

PĀRSKATS

PAR MEŽA ATTĪSTĪBAS FONDA PASŪTĪTO PĒTĪJUMU

PĒTĪJUMA NOSAUKUMS: LATVIJAS MEŽA RESURSU ILGTSPĒJĪGAS,
EKONOMISKI PAMATOTAS
IZMANTOŠANAS UN PROGNOZĒŠANAS
MODEĻU IZSTRĀDE

LĪGUMA NR.: 180909/S103

IZPILDES LAIKS: 03.08.2009 – 09.11.2009

IZPILDĪTĀJS: Latvijas Valsts mežzinātnes institūts „Silava”

PROJEKTA VADĪTĀJS:

Jānis Donis

Salaspils, 2009

Satura rādītājs

Ievads	4
Kopsavilkums.....	6
1. Konceptuālā pieeja Latvijas meža resursu modelēšanai (J.Donis)	8
1.1. Meža apsaimniekošanas mērķi.....	8
1.2. Klasiskā pieeja meža resursu stāvokļa un attīstības modelēšanā	9
1.3. Bilancspējīgas mežierīcības metode meža resursu stāvokļa un attīstības modelēšanā un plānošanā.....	11
1.4. Vairākceļu (Multiple Path) koncepcija meža apsaimniekošanas plānošanā	11
1.5. Projekta loma meža - koksnes plūsmas attīstības scenāriju izvērtēšanā	13
2. Papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos (J.Donis, J.Jansons).....	14
2.1. Materiāls un metodika	14
2.2. Rezultāti	18
3. Trīsdesmit ilglaicīgo parauglaukumu atkārtota pārmērīšana	19
3.1. Materiāls un metodika	19
3.1.1. Egļu parauglaukumi MPS Kalsnavas mežu novadā (egļu jaunaudzū augšanas gaita meliorētajos mežos) (P. Zālītis)	19
3.1.2. Priedes un egles parauglaukumi Ogres, Vērgales mežniecībās (J.Donis, L.Zdors, G.Šņepsts)	19
3.2. Rezultāti	20
3.2.1. Egļu parauglaukumi MPS Kalsnavas mežu novadā (egļu jaunaudzū augšanas gaita meliorētajos mežos) (P. Zālītis)	20
3.2.2. Priedes un egles parauglaukumi Ogres, Vērgales mežniecībās (J.Donis, L.Zdors, G.Šņepsts)	32
4. 100 stumbra analīžu veikšana selekcijas efekta novērtēšanai ilglaicīgajos parauglaukumos (Ā.Jansons, I. Baumanis).....	41
4.1. Problēmas pamatnostādnes	41
4.2. Materiāls un metodika	41
5. Meliorācijas sistēmas atjaunošanas ietekmes uz koku augšanas gaitu novērtējums (T. Zālītis, Z. Lībiete).....	44
5.1. Literatūras un iepriekšējo pētījumu apskats	44
5.1.1. Meža meliorācijas jēdziens	44
5.1.2. Meža meliorācija Latvijā.....	45
5.1.3. Nosusināšanas ietekme uz mežaudzi.....	46
5.1.4. Nosusināto meža platību pašreizējais stāvoklis	48
5.2. Materiāls un metodika	53
5.3. Rezultāti	55
5.3.1. Parauglaukumu vispārīgs apraksts	55
5.3.2. Grāvja ietekmes uz gadskārtu vidējiem platumiem izvērtējums.....	56
5.2.3. Gadskārtu vidējo platumu analīze atkarībā no parauglaukuma attāluma no grāvja, grāvja stāvokļa un reģiona.....	57
5.4. Secinājumi un ieteikumi.....	60
6. Augšanas gaitas simulatorā izmantojamu modeļu izstrāde, augšanas gaitas aproksimācijai, balstot uz MRM, ilglaicīgo parauglaukumu datiem (J.Donis, G.Šņepsts, L.Zdors)	61
6.1. Problēmas pamatnostādnes	61
6.1.1. Ievads	61
6.1.2. Daži mežsaimniecības termini	62
6.1.3. Vienādojumu izstrādes vispārējie principi	63

6.1.4. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji	65
6.1.5. Meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju izmaiņās laikā	67
6.1.6. Rādītāju sadalījums gradācijas klasēs	68
6.2. Materiāls un metodika	70
6.2.1 Agrāk izstrādāto meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju un to izmaiņu normatīvu izvērtējums	70
6.2.2. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji atbilstoši MSI datiem.....	71
6.3. Rezultāti	74
6.3.1 Agrāk izstrādāto meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju un to izmaiņu normatīvu izvērtējums	74
6.3.2. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji atbilstoši MSI datiem.....	79
6.4. Ieteikumi modeļu pilnveidošanai	98
6.4.1. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji	98
6.4.2. Meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju izmaiņās laikā	99
7. Augšanas gaitas simulatora struktūras definēšana (J.Donis, J.Jansons)	100
8. Augšanas gaitas simulatora prototipa izveide (J.Donis)	103
9. Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas struktūras definēšana (J.Donis).....	103
10. Resursu pieejamības telpiskā analīze attiecībā pret infrastruktūras objektiem, reljefu u.c. aspektiem.....	105
10.1. Materiāls un metodika (J.Zariņš)	105
10.2. Rezultāti (G.Šņepsts, J.Zariņš).....	106
10.2.1. MSI parauglaukumu izvietojums (visi meži) attiecībā pret dažādas kategorijas ceļiem balstot uz LĢIA datiem	106
10.2.2. MSI parauglaukumu izvietojums (LVM meži) attiecībā pret dažādas kategorijas ceļiem balstot uz LĢIA datiem	109
10.2.3. MSI parauglaukumu izvietojums (visi meži) dažādās saimnieciskās darbības kategorijās balstot uz VMD datiem.....	113
10.2.4. MSI parauglaukumu izvietojums (LVM meži) dažādās saimnieciskās darbības kategorijās balstot uz VMD datiem.....	117
Secinājumi	120
11. 3D datu analīze (J.Zariņš)	121
11.1. Materiāls un metodika	121
11.2. Rezultāti	124
Nobeigums	129
Literatūra	130

Ievads

Ņemot vērā meža resursu nozīmību Latvijas tautsaimniecībā, mežsaimnieciskās darbības cikla ilgumu, kā arī meža lomju vides stabilizācijā, bioloģiskās daudzveidības saglabāšanā un tā sociālo nozīmību, lēmumpieņemējam nepieciešams instruments vismaz:

- 1) Lēmumu pieņemšanas atbalstam meža politikas/stratēģijas izstrādei;
- 2) Lēmumu pieņemšanas atbalstam visas valsts (reģionālā) līmenī;
- 3) Daudzmērķu meža resursu prognozēšanai;
- 4) Meža nozares (industrijas) ilgtermiņa plānošanai (iespēju prognozēšanai).

Virknē valstu ir izstrādātas programmas, kuras izmantojamas resursu attīstības modelēšanai un stratēģisko lēmumu pieņemšanas atbalstam, piem., Somijā, Mežzinātnes institūts Metla ir izstrādājis MELA programmu, Eiropas meža institūts izstrādājis EFISCEN programmu, Zviedrijā izveidota meža simulāciju sistēma HUGIN utt.. Virknē gadījumu šīs programmas balstītas uz nacionālās meža inventarizācijas gaitā vairākkārt uzņēmīto parauglaukumu informāciju.

Latvijā meža resursu ilgtspējīgas apsaimniekošanas nodrošināšanai saimnieciskās vienības vai valsts līmenī izmantotas 1) klasiskās maksimālā galvenajā cirtē pieļaujamā ciršanas apjoma aprēķina metodes (n-tā ciršana pēc vecuma, ciršana pēc stāvokļa u.c.), 2) meža kapitālvērtības aprēķina programma „Meža eksperts” (Dubrovskis, 2007). Līdz 2007.g. augstāk minētās metodes balstītas tikai uz nogabalu līmeņa inventarizācijas datu bāzi.

2007. gadā LVMI „Silava” tika realizēts projekts „Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas modeļu izstrāde”, kura mērķis bija apkopot ekspertu viedokļus un sniegt priekšlikumus (1) par meža augšanas gaitu raksturojošiem indikatoriem un to izmaiņu prognozi laikā iepriekš saskaņotās plānošanas vienībās; (2) par optimālo modeli mežaudzes likvidācijas vērtības noteikšanai (sortimentācijai); (3) sniegt iespējami saskaņotu informāciju par mežsaimniecības ieņēmumiem un izdevumiem meža audzēšanas cikla laikā; (4) sniegt informāciju par aktuālākajām koksnes tirgus cenām atbilstoši iepriekš noteiktajam koksnes dalījumam pēc to dimensijām; (5) izmantojot programmatūru AIMMS® vai citus ekspertu rīcībā esošus programmu moduļus, salīdzināt vairākus (vismaz 3) meža apsaimniekošanas scenārijus un to ilgtermiņa ietekmi uz mežu un mežsaimniecību raksturojošiem parametriem. Meža stāvokli raksturojošā informācija pirmo reizi iegūta izmantojot meža statistiskās inventarizācijas (MSI) jeb meža resursu monitoringa (MRM) 2005., 2006. gada datus. Projekta vadība tika uzticēta zviedru mežzinātniekam P. Wikström. Darba gaitā atklājās virkne nepilnību mūsu zināšanās, un tādējādi modelis tika balstīts uz labāko pieejamo informāciju (piem., šķērslaukuma pieauguma modeļi, kas izstrādāti balstot uz mērījumiem Dienvidzviedrijas mežos) vai ekspertu vērtējumiem, kuru atbilstība projekta īsā izpildes termiņa (3,5 mēneši) dēļ netika pārbaudīta. Ņemot vērā projekta īso izpildes laiku un optimizācijas programmas AIMMS® licenzēšanas nosacījumus, daļa no moduļu algoritmiem, kā arī aprēķinu starprezultāti Latvijas puses dalībniekiem nebija pieejama, kas radīja zināmu piesardzību attiecībā pret iegūtajiem rezultātiem.

Pasūtītājs, 2008. gadā izsludinot konkursu ilgtermiņa pētījumam, definējis sekojošu darba mērķi - **izveidot lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī.** Šādas lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas izveide un attiecīga cilvēkresursu attīstība, ļautu modelēt dažādu politisko lēmumu sekas uz resursu pieejamību u.c. būtiskiem aspektiem, kā arī padarīt lēmuma pieņemšanas procesu caurskatāmāku.

2008.gadā projekta izstrādes gaitā (Ar pilnu 2008.g. pārskata tekstu var iepazīties ZM mājas lapā <http://www.zm.gov.lv/index.php?sadala=1569&id=8300>) izvērtējot 2007. gada pētījuma projekta „Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas modeļu izstrāde” rezultātu ticamības un risku faktorus, konstatēts, ka šķērslaukuma un augstuma pieauguma dati atsevišķiem parauglaukumiem mainās relatīvi plašā diapazonā, tomēr krājas pieauguma prognozes nekoptām audzēm 5 gadu periodam kopumā saskan ar Latvijā izmantotajiem aktualizācijas modeļiem (Matuzānis, 1983). Tāpat konstatēts, ka izmantotais sortimentācijas modelis uzskatāms par pārāk optimistisku, jo tiek ignorēti bojājumi. Konstatētas dažādu bonitāšu skalu (Orlova, 1924.g. pagaidu augšanas gaitas tabulu, virsaugstuma bonitāšu) savstarpēja neatbilstība. Pamatojoties Meža statistiskās inventarizācijas 2004.-2007.g. datiem un uz spēkā esošo koku ciršanas tiesisko regulējumu, aprēķināta koksnes resursu pieejamība valstī (kubikmetros sadalījumā pa valdošajām koku sugām un sadalījumā

pa meža īpašuma formām), izmantojot līdz šim Latvijā pielietotos algoritmus, proti, galvenās cirtes apjomi izmantojot Moisejeva algoritmu (Bisenieks, 1997), normālo cirsu, I un II cirsu pēc vecuma. Bez tam definētas modelim (koksnes resursu prognozēšanai un izmantošanai) izvirzāmo prasības un izvērtēta programmēšanas vajadzības. Izvērtējot modelēšanai nepieciešamo informāciju, konstatēts, ka nepieciešams izstrādāt vai pilnveidot modeļus audzes reakcijas uz kopšanu novērtēšanai, atmiruma modeļa izstrādei, sortimentācijas modelim. Izmantojot ilglaicīgo izpētes objektu datu bāzi un personīgi komunicējot ar pētniekiem, konstatēts, ka ir pieejama informācija par vairākkārt pārmērītām krājas un sastāva kopšanas cirtēm (Dr. silv. J.Bisenieks, Dr. hab. silv. P. Zālītis) ap 30 objekti, selekcijas izmēģinājumu parauglaukumi, kas vecāki par 10 gadiem, no kuriem daļa parauglaukumu izmantojami selekcijas efekta modelēšanai (Dr. silv. I. Baumanis, Dr. silv. A.Jansons, A. Gailis). Bez tam ir informācija par 69 objektiem, kuros rūpnieciski veikts audžu apsaimniekošanas ar nekailcirsu metodēm 1. paņēmiens pirms 3 līdz 10 gadiem, daļā objektu ir veikti atkārtoti mērījumi (J.Donis). Informācija par parauglaukumiem meža ieaudzēšanai neizmantotās lauksaimniecības zemēs ir Dr. silv. M. Daugavietes rīcībā.

Izvērtējot pieejamo informāciju, konstatēts, ka, lai uzlabotu modeļu izstrādei izmantojamās informācijas apjomu, nepieciešama gan esošo parauglaukumu pārmērīšana, gan jaunu parauglaukumu ierīkošana.

Balstoties uz 2008.g. pētījuma rezultātiem un 2009.g. I pusgadā paveikto, 2009.g. II pusgadā definēti sekojoši darba uzdevumi:

1. papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos;
2. 30 ilglaicīgo parauglaukumu atkārtota pārmērīšana;
3. 100 stumbra analīžu veikšana selekcijas efekta novērtēšanai ilglaicīgajos parauglaukumos;
4. meliorācijas sistēmas atjaunošanas ietekmes uz koku augšanas gaitu novērtējums;
5. augšanas gaitas simulatorā izmantojama modeļa izstrāde, augšanas gaitas aproksimācijai, balstot uz MRM, ilglaicīgo parauglaukumu datiem;
6. augšanas gaitas simulatora struktūras definēšana;
7. augšanas gaitas simulatora prototipa izveide;
8. lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas struktūras definēšana;
9. resursu pieejamības telpiskā analīze attiecībā pret infrastruktūras objektiem, reljefu u.c. aspektiem;
10. 3D datu analīze.

Kopsavilkums

Latvijas meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde

Projekta vadītājs J. Donis

Pārējie galvenie izpildītāji (Dr. hab. Silv. P. Zālītis, Dr. silv. T. Zālītis, Dr silv. Z. Lībiete, Dr. Silv. I. Baumanis, Dr. Silv. A. Jansons, Dr. Silv. J. Bisenieks, Mgr. Silv. J. Jansons, Mgr. Silv. A. Actiņš, J.Zariņš, Mgr. Silv. L. Zdors, G. Šņepsts)
MRM darba grupas.

Projekta ilgtermiņa mērķis: izstrādāt **lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmu** Latvijas meža resursu ekonomiski pamatotas izmantošanas plānošanai stratēģiskā līmenī.

Atbilstoši līgumam 2009. gada otrajam pusgadam definēta sekojoši darba uzdevumi:

1. Papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos;
2. 30 ilglaicīgo parauglaukumu atkārtota pārmērīšana;
3. 100 stumbra analīžu veikšana selekcijas efekta novērtēšanai ilglaicīgajos parauglaukumos;
4. Meliorācijas sistēmas atjaunošanas ietekmes uz koku augšanas gaitu novērtējums;
5. Augšanas gaitas simulatorā izmantojama modeļa izstrāde, augšanas gaitas aproksimācijai, balstot uz MRM, ilglaicīgo parauglaukumu datiem;
6. Augšanas gaitas simulatora struktūras definēšana;
7. Augšanas gaitas simulatora prototipa izveide;
8. Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas struktūras definēšana;
9. Resursu pieejamības telpiskā analīze attiecībā pret infrastruktūras objektiem, reljefu u.c. aspektiem;
10. 3D datu analīze.

1. Papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos.

Šī projekta vajadzībām Meža resursu monitoringa parauglaukumos ievākta papildus informācija par saimnieciski nozīmīgāko sugu vainagu platumiem (virszemes biomasas aprēķiniem). P, B, A, M zarojumu, padēlu un dubultgalotņu esamību, koku kvalitātes reģionālam novērtējumam, kā arī veikts stumbra apakšējās daļas (līdz 6 m) kvalitātes novērtējums. Līdz oktobra beigām mērījumi veikti ap 1810 MRM parauglaukumos. Lauku darbi turpinās.

2. 30 ilglaicīgo parauglaukumu atkārtota pārmērīšana.

2009.g. kopā atkārtoti uzmērīti 44 parauglaukumi ap 40 g. vecās P, E kultūrās Ogres, Kalsnavas un Vērgales mežniecību teritorijās. Veikta šo parauglaukumu augšanas gaitas analīze. Secināts, ka sākotnēji līdzīgām audzēm, to attīstība pēc 20 gadiem ievērojami atšķiras no prognozētā, kas liek būt piesardzīgiem pret vienādojumiem, kuri izstrādāti uz vienreiz uzmērītu parauglaukumu datiem.

3. 100 stumbra analīžu veikšana selekcijas efekta novērtēšanai ilglaicīgajos parauglaukumos.

Divos meža selekcijas pētījumu objektos augšanas gaitas novērtēšanai atlasītas 104 priedes. Tām veikta stumbra analīze, uzmērāmos kokus, sazāģējot 1m garās sekcijās. Paraugi noslīpēti un noskanēti, un sagatavoti gadskārtu platumu mērījumiem.

4. Meliorācijas sistēmas atjaunošanas ietekmes uz koku augšanas gaitu novērtējums.

15 objektos veikti mērījumi dažādos attālumos no renovētās meliorācijas sistēmas esošos 35 parauglaukumos. Konstatēts, ka 3 līdz 4 gadus pēc sistēmas renovācijas nav vērojamas izmaiņas koku radiālajā pieaugumā. Tomēr, sliktā stāvoklī esošo grāvju tuvumā, audžu ražība ir zemāka kā kvalitatīvi renovētu grāvju tuvumā esošos parauglaukumos.

5. *Augšanas gaitas simulatorā izmantojama modeļa izstrāde, augšanas gaitas aproksimācijai, balstot uz MRM, ilglaicīgo parauglaukumu datiem.*
Balstoties uz vienreiz uzmērītu meža statistiskās inventarizācijas parauglaukumu datiem, izstrādāti augstuma un diametra izmaiņu modeļi priedei, eglei, bērzam, apsei, melnalksnim un baltalksnim pa bonitātēm, un P, E arī pa nozīmīgākajiem meža tipiem. Izvērtēti ilglaicīgo parauglaukumu parametri, konstatēti ierobežojumi vispārpieņemtu vienādojumu izmantošanā.
6. *Augšanas gaitas simulatora struktūras definēšana.*
Uzskaitīti un aprakstīti augšanas gaitas simulatorā nepieciešamie vienādojumi.
7. *Augšanas gaitas simulatora prototipa izveide.*
Izveidota MS Excel vidē saistītu failu sistēma, kas izmantojama atsevišķu meža elementu augšanas gaitas simulācijai. Savukārt parauglaukumu kopsavilkumu datu matricveida modelēšanai izveidots otrs simulators.
8. *Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas struktūras definēšana*
Sagatavots priekšlikums lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas izveides principiem un aprakstītas izmantojamās metodes.
9. *Resursu pieejamības telpiskā analīze attiecībā pret infrastruktūras objektiem, reljefu u.c. aspektiem.*
Savietoti MRM parauglaukumu dati ar Valsts Meža reģistra datiem. Analizēti saimnieciskās darbības ierobežojumi atkarībā no meža tipa, vecuma, valdošās sugas kā visos mežos, tā arī valsts mežos. Savietojot MRM parauglaukumu koordinātes ar LĢIA ceļu tīkla karti, aprēķināti vidējie attālumi no parauglaukumiem līdz ceļiem.
10. *3D datu analīze.*
Iegūta informācija par 23 MRM parauglaukumu 3D skenera datiem, atbilstošo parauglaukumu LIDAR single tree datiem, kā arī LAS formāta dati. MRM dati un 3D skenera dati savietoti iepriekšējā gadā, pašreiz turpinās darbs pie LIDAR Single tree un parauglaukumu datu savietošanas un ortofoto datu savietošanas. Konstatēts, ka 3D skenera dati labi saskan ar manuālajiem mērījumiem, savukārt LIDAR datu izmantošanai pašreizējā informācijas precizitāte nav pietiekama.

1. Konceptuālā pieeja Latvijas meža resursu modelēšanai (J.Donis)

1.1. Meža apsaimniekošanas mērķi

Teorētiski meža apsaimniekošanas mērķis var būt visdažādāko īpašnieka (vai valdītāja) privāto vai sabiedrības (publisko) vajadzību apmierināšana. Tomēr, kopumā ņemot, sabiedrības interesēs ir, lai meži tiktu apsaimniekoti ilgtspējīgi, tas nozīmē, - meža un meža zemju pārvaldīšana un izmantošana tādā veidā un pakāpē, lai saglabātos to bioloģiskā daudzveidība, produktivitāte, atjaunošanās spēja, vitalitāte un potenciālā spēja veikt nozīmīgas ekoloģiskās, ekonomiskās un sociālās funkcijas vietējā, nacionālā un globālā līmenī tagad un nākotnē, kā arī, lai neizraisītu draudus citām ekosistēmām (Ministru Konference par meža aizsardzību Eiropā (MCPFE) Helsinku 1. rezolūcija).

Mežsaimniecība savā attīstībā ir izgājusi vairākas pakāpes. Sākotnēji no meža labumi (koksne u.c.) tika iegūti pēc vajadzības, tomēr, sākot tiem trūkt, aizsākās mērķtiecīgs meža atjaunošanas process, un var uzskatīt, ka ir sākusies mežsaimniecība. Vēlāk mežsaimniecībā tika ieviests normālā meža princips, kurš nodrošina nepārtrauktu (nenoplicinošu) koksnes ieguves iespēju. Nākamais mežsaimniecības attīstības etaps (mežsaimniecības sistēma) ir t.s. daudzvērtīgu mežsaimniecība, kuru pašreiz daudzās valstīs sāk nomainīt t.s. ekosistēmu apsaimniekošanas jeb ekosistēmu mežsaimniecības sistēma (Kimmins, 1996; Klemperer 1996).

Klemperer (1996) konstatējis, ka jēdziens „daudzvērtīgu mežsaimniecība” (multiple use forestry) tiek interpretēts visai dažādi. Ar šo jēdzienu saprot:

- a) dažādu labumu iegūvi no vienas platības vienības;
- b) platību mozaīku, kurā katrai platībai ir viens lietojuma mērķis;
- c) dažādas formas daudzvērtīgu lietojumu ar mazākām, bet ļoti intensīvi apsaimniekotām platībām koksnes ieguvei;
- d) apsaimniekošanu galvenajam mērķim (dominant use) un visiem citiem savietojamiem mērķiem (compatible use);
- e) dažādus lietojuma mērķus laika gaitā.

Praksē tīrā veidā šie varianti nepastāv, drīzāk ir dažādās pakāpēs realizēts uzskaitīto variantu sajaukums (Klemperer, 1996).

Katra mežaudze (meža nogabals) vairāk vai mazāk var pildīt visas funkcijas, bet vienlaicīgi tikai dažas no šīm funkcijām tā var pildīt pietiekami efektīvi. Dažas no funkcijām vai mērķiem ir savienojamas (realizējamas vienlaicīgi), citas savukārt ir viena otru izslēdzošas. Tādējādi nepieciešams viennozīmīgi nodefinēt **galveno** (primāro) un **pakārtotos** meža apsaimniekošanas mērķus, t.i., kādus labumus grib (var) gūt no konkrētā nogabala apsaimniekošanas rezultātā.

Kā svarīgākie meža apsaimniekošanas mērķi (alfabētiskā secībā) uzskatāmi:

* Bioloģiskās daudzveidības nodrošināšana:

- struktūras, kompozīcijas un funkciju saglabāšana vai izmainīšana ģenētiskajā (iekšsugas), sugu (taksonu), ekosistēmu un ainavu līmenī;
- dabas pieminekļu saglabāšana (ģeoloģiskie, ģeomorfoloģiskie objekti).

*Ražošana:

- koksnes ražošana;
- nekoksnes produktu ražošana;
- pakalpojumu sniegšana.

* Sociālo un kultūras vērtību nodrošināšana (aizsargāšana):

- ainavas veidošana (vizuālā ainava);
- rekreācija;
- izglītība un zinātne.

* Vidi aizsargājošo (regulējošo) funkciju nodrošināšana:

- augšņu aizsardzība (pret eroziju);
- ūdeņu aizsardzība (kvantitāte un kvalitāte);
- gaisa attīrīšana (piesārņojuma mazināšana vietējā vai ainavas līmenī);
- mikroklimata uzlabošana.

Katram no šiem uzskaitītajiem meža apsaimniekošanas mērķiem faktiski iespējami vairāki atšķirīgi realizācijas veidi kā pēc būtības (modifikācijas), tā arī realizācijas formas (veicamie, pieļaujamie pasākumi mērķa sasniegšanai). Piem., koksnes ražošanā par mērķi var izvirzīt zāģbaļķu ražošanu, papīrmalkas (koksnes masas) ražošanu; rekreācijā - nodrošināt piemērotību specifiskiem rekreācijas veidiem utt. Vērtību vai nozīmi (piemērotību) konkrētā mērķa sasniegšanai teorētiski var aprēķināt katram nogabalam vai to kopai (kvartāls, meža masīvs, utt.). Būtiski ir atzīmēt, ka, mainoties mērogam, pētāmais objekts var uzrādīt kvalitatīvi jaunas īpašības, kas nepiemīt atsevišķam tā elementam, tādēļ svarīgs ir plānoto un realizēto darbību mērogs kā laikā, tā telpā, kā arī šo darbību konteksts (fons).

Augstāk minēto mērķu sasniegšanai izmantojamo līdzekļu (instrumentu) skaits mežsaimniecībā ir visai ierobežots – nozīmīgākie ir koku ciršana un meža atjaunošana (atbilstošas mežkopības sistēmas izvēle), meža ekosistēmas hidroloģiskā un kokaugu barošanās režīma maiņa, infrastruktūras būve.

Meža apsaimniekošanas plānošanā ir cieši saistīta apsaimniekošanas mērķu definēšana, resursu stāvokļa novērtēšana un resursu attīstības un izmantošanas iespēju prognozēšana.

Plānošana tiek veikta normatīvajā, stratēģiskajā, taktiskajā un operatīvajā līmenī. Valsts līmenī plānošana parasti notiek tikai normatīvajā un stratēģiskajā līmenī, savukārt uzņēmumi plānošanu veic visos līmeņos (Dubrovskis, 2007). Atkarībā no apsaimniekošanas mērķiem un principiem var tikt izmantotas arī atšķirīgas meža resursu stāvokļa novērtēšanas pieejas.

1.2. Klasiskā pieeja meža resursu stāvokļa un attīstības modelēšanā

Latvijā vēsturiski 20. gadsimtā ilgtspējīga ciršanas apjoma modelēšanā klasiskajā variantā tika ņemts vērā:

- Mežu iedalījums pēc tautsaimnieciskās nozīmes:
 - Grupas, kategorijas (PSRS laikos),
 - Saimnieciskās vienības (vienveidīgas audžu grupas),
- Meža gatavības vecums un cirtmets, ciršanas vecums (galvenās cirtes vecums),
 - Dabiskā gatavība,
 - Atjaunošanās jeb (fiziskā) gatavība,
 - Kvantitatīvā gatavība,
 - Tehniskās gatavība,
 - Kvalitātes gatavība,
 - Saimnieciskā gatavība (meža rente),
 - Finansiālā gatavība (zemes rente) (Ozols, 1926).

Ilgtspējīga ciršanas apjoma modelēšana

- Metožu grupas cirsmu aprēķināšanai:
 - Pēc platības (n-tās ierobežojošās cirsmas, n-tā cirsmas pēc vecuma utt.),
 - Pēc krājas (piem., Landolta),

– Pēc pieauguma.

Latvijā praktiski maksimālā pieļaujamā galvenās cirtes apjoma aprēķināšanai izmantoti vienādojumi un algoritmi, kas pamatā vērsti uz nepārtrauktu, vienmērīgu un paplašinātu koksnes resursu apjomu ieguvī īsākam vai garākam laika periodam, sākot ar cirsmu pēc stāvokļa, trešo ierobežojošo cirsmu (paredz visu ekspluatācijas fondu (pieaugušas un pāraugušas audzes), nocirst 5 vai 10 gadu laikā), beidzot ar Samgina cirsmu (Anon., 1984) un Moisejeva algoritmu (Bisenieks, 1997), kuri ņem vērā visu vecumklašu struktūru. Galvenās cirtes izmantošanas apjomu aprēķinam izmantoti sekojoši vienādojumi un algoritmi: Moisejeva algoritms (Bisenieks, 1997)

$$X_{\max} = \min_k \left[\frac{1}{k} \left(\sum_{i=1}^k li + c \times l_{k+1} \right) \right], k = 1 \dots N, \quad (1.1.)$$

kur X_{\max} - aprēķinātā cirtes valdošajai sugai (saimniecībai) vecuma klasē (desmitgadē) ha,
 k - vecumklašu (desmitgades skaits cirtes aprites periodā;
 l_1, l_2, \dots, l_{k+1} - mežaudžu platības pa vecuma klasēm k_i , sākot ar vecuma klašu numerāciju ar pieaugušām audzēm;
 c - koeficients, kas raksturo briestaudžu desmitgades platības daļu, kas 5 gados pāriet pieaugušās audzēs, $c \leq 0,9$.

Normālā cirtes (C_n) (Anon, 1984)

$$C_n = S/U, \quad (1.2)$$

kur S - audžu kopējā platība, ha;
 U - cirtmets gados (cirtšanas vecuma klases vidējā robeža).

Pirmā cirtes pēc vecuma

$$C_{v1} = (S_{\text{ekspl}} + S_{\text{briest}}) / 2n \quad (1.3.)$$

Otrā cirtes pēc vecuma

$$C_{v2} = (S_{\text{ekspl}} + S_{\text{briest}} + S_{\text{vp}}) / 3n, \quad (1.4)$$

kur S_{ekspl} - ekspluatācijas fonda (pieaugušu un pāraugušu) audžu platība, ha;
 S_{briest} - briestaudžu platība, ha;
 S_{vp} - aprēķinos iekļauto vidējā vecuma audžu platība, ha;
 n - gadu skaits vecumklasē.

Faktiski kā galvenais arguments tika izmantots saimnieciskajā vienībā iedalīto dažādu vecumklašu audžu aizņemtā platība, audžu krājam piešķirot sekundāru nozīmi.

1984. gada noteikumi (Anon., 1984), atkarībā no meža kategorijas un valdošās sugas, paredzēja noteikt atšķirīgus cirtmetus. Bez tam dažādās mežu kategorijās tika noteikti arī dažādi pieļaujamie galvenās un atjaunošanas cirtes veidi.

Starpizmantošanas apjoma noteikšana visbiežāk tika balstīta uz mežierīcības laikā taksatoru dotajiem saimnieciskajiem rīkojumiem, kuri sevī ietvēra gan cirtes intensitāti, gan secību klasi.

1.3. Bilancspējīgas mežierīcības metode meža resursu stāvokļa un attīstības modelēšanā un plānošanā

Konceptuāli atšķirīgu pieeju piedāvā Dr. Silv. D. Dubrovskis (Dubrovskis, 2007), kas detāli aprakstīta arī projekta pagājušā gada pārskatā. Metode tiek balstīta uz Prof. E. Ostvalda relatīvās meža rentes teoriju. Metode principiāli atšķiras no citām līdz šim Latvijā lietotām mežierīcības metodēm:

- metode satur ilgtspējīgas meža izmantošanas un pārvaldes principus, kas pilnībā aptver meža apsaimniekošanas plānošanas uzdevumus gan reģionālā, gan vietējā līmenī, gan fiziskā, gan monetārā izteiksmē;
- vienmērīgas meža izmantošanas un meža resursu atražošanas principu ietekmes uz meža resursu struktūras dinamiku (mežaudžu vecuma struktūras un prognozējamā sortimentu iznākuma) noteikšanu un vienmērīgas meža izmantošanas un citu kritēriju kontrole, izmantojot resursu kopējā stāvokļa, daudzuma un vērtības analīzi aizstājot līdz šim izmantotos normālā meža teorētiskos principus.

Algoritma uzdevums ir noteikt meža apsaimniekošanas plānošanas optimālo scenāriju, kurš nodrošina pastāvīgu, vienmērīgu tīro ienākumu profilu. Algoritms sevī iekļauj šādus etapus:

1. Meža reģistra un citu datu bāžu strukturēšana un informācijas sagatavošana;
2. Meža apsaimniekošanas alternatīvo scenāriju izstrāde;
3. Vienmērīgu ikgadējo ciršanas apjomu noteikšana (pēc vērtības un mežaudžu atražošanas efektivitātes paaugstināšanas);
4. Vienmērīgu ikgadējo ciršanas apjomu noteikšana (pēc platības un krājas);
5. Efektīvākā alternatīvā scenārija (plānošanas varianta) izvēle.

Scenārijam jānodrošina meža kapitālvērtības paaugstināšana. (Dubrovskis, 2007).

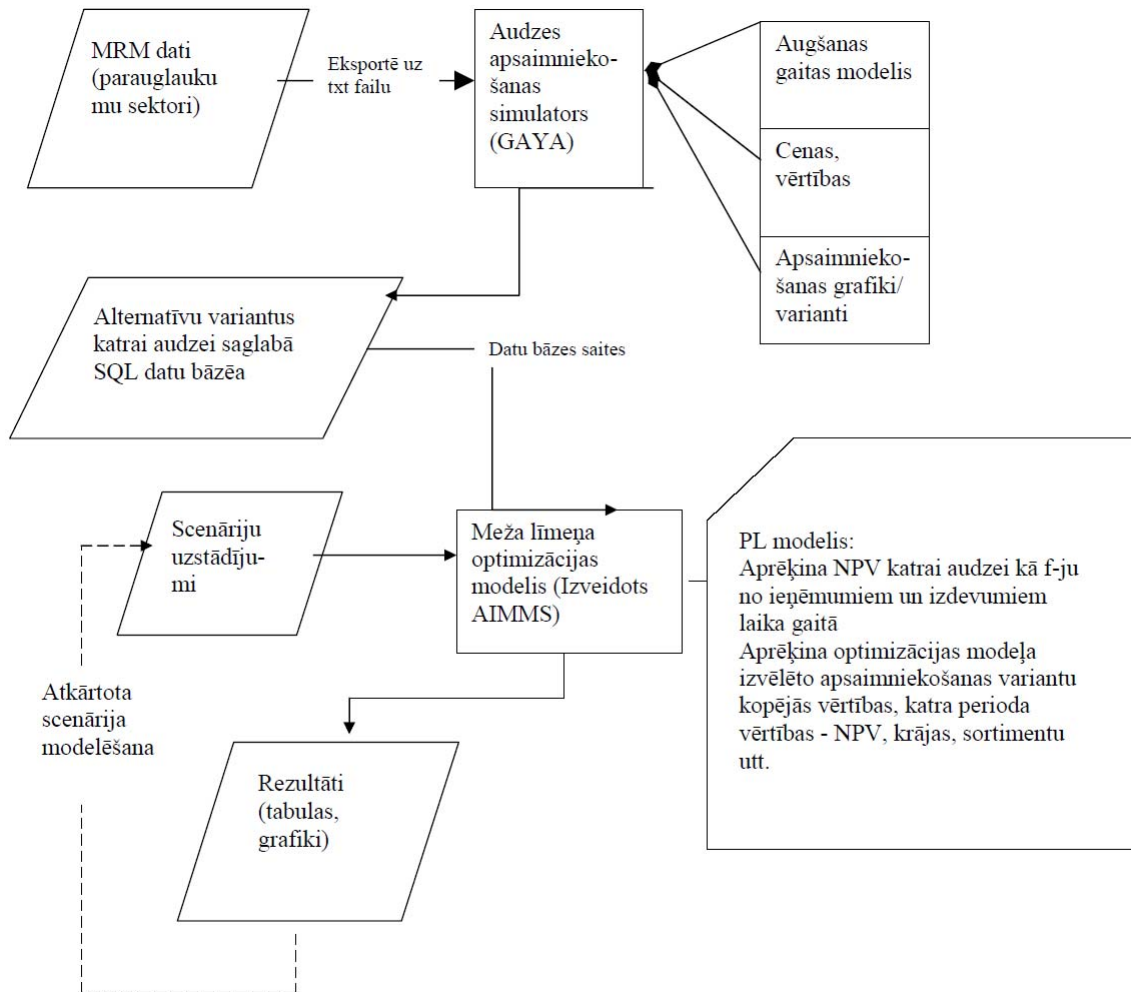
Plānošanas procesā iespējams meklēt kompromisu starp noturīgo tīro ienākumu profilu un rezerves fondā uzkrāto līdzekļu apjomu. Pieļaujama tīro ienākumu profila samazināšana uz rezerves fonda rēķina. Šādā veidā uzkrātā rezerves fonda daļa novirzāma par labu investīcijām, kuras domātas kapitālvērtības paaugstināšanai.

Šī pieeja ļauj ņemt vērā arī kopšanas ciršu rezultātā iegūtos koksnes resursus. Meža attīstības prognoze pašreiz ir balstīta uz pēc esošo taksācijas datu bāzes izveidotā taksācijas datu aktualizācijas modeļa vidējā caurmēra (D), vidējā augstuma (H) aktualizāciju atkarībā no bonitātes, augšanas apstākļu tipa un vecuma. (Arhipovs, et al., 2006). Savukārt kopšanas ciršu apjoms tiek aprēķināts balstot uz prognozēto šķērslaukumu (G) un vidējo augstumu, ja G pārsniedz paliekošās daļas šķērslaukumu (G_p) vairāk kā par noteiktu $m^2 ha^{-1}$. Modelis paredz plānot cirst sugas ar zemāku prioritāti (Dubrovskis, 2007).

Savukārt sortimentu iznākuma prognoze tiek veikta, izmantojot pilnveidotu R. Ozoliņa (2002) virtuālās dastlapas konstruēšanu un sortimentācijas algoritmu. Līdzīgi sortimentācija tiek plānota arī galvenajā cirtē „nocērtamajām” audzēm.

1.4. Vairākceļu (Multiple Path) koncepcija meža apsaimniekošanas plānošanā

Šāda pieeja ir izmantota Zviedrijā, Norvēģijā (Hugin modelis), Somijā (Mela modelis). Vispārējā pieeja atspoguļota 1.1. attēlā. Izmantojot Latvijas MSI datus, aprēķini veikti arī Latvijas mežu resursu attīstības scenāriju izstrādei. Detālāk skatīt projekta 2008. g. pārskatu.



1.1. attēls. Meža resursu modelēšana izmantojot „Skandināvu” pieeju

Atšķirība no bilancspējīgās pieejas, šajā gadījumā aprēķinos iekļautas tikai ar koksnes audzēšanu tieši saistītās izmaksas un ieņēmumi, lai arī modelī var iekļaut citas „vērtības”, piem., CO₂ apjomu un vērtību. Audzes parametru attīstība tika modelēta tikai parauglaukumiem, kuriem pieļautas kailcirtes.

Vairākceļu pieeju piedāvā arī von Gadow ar kolēģiem (von Gadow et al., 2007). Viņi uzskata, ka mērķis ir kopējā derīguma maksimizācija, kas nozīmē, ka plānota tiek ne tikai koksnes resursu ieguve, bet arī dabas aizsardzības un sociālo mērķu izpilde. Atšķirībā no „Skandināvu” pieejas tiek uzskatīts, ka lietderīgi ir modelēt relatīvi īsu periodu (laika logu), jo, lai arī parasti modelējot tiek pieņemts, ka audžu apsaimniekošanas programmas būs konstantas vismaz vienu rotāciju, praksē biežāk gan audzes pārdzīvo virkni „meža apsaimniekošanas politiku” maiņu. Tās dēļ faktiski ir nepieciešama nepārtraukta adaptācija, lai arī adaptācijas iespējas ir ierobežotas, jo mežs ir „lēni augoša sistēma ar inerci, kuru ir grūti strauji izmainīt” (von Gadow et al. 2007).

Tiek definēti sekojoši soļi:

- ainavas/ apsaimniekošanas vienības/ īpašuma novērtējums;
 - pašreizējā stāvokļa apraksts (struktūra, daudzveidība);
 - augšanas gaitas, atmiršanas vērtējums;
- mērķu noteikšana (ekonomiskie, sociālie, vides);
- ierobežojumu definēšana (ražīgums, izstrādāšanas kapacitāte);

- apsaimniekošanas alternatīvu ģenerēšana;
- vairākceļu modeļa izveide;
- vairākceļu modeļa atrisināšana, izmantojot LP vai heuristiskās metodes;
- jutīguma analīze, vizualizācija;
- nenoteiktības un riska iekļaušana;
- daudzmērķu lēmumpieņemšana;
 - AHP (Analītiskais hierarhiskais process);
 - SMART (vienkāršā daudzatribūtu vērtēšanas tehnika).

1.5. Projekta loma meža - koksnes plūsmas attīstības scenāriju izvērtēšanā

Pieņemot, ka koksnes plūsmā ir sekojoši posmi:

- 1. Meža resursi, to apsaimniekošana;**
- 2. Meža un industrijas mijiedarbība;**
3. Meža materiālu apstrādes un pārstrāde;
4. Industrijas un patērētāja mijiedarbība.

Šī projekta uzdevums ir izveidot lēmuma pieņemšanas atbalsta sistēmas daļu cik tālu tā attiecas uz 1. un 2. posmu, ņemot vērā 3. un 4. posma modelēšanas vajadzības.

Pieņemot, ka šis projekts ir attiecināms uz platībām, kuras zemes lietošanas mērķis:

1. mežs,
2. krūmājs (daļēji),
3. lauksaimniecībā izmantojamā zeme (daļēji).

Pieņemot, ka šis projekts ir attiecināms uz nekustamo īpašumu, kura lietošanas mērķis:

1. zeme, uz kuras galvenā saimnieciskā darbība ir mežsaimniecība;
2. īpaši aizsargājamās dabas teritorijas, kurās saimnieciskā darbība ir aizliegta ar normatīvo aktu;
3. zeme, uz kuras galvenā saimnieciskā darbība ir lauksaimniecība (piem., plantācijas);
4. dabas pamatnes, parki, zaļās zonas un citas rekreācijas nozīmes objektu teritorijas, ja tajās atļautā saimnieciskā darbība nav pieskaitāma pie kāda cita klasifikācijā norādīta zemes lietošanas mērķa.

2. Papildus mērījumu veikšana MRM parauglaukumos (J.Donis, J.Jansons)

2.1. Materiāls un metodika

Nemot vērā, ka arvien lielāku lomu iegūst meža lomas novērtējums oglekļa apritē, un līdz ar to būtisks ir pilnas biomasas aprēķins, kā arī to, ka koku vainagu raksturojums ir būtisks rādītājs dažādu attālās izpētes metožu lietošanā (Ustin, 2004), kā arī kokaudzes augšanas gaitas modelēšanā (Hasenhauer 2006), 2009. gadā kā papildus mērāmais rādītājs MRM programmā iekļauts koku vainaga platums. Šī informācija ļaus izstrādāt modeli vainaga platuma aprēķiniem atkarībā no citiem audzi raksturojošiem rādītājiem, kā arī izmantot vainaga platumu kā papildus rādītāju attālās izpētes metožu izmantošanas gadījumā.

Otrs būtisks aspekts ir augošu koku kvalitātes reģionāls novērtējums saimnieciski nozīmīgākajām sugām. Tas ļaus gūt informāciju par „kvalitātes fonu” (stumbra lejas daļas kvalitāte pēc ārēji novērtējamu pazīmju kopas) un iespējām to uzlabot meža selekcijas darba procesā.

No nekoksnes resursiem izvēlēts ogulāju projektīvā seguma novērtējums. Šī informācija var tikt izmantota gan izvērtējot nākotnē potenciāli pieejamo ogu ražu, gan arī novērtējot medījamo dzīvnieku ziemas barības bāzes nozīmīgu komponenti (Siliņš A, 1984).

1. Vainaga platums

Vainaga platumu (rādiusu) mēra kokiem, kuriem tiek mērīts augstums. Vainaga platumu mēra no koka stumbra līdz vainaga horizontālās projekcijas ārmai (zara galam) no tās pašas puses, no kuras mēra augstumu. Nolasa horizontālo attālumu līdz bākai, kas piesprausta pie koka. Veicot mērījumu, mērītājam jāstāv ar sānu paralēli mērāmā zara garenass horizontālajai projekcijai, DME novietojot zem/virs mērāmā zara gala horizontālās projekcijas. Rezultātu pieraksta ar cm noteiktību (DME rādījumu). Ja zars ir ekscesīvi izvīzīts ārpus „normālās” vainaga projekcijas (kuru veido 3 aptuveni tajā pašā virzienā augošu zaru gali), tad mēra vainaga platumu šajā virzienā līdz iedomātai normālā vainaga projekcijas vietai, pierakstā aiz skaitļa pievienojot burtus *ex*.

2. Koku kvalitāte

Koku kvalitāti novērtē tikai P, E, B, A, Ma, Ba, Oz, Os, kuru $D_{1,3} < 14.0$ cm. Novērtē divus 3 m garus stumbra posmus no sakņu kakla (celmu augstuma) līdz 6,x m, (kur x celma augstums, cm)

Tā kā augošiem kokiem nav zināma no tiem konkrētā pasūtītāja vajadzībām iegūstamo sortimentu kvalitātes prasības, augošu koku kvalitātes novērtējuma metodika izstrādāta kompilējot informāciju no LVS 80:1997, LVS 81:1997, LVS 82:1997, Līpiņš, 1999, LVM, 2007.

Augošu koku kvalitāti novērtē pēc sekojošu vainu klātesamības

2.1. Zari

- a. Apaudzis zars (puns uz stumbra virsmas (P), izstiepts sarētojums (B)),
- b. Vaļējs zars,
 - i. Vesels, saaudzis (dzīvs zars),
 - ii. Nokaltis, nesaaudzis,
 - iii. Trupējis,
 - iv. Mizā ietverts zars,

- v. Padēls (Šaurā leņķī augošs zars ar mazākā un lielākā caurmēra attiecību vismaz 1:2 un mizas ieaugumu virs tā).

Zaru novērtē ar mizu, ja ir, bet neņemot vērā zaru ietverošo valnīti. Caurmēru novērtē/mēra īsākās ass virzienā (perpendikulāri stumbra garenasij), mm.

Zarus skaita vērtēšana

Visam sortimentam I šķirai;

Uz noteiktu garuma vienību sliktākajā stumbra pusē (pusē, kurā zaru skaits ir vislielākais, skuju kociem 1.5m posmā, lapu kociem 1.0 m posmā).

2.2. Plaisas

- a. Sānu plaisa (zibens, sala),
- b. Caurejošās plaisas.

2.3. Stumbra formas vainas

2.3.1. Līkumainība (stumbra garenass novirze no „sortimenta” galu centrus savienojošās taisnes) cm/m

2.3.1.1. vienpusīga, vietēja, galotnes lūzums,

2.3.1.2. daudzpusīga.

2.4. Koksnes vainas

2.4.1. Saussāni (aizaugošs pēc plašāka mizas bojājuma),

2.4.2. Mizas ieaugums (vaļējs),

2.4.3. Vēzis, sveķu vēzis.

2.5. Sēņu bojājumi

Trupe (ja konstatējami pēc citām pazīmēm- augļķermeņi uz stumbra, uz zariem, rizomorfas, veci (5 gadi un vairāk) pārnadžu bojājumi).

2.6. Kukaiņu bojājumi

2.6.1. Virsējie bojājumi (<3mm koksne),

2.6.2. Seklie (<15mm),

2.6.3. Dziļie (>15mm).

2.7. Mehāniskie un cita veida bojājumi

Metālisko ieslēgumu klātbūtni novērtē pēc ārējām pazīmēm – ieaugušas stieples utt.

Koka kvalitāti novērtē skuju kociem pēc 2.1. tabulā norādītajām kvalitātes prasībām.

Koka kvalitāti novērtē lapu kociem pēc 2.2. tabulā norādītajām kvalitātes prasībām.

Zāģbaļķu kvalitātes prasībām atbilst tikai augoši/dzīvi koki (pie tādiem pieskaitāmi arī nesen gāzti koki, ja tiem ir saglabājies zaļš vainags, dzīvs kambijs!

Novērtējot netiek ņemti vērā zari, kuru $d < 10$ mm.

Skuju kociem II šķ. baļķa kvalitātes prasībām atbilst tikai zaļajā vainaga daļā pilnībā esošs nogrieznis.

Tabulā koka kvalitātes novērtējumu ieraksta atbilstoši kodiem, pirmo rakstot tuvāk sakņu kaklam esošā stumbra nogriežņa kvalitāti.

Piem., ja pirmais 3m nogrieznis atbilst pirmās šķiras prasībām - kods 1, bet otrais 3m nogrieznis atbilst malkas kvalitātes prasībām (7), kvalitātes novērtējumā jāraksta „17”

Skuju koku kvalitātes novērtējums

SKUJU KOKI	Pirmais vai vidus baļķis	Galotne vai vidus baļķis*	Visu veidu baļķi	Visu veidu baļķi	Visu veidu baļķi			
	I šķira	II šķira	III šķira	IV šķira	V šķira	p-malka	Malka	
Kods	1	2	3	4	5	6	7	
1. Zars		Sliktākajā pusē 1.5 m posmā						
Trupējis/mizā ietverts, mm	1 gab. uz baļķi 10<d<20	2 gab. 10<d<20	7 gab. <40	N neierobežo <80	N neierobežo neierobežo	N neierobežo	neierobežo	
Nokaltis nesaaudzis, mm	1 gab. uz baļķi 10<d<20	7 gab. 10<d<40	14 gab. 10<d<40	N neierobežo <80	N neierobežo	N neierobežo	neierobežo	
Vaļējs, saaudzis, mm	1 gab. uz baļķi 15<d<50	12 gab. 15<d<90	20 gab. 15<d<90	N neierobežo neierobežo	N neierobežo neierobežo	neierobežo neierobežo	neierobežo	
Padēls, mm	0	0	50	50	neierobežo	neierobežo	neierobežo	
Apaugūši zari	1 gab (h=5mm)	nepieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj	neierobežo	
2. Plaisas (sānu, caurejošās)	0	0	0	0	0	pieļauj	pieļauj	
3. Līkumainība (vienpusīga) cm/m	1	1	<2	<2	<2	pieļauj	pieļauj	
Daudzpusīgā cm/m	nepieļauj	nepieļauj	<2	<2	<2	pieļauj	pieļauj	
4. Saussāns	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	pieļauj	pieļauj	
5. Sēņu bojājums**	0	0	0	pieļauj vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zaros vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes zaros vecus pārn. bojāj.	pieļauj piepes uz stumbra, vecus pārn. bojājumus	
6. Kukaiņu bojājumi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	Pieļauj	Pieļauj	
7. Metāliski ieslēgumi	0	0	0	0	0	0	Pieļauj	
8. Apogļojums	0	0	0	0	0	0	Pieļauj	

* zaļajā vainagā; ** veci, (5 g<) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trupes pazīme

Lapu koku kvalitātes novērtējums

LAPU KOKI					
	I šķira	II šķira	III šķira	p-malka	Malka
KODS	1	2	3	6	7
1. Zars	Uz baļķi	Sliktākajā pusē 1.0 m posmā			
Trupējis/mizā ietverts, mm	Nepieļauj 10<d<	Nepieļauj 10<d<	neierobežo	neierobežo	neierobežo
Nokaltis nesaaudzis, mm	Nepieļauj 10<d<	2 gab. 10<d<50	neierobežo	neierobežo	neierobežo
Vaļējs, saaudzis, mm	Nepieļauj 10<d<	2 gab. 15<d<100	neierobežo	neierobežo	neierobežo
Padēls, mm	0	0	neierobežo	neierobežo	neierobežo
Apauguši zari	1 gab (h=5mm)	Nepieļauj	pieļauj	pieļauj	pieļauj
2. Plaisas (sānu, caurejošās)	0	0	0	pieļauj	pieļauj
3. Līkumainība (vienpusīga) cm/m	1	1	3	pieļauj	pieļauj
Daudzpusīgā cm/m	0.5	1	05.Jan	pieļauj	pieļauj
4. Saussāns	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	(ārpus darba cilindra)	pieļauj	pieļauj
5. Sēņu bojājums**	0	0	0	pieļauj piepes zaros	pieļauj piepes uz stumbra
6. Kukaiņu bojājumi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	<3mm dziļi	pieļauj	pieļauj
7. Metāliski ieslēgumi	0	0	0	0	pieļauj
8. Apogļojums	0	0	0	0	pieļauj
** veci, (5 g<) pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi ir 1. nogriežņa trupes pazīme					

3. Ogulāju novērtējums

Ogulāju projektīvā seguma noteikšanai ierīkojams 9 m² parauglaukums. 3.0*3.0m (diagonāle 4.24m) C parauglaukumā, tikai tādā gadījumā, ja C parauglaukums **netiek** dalīts sektoros.

Novērtējams sekojošu ogulāju projektīvais segums

Brūklenes	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	Proj. segums	H,m
Mellenes	<i>Vaccinium myrtillus</i>		
Avenes	<i>Rubus idaeus</i>		
Zilenes	<i>Vaccinium uliginosum</i>		
Lācenes	<i>Rubus chamaemorus</i>		
Dzērvenes	<i>Oxycoccus palustris, O. microcarpus</i>		
Citas*			

* Kods 1. Melnā vistene (*Empetrum nigrum*),

Kods 2. Miltenes (*Arctostaphylos uva-ursi*),

Kods 3. Meža zemenes, (*Fragaria vesca*), spradzenes (*Fragaria viridis*),

Kods 4. klinšu kaulene (*Rubus saxatilis*),

Kods 5. Kazene (*Rubus caesius*),

Kods 6. Melnā cūcene (*Rubus nessensis*), krokainā cūcene (*Rubus plicatus*), Smaržīgā avene (*Rubus odoratus*).

„Citām” sugām parauglaukumā konstatēto sugu kodu ieraksta h (augstuma) kolonnā pirmo rakstot sugu ar lielāko projektīvo segumu, tad nākamo ar 2 lielāko projektīvo segumu utt.

Katras sarakstā minētās sugas projektīvo segumu vērtējot 10 klasēs:

0 – nav

1 – -10%

2- 11-20%

3 – 21-30%

4 – 31-40

5 – 41-50%

6- 51-60%

7 – 61-70%

8 – 71-80

9 – 81-90%

10- 91-100%

99 –, ja suga ir sastopama uzskaites laukumā, bet tās projektīvais segums nav vērtēts.

„Citām” sugām ailē „projektīvais segums” raksta to kopējo projektīvo segumu.

Piezīme:

Aveņu, lāceņu, zemeņu, kazeņu, cūceņu, un kaulēņu projektīvo segumu novērtē tikai lapotā stāvoklī.

Mellenēm nosaka projektīvo segumu, paturot prātā, ka to lapu garums ir 1-2.5 cm un platums 0.5-1.5 cm.

Zilēnēm nosaka projektīvo segumu, paturot prātā, ka to lapu garums 3.5-5 cm un platums 0.5- 2.5 cm.

Vidējais augstums tiek novērtēts kā pēc projektīvā seguma modālais (biežāk sastopamais) augstums.

Uz ciņiem augošu ogulāju gadījumā augstums tiek noteikts no ciņa virsotnes.

Augstumu nosaka metros noapaļojot uz 0.1 m precizitāti. 1m raksta 1.0

Ogulāju novērtējumu veic pēc parauglaukumu un sektoru nosprašanas, bet pirms koku uzskaites veikšanas C parauglaukumā.

Ja C parauglaukums tiek dalīts sektoros – tabulu neaizpilda.

2.2. Rezultāti

Līdz 2009.g. 1. novembrim Meža statistiskās inventarizācijas darba grupas ir veikušas mērījumus 1810 parauglaukumos. Tajos atbilstoši metodikai veikti arī papildus mērījumi.

Atbilstoši meža statistiskās inventarizācijas (meža resursu monitoringa) metodikai, monitoringa grupu darbinieki lauku darbus veic no maija līdz novembrim, pēc tam tie veic lauku darbu datu ievadi datorā. Pārskats par meža resursiem, kas balstīts uz tekoša gada mērījumiem, tiek sagatavots līdz nākošā gada 1. aprīlim. Tā kā augstāk minētie papildus mērījumi ir saistīti ar pamatinformāciju, to ievade tiks veikta nākamā gada pirmajā ceturksnī.

3. Trīsdesmit ilglaicīgo parauglaukumu atkārtota pārmērīšana

3.1. Materiāls un metodika

3.1.1. Egļu parauglaukumi MPS Kalsnavas mežu novadā (egļu jaunaudžu augšanas gaita meliorētajos mežos) (P. Zālītis)

2009. gadā veikta divdesmit viena 1982. gadā iekārtota parauglaukumu atkārtota pārmērīšana. Parauglaukumi iekārtoti 1968. gada egļu stādījumos. Katrā parauglaukumā veikta paraugkoku dastošana, tos iedalot valdaudzes kokos un starpaudzes kokos. 5-7 vidēju dimensiju valdaudzes un 3-5 vidēju dimensiju starpaudzes kokiem mērīts augstums.

3.1.2. Priedes un egles parauglaukumi Ogres, Vērgales mežniecībās (J.Donis, L.Zdors, G.Šņepsts)

2009. gadā atkārtoti uzmērīti 4 pastāvīgo parauglaukumu objekti (kopā 23 parauglaukumi) ar kopējo platību 3,01 ha (3.1. tabula). Kopā uzmērīti 5738 koki un iegūti 455 koksnes urbumu paraugi koka radiālā pieauguma noteikšanai.

3.1. tabula

2009. gadā atkārtoti uzmērītie pastāvīgie parauglaukumi

Objekts	PI skaits, gab	Kopējā platība	Atjaunošanas gads	Atjaunošanas veids	Suga	MT	1.uzmērīšana	2.uzmērīšana	3.uzmērīšana	4.uzmērīšana	5.uzmērīšana
Ogre 323	9	1,05	1970	stādīts	E	Vr (Dm)	1982	1988	1997	2009	
Vērgale 246	4	0,4	1975	sēts	P	Mr	1990	1995	2001	2005	2009
Vērgale 281	3	0,6	1976	stādīts	P	Av	1990	1995	2001	2005	2009
Vērgale 282	7	0,96	1976	stādīts	P	Av	1990	1995	2001	2005	2009
Kopā	23	3,01									

Vērgale 246 un Vērgale281

Objektu raksturojums

Vērgale_246 ierīkota priežu kultūra 1975. gadā bijušajā degumā, mehanizēti sējot nesagatavotā augsnē. 1990. gadā ierīkoti 4 taisnstūra formas parauglaukumi, izretinot priedītes ar dažādu intensitāti.

Vērgale_281 un Vērgale_282 1976. gadā ierīkoti stādot bijušajā degumā vienlaidus arumā (bijušās pļavas). 1990. gadā ierīkoti katrā pa 3 taisnstūra formas parauglaukumi izretinot priedītes ar dažādām intensitātēm. 1993. gadā Vērgale_282 ierīkoti vēl 4 parauglaukumi mēslošanas ietekmes noteikšanai. Pēdējie atkārtoti vairs nav uzmērīti, kā arī vairāk nav kopti.

Atkārtotās uzmērīšanas metodika

Vērgale246

2009. gadā objektā Vērgale_246 uzmērīti 4 aplveida parauglaukumi ar diametru 17,84 m (1000 m²), izvietojot parauglaukuma centru iepriekšējos gados ierīkotā taisnstūra parauglaukuma (40x50m) vidū. Visiem uzmērītajiem kokiem ir fiksēts tā attālums un azimuts no parauglaukuma centra, krūšaugstuma caurmērs, stāvs un Krafta klase. Koki, kuru krūšaugstuma caurmērs ir lielāks par 6,0 cm, uzmērīