsd2} + m_{zsa2} + m_{zsr2}}{a_{zsz} + a_{zsd} + a_{zsa} + a_{zsr}}$$

M_{zs} – nedzīvās zemsegas masa, kg ha⁻¹;
 m_{zsz2} – m_{zsr2} – absolūti sausa parauga masa parauglaukumā, g;
 a_{zsz} – a_{zsr} – paraugu laukums, m² (viena parauga laukums ir 0,0625 m²).

Pēc mitruma noteikšanas paraugus sasmalcina dzirnavās un ar sietu atdala frakciju ar daļiņu izmēru mazāku par 2 mm. Oglekļa saturu nosaka ar elementanalizatoru (*metodika: [Dzīvās biomasas paraugu ievākšana un analīzes](#)*). Oglekļa saturu nedzīvajā zemsegā aprēķina kā vidējo pētījumu objektā, reizinot vidējo oglekļa procentuālo saturu ar nedzīvās zemsegas masu.

AUGSNES OGLEKĻA PARAUGU IEVĀKŠANA UN ANALĪZES

Augsnes paraugus ievāc ar zondi 3 atkārtojumos katrā augsnes parauglaukumā, attiecīgi, katrā pētījumu objektā ievāc 12 augsnes paraugu sērijas. Attālums starp atkārtojumiem ir 1-2 m, atkārtojumi nav jāizvieto regulāri, bet tā lai atrastos vienādos reljefa apstākļos, vienādā attālumā no kokiem, to tiešā tuvumā neatrastos lieli celmi, akmeņi vai citi elementi, kas var būtiski ietekmēt analīžu rezultātus.

Paraugu ievākšanas vietā vispirms noņem nedzīvo zemsegu, tad ar nesajauktu paraugu

ievākšanas zondi (*53 x 50 mm gredzeni ar 100 cm³ tilpumu*) ievāc augsnes paraugus no 0-10; 10-20; 20-40 un 40-80 cm dziļiem augsnes slāņiem, ņemot paraugus attiecīgā augsnes slāņa vidusdaļā. Katru paraugu atsevišķi pārvieta uz polietilēna maisiņu un pievieno zīmīti ar parauga kodu. Kopā katrā parauglaukumā ievāc 48 augsnes paraugus (*nepilni 5 L augsnes*).

Pēc nogādāšanas laboratorijā paraugus izvieta uz papīra, siltumizturīgas plastmasas vai stikla paplātēm un žāvē istabas temperatūrā līdz gaissausam stāvoklim, tad liek žāvkapī un 105 °C temperatūrā žāvē līdz nemainīgai masai. Sausus paraugus nosver ar precizitāti līdz 0,1 g un katram pētījumu objektam katrā augsnes slānī aprēķina augsnes blīvumu:

$$B_a = \frac{m_{az1} + m_{az2} + m_{az3} + m_{ad1} + m_{ad2} + m_{ad3} + m_{aa1} + m_{aa2} + m_{aa3} + m_{ar1} + m_{ar2} + m_{ar3}}{V_{az1} + V_{az2} + V_{az3} + V_{ad1} + V_{ad2} + V_{ad3} + V_{aa1} + V_{aa2} + V_{aa3} + V_{ar1} + V_{ar2} + V_{ar3}} * 1000$$

B_a – augsnes slāņa blīvums, $kg\ m^{-3}$;

$m_{az1} - m_{ar3}$ – paraugu masa visos atkārtojumos, g ;

$V_{az1} - V_{ar3}$ – paraugu tilpums visos atkārtojumos, cm^3 (1 parauga tilpums ir $100\ cm^3$);

1000 – mērvienību pārrēķinu koeficients.

Augsnes blīvuma noteikšanas metode atbilst LVS ISO 11272:1998 standartam (*LVS ISO 11272:1998*). Variācijas raksturošanai izmanto vidējā aritmētiskā standartklūdu.

Pēc blīvuma noteikšanas paraugus sagatavo atbilstoši LVS ISO 11464:2006 standartam (*LVS ISO 11464:2006*). Paraugu sagatavošanas gaitā atsijāto augsnes frakciju ar daļiņu izmēru virs 2 mm nosver ar precizitāti līdz 0,1 g un vēlāk izmanto oglekļa satura aprēķinu rezultātu korigēšanai, pieņemot, ka augsnes skeletā (*rupjākajā frakcijā*) nav organiskā oglekļa. Korekcijas koeficientu rēķina katram pētījumu objektam katram augsnes slānim atsevišķi:

$$K_{ar} = 100\% - \left(\frac{m_{arz1} + m_{arz2} + m_{arz3} + m_{ard1} + m_{ard2} + m_{ard3} + m_{ara1} + m_{ara2} + m_{ara3} + m_{arr1} + m_{arr2} + m_{arr3}}{m_{az1} + m_{az2} + m_{az3} + m_{ad1} + m_{ad2} + m_{ad3} + m_{aa1} + m_{aa2} + m_{aa3} + m_{ar1} + m_{ar2} + m_{ar3}} * 100\% \right)$$

K_{ar} – koeficients rezultātu pārrēķinam uz smalko augsnes frakciju, %;

$m_{arz1} - m_{arr3}$ – rupjās augsnes frakciju paraugu masa visos atkārtojumos, g .

Pēc sijāšanas visas vienā parauglaukumā ievāktās augsnes frakcijas ar daļiņu izmēru mazāku par 2 mm apvieno pa slāņiem, rūpīgi sajauc un izveido vidējo paraugu (*0,5 kg*), ko izmanto oglekļa satura noteikšanai.

Oglekļa saturu nosaka ar elementanalizatoru (*metodika: [Dzīvās biomasas paraugu ievākšana un analīzes](#)*). Oglekļa saturu augsnē rēķina kā vidējo koncentrāciju katrā augsnes slānī un vidējo uzkrājumu uz 1 ha:

$$c_a = c_{as} * 10 * K_{ar}$$

c_a – oglekļa faktiskā koncentrācija augsnes slānī, $g\ kg^{-1}$;

c_{as} – oglekļa koncentrācija augsnes slānī (elementanalizatora nolasījums), %;

10 – koeficients mērvienību pārrēķinam.

$$C_a = (B_{a01} * L_{a01} * c_{a12} + B_{a12} * L_{a12} * c_{a12} + B_{a24} * L_{a24} * c_{a24} + B_{a48} * L_{a48} * c_{a48}) * 0,1$$

C_a – oglekļa uzkrājums 0–80 cm biezā augsnes slānī, $kg\ ha^{-1}$;

$B_{a01} - B_{a48}$ – augsnes slāņu blīvums, $kg\ m^{-3}$;

$L_{a01} - L_{a48}$ – augsnes slāņu biezums, cm ;

$c_{a01} - c_{a48}$ – oglekļa koncentrācija dažādos augsnes slāņos, $g\ kg^{-1}$;

0,1 – koeficients mērvienību pārrēķinam.

METODIKAS APROBĒŠANAS REZULTĀTI

Projekta ietvaros aprobēti metodiskie risinājumi, kas nav standarta MSI metodes, t.i. nedzīvās koksnes smalkās frakcijas, nedzīvās zemsegas un augsnes paraugu ievākšana un analīzes.

Sasaistot metodikas aprobēšanu ar projekta tiešajiem mērķiem, pētījuma ietvaros novērtēta augsnes apstrādes ietekme uz oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā un citās oglekļa krātuvēs priežu audzēs oligotrofās augsnes apstākļos Mr meža tipā. Darbā salīdzināti meža atjaunošanas 3 varianti – dabiskā atjaunošanās sagatavotā un nesagatavotā augsnē un selekcionēta stādmateriāla stādīšana sagatavotā augsnē. Eksperimentālā audze ierīkota

1997. gadā atlasīto priežu pēcnācēju augšanas gaitas novērtēšanai, salīdzinot ar dabiskas izcelsmes īpatņiem. Mākslīgajai atjaunošanai izmantoti divgadīgi priedes stādi, stādīšanas biežums – 5000 gab. ha⁻¹. 2010. gada rudenī veikta kultūru uzmērīšana un augsnes un nedzīvās zemsegas paraugu ievākšana. Mežaudžu taksācijas rādītāji doti 1. tabulā.

1. Tabula. Mežaudžu taksācijas rādītāji

Rādītājs	Dabiski atjaunots nesagatavotā augsnē	Dabiski atjaunots sagatavotā augsnē	Stādīts selekcionēts stādmateriāls
caurmērs (D), cm	4,6	2,9	4,8
augstums (H), m	3,7	2,4	4,2
koku skaits, gab. ha ⁻¹	2980	4020	3300

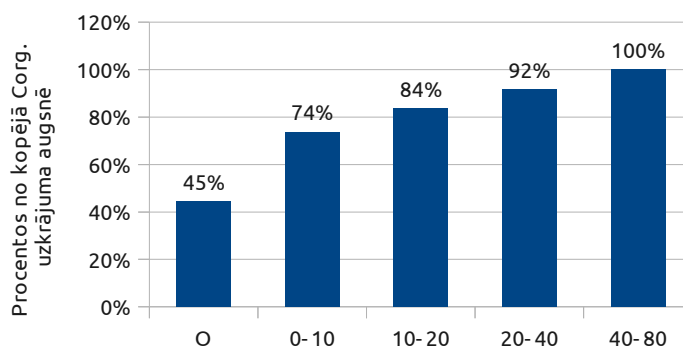
Augsnes paraugi ievākti 0-80 cm dziļumā (0-10, 10-20, 20-40 un 40-80 cm augsnes slānī). Paraugu ievākšanai katrā variantā izraktas četras 1 m dziļas profilbedres, kas izvietotas 15 m attālumā Z, D, R un A virzienā no raksturīgā vietā ierīkota parauglaukuma centra. Augsnes paraugi blīvuma noteikšanai ievākti ar zondi (3 atkārtojumos katrā profilbedrē un katrā augsnes slānī). Augsnes paraugi oglekļa analīzēm ievākti visā attiecīgā slāņa biežumā katrā profilbedrē. O horizonta paraugus ievāca blakus profilbedrēm 20 x 20 cm lielos laukumos visā horizonta dziļumā. O horizontā neietvēra kritālas, skuju un citas kokaugu izcelsmes atliekas, kas atradās virs sūnu segas. Šo atlieku frakciju ievāca atsevišķi, sadalot nekoksnes biomasu (galvenokārt, skuju) un koksni (sīkie zariņi, koksnes fragmenti, mizas). Laboratorijā noteica augsnes blīvumu, kopējā un karbonātu oglekļa saturu augsnē un kritālās. Aprēķinu ceļā ieguva organiskajos savienojumos ieslēgtā oglekļa saturu.

Vislielākais oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā konstatēts dabiski atjaunotā audzē uz sagatavotas augsnes. Atšķirība no citiem variantiem ir statistiski būtiska ($p < 0,05$). Arī kopējais oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā un augsnē ir lielāks šajā variantā ($56,1 \pm 2,9 \text{ tonnas ha}^{-1}$), tomēr atšķirība nav statistiski būtiska ($p > 0,05$). Vismazākais oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā un augsnē, attiecīgi, $20,7 \pm 2,8$ un $53,8 \pm 3,5 \text{ tonnas ha}^{-1}$, konstatēts dabiskās atjaunošanās uz nesagatavotas augsnes variantā (2. tabula).

2. Tabula. Oglekļa uzkrājums (tonnas ha⁻¹) nedzīvajā zemsegā un augsnē

Atjaunošanas veids	O horizonts	Augsnes slānis, cm				Kopā
		0-10	10-20	20-40	40-80	
dabiski nesagatavotā augsnē	20,7 ± 2,8	17,8 ± 1,6	6,1 ± 0,9	4,8 ± 1,0	4,5 ± 0,3	53,8 ± 3,5
dabiski sagatavotā augsnē	29,8 ± 1,5	15,3 ± 2,4	3,8 ± 0,4	3,3 ± 0,2	3,9 ± 0,1	56,1 ± 2,9
sagatavotā augsnē stādīts selekcionēts stādmateriāls	24,0 ± 4,3	16,0 ± 1,4	4,2 ± 1,1	5,0 ± 1,1	4,9 ± 0,9	54,1 ± 3,8
Vidēji	24,9 ± 1,8	16,3 ± 0,9	5,5 ± 0,6	4,5 ± 0,5	4,6 ± 0,3	55,8 ± 2,2

7. attēlā redzams, ka vairāk nekā 90 % organiskā oglekļa augsnē koncentrēts līdz 40 cm biežā augsnes slānī un gandrīz puse – O horizontā. Saskaņā ar projekta BioSoil rezultātiem vidēji Latvijas meža augsnēs O horizontā koncentrēti 3,4 % no augsnes organiskā oglekļa, bet 46 % atrodas 40-80 cm dziļumā. Tas nozīmē, ka, neskatoties uz metodikas aprobēšanā iegūtajiem rezultātiem, nav pamata dziļāko augsnes slāņu izslēgšanai no paraugošanas programmas.



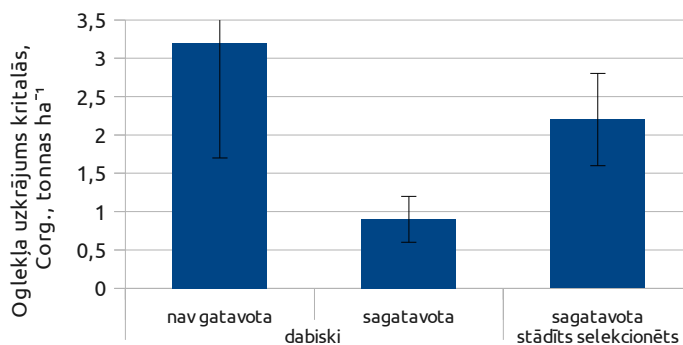
7. Attēls: Augsnes oglekļa uzkrājuma sadalījums.

Vislielākais oglekļa uzkrājums kriticalās konstatēts dabiski atjaunotā audzē uz nesagatavotas augsnes. Atšķirība no dabiskas atjaunošanas sagatavotā augsnē ir statistiski būtiska ($p < 0,05$), bet, salīdzinot ar oglekļa uzkrājumu kriticalās sagatavotā augsnē, kur stādīts selekcionēts stādmateriāls, statistiski būtiska atšķirība nav konstatēta ($p > 0,05$). Lielā datu izkliede (*vidējā aritmētiskā standartkļūda ir 60 % no vidējā rādītāja*) dabiskās atjaunošanās uz nesagatavotas augsnes variantā liecina par iespējams neraksturīgu paraugošanas vietu izvēli. Kopējais oglekļa uzkrājums kriticalās vidēji ir $2,2 \pm 0,8$ tonnas ha^{-1} , t.i. datu variabilitāte ir 36 %. Statistiski būtiska atšķirība, tāpat, konstatēta starp dabisko atjaunošanos sagatavotā un nesagatavotā augsnē, kā arī starp dabisko un mākslīgo atjaunošanu sagatavotā augsnē. Vismazākais oglekļa uzkrājums kriticalās ($0,9 \pm 0,3$ tonnas ha^{-1}) konstatēts dabiskās atjaunošanās uz sagatavotas augsnes variantā (3. tabula).

Kopējais oglekļa uzkrājums nedzīvajā koksne un citās kriticalās ir 0,9-3,2 tonnas ha^{-1} (8. attēls), vidēji $2,2 \pm 0,8$ tonnas ha^{-1} vai 3 % no oglekļa uzkrājuma augsnē (0 horizontā un 0-80 cm biežā augsnes slānī

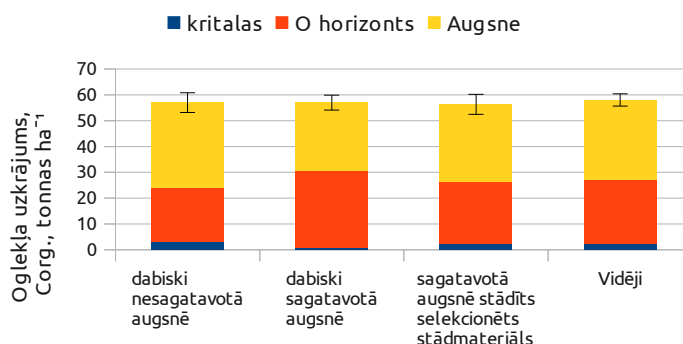
3. Tabula. Oglekļa uzkrājums (tonnas ha^{-1}) kriticalās

Atjaunošanas veids	Frakcija		Kopā
	citas kriticalas	nedzīvā koksne	
dabiski nesagatavotā augsnē	$2,7 \pm 1,5$	$0,5 \pm 0,1$	$3,2 \pm 1,5$
dabiski sagatavotā augsnē	$0,6 \pm 0,1$	$0,3 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,3$
sagatavotā augsnē stādīts selekcionēts stādmateriāls	$1,3 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,6$
Vidēji	$1,7 \pm 0,7$	$0,6 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,8$



8. Attēls: Oglekļa uzkrājums nedzīvajā koksne un citās kriticalās.

Kopējais oglekļa saturs kritalās un augsnē visos variantos statistiski būtiski neatšķiras (9. attēls) un vidēji visos variantos ir $58,0 \pm 2,3$ tonnas ha^{-1} . Smalko kritalu frakcija ir vidēji 3,8 % no kopējā oglekļa uzkrājuma.



9. Attēls: Oglekļa uzkrājums kritalās, O horizontā un augsnē 0-80 cm dziļumā.

Pētījuma rezultāti liecina, ka augsnes sagatavošanai meža atjaunošanas laikā nav negatīvas ietekmes uz oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā, kritalās un augsnē, tieši pretēji – vismazākais oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā ir nesagatavotā augsnē, kur notikusi dabiskā atjaunošanās. Samazināto oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā šajā variantā kompensē augsnes ogleklis un kritalas.

Vidējais oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā un augsnē Latvijas meža minerālaugsnēs ir 215 tonnas ha^{-1} (LEGMC, 2010), attiecīgi, aptuveni 4 reizes lielāks, nekā pētījumu objektā. Tas liecina, ka pētījums raksturo nabadzīgas meža augsnes, kas visāsāk reaģē uz dažādiem augsnes bojājumiem (Egnell et al., 2007) un atrodas augsnes oglekļa uzkrājuma samazināšanās riska grupā.

Eksperimenta rezultāti sagatavoti publicēšanai Latvijas Universitātes 69. zinātniskās konferences tēžu krājumā. Raksta nosaukums "Meža atjaunošanas paņēmiena izvēles ietekme uz oglekļa piesaisti nedzīvajā zemsegā priežu audzēs", autori A. Lazdiņš un Ā. Jansons.

NE-CO₂ SEG EMISIJU APRĒĶINU METODIKA

Nozīmīgākās ne-CO₂ emisijas, kas saistītas ar mežsaimnieciskajām darbībām, ir N₂O un CH₄. SEG inventarizācijas pārskatā iekļauj aprēķinu arī par CO un NO_x emisijām, kas ir būtisks piesārņojuma avots. Mežsaimniecisko darbību rezultātā ne-CO₂ emisijas rodas mežizstrādes atlieku sadedzināšanas un meža ugunsgrēku rezultātā (N₂O, CH₄, CO un NO_x), kā arī no susinātiem mežiem (CH₄ un N₂O). CH₄ emisiju izmaiņas (*samazināšanās*) meža susināšanas rezultātā parasti neiekļauj SEG emisiju aprēķinā, jo CH₄ emisijas no meža zemēm svārstās plašās robežās (*no -2 līdz 1000 mg CH₄ m⁻² dnn⁻¹*), kas apgrūtina statistiski ticamu datu iegūvi. Saskaņā ar Kanādā veiktu pētījumu rezultātiem vidējās CH₄ emisijas no dabiski mitrām kūdras augsnēm vidēji ir 32 kg ha⁻¹ gadā, kas atbilst 672 kg ha⁻¹ CO₂ ekvivalentiem (Bachand et al., 1996). Bebru appludinātās teritorijās veikti pētījumi liecina, ka CH₄ emisijas no pastāvīgi appludinātām teritorijām ir 107-147 kg ha⁻¹ gadā, bet periodiski applūstošās teritorijās – 3-5 kg ha⁻¹ gadā (Naiman et al., 1984). Jāņem vērā, ka mežs, tajā skaitā pārmitrās meža zemes, ne tikai emitē, bet arī absorbē atmosfēras CH₄. CH₄ absorbēšanas dinamika ir grūti izsekrojama, tomēr līdzšinējie pētījumi liecina, ka tā daļēji kompensē emisijas (Bachand et al., 1996). Ņemot vērā nepilnīgo informāciju par CH₄ emisijām no meža zemēm, A/s "Latvijas valsts meži" mežsaimniecisko darbību ietekmes uz SEG emisijām analīzē nolemts neiekļaut CH₄ emisijas no pārmitrām mežaudzēm (*purvainiem un slapjainiem*).

Potenciālais piesaistes apjoms (*neizdalījušos CH₄ emisiju veidā*), uzturot meliorācijas sistēmas kūdreņos un āreņos, kas, tādējādi, nav iekļauts mežsaimniecisko darbību ietekmes analīzē, ir 192-893 tūkst. tonnas CO₂ ekvivalentu gadā (*11-37 % no pētījuma ietvaros aprēķinātās mežsaimniecisko darbību ietekmes uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti*). Papildus CO₂ emisijas no susinātam kūdras augsnēm ir 330 tūkst. tonnas CO₂ gadā. Tas liecina, ka CH₄ emisijas no dabiski mitrajiem mežiem ir būtisks SEG emisiju avots. Tomēr pirms CH₄ emisiju datu iekļaušanas mežsaimniecisko darbību ietekmes analīzē jānoskaidro, vai aprēķinā izmantotie koeficienti raksturo situāciju Latvijā un kā CH₄ emisijas ietekmē meža susināšana. Šāda darba izmaksas tikai pētījuma infrastruktūras (*gāzu analizatoru*) iegādei būtu aptuveni 1 milj. LVL, tāpēc pirms apjomīgu pētījumu par CH₄ emisijām no dabiski mitriem mežiem uzsākšanas ir jāizvērtē, vai ieguvumi no šāda darba atsvērs izmaksas.

Pētījumā sākotnēji pieņemts, ka meža meliorācijas sistēmu uzturēšana nerada papildus SEG emisijas, kā arī neietekmē CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā. Turpretim, meža meliorācijas sistēmu slēgšana un pārmitriem meža tipiēm raksturīgo augšanas apstākļu atjaunošanās ilgtermiņā novedīs pie N₂O emisiju no augsnes samazināšanās gan uz minerālaugsnēm, gan kūdras augsnēm. Koeficients N₂O emisiju samazinājuma novērtēšanai, slēdzot meliorācijas sistēmas, organiskajās augsnēs ir 0,943 kg N₂O ha⁻¹ gadā (*0,600 kg N₂O-N ha⁻¹*), koeficients N₂O emisiju samazinājuma novērtēšanai minerālaugsnēs ir 0,094 kg N₂O ha⁻¹ gadā (*0,006 kg N₂O-N ha⁻¹*) (Penman et al., 2003)².

Emisiju, ko rada mežizstrādes atlieku sadedzināšana un meža ugunsgrēki novērtēšanai, izmantoti SEG inventarizācijas vadlīniju (Penman et al., 2003) koeficienti (*4. tabula*).

4. Tabula. Koeficienti meža ugunsgrēku un mežizstrādes atlieku radīto emisiju novērtēšanai³

C	CH ₄	CO	N ₂ O	NO _x	CO ₂
0,34	7,1	112	0,11	0,7	1531

Meža ugunsgrēkos sadedzinātās biomasas pieņemts 41 tona ha⁻¹, atbilstoši Penman et al., 2003⁴. Pētījuma ietvaros iegūti empīriskus datus par ugunsgrēku skartās biomasas, nedzīvās koksnes un nedzīvās zemsegas apjomu, atkarībā no meža ugunsgrēka skartā meža tipa, vecuma un platības. Sadedzināto mežizstrādes atlieku apjoma novērtēšanai izmantos empīriskus datus, ko iesniegs A/s "Latvijas valsts meži". Sadedzināšanas koeficientu jeb

² IPCC GPG LULUCF 2003 – TABLE 3a.2.1 Default emission factors N₂O emissions from drainage of forest soils.

³ IPCC GPG LULUCF 2003 – TABLE 3A.1.16 Emission factors (*g kg⁻¹ dry matter combusted*) applicable to fuels combusted in various types of vegetation fires.

⁴ IPCC GPG LULUCF 2003 – TABLE 3A.1.13 Biomass consumption (*t ha⁻¹*) values for fires in a range of vegetation types.

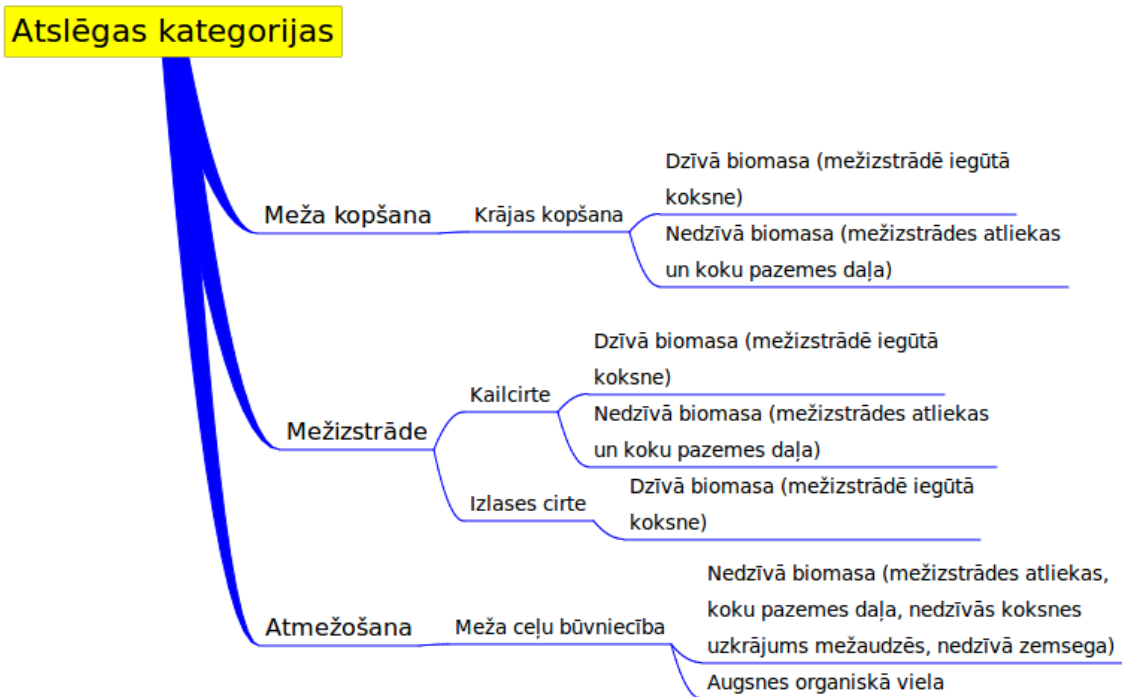
sadegušās dzīvās biomasas īpatsvaru novērtēs, balstoties uz SEG inventarizācijas vadlīnijām – meža ugunsgrēkos pieņems, ka vidēji sadeg 34 % no dzīvās biomasas, mežizstrādes atlieku sadedzināšanā – 33 % no sadedzināšanai atstātās biomasas (*Penman et al., 2003*)⁵. Meža ugunsgrēkos sadegušās nedzīvās koksnes un nedzīvās zemsegas novērtēšanai izmantos empīriskus datus, ko iegūs pētījuma ietvaros.

⁵ IPCC GPG LULUCF 2003 – TABLE 3A.1.12 Combustion factor values (*proportion of prefire biomass consumed*) for fires in a range of vegetation types.

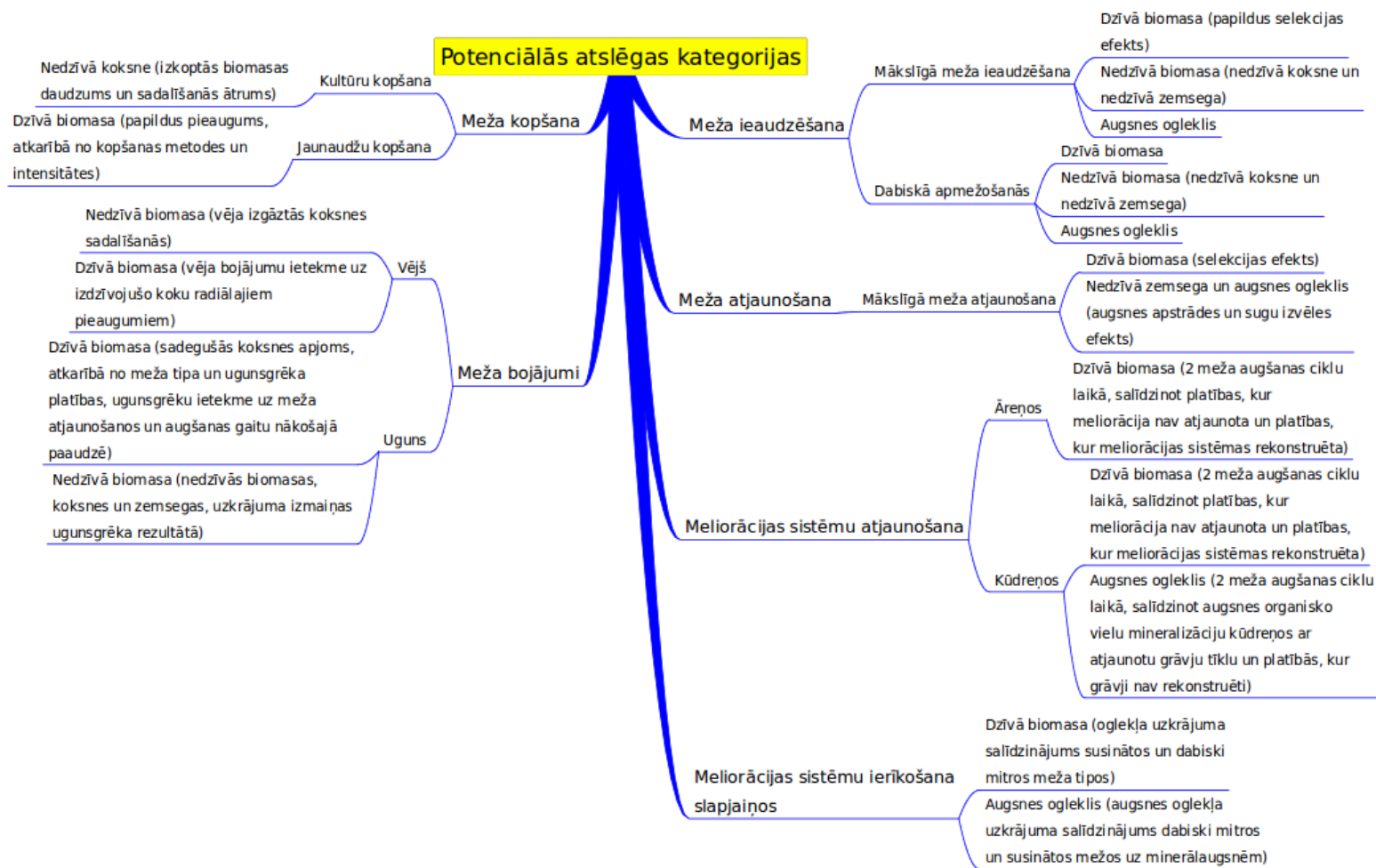
PĒTĪJUMU PROGRAMMA

Mežsaimnieciskās darbības atslēgas kategorijas un oglekļa krātuves (*kopā rada 95 % no emisiju un piesaistes absolūto vērtību summas*), kas identificētas izpētes pirmajā etapā, parādītas 10. attēlā. Ņemot vērā, ka patreiz pieejamā informācija un SEG inventarizācijas metodika ļauj novērtēt, galvenokārt, emisijas, atslēgas kategorijas raksturotas vienpusīgi, t.i. nav ņemtas vērā potenciālās CO₂ piesaistes atslēgas kategorijas. Lai novērtētu arī CO₂ piesaisti mežsaimnieciskās darbības rezultātā, 11. attēlā dots saraksts ar potenciālajām mežsaimnieciskās darbības atslēgas kategorijām. Tajā iekļautas arī emisiju kategorijas, kuru aprēķins patreiz ir nepilnīgs (*emisijas meža bojājumu rezultātā*), bet kas raksturo SEG inventarizācijai nozīmīgu rādītāju – drošības intervālu jeb dabisku procesu (*vēģgāžu, meža ugunsgrēku*) radīto emisiju potenciālu. Potenciālo CO₂ piesaistes kategoriju sarakstā iekļauts jauns mežsaimnieciskās darbības veids – meliorācijas sistēmu ierīkošana mežaudzēs uz dabiski mitrām minerālaugsnēm. Šī aktivitāte nav saistīta ar papildus emisijām no augsnes, izņemot nelielas N₂O emisijas, bet rada būtisku papildus piesaisti dzīvajā biomasā. Vidējais svērtais krājas pieaugums slapjajņos (*159 tūkst. ha LVM apsaimniekotajos mežos*) ir 7,3 m³ ha⁻¹, savukārt, āreņos – 9,8 m³ ha⁻¹ gadā. Attiecīgi, visu mežu uz dabiski mitrām augsnēm nosusināšana ilgtermiņā vidēji gadā dotu papildus 395 tūkst. m³ pieaugumu, kas saskaņā ar Nacionālās SEG inventarizācijas metodiku atbilst 621 tūkst. tonnām piesaistītā CO₂ gadā. Papildus N₂O emisijas, kas rastos no meliorētajām zemēm, atbilst 4,4 tūkst. tonnām CO₂ ekvivalentu gadā. Summārā papildus piesaiste dabiski mitro minerālaugšņu meliorācijas rezultātā ir 616,6 tūkst. tonnas CO₂ ekvivalentu (*6 % no mežizstrādes radītajām emisijām vai 12 % no neto CO₂ piesaistes dzīvajā biomasā*). Precīzāki dati par piesaistes potenciālu, veicot meliorācijas sistēmas izbūvi mežaudzēs uz dabiski mitrām minerālaugsnēm, iegūstami veicot mežaudžu vecuma un meža tipu edafisko rindu izplatības struktūras analīzi.

Parametri, ko noteiks visos pētījuma ietvaros ierīkojamajos parauglaukumos, izņemot gadījumus, kad izmantojamas specializētas metodikas, ir mežaudzes dendrometriskie rādītāji visiem kokiem ar $d_{1,3} > 2$ cm 500 m² lielos apļveida parauglaukumos atbilstoši MSI metodikai, tajā skaitā radiālā pieauguma analīze, nedzīvās koksnes un zemsegas biomasas un oglekļa saturs un augsnes oglekļa saturs 0-80 cm dziļumā.



10. Attēls: Mežsaimnieciskās darbības atslēgas kategorijas un oglekļa krātuves.



11. Attēls: Potenciālās mežsaimnieciskās darbības atslēgas kategorijas un oglekļa krātuves.

SEG EMISIJU UN CO₂ PIESAISTES ATSLĒGAS KATEGORIJU NOVĒRTĒŠANAS PĒTĪJUMU PROGRAMMA

Mežsaimnieciskās darbības, kas projekta 1. etapā identificētas, kā SEG emisiju atslēgas kategorijas, ir krājas kopšana, kailcirtes, izlases cirtes un meža ceļu būvniecība. Esošās zināšanas ir nepietiekošas objektīvai mežsaimniecisko darbību ietekmes uz CO₂ piesaisti novērtēšanai, tāpēc mežsaimnieciskās darbības, kas ir potenciālās piesaistes atslēgas kategorijas, analizētas atsevišķi.

Krājas kopšana

Atslēgas kategorijas krājas kopšanā ir CO₂ emisijas no dzīvās biomasas (*koksnes produktiem*) un nedzīvās zemsegas (*mežizstrādes atliekām*). Oglekļa uzkrājuma izmaiņas dzīvajā biomasā novērtēs 2 etapos:

1. balstoties uz koksnes produktu izmantošanas modeļiem, novērtēs emisijas no koksnes produktiem;
2. ievācot empīrisku materiālu, novērtēs pazemes biomasas sadalīšanās gaitu.

Potenciāla CO₂ piesaistes atslēgas kategorija krājas kopšanā ir dzīvā biomasā – papildus krājas pieaugums atstājamos kokos. Lai novērtētu veicot radiālā pieauguma uzmērījumus audzēs ar zināmu izmantošanas vēsturi, novērtēs papildus krājas pieaugumu, kas veidojies kopšanas rezultātā.

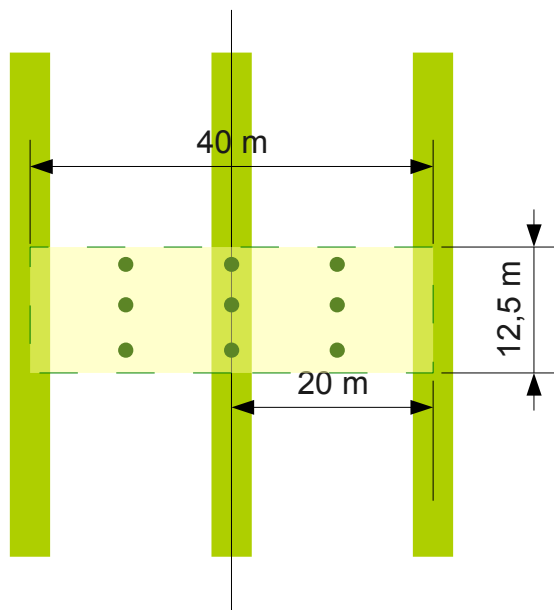
Krājas kopšanas ietekmes uz dzīvās biomasas pieaugumu novērtēšanai salīdzinās radiālo pieaugumu 20-40 gadus vecās mežaudzēs, kur pirms 15-20 gadiem veikta pirmā krājas kopšana. Iegūtos radiālā pieauguma datus pārrēķinās uz koksnes krāju un biomasu. Izzāgēto biomasu un, attiecīgi, mežizstrādes atlieku un pazemes biomasas apjomu, ko atstāj cirmā, novērtēs pēc celmu caurmēra vai pārrēķinās atbilstoši vidējā koka caurmēram mežaudzē kopšanas gadā.

Parauglaukumus ierīkos priedes, egles un bērza audzēs (*P – Mr, Dm, As; E – Dm, Vr, As; B – Vr, As*) 3 atkārtojumos un 3 reģionos (*mežsaimniecībās*), kur attiecīgi meža tipi ir visizplatītākie. Kopā ierīkos 72 pētījumu objektus. Kontrolei izmantos iespējami tajā pašā ģeogrāfiskajā reģionā izvietotas nekoptas mežaudzes attiecīgajā vecuma grupa (aizsargājamas dabas teritorijas, aizsargjoslas vai citas teritorijas, kur ierobežota mežsaimnieciskā darbība, kā arī MSI datus, atlasot parauglaukumus, kas atbilst nekoptu mežaudžu kritērijiem, attiecīgi, kopējais pētījumu objektu skaits ir 144. Kā indikators kopšanas ietekmei tiks izmantota radiālā pieauguma dinamika. Katrā pētījumu objektā ierīkos vienu 500 m² lielu apļveida parauglaukumu, kas aptver tehnoloģisko koridoru joslu starp tehnoloģiskajiem koridoriem.

Parauglaukumos noteiks koku dendrometriskos rādītājus un ievāks urbumu skaidas radiālā pieauguma analīzei (*20 katrā audzē*). Šajos parauglaukumos neievāks augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus. Apļveida parauglaukumu ierīkos vietā, kas ir tuvu, bet nepārklājas ar mežizstrādes atlieku sadalīšanās gaitas novērojumu parauglaukiem.

Mežizstrādes atlieku (*nedzīvās zemsegas*) sadalīšanās gaitas novērtēšanai krājas kopšanas un galvenajā cirtē izmantos dzīvās biomasas allometrisko vienādojumu izstrādāšanai ierīkotos objektus (*nodaļa: Metodika dzīvās biomasas aprēķinu vienādojumu izstrādāšanai*), kuros ievāks nedzīvās koksnes (*celmi un saknes*) paraugus izņemot kontroles objektus, nogabalus, kuros nav identificējami treilēšanas ceļi un VI vecumklases mežaudzes, kurās nav identificējams celmu caurmērs. Maksimālais pētījumu objektu skaits ir 30. Katrā pētījumu objektā ierīkos 1 taisnstūrveida parauglaukumu 500 m² platībā, kas aptver 1 treilēšanas ceļu un teritoriju starp 2 tam tuvākajiem treilēšanas ceļiem (*12. attēls*). Ja attālums starp tehnoloģiskajiem koridoriem būs mazāks, proporcionāli palielinās taisnstūrveida parauglaukuma garumu, lai saglabātu 500 m² platību. Lai novērtētu mežizstrādes atlieku sadalīšanās gaitu, salīdzinās nedzīvās zemsegas uzkrājumu tehnoloģiskajos koridoros un pārējā audzes daļā. Taisnstūrveida parauglaukumā 9 punktos ievāks augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus. Nedzīvās zemsegas paraugus ievāks 20 x 20 cm lielos laukumos, augsnes

paraugus ievāks ar zondi 0-80 cm dziļumā. Nedzīvās zemsegas paraugos neiekļaus lielās kritālas, kas nonākušas uz zemes pēc mežizstrādes, bet ievāks visas kritālas, kas nonākušas ceļos mežizstrādes laikā. Mežizstrādes atlieku sadalīšanās periodu noteiks, pārrēķinot iegūtos datus par nedzīvās zemsegas faktisko uzkrājumu uz tehnoloģiskajiem koridoriem un pārējā mežaudzes daļā un salīdzinot to ar matemātiski noteikto potenciālo mežizstrādes atlieku daudzumu atbilstoši mežaudzes raksturojumam pirms mežizstrādes. Iegūto samazinājumu procentos sadalīs pa gadiem un aprēķinās, cik ilgā laikā sadalīsies visas mežizstrādes atliekas, pieņemot, ka sadalīšanās gaita ir lineāra. Mežizstrādes atlieku sadalīšanās ātrumu attiecinās kā aritmētisko vidējo uz visiem augšanas apstākļiem. Iegūtos rezultātus salīdzinās ar Skandināvijas valstīs izstrādātajiem biomasas sadalīšanās vienādojumiem un nedzīvās koksnes sadalīšanās novērojumos iegūtajiem datiem.



12. Attēls: Parauglaukuma shēma mežizstrādes atlieku sadalīšanās laika novērtēšanai.

Kopā aktivitātes ietvaros ievāks 1080 augsnes un 270 nedzīvās zemsegas tilpuma paraugus. Oglekļa analīzes veiks 240 augsnes un 60 nedzīvās zemsegas paraugiem. Radiālā pieauguma analīzei krājas kopšanas objektos ievāks 2880 urbumu skaidas.

Kailcirtes

Atslēgas kategorijas ir CO₂ emisijas no koksnes produktiem, mežizstrādes atliekām un nedzīvās koksnes (*celmiem un nocirsto koku pazemes biomasas*).

Oglekļa uzkrājuma izmaiņas koksnes produktos novērtēs ar koksnes produktu izmantošanas modeļiem, ko izstrādājis JRC (*JRC, 2009*) balstoties uz sortimentu struktūru. Atsevišķi tiks nodalīta biokurināmā frakcija, kas veidojas ražošanas procesā un netiek pārstrādāta citos produktos, izmantošanas modeļu koeficientus attiecinot uz koksnes produktiem, nevis apaļkoksnes sortimentiem. Empīrisku datu ieguve koksnes produktu izmantošanas termiņa noteikšanai nav paredzēta, pieņemot, ka JRC pielietotā metodika ir attiecināma arī uz Latvijas teritoriju. Koksnes izmantošanas (*atlikumu daudzuma*) modelēšanai izmantos Latvijā veikto pētījumu rezultātus (*MEKA, 2008*). Plātņu ražošanā izmantojamus atlikumus noteiks matemātiski, kā proporciju no kopējā kokapstrādes atlikumu daudzuma un plātņu ražošanas apjoma. Aprēķinos ņems vērā visu saražoto kokmateriālu apjomu, nenošķirot eksportēto koksni. Sīkāk aprēķinu metodika aprakstīta nodaļā: [Koksnes produkti](#).

Emisijas, kas saistītas ar mežizstrādes atlieku un pazemes biomasas (*sakņu un celmu*) sadalīšanos aprēķinās, kā CO₂ emisijas no nedzīvās koksnes un nedzīvās zemsegas.

Ar mežizstrādi saistītās rupjās nedzīvās koksnes frakcijas apjoma izmaiņas novērtēs, izmantojot MSI datus par izcirtumiem un par līdz 20 gadiem jaunākām jaunaudzēm

sadalījumā pa meža tipu edafiskajām rindām, nosakot kopsakarības starp nedzīvās koksnes uzkrājumu un audžu vecumu. Mežizstrādes atlieku smalko frakciju novērtēs matemātiski, balstoties uz pētījuma ietvaros noteikto attiecību starp rupjākajām un smalkajām koksnes frakcijām (nodaļa: [Nedzīvās koksnes paraugu ievākšana un analīzes](#)).

Empīriskus datus ievāks nedzīvās koksnes pazemes daļas (*celmu un sakņu*) un mežizstrādes atlieku (*resgalī par 6,1 cm tievākas koksnes*) sadalīšanās perioda novērtēšanai. Pazemes biomasas un mežizstrādes atlieku sadalīšanās gaitas novērtēšana izdalīta, kā atsevišķs apakšprojekts.

Pazemes biomasas sadalīšanās ātruma novērtēšanai izmantos I un II-III vecumklases pētījumu objektus, kas ierīkoti dzīvās pazemes biomasas vienādojumu izstrādāšanai (nodaļa: [Metodika dzīvās biomasas aprēķinu vienādojumu izstrādāšanai](#)), kopā 30 parauglaukumi. Pie katra parauglaukuma izvēlēsies 2 valdošās koku sugas celmus (*ja suga ir identificējama*), kas pārstāv lielākās un mazākās dimensijas kokus. Celmiem mērīs augstumu un caurmēru no 2 pusēm. Kopā pētījumam izvēlēsies 60 celmus. Mizas daļu caurmēram pieskaitīs matemātisku aprēķinu ceļā, izmantojot līdz šim veiktu pētījumu rezultātus. Izvēlētos celmus un saknes atraks, savācot visus fragmentus līdz 2 cm caurmēram, kas identificēti, kā piederīgi attiecīgajiem celmiem.

Laboratorijā celmus noskalos un nosvērs atbilstoši dzīvās pazemes biomasas noteikšanas metodei (nodaļa: [Pazemes biomasas](#)) un noteiks oglekļa saturu atbilstoši dzīvās biomasas biomasas analīžu metodei (nodaļa: [Dzīvās biomasas paraugu ievākšana un analīzes](#)). Kopā pētījuma ietvaros ievāks 120 nedzīvās koksnes paraugus blīvuma un oglekļa satura noteikšanai. Celmu rakšanu, paraugu ievākšanu un analīzes veiks pēc tam, kad būs padegti dzīvās biomasas novērtēšanas lauka darbi.

Katram celmam izrēķinās teorētisko biomasu un oglekļa saturu, tajā skaitā uzsūcošo sakņu masu un oglekļa uzkrājumu, un, salīdzinot ar faktisko mērījumu un analīžu rezultātu, izrēķinās procentuālo masas zudumu. Celmu sadalīšanās ilgumu noteiks, ekstrapolējot iegūtos oglekļa zudumu datus procentos gada laikā uz 50 % zudumu, iegūstot pazemes biomasas pussadalīšanās periodu. Aprēķinos pieņems, ka pilnas sadalīšanās periods ir 2 reizes garāks par pussadalīšanās periodu.

Mežizstrādes atlieku sadalīšanās ātruma novērtēšanai izmantojamo datu iegūšanas metode aprakstīta nodaļā: [Krājas kopšana](#).

Kopā aktivitātes ietvaros ievāks 60 celmus. Oglekļa analīzes veiks 120 nedzīvās koksnes paraugiem.

Izlases cirtes

Atslēgas kategorija ir CO₂ emisijas no koksnes produktiem. Oglekļa uzkrājuma izmaiņas novērtēs, tāpat, kā kailciršu gadījumā, neievācot empīriskus datus, bet balstoties uz koksnes produktu izmantošanas modeļiem.

Meža ceļu būvniecība

Atslēgas kategorijas ir CO₂ emisijas no nedzīvās koksnes, nedzīvās zemsegas un augsnes. Meža ceļu būvniecības gadījumā, atšķirībā no mežizstrādes, arī pazemes biomasas nonāk virszemē, tiek iespiesta atpakaļ augsnē atbērtnēs vai izvesta no meža apstrādei biokurināmajā, attiecīgi, nepieciešami šim mežsaimnieciskās darbības veidam specifiski sadalīšanās koeficienti.

Nedzīvo zemsegu (*mežizstrādes atliekas*), ko neizved pārstrādei biokurināmajā, noglabā uz atbērtnes, attiecīgi, sadalīšanās ilguma noteikšanai var pieņemt mežizstrādes atlieku sadalīšanās koeficientus, pieņemot, ka netiek būtiski mainīta vide, kurā atrodas atliekas. Pazemes biomasas sadalīšanās ātruma noteikšanai izmantos galvenajā un kopšanas cirtē iegūtos datus par celmu sadalīšanos.

Pētījuma ietvaros noteiks O horizonta sadalīšanās ātrumu un augsnes oglekļa uzkrājuma dinamiku zem ceļa seguma.

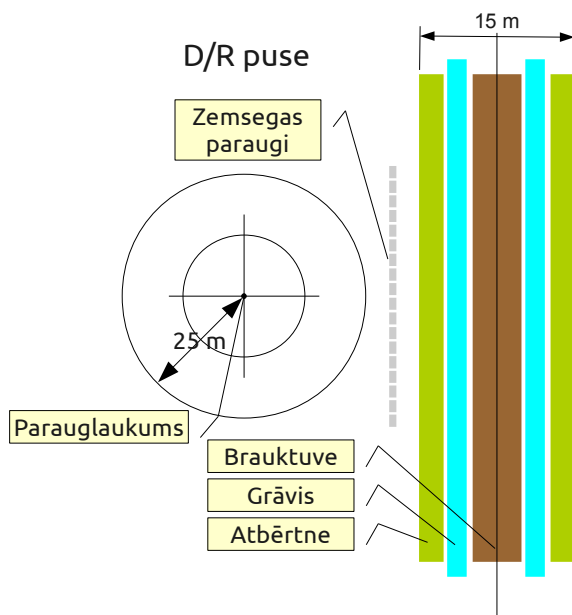
O horizonta sadalīšanās ātruma noteikšanai ievāks empīriskus datus, sekojot nedzīvās zemsegas masas zudumam dabiskiem pietuvinātos apstākļos. Eksperimentam izvēlēsies 40-50 gadus vecas mežaudzes (*vidēja vecuma mežs ir abpus ceļam*), kurās pēdējo 5 gadu laikā izbūvēti jauni meža ceļi. Darba apjoma aprēķins dots 5. tabulā. Izpētes objektus ierīkos tā, lai katrā edafiskajā rindā būtu pārstāvēti 2 meža tipi, kas raksturo oligotrofos augšanas apstākļus un optimālu nodrošinājumu ar barības vielām. Vienu paraugu sēriju izvietos gar ceļiem, kas iet ziemeļu – dienvidu virzienā, otru – austrumu – rietumu virzienā. Objektus izvēlēsies tā, lai tie būtu izmantojami arī augsnes oglekļa dinamikas novērtēšanai, t.i. platībās, kur ceļš izbūvēts pirms 1-2 gadiem un pirms 5 vai 10 gadiem.

Nedzīvās zemsegas paraugus ievāks mežaudzēs, kas robežojas ar ceļiem, būvdarbu neskartajā mežaudzes daļā. Turpat (*dienvidu vai, attiecīgi, rietumu pusē no ceļa*) ierīkos parauglaukumu dendrometrisko rādītāju noteikšanai un augsnes paraugu ievākšanai. Parauglaukumos neievāks radiālā pieauguma skaidas. Kopā pētījuma ietvaros nedzīvās zemsegas sadalīšanās gaitas novērtēšanai ierīkos 20 parauglaukumus. Papildus, otrpus ceļam sausieņu, slapjainu un āreņu meža tipos ierīkos parauglaukumus augsnes oglekļa sadalīšanās gaitas novērtēšanai. Šajos parauglaukumos neveiks mežaudžu uzmērīšanu, bet ievāks augsnes paraugus. Nedzīvās zemsegas paraugus šajos papildus parauglaukumos neievāks.

Katra nedzīvās zemsegas sadalīšanās gaitas novērtēšanai paredzētā parauglaukuma tuvumā (*līdz 25 m rādiusā*) ievāks 15 nedzīvās zemsegas paraugus (*ap 100 g katrs*), ko pārvietos poraina materiāla maisīņos, nosvērs, noliks rindā mežmalā dienvidu un, attiecīgi, rietumu pusē ceļa atbērtnei raksturīgos apstākļos un 3 gadu laikā novēros biomasas un oglekļa zudumus. Katra nākamā gada beigās, attiecīgi, 2012., 2013. un 2014. gada novembrī 5 paraugus (*katru 3. no rindas*) ņems analizēm un laboratorijā noteiks biomasas zudumus un oglekļa saturu zemsegā. Zemsegas sadalīšanās ātrumu turpmākajos noteiks, ekstrapolējot 3 gadu laikā iegūtos datus. Izpētes objekta shēma dota 13. attēlā.

5. Tabula. Darba apjoma novērtējums nedzīvās zemsegas sadalīšanās gaitas novērtēšanai

Nr.	Meža tips	Valdošā suga	Sēriju skaits	Paraugu skaits sērijā	Kopējais paraugu skaits
1.	Mētrājs	Priede	2	15	30
2.	Damaksnis	Egle	2	15	30
3.	Slapjais mētrājs	Priede	2	15	30
4.	Slapjais damaksnis	Bērzs/priede	2	15	30
5.	Niedrājs	Bērzs	2	15	30
6.	Liekņa	Melnalksnis	2	15	30
7.	Mētru ārenis	Priede	2	15	30
8.	Platlapju ārenis	Egle	2	15	30
9.	Mētru kūdrenis	Priede	2	15	30
10.	Platlapju kūdrenis	Egle	2	15	30
Kopā			20	-	300



13. Attēls: Pētījumu objekta shēma.

Kopā eksperimenta ietvaros 20 pētījumu objektos, kuros ievāks 960+240 augsnes tilpuma paraugus un 240 nedzīvās zemsegas paraugus (*neskaitot tos, kas tiks atstāti uz vietas sadalīšanās gaitas monitoringam*). Oglekļa analīzēm sagatavos 80+48 vidējos augsnes paraugus un 20 nedzīvās zemsegas paraugus. Papildus oglekļa analīzes veiks 300 nedzīvās zemsegas paraugiem, ko atstās mežā.

Augsnes organiskās vielas sadalīšanās gaitas novērtēšanai ievāks empīriskus datus par oglekļa saturu augsnē ceļos ar grants seguma, kas izbūvēti pēdējo 15-20 gadu laikā, salīdzinot augsnes organiskā oglekļa uzkrājumu zem ceļa seguma 0-80 cm dziļumā un oglekļa uzkrājumu tajā pašā dziļumā ceļam pieguļošajās mežaudzēs. Vienlaicīgi novērtēs arī augsnes sablīvējuma pakāpi.

Pētījumu veiks sausieņu, āreņu un slapjainu meža tipos, izmantojot 12 nedzīvās zemsegas sadalīšanās gaitas novērtēšanai ierīkotos pētījumu objektos un, papildus ierīkojot vēl vienu parauglaukumu sēriju (6 pētījumu objektos) attiecīgajos meža tipos tā, lai būtu pārstāvēti ceļi, kas izbūvēti tikko, pirms 5-10 gadiem un pirms 15-20 gadiem. Papildus ierīkotajos parauglaukumos neveiks mežaudžu uzmērīšanu un neievāks nedzīvās zemsegas paraugus, bet fiksēs parauglaukumu centrus.

Zem ceļa seguma 3 atkārtojumos katrā pētījumu objektā 0-80 cm dziļumā ievāks augsnes paraugus ar noteiktu tilpumu augsnes blīvuma un oglekļa noteikšanai. Augsnes paraugu sagatavošanas un analīžu metodika aprakstīta nodaļā: [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#). Kopējais ievācamo augsnes tilpuma paraugu skaits, tajā skaitā no darbu neskartās audzes daļas, ir 576+216. Pēc paraugu apvienošanas (*atbilstoši nodaļā [Oglekļa dinamika meža augsnēs aprakstītajai metodikai](#)*) oglekļa analīzes veiks 48+72 augsnes paraugiem.

Augsnes sablīvējumu ceļu būves laikā novērtēs, salīdzinot augsnes horizontu biezumu un augsnes blīvumu dažādos dziļumos. Ceļos bez seguma par nulles līmeni uzskatīs ceļa virskārtu.

Kopā apakšprojekta ietvaros 26 mežaudzēs ierīkos 50 parauglaukumus, tajā skaitā 20 parauglaukumos noteiks koku dendrometriskos rādītājus. Kopā ievāks 1992 augsnes un 240 nedzīvās zemsegas tilpuma paraugus, kā arī 300 nedzīvās zemsegas paraugus organisko vielu sadalīšanās gaitas novērojumiem. Oglekļa saturu noteiks 248 augsnes un 320 nedzīvās zemsegas paraugiem. Nedzīvās zemsegas sadalīšanās gaitas novērtējumam papildus jāveic 300 paraugu sausnas noteikšana 2 reizes – uzsākot eksperimentu un paņemot paraugu analīzēm.

POTENCIĀLO SEG EMISIJU UN CO₂ PIESAISTES ATSLĒGAS KATEGORIJU NOVĒRTĒŠANAS PĒTĪJUMU PROGRAMMA

Potenciālās SEG emisiju un CO₂ piesaistes atslēgas kategorijas ir meža ieaudzēšana un dabiskā apmežošanās (*CO₂ piesaiste augsnē, nedzīvajā koksnē, nedzīvajā zemsegā un dzīvajā biomasā*); mākslīgā meža atjaunošana (*CO₂ piesaiste augsnē, nedzīvajā zemsegā⁶ un dzīvajā biomasā*); jaunaudžu kopšana (*CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā*), meža ugunsgrēki (*CO₂ emisijas, sadegot dzīvajai biomasai, nedzīvajai koksnei un nedzīvajai zemsegai*), vēja postījumi (*CO₂ emisijas no nedzīvās biomasas*) un meža meliorācijas sistēmu atjaunošana (*CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā un CO₂ emisijas no augsnes*).

Meža ieaudzēšana

Potenciālās atslēgas kategorijas ir CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā, nedzīvajā koksnē, nedzīvajā zemsegā un augsnē. Empīriskus datus iegūs, lai novērtētu CO₂ piesaisti augsnē.

Meža ieaudzēšanas ietekmes uz CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā, nedzīvajā koksnē un nedzīvajā zemsegā novērtējumā pieņemts, ka sākotnējais stāvoklis ir "nulle", t.i. attiecīgajā teritorijā kokaugu biomasā, nedzīvajā koksnē un nedzīvajā zemsegā CO₂ nav piesaistīts. Stāvoklis pēc meža ieaudzēšanas ir CO₂ tonnās izrēķināta attiecīgajam meža tipam un valdošajai sugai raksturīgais dzīvās biomasas, nedzīvās koksnes un nedzīvās zemsegas uzkrājums galvenās cirtes vecumā vai brīdī, kad attiecīgās valdošās sugas mežaudzes sasniedz galvenās cirtes caurmēru. Galvenās cirtes vecumu mežaudzēm, kuras plāno izstrādāt pēc caurmēra, noteiks, tāpat, pēc MSI datiem, nosakot vidējo vecumu attiecīgā meža tipa un valdošās sugas mežaudzēm, kas sasniegušas galvenās cirtes dimensijas. Plantāciju mežu raksturošanai empīriski dati nav pieejami, tāpēc uz plantācijām attiecinās MSI datus, kas raksturo attiecīga vecuma mežaudzes.

Nedzīvās koksnes un stumbra koksnes krājas rādītājus CO₂ piesaistes aprēķiniem ieaudzētās mežaudzēs ņems no MSI datiem. Nedzīvās zemsegas uzkrājuma novērtēšanai izmantos vidējos rādītājus attiecīgajam mežam tipam, apkopojot visus pētījuma ietvaros iegūtos datus par nedzīvo zemsegu.

Oglekļa uzkrājuma noteikšanai dzīvajā un nedzīvajā koksnē izmantos pētījuma ietvaros izstrādātos allometriskos vienādojumus.

Vidējo CO₂ piesaisti gada laikā iegūs, izdalot kopējo aprites laikā piesaistīto CO₂ ar mežaudzes vecumu, veicot galveno cirti.

Meža ieaudzēšanas ietekmes aprēķinā ņems vērā selekcionētā stādmateriāla izmantošanas efektu un īpatsvaru izmantotā stādmateriāla kopapjomā saimnieciski nozīmīgākajām koku sugām (*bērzam, eglei un priedei*), kā arī citām sugām, ja projekta izpildes laikā šādi dati būs pieejami. Provizoriskie ievades dati selekcijas efekta novērtēšanai doti 6. tabulā.

6. Tabula. Aprēķinu pieņēmumi par selekcijas efektu⁷

Koku sugas	Selekcijas efekts	Selekcionētā stādmateriāla īpatsvars
B	15,00%	100,00%
E	20,00%	60,00%
P	15,00%	100,00%

Ne-CO₂ emisijas meža ieaudzēšanas ietekmes aprēķinos neieklaus, jo meliorācijas sistēmu uzturēšanas un ierīkošanas efektu novērtēs atsevišķi, izmantojot statistikas datus par meža meliorācijas sistēmu ierīkošanu (*nodaļa: [Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana](#)*). Susinātajās platībās, kur meliorācijas sistēma pastāvējusi pirms meža ieaudzēšanas CO₂ un N₂O emisijas no augsnes nerēķinās, jo augšanas apstākļi meža ieaudzēšanas rezultātā nav mainījušies, attiecīgi, nav pamata uzskatīt, ka emisijas no augsnes pieaugušas meža ieaudzēšanas

⁶ Pētījuma ietvaros plānots turpināt metodikas aprobācijas ietvaros

⁷ Dr. silv. Āris Jansons, personiska komunikācija, 17.06.2010.

rezultātā.

Lai noteiktu oglekļa uzkrājuma izmaiņas augsnē, pētījuma ietvaros atlasīs 100 vienmērīgi pa visu valsts teritoriju izvietotus MSI parauglaukumus, kuros zemes izmantošanas veids ir zālājs un, veicot satelītattēlu analīzi projekta "Mežu zemes izmantošanas maiņas matricas izstrādāšana un integrēšanu nacionālajā siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas pārskatā par Kioto protokola 3.3 un 3.4 pantā minētajiem pasākumiem" (*Lazdiņš et al., 2010*) ietvaros, nav konstatēts kokaugu apaugums.

Atlasītajos parauglaukumos ievāks augsnes paraugus atbilstoši 6. attēlā dotajai shēmai un veiks augsnes oglekļa analīzes (*metodika nodaļā: [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#)*). Nedzīvās zemsegas paraugu pētījuma ietvaros neievāks. Kopā oglekļa satura novērtēšanai zālāju augsnēs ievāks 4800 augsnes tilpuma paraugus (*48 paraugi katrā parauglaukumā*). Oglekļa saturu noteiks 400 vidējos augsnes paraugus.

Meža ieaudzēšanas ilgtermiņa efekta novērtēšanai ierīkos izpētes objektus pēdējo 5 gadu laikā apmežotās lauksaimniecības zemēs, kur izmantots selekcionēts stādmateriāls. Izpētes objektus ierīkos 3 atkārtojumos 3 dažādos Latvijas reģionos, izraugoties iespējami dažādus augšanas apstākļus. Pētījumā iekļaus teritorijas, kas apmežotas ar bērzu, egli un priedi. Kopējais parauglaukumu skaits meža ieaudzēšanas ietekmes uz CO₂ piesaisti ietekmes novērtēšanai ir 27. Katrā objektā ierīkos 1 aplveida parauglaukumu 500 m² platībā, kurā uzmērīs augstumu un noteiks sugu visiem kokiem. Augsnes stāvokļa raksturošanai katrā parauglaukumā ievāks augsnes paraugus atbilstoši 6. attēlā dotajai shēmai un veiks oglekļa satura analīzes atbilstoši nodaļā: [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#) dotajai metodikai. Nedzīvās zemsegas paraugus apmežotajās zemēs neievāks. Kopā apmežotajās zemēs ievāks 1296 augsnes tilpuma paraugus. Oglekļa saturu noteiks 108 vidējos paraugus.

Kopā meža ieaudzēšanas efekta novērtēšanai ievāks 6096 augsnes tilpuma paraugus. Oglekļa saturu noteiks 508 vidējos paraugus.

Dabiskā apmežošanās

Potenciālās atslēgas kategorijas ir CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā, nedzīvajā koksne, nedzīvajā zemsegā un augsnē. Empīrisku datu ieguve šajā potenciālajā CO₂ piesaistes atslēgas kategorijā nav plānota.

CO₂ piesaistes raksturošanai dzīvajā un nedzīvajā koksne un nedzīvajā zemsegā izmantos MSI datus. Aprēķinu metode aprakstīta nodaļā: [Meža ieaudzēšana](#). Baltalksnim un citām koku sugām, kam nav noteikts galvenās cirtes vecums, izstrādes vecumu pieņems, saskaņojot ar meža apsaimniekotāju.

CO₂ piesaistes augsnē raksturošanai izmantos meža ieaudzēšanas ietekmes uz augsni novērtējumā iegūtos datus.

Mākslīgā meža atjaunošana

Potenciālās atslēgas kategorijas ir CO₂ piesaiste augsnē, nedzīvajā zemsegā un dzīvajā biomasā. Empīrisku datu ieguve plānota augsnes sagatavošanas paņēmiena izvēles ietekmes uz oglekļa uzkrājumu nedzīvajā zemsegā novērtēšanai. Iegūtos datus izmantos arī dabiskās meža atjaunošanas raksturošanai.

Mākslīgās meža atjaunošanas ietekmes uz CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā novērtēs, balstoties uz selekcionēta stādmateriāla izmantošanas efektu (*6. tabula*).

Augsnes apstrādes efektu novērtēs ilglaicīgo pētījumu objektos priedes, egles un bērza audzēs, kas atjaunotas pēdējo 15-20 gadu laikā un līdzīgos augšanas apstākļos ir salīdzināma meža atjaunošana nesagatavotā un apstrādātā augsnē. Pētījumā iekļaus 7 katras sugas mežaudzes, kurās ierīkos 500 m² lielu parauglaukumu pāri (*1 parauglaukumu platībā, kur veikta augsnes apstrāde un 2. – neapstrādātajā platībā*) mežaudžu uzmērīšanai un augsnes un nedzīvās zemsegas paraugu ievākšanai. Kopā ierīkos 42 parauglaukumus 21 mežaudzē.

Ierīkotajos parauglaukumos uzmērīs visu valdaudzes koku augstumu, noteiks nedzīvās koksnes krāju atbilstoši MSI metodikai un ievāks smalkās nedzīvās koksnes frakcijas, nedzīvās

zemsegas un augsnes paraugus oglekļa uzkrājuma noteikšanai. Paraugus ievāks atbilstoši nodaļās [Nedzīvās koksnes paraugu ievākšana un analīzes](#), [Nedzīvās zemsegas paraugu ievākšana un analīzes](#) un [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#) aprakstītajai metodikai.

Kopā mākslīgās meža atjaunošanas efekta novērtēšanai ievāks 1008 augsnes un 252 nedzīvās zemsegas tilpuma paraugus. Oglekļa saturu noteiks 84 vidējiem augsnes un 21 nedzīvās zemsegas paraugiem.

Jaunaudžu kopšana

Potenciālā atslēgas kategorija ir CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā. Kopšanas ciršu ietekmes novērtēšana uz CO₂ piesaisti veiks, izmantojot pastāvīgos un īslaicīgos pētījumu objektus.

Pastāvīgie pētījumu objekti (*eksperimenti*) paredzēti dažādas intensitātes kopšanas ciršu ietekmes novērtēšanai ilgākā laika periodā un pilnai piesaistītā oglekļa apjoma (*koku virszemes un pazemes biomasā, nobīrās, augsnē*) noteikšanai. Tos plānots ierīkot 4 koku sugu jaunaudzēs: priedes, egles, bērza un apses. Objekti baltalkšņa audzēs netiks ierīkoti, jo tas pārsvarā sastopams platībās uz aizaugošām lauksaimniecības zemēm (*kuras galvenokārt ir privāto meža īpašnieku, nevis LVM valdījumā*), un šī sugas kopšanas eksperimenti jau ierīkoti un rezultāti iegūti Valsts pētījumu programmas „[Lapu koku audzēšanas un racionālas izmantošanas pamatojums, jauni produkti un tehnoloģijas](#)” ietvaros. Objekti pārējo sugu audzēs nav plānoti, jo to īpatsvars ir relatīvi neliels. Objektu ierīkošana plānota meža tipos, kur saskaņā ar MSI datiem ir lielākais attiecīgās sugas audžu īpatsvars LVM valdījumā esošajās platībās: priedei Mr, Dm, As, Ks (*Ln un Sl nav izvēlēts, lai samazinātu ierīkojamo objektu skaitu, reizē ar to arī izmaksas*); eglei Dm, Vr, As, Ks; bērzam Vr, As, Ks, Dms, apsei Vr. Iepriekšējo pētījumu rezultāti dažādos ar meža apsaimniekošanu saistītos jautājumos (*piemēram, egļu audžu sabrukšanas fenomens, selekcija u.c.*) liecina par augšanas gaitas savdabību dažādos Latvijas reģionos. Analizējot Latvijas agroekoloģiskos, klimatiskos reģionus un izvēlēto koku sugu dominētu nozīmīgāko meža masīvu izvietojumu, izvēlēts eksperimentālos objektus izvietot 3 ģeogrāfiski atšķirīgās vietās katra meža tipa un koku sugas ietvaros, priedei: 4 ģeogrāfiski atšķirīgās vietās. Nozīmīgākais potenciāls ar kopšanu ietekmēt tālāko mežaudzes attīstību un CO₂ piesaisti ir agrās jaunaudzes augšanas stadijās (*2-4 m augstumā*), tāpat par šāda vecuma audzēm ar augstu kopšanas intensitāti Latvijā ir ļoti maz eksperimentālu datu. Tādēļ lielākā daļa eksperimentālo objektu (*kopumā 43*) plānoti tieši šādās audzēs, izmantojot 3 dažādas kopšanas intensitātes un nekoptu audzi kā kontroles variantu, 3-4 atkārtojumos, parcelle izmērs vismaz 40 x 40 m. Lielākā vecumā (*koku augstums 10-12 m*) trūkst informācijas par pārbiezinātu, iepriekš nekoptu audžu reakciju un dažādiem to iespējamiem kopšanas variantiem. Plānots ierīkot kopumā 23 eksperimentālos objektus pēc līdzīgas shēmas kā jaunākās audzēs, tikai paredzot, ka viens no kopšanas variantiem ir t.s. kopšana no augšas. Šim kopšanas variantam saskaņā ar citu valstu pētījumu rezultātiem varētu būt priekšrocības gan no CO₂ piesaistes, gan ekonomiskā viedokļa, tomēr šobrīd Latvijā trūkst eksperimentālu datu, lai to apliecinātu vai noliegtu. Tāpat tiek paredzēts, ka 50 % no objekta platības nocirstie koki (*visa virszemes biomasā*) tiek izvākti un pārējā daļā – atstāti satrūdēšanai, ilgtermiņā vērtējot šo darbību ietekmi uz oglekļa bilanci un mežaudžu produktivitāti.

Lai iegūtu nekavējošus datus par kopšanas ietekmi uz SEG piesaisti koku virszemes biomasā, plānots ierīkot īslaicīgos parauglaukumus priedes, egles un bērza audzēs, attiecīgi, Mr, Dm, As; Dm, Vr, As un Vr, As. Audžu vecums kopšanas laikā 10-50 gadi, tajās jābūt pieejamiem datiem par pēdējo kopšanu (*kas notikusi pirms 5-20 gadiem*). Kontrolei tiks izmantotas iespējami tajā pašā ģeogrāfiskajā reģionā izvietotas nekoptas mežaudzes. Kā indikators kopšanas ietekmei tiks izmantota radiālā pieauguma dinamika. Šajās audzēs arī plānots iegūt papildus informāciju par augstas intensitātes agro kopšanas ciršu, kuras izpildītas pēdējo 5-7 gadu laikā, praktisko ietekmi uz tālāko jaunaudžu attīstību un CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā. Tāpat, kopšanas ietekme uz CO₂ piesaisti un virszemes biomasu vērtēs, izmantojot datus no ilglaicīgo kopšanas ciršu eksperimentiem (*P. Zālītis, J. Bisenieks, J. Donis*) un pieejamos arhīvu materiālus. Augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus īslaicīgo novērojumu parauglaukumos projekta ietvaros nevāks. Šādu darbu ir lietderīgi veikt vismaz 5 gadus pēc kopšanas izmēģinājumu veikšanas ilglaicīgajos pētījumu objektos, kur projekta ietvaros noskaidros sākotnējo stāvokli augsnē un nedzīvajā zemsegā.

Ilglaiķīgie parauglaukumi:

- sērija: jaunaudzēs ar vidējo augstumu 2-4 m.
- izvietoj 3 ģeogrāfiski atšķirīgās vietās katrā meža tipa un koku sugas ietvaros, priedei: 4 ģeogrāfiski atšķirīgās vietās (*vēlamie reģioni, ņemot vērā MSI datus un iepriekš veiktu mežaudzēju/provenanču izpēti darbu, galvenokārt meža selekcijas programmu ietvaros, aprakstīti zemāk*); kopumā 43 objekti;
- ierīkot, izmantojot 3 dažādas kopšanas intensitātes (*priede – 2400, 1600, 1000, egļe – 2000, 1600, 800; bērzs – 2000, 1600, 800; apse – 2000, 1600, 800*) 4 atkārtojumos (*3 intensitātes + neoptu kontroles variantu*), t.i. 16 parces objektā;
- parces izmērs 40 x 40 m, tās savstarpēji saslēdzas bez buferzonām;
- veic parcelu marķēšanu, katrā parcelē iespējami vienmērīgi izvietoj 5 apļveida parauglaukumus ($r = 2,82\text{ m}$), kuros veic dzīvo koku uzskaiti (*suga, h, bojājumi*);
- katrā objektā 1 atkārtojumā vienā no kontroles parcelēm izvietoj 1 parauglaukumu, kurā veic kritālu un augsnes paraugu ievākšanu (*metodika: [Nedzīvās zemsegas paraugu ievākšana un analīzes](#) un [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#)*);
- pēc kopšanas katrā parcelē tās centrā ierīko 1 parauglaukumu ($r = 12,62\text{ m}$), kurā veic palikušo koku uzskaiti un fiksē to atrašanās vietas vietējās koordinātes; visiem kokiem nosaka sugu, h, bojājumus; izlases veidā 12 dažādu augstumu kokiem mēra $d_{1,3}$, d_0 un marķē to mērīšanas vietas
- B sērija: biezas, neoptās jaunaudzēs ar vidējo augstumu 10-12 m
- izvietoj 3 ģeogrāfiski atšķirīgās vietās (*Priedei: Mr (vai Dm) un As; Egļei: Dm (vai Vr) un As; Bērzam: Vr un As; Apsei: Vr*); kopumā 23 objekti;
- ierīkot, izmantojot 3 dažādas kopšanas intensitātes (*paliekošo koku skaits uz ha: P – 1400, 1100, 700, E – 1400, 1100, 700, B – 1300, 1100, 650, A – 1100, 800, 550, vidējā no intensitātēm paredzot iespēju veikt kopšanu no augšas, ja to pieļauj koku sadalījums*) 4 atkārtojumos (*3 intensitātes + neoptu kontroles variantu*) – t.i., 16 parces objektā;
- parces izmērs vismaz 50x40m, tām objekta šķērsvirzienā 2 pievešanas ceļus, savstarpēji parces saslēdzas bez buferzonām;
- veic parcelu marķēšanu, katrā parcelē iespējami vienmērīgi izvietoj 5 apļveida parauglaukumus ($r = 3,99\text{ m}$), kuros veic dzīvo koku uzskaiti (*suga, h, d, bojājumi, citi*);
- katrā objektā 1 atkārtojumā vienā no kontroles parcelēm izvietoj 1 parauglaukumu, kurā veic kritālu un augsnes paraugu ievākšanu (*metodika: [Nedzīvās zemsegas paraugu ievākšana un analīzes](#) un [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#)*);
- veic kopšanu, katrā parcelē 50 % no platības veic izcirsto koku izvākšanu;
- pēc kopšanas katrā parcelē tās centrā ierīko 1 parauglaukumu ($r = 12,62\text{ m}$), kurā veic palikušo koku uzskaiti un fiksē to atrašanās vietas vietējās koordinātes; visiem kokiem nosaka sugu, h, bojājumus; izlases veidā 12 dažādu augstumu kokiem mēra $d_{1,3}$, d_0 un marķē to mērīšanas vietas.

Reģioni:

Priede:

1. Ziemeļkurzemes mežs. Mētru, Grīņu iec.
2. Vidusdaugavas mežs. Vecumnieku iec. vai Zemgales mežs. Misas iec.
3. Austrumvidzemes mežs. Ērgemes, Strenču, Silvas iec.
4. Dienvidlatgales mežs. Sventes, Nīcgales, Krāslavas iec.

Egļe:

1. Ziemeļkurzemes mežs. (*Zilokalnu, Raķupes, Vanemas, Mērsraga iec.*) vai Zemgales mežs. (*Engures, Kandavas iec.*);

2. Austrumvidzemes mežs. (*Ērgemes, Silvas iec.*)
3. Vidusdaugavas mežs. (*Jaunjelgavas, Seces iec.*) vai Dienvidlatgales mežs. (*Viesītes, Ābeļu iec.*)

Bērzs:

1. Austrumvidzemes mežs. Mārupes iec. un blakus esošie Ziemeļlatgales mežs. Žīguru iec. un Balvu iec.
2. Zemgales mežs. Kandavas iec., Ziemeļkurzemes MS Vanemas iec. daļa starp Ventspils šoseju un MPS Šķēdes MN, MPS Šķēdes MN un varbūt arī Mērsraga iec. daļa, kas robežojas ar Vanemas iec. un Šķēdes MN.
3. Dienvidlatgales mežs. Sventes iec. vai Ābeļu iec., vai pa vidu esošais Aknīstes iec.

Apse:

1. Ziemeļlatgales mežs. Žīguru, Madonas, Balvu iec.;
2. Austrumvidzemes mežs. Melnupes, Sikšņu, Pededzes iec.
3. Vidusdaugavas mežs. Kokneses iec.

Kopā pētījuma augsnes īpašību noskaidrošanai jaunaudzēs ievāks 3168 augsnes un 792 nedzīvās zemsegas paraugus. Oglekļa saturu noteiks 264 augsnes un 66 nedzīvās zemsegas paraugiem.

Meža ugunsgrēki

Potenciālās atslēgas kategorijas ir CO₂, CH₄ un N₂O emisijas, sadegot dzīvajai biomasai, nedzīvajai koksnei un nedzīvajai zemsegai. Pētījuma ietvaros empīriski novērtēs 2 rādītājus – sadegušās nedzīvās zemsegas apjomu, atkarībā no meža ugunsgrēka rakstura, un meža ugunsgrēku ietekme uz izdzīvojušo koku pieaugumu – CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā.

Izdegušā materiāla apjomu novērtēs, salīdzinot nedzīvās zemsegas uzkrājumu izdegušajā un ugunsgrēka neskartajā audzes daļās, 2011. un 2012. gadu meža ugunsgrēku platībās, kopā ierīkojot 10 apļveida parauglaukumu pārus. Parauglaukumus izdegušajās daļās ierīkos vietās, kas vizuāli atbilst vidējai attiecīgā meža ugunsgrēka bojājumu intensitātei.

Kopā izdegušās biomasas novērtēšanai ierīkos 20 parauglaukumus un ievāks 960 augsnes un 240 nedzīvās zemsegas paraugus. Oglekļa saturu noteiks 80 augsnes un 20 nedzīvās zemsegas paraugiem. Šajos parauglaukumos turpinās ilgtermiņa novērojumus meža ugunsgrēku ietekmes un nākošās meža paaudzes attīstību.

Ilglaicīgo novērojumu parauglaukumos (*kopā 10 parauglaukumu pāri 2002., 2003. un 2006. gadā izdegušās mežaudzēs un kontroles audzēs*), kas paredzēti meža ugunsgrēku ietekmes uz pieaugumu novērtēšanai, salīdzinās, kā izdzīvojušie koki aug pēc ugunsgrēka. Parauglaukumos ievāks urbumus radiālā pieauguma analīzei, kā arī nedzīvās zemsegas un augsnes paraugus oglekļa satura noteikšanai.

Meža ugunsgrēku ietekmes uz koku pieaugumiem novērtēšanai ierīkotajos parauglaukumos ievāks 960 augsnes un 240 nedzīvās zemsegas paraugus. Oglekļa saturu noteiks 80 augsnes un 20 nedzīvās zemsegas paraugiem.

Kopā šīs meža bojājumu kategorijas analīzei ievāks 1920 augsnes un 480 nedzīvās zemsegas tilpuma paraugus. Oglekļa saturu noteiks 160 augsnes un 40 nedzīvās zemsegas paraugiem.

Vējgāzes un vējlauzes

Potenciālā atslēgas kategorija ir CO₂ emisijas no nedzīvās koksnes, kas vējgāzu un vējlaužu skartajās audzēs veidojas nedzīvās koksnes (*celmu, sakņu un neizvesto koku stumbru*) sadalīšanās rezultātā. Pārējās emisijas, kas saistītas ar mežizstrādi bojātajās audzēs, jau iekļautas mežizstrādes radīto emisiju kategorijā. Pētījuma ietvaros plānota empīrisku datu ieguve par mežā atstātās stumbra koksnes sadalīšanos.

1969. gada vētras vai līdz 1990. gadam notikušās vējgāzēs izpostītajās audzēs, kurās pēc

vētras nav izvesti koki, ierīkos 10 parauglaukumus, kuros atbilstoši MSI metodikai uzmērīs mežaudžu taksācijas rādītājus. Atbilstoši nodaļā: [Nedzīvā koksne](#) aprakstītajai metodikai ievāc nedzīvās koksnes paraugus, izvēloties tikai tās rupjās kritālas, kas pieder vēja izgāztajiem kokiem. Atšķirībā no standarta kritālu ievākšanas metodes, izdala 2 kritālu kategorijas – uz zemes guļošas un pie zemes nepiegulošas kritālas un katrā objektā abas kritālu kategorijas ievāc 3 atkārtojumos. No katra stumbra ievāc 2 nogriežņus, paraugu ievākšanas brīdī nofiksējot to dimensijas. Analīzes veica atbilstoši nodaļā: [Nedzīvās koksnes paraugu ievākšana un analīzes](#) dotajai metodikai. Kopā ievāc uz izanalizē 120 nedzīvās koksnes paraugus.

Ekstrēmu vējgāžu ietekmes raksturošanai uz radiālo pieaugumu izmantos MSI datus no aptuveni 50 parauglaukumiem, kuros pēc 2005. gada vētras konstatēti vēja izgāzti vai nolauzti koki. Analizējot MSI datus, pētījumā novērtēs izgāzto vai nolauzto koku stāvokli 2. uzmērīšanas cikla laikā, tajā skaitā noteiks izgāzto koku dimensiju sadalījumu pa sugām, izvērtēs koksnes īpatsvaru un citus rādītājus, kas būtiski CO₂ emisiju aprēķinu veikšanai. 30 atlasītos MSI un ilglaicīgo zinātnisko pētījumu parauglaukumos, ko sašķiros pēc vēja radīto bojājumu intensitātes, meža tipa un valdošās sugas, ievāc 20 koku urbumus (*katrā audzē*) radiālā pieauguma analīzei, lai novērtētu vēja ietekmi uz izdzīvojušo koku radiālo pieaugumu (*oglekļa uzkrājumu*). Kontrolei tajā pašā teritorijā izraudzīsies vēja nebojātas mežaudzes ar līdzīgiem mežaudžu dendrometriskajiem rādītājiem (*15 audzes*) un katrā audzē ierīkos vienu 500 m² lielu apļveida parauglaukumu, kurā veiks dendrometrisko rādītāju uzmērījumus un ievāc 20 urbumus radiālā pieauguma analīzei. Kopā uzmērīs 45 parauglaukumus un ievāc 900 urbumus paraugus.

Vētras ietekmi uz radiālo pieaugumu novērtēs, salīdzinot radiālā pieauguma dinamiku pirms un pēc vētras bojātajās un veselajās audzēs.

Augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus vētras bojājumu ietekmes novērtēšanai ierīkojamajos parauglaukumos neievāc.

Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana

Potenciālā atslēgas kategorija ir CO₂ piesaiste dzīvajā biomasā, CO₂ emisijas no augsnes un CH₄ emisijas no augsnes. Empīriski dati par CH₄ emisijām no augsnes pētījuma ietvaros netiks iegūti (*skatīt: [Ne-CO₂ SEG emisiju aprēķinu metodika](#)*).

Pētījumā pārbaudīs hipotēzi, ka, pārtraucot meža meliorācijas sistēmu uzturēšanu, piemēram, lai realizētu dabas aizsardzības pasākumus, mežaudzēs ilgtermiņā (*otrajā ģenerācijā*) atjaunojas meža tipi uz dabiski mitrām augsnēm raksturīgā augšanas gaita. Bez tam, projekta ietvaros novērtēs meliorācijas sistēmu atjaunošanas tiešo efektu, salīdzinot augšanas gaitas (*radiālā pieauguma*) izmaiņas pēc meliorācijas sistēmu atjaunošanas.

Pētījumā nodalīs mežaudzes uz kūdras un minerālaugsnēm. Pētījumu objektus izraudzīsies platībās, kur ir meliorācijas sistēma, kas nav atjaunota vismaz 20 gadus (*grāvju tehniskais stāvoklis ir būtiski pasliktinājies vai tie nefunkcionē*), kā arī platībās, kur ne mazāk kā pirms 5 gadiem veikta meliorācijas sistēmu rekonstrukcija. Kontrolei izraudzīsies pēc augsnes īpašībām (*meža tipa*) līdzīgas tāda paša vecuma mežaudzes uz dabiski mitrām augsnēm. Izpētes objektus izvēlēsies, atlasot susinātas mežaudzes pēc LVM meliorācijas sistēmu datu bāzes, bet kontroles objektus uz dabiski mitrām augsnēm – pēc Valsts meža dienesta reģistra.

Pētījuma ietvaros atlasīs 9 priežu un 9 egļu audzes uz susinātām minerālaugsnēm, kur pēdējo 20 gadu laikā nav atjaunota meliorācijas sistēma, kas pārstāv dažādas vecuma desmitgades: 10-20, 21-30 un 31-40 gadi vecas audzes (*3 atkārtojumos katrā vecuma desmitgadē*). Priežu audzes atlasīs mētru un šaurlapju ārenī, egļu audzes – šaurlapju ārenī. Papildus, šaurlapju ārenī atlasīs 9 bērza audzes, kas pārstāv tās pašas vecuma desmitgades (*3 atkārtojumos katrā vecuma desmitgadē*). Audzes izvēlēsies teritorijās, kur saskaņā ar MSI datiem ir lielākā attiecīgā meža tipa mežaudžu koncentrācija.

Katrā no atlasītajām mežaudzēm ierīkos 1 apļveida parauglaukumu 500 m² platībā, kurā noteiks kokaudzes dendrometriskos rādītājus atbilstoši MSI metodikai un noteiks organiskā slāņa (*O un H horizontu*) biezumu. Radiālā pieauguma raksturošanai katrā audzē (*2-6 m*

attālumā no dendrometrisko rādītāju noteikšanai ierīkoto parauglaukumu ārējās robežas) ievāks 20 valdošās koku sugas valdaudzes urbumu serdē, kas ietver visas gadskārtas līdz koka serdei.

Meliorācijas sistēmu atjaunošanas efekta uz CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā novērtēšanai ierīkos vēl vienu eksperimentu sēriju priedes, egles un bērza audzēs, kurās ne mazāk kā pirms 5 gadiem veikta grāvju tīkla rekonstrukcija. Vecuma desmitgades un meža tipu izvēle tāda pati, kā kontroles platībās ar esošu grāvju tīklu. Arī uzmērījumu un paraugu ievākšanas metode šajās platībās neatšķiras.

Trešo parauglaukumu sēriju (*pa 9 audzes eglei, priedei un bērzam*) ierīko slapjainos: priedei – slapjajā mētrājā un slapjajā damaksnī, eglei un bērzam – slapjajā vērī. Arī šajās platībās ierīko pa 1 parauglaukumam dendrometrisko rādītāju noteikšanai un ievāc radiālā pieauguma urbumu skaidas.

Laboratorijā veic radiālā pieauguma analīzi un salīdzina augšanas gaitas īpatnības visās 3 objektu grupās, novērtējot meliorācijas sistēmu atjaunošanas ietekmi uz mežaudžu augšanas gaitu. Pieņemumu, ka mežaudzēs, kur meliorācijas sistēma nedarbojas, pēc vecās audzes nociršanas nākamās koku paaudzes attīstība atgriežas attiecīgajam meža tipam atbilstošā slapjainā līmenī pārbaudīs, salīdzinot pirmās vecuma desmitgades mežaudžu attīstību.

Meliorācijas sistēmas rekonstrukcijas efekta novērtēšanai kūdreņos 3 pētījumu objektu sērijas ierīkos: uz susinātām augsnēm visām 3 sugām šaurlapu kūdreņi, uz dabiski mitram augsnēm – priedei – niedrājā, bērzam – dumbrajā. Egļu parauglaukumi uz dabiski mitrām kūdras augsnēm netiks ierīkoti. Uz kūdras augsnēm ar zondi noteiks kūdras slāņa biezumu (*ne dziļāk par 3 m*).

Kopā pētījuma ietvaros ierīkos 153 parauglaukumus, tajā skaitā 81 parauglaukumu uz dabiski mitrām un susinātām minerālaugsnēm un 72 parauglaukumus uz dabiski mitrām un susinātām kūdras augsnēm. Radiālā pieauguma izpētei ievāks un izanalizēs urbumu skaidas no 3060 kokiem.

Katrā pētījumu objektu grupā (*vienas vecuma desmitgades un valdošās sugas audze uz susinātas augsnes ar neatjaunotu un atjaunotu meliorācijas sistēmu un uz dabiski mitras augsnes*) izraudzīsies mežaudžu komplektu ar vislīdzīgākajiem sākotnējiem augšanas apstākļiem augsnes un nedzīvās zemsegas paraugu ievākšanai. Kopā pētījumā augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus ievāks 51 parauglaukumā. Paraugu ievākšanas, sagatavošanas un analīžu metodika aprakstīta nodaļā: [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#). Kopējais ievācamo tilpuma paraugu skaits augsnei ir 2448 un nedzīvajai zemsegai – 612. Pēc paraugu apvienošanas (*atbilstoši nodaļā [Oglekļa dinamika meža augsnēs aprakstītajai metodikai](#)*) oglekļa analīzes veiks 204 augsnes un 51 nedzīvās zemsegas paraugam.

OGLEKĻA DINAMIKA MEŽA AUGSNĒS

Oglekļa dinamiku meža augsnēs novērtēs 95 pirmā līmeņa meža monitoringa parauglaukumos, kuros 2004. un 2005. gadā ievākti augsnes paraugi un noteikts augsnes oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā un augsnes dziļākajos slāņos 0-80 cm dziļumā. Paraugus ievāks atbilstoši 14. attēlā dotajai shēmai, paraugu ievākšanas, sagatavošanas un analīžu metodika aprakstīta nodaļā: [Augsnes oglekļa paraugu ievākšana un analīzes](#). Vienlaicīgi, pirmā līmeņa meža monitoringa parauglaukumos noteiks nedzīvās koksnes smalkās

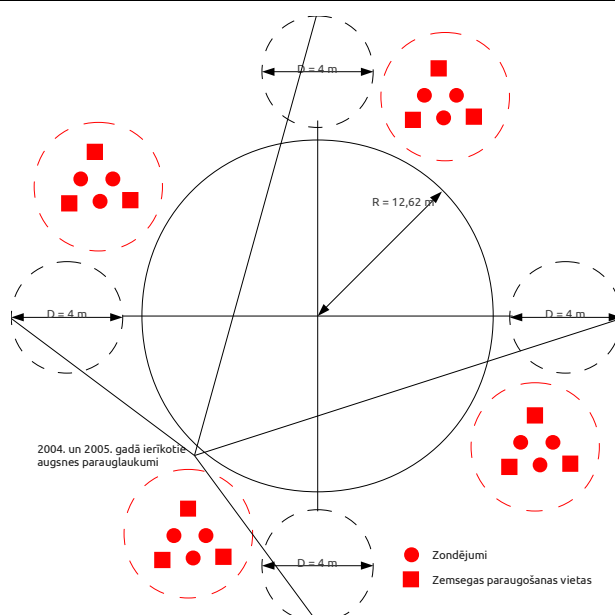
Oglekļa uzkrājuma izmaiņas izrēķinās katram parauglaukumam atsevišķi nedzīvajā zemsegā un dziļākajos augsnes slāņos. Lai raksturotu vidējās oglekļa uzkrājuma izmaiņas nedzīvajā zemsegā un augsnē, novērtēs, vai izmaiņas ir statistiski būtiskas un rēķinās vidējo aritmētisko no oglekļa uzkrājuma starpības nedzīvajā zemsegā un augsnē visos parauglaukumos. Neprecizitātes raksturošanai izmantos vidējā aritmētiskā standartklūdu. Metodika ir aprobēta Valsts pētījumu programmas ietvaros, novērtējot oglekļa uzkrājuma dinamiku baltalkšņa audzēs.

Iegūtie dati raksturo oglekļa uzkrājuma dinamikas fona līmeni dažāda vecuma mežaudzēs,

kā arī būs izmantojami, lai salīdzinātu oglekļa uzkrājumu mežaudzēs un nemeža zemēs meža ieaudzēšanas un dabiskās apmežošanas ietekmes uz CO₂ piesaistes novērtēšanai.

Kopā projekta ietvaros oglekļa dinamikas fona līmeņa augsnē un nedzīvajā zemsegā noteikšanai ievāks 4560 noteikta tilpuma augsnes paraugus un 1140 nedzīvās zemsegas paraugus blīvuma noteikšanai. Pēc blīvuma noteikšanas augsnes tilpuma paraugus, kas ievākti 1 parauglaukumā, apvieno pa augsnes slāņiem, sasmalcina, atsijā rupjo augsnes frakciju un ar kvartēšanas (*kvadrātu*) metodi sagatavo vidējo paraugu (*1 kg*) oglekļa noteikšanai (*sākotnējā individuālo paraugu masa ir aptuveni 2 kg, attiecīgi, analizēm ņem 50 % no ievāktu paraugu masas*). Rupjās frakcijas īpatsvaru oglekļa uzkrājuma pārrēķiniem katrā nosaka kā augsnes slāņa vidējo. Tāpat apvieno visus attiecīgajā parauglaukumā ievāktos nedzīvās zemsegas paraugus. Oglekļa saturu nosaka 380 augsnes un 95 nedzīvās zemsegas paraugiem, kopā – 475 paraugi.

Vidēji 1 parauglaukumā ievāc 48 augsnes tilpuma paraugus un 12 nedzīvās zemsegas tilpuma paraugus, no kuriem sagatavo 4 vidējos augsnes paraugus un 1 nedzīvās zemsegas paraugu oglekļa analizēm.



14. Attēls: Augsnes paraugu ievākšanas parauglaukumi.

Meža augšņu raksturošanai izmantos arī augsnes paraugus, ko iegūs mežizstrādes atlieku sadalīšanās gaitas izpētē (*nodaļa: [Krājas kopšana](#)*) un citās projekta aktivitātēs, kurās vāks augsnes un nedzīvās zemsegas paraugus.

PROJEKTA IZPILDES ORGANIZĀCIJA

Projekta izpildi organizēs saistītu 11 apakšprojektu veidā:

1. Meža atjaunošanas un ieaudzēšanas ietekme uz CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā un augsnē;
2. Meža kopšanas ietekme uz CO₂ piesaisti dzīvajā biomasā;
3. Meža bojājumu (*vēja un uguns*) ietekme uz mežaudžu attīstības gaitu un SEG emisijām;
4. Kokaugu virszemes un pazemes dzīvās biomasas aprēķinu vienādojumu izstrādāšana;
5. Nedzīvās koksnes apjoma un tās sadalīšanās gaitas analīze;
6. Ceļu būves ietekme uz SEG emisijām no augsnes un nedzīvās koksnes;

7. Oglekļa uzkrājuma dinamika meža augsnēs;
8. Koksnes produktu radītās CO₂ piesaistes un emisiju analīze;
9. Meža meliorācijas sistēmu uzturēšanas un ierīkošanas ietekmes uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti analīze;
10. Paraugu sagatavošana un laboratorijas analīzes;
11. Datu apkopšana un mežsaimniecisko darbību ietekmes uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti aprēķinu vienādojumu izstrādāšana.

1.-9. apakšprojektos ierīkos pētnieciskajam darbam nepieciešamos parauglāukumus, veiks eksperimentus, iegūs empiriskos datus mežaudžu dendrometrisko rādītāju noteikšanai, kā arī ievāks dzīvās biomasas, nedzīvās koksnes, nedzīvās zemsegas un augsnes paraugus laboratorijas analīzēm. 1.-9. apakšprojektu kamerālie darbi ietver radiālā pieauguma urbumu analīzi, celmu tilpuma noteikšanu un lauka datu apstrādi. 10. apakšprojekta uzdevums ir sagatavot dzīvās un nedzīvās koksnes, nedzīvās zemsegas un augsnes paraugus analīzēm; noteikt dzīvās un nedzīvās koksnes rupjo frakciju blīvumu, visu paraugu mitruma un organiskā oglekļa saturu, kā arī nodot analīžu rezultātus 1.-9. apakšprojektu izpildītājiem datu pārreķināšanai uz oglekļa vienībām. 11. apakšprojektā 1.-9. apakšprojektu koordinatori kopīgi izstrādā vienādojumu sistēmu mežsaimniecisko darbību ietekmes uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti novērtēšanai.

PĒTĪJUMU PROGRAMMĀ NEIEKĻAUTĀS SEG EMISIJU UN CO₂ EMISIJU KATEGORIJAS

Pētījuma programmā neiekļautās mežsaimnieciskās darbības un meža bojājumi, kuru potenciālā ietekme uz CO₂ piesaisti vai emisiju ir nenozīmīga:

- dabiskā meža atjaunošana;
- meža agrotehniskā kopšana;
- mežizstrāde sanitārā cirte, rekonstruktīvā cirte un citas cirtes;
- meža bojājumi (*dzīvnieki, slimības, kaitēkļi, ūdens⁸, citi bojājumi*);
- karjeru ierīkošana un zemes transformācija par aramzemi vai apbūvi;
- mežizstrādes atlieku dedzināšana.

Pētījumu programmā nav iekļautas aktivitātes, kas saistītas ar mežsaimniecisko darbību ietekmes uz N₂O un CH₄ emisijām novērtējumu. Emisiju aprēķinos izmantos Nacionālajā SEG inventarizācijas pārskatā iekļautās metodes, kas aprakstītas nodaļā: [Ne-CO₂ SEG emisiju aprēķinu metodika](#). Potenciāli būtiska mežsaimniecisko darbību kategorija, kas var ietekmēt CH₄ emisijas, ir meža meliorācijas sistēmu uzturēšana – atjaunojot mežiem uz dabiski mitrām augsnēm raksturīgus augšanas apstākļus, CH₄ emisijas, pārreķinot uz visu susināto mežu platību, var pieaugt par līdz vismaz 50 % no patreizējām mežizstrādes emisijām CO₂ ekvivalentos. Tomēr patreiz pieejamās CH₄ emisiju novērtēšanas metodes ir nepilnīgas un dažādos pētījumos iegūtie rezultāti – pretrunīgi, tāpēc meliorācijas sistēmu uzturēšana šī pētījuma kontekstā tiek uzskatīta par CO₂ neitrālu.

⁸ Ūdens līmeņa paaugstināšanās vai appludināšanas ietekme uz CO₂ piesaisti un CH₄ un N₂O emisijām netieši iekļautas meža meliorācijas sistēmu uzturēšanas ietekmes novērtējumā (nodaļa: [Meža meliorācijas sistēmu atjaunošana](#)) un ne-CO₂ emisiju novērtējumā (nodaļa: [Ne-CO₂ SEG emisiju aprēķinu metodika](#)).

GALVENIE REZULTĀTI UN SECINĀJUMI

1. Izstrādātā pētījuma programma ietver metodiku mežsaimniecisko darbību ietekmes uz SEG emisijām un CO₂ piesaisti atslēgas kategoriju novērtēšanai, tajā skaitā kopšanas ciršu, kailciršu, izlases ciršu un meža ceļu būvniecības radīto CO₂ emisiju novērtēšanai. Ņemot vērā, ka pieejamās SEG inventarizācijas metodes raksturo, galvenokārt, emisijas, pētījumu programmā iekļauta arī metodika potenciālo mežsaimniecisko darbību atslēgas kategoriju (CO₂ piesaistes un bojājumu radīto emisiju) novērtēšanai.
2. Potenciālo mežsaimniecisko darbību atslēgas kategorijās iekļauta meža ieaudzēšana un dabiskā apmežošanās, mākslīgā meža atjaunošana, jaunaudžu un krājas kopšana (kā CO₂ piesaistes kategorijas), meža meliorācijas sistēmu atjaunošana, meža ugunsgrēki un vēja bojājumi.
3. Izstrādātā SEG emisiju un CO₂ piesaistes novērtēšanas metodika vērsta uz to, lai īsā laikā (5 gadu) periodā sniegtu indikatīvu informāciju par mežsaimniecisko darbību ietekmēm un ilgtermiņā nodrošinātu datus izstrādāto aprēķinu vienādojumu verificēšanai. Metodika aptver visas oglekļa krātuves (dzīvā un nedzīvā koksne, nedzīvā zemsega un augsne). Vērtējot mežsaimniecisko darbību ietekmi uz augsni, galvenā uzmanība pievērsta esošo un potenciālo mežsaimniecisko darbību emisiju atslēgas kategoriju (ceļu būve, apmežošana un meliorācijas sistēmu uzturēšana) ietekmes būtiskuma novērtēšanai, lai izvairītos no tūlītējās oksidācijas metodes pielietošanas augsnei un novērtētu faktisko meža ieaudzēšanas efektu.
4. Pētījuma ietvaros izstrādāta metodiku aprēķinu vienādojumu (*virszemes un pazemes dzīvā koksne*) saimnieciski nozīmīgāko koku sugām (*priede, egle, bērzs, apse, melnalksnis*) CO₂ piesaistes noteikšanai pēc mežaudžu dendrometriskajiem rādītājiem. Pārējām koku sugām (*baltalksnis, osis, ozols*) izmantos Valsts pētījumu programmas ietvaros un ārzemēs izstrādātus vienādojumus. Ir sagatavots apkopojums par līdzīgos klimatiskajos apstākļos izstrādātiem biomasas aprēķinu vienādojumiem, ko pētījumu programmā izmantos iegūto datu verificēšanai.
5. Papildus, pētījumu programmā iekļauts darba uzdevums virszemes un pazemes biomasas sadalīšanās ātruma novērtēšanai. Iegūtos datus izmanto mežizstrādes, kopšanas un vēja bojājumu radīto emisiju novērtēšanai.
6. Izstrādātā nedzīvās koksnes, nedzīvās zemsegas un augsnes raksturošanas metodika aprobēta, salīdzinot CO₂ piesaisti nedzīvajā zemsegā un augsnē, atkarībā no augsnes sagatavošanas un meža atjaunošanas paņēmiena priekšu audzēs. Pētījumā konstatēts, ka augsnes apstrāde neatstāj negatīvu ietekmi uz oglekļa uzkrājumu apsekotajās oglekļa krātuvēs, tieši pretēji, veicot augsnes apstrādi gan dabiskās apmežošanas, gan mākslīgās meža atjaunošanas gadījumā oglekļa uzkrājums nedzīvajā zemsegā ir lielāks, nekā kontroles variantā (dabiskā atjaunošanās bez augsnes apstrādes).
7. Ne-CO₂ SEG emisiju aprēķiniem sagatavota uz IPCC GPG LULUCF un Latvijas SEG inventarizācijas pārskatā izmantotajiem emisiju faktoriem balstīta metodika. Pētījuma ietvaros iegūti empiriskos datus biomasas uzkrājuma izmaiņu raksturošanai mežsaimniecisko darbību rezultātā (ugunsgrēkos sadegusi biomasas, nedzīvās koksnes sadalīšanās ātrums), kā arī novērtēs bojājumu ietekmi uz dzīvās biomasas uzkrājumu (krājas pieauguma rādītājiem) pēc vēja vai uguns iedarbības.
8. Pētījuma ietvaros konstatētas atsevišķas potenciālās SEG emisiju un CO₂ piesaistes atslēgas kategorijas, kas sākotnējā pētījumu programmā netika iekļautas: CH₄ emisijas no meliorētām meža zemēm, pārtraucot meliorācijas sistēmu uzturēšanu, meliorācijas sistēmu ierīkošana dabiski mitrās minerālaugsnēs (CO₂ piesaistes kategorija), mežsaimniecisko darbību pārtraukšana aizsargājamās dabas teritorijās un aizsargjoslu teritorijā. CH₄ emisiju un mežsaimniecisko darbību pārtraukšanas ietekmes novērtēšana saistīta ar būtisku projekta izmaksu palielinājumu.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

1. Bachand R., Moore T.R., Roulet N.T. (1996) A map of methane emission from wetlands in Canada, Department of Geography & Centre for Climate and Global Change Research, McGill University.
2. Egnell G., Hyvönen R., Högbom L., Johansson T., Lundmark T., Olsson B., Ring E., Von Sydow F. (2007) Environmental aspects on stump-harvest – compilation of knowledge and knowledge gaps.
3. JRC (2009) JRC LULUCF TOOL, version: 8 December 2009, JRC.
4. Latvijas Standarts (2006) Augsnes kvalitāte: Organiskā un kopējā oglekļa noteikšana pēc sausās sadedzināšanas (elementanalīze), VSIA Latvijas Standarts.
5. LECO (1987) Instrumental manual Carbon System CR-12.
6. LEGMC (2010) Latvia's National Inventory Report Resubmitted Under UNFCCC and the Kyoto Protocol, LEGMC.
7. LVS (2006) Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analysis, LVS.
8. LVS (1998) Soil quality - Determination of dry bulk density, LVS.
9. Naiman R.J., Manning T., Johnston C.A. (1984) Beaver population fluctuations and tropospheric methane emissions in boreal wetlands, Biogeochemistry, 12, 1-15.
10. Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Krug, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe K., Wagner, F. (2003) Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC.
11. projekta vadītājs A. Lazdiņš (2010) Mežu zemes izmantošanas maiņas matricas izstrādāšana un integrēšanu nacionālajā siltumnīcefekta gāzu inventarizācijas pārskatā par Kioto protokola 3.3 un 3.4 pantā minētajiem pasākumiem (projekta pārskats), LVMI Silava.
12. Projekta vadītājs K. Būmanis (2008) Enerģētiskās koksnes plūsmas teorētiskā un eksperimentālā modeļa izstrāde un produktu kvalitātes prasību izvērtējums (pārskats par projekta izpildi), SIA „Meža un koksnes produktu pētniecības un attīstības institūts”.
13. Zemkopības ministrija (2004) Meža statistiskās inventarizācijas veikšanas un mežaudzes sekundāro parametru aprēķināšanas metodika (instrukcija Nr. 10 no 17.03.2004.).



LVMI Silava

Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169
tālr.: 67942555, fakss: 67901359, e-pasts: inst@silava.lv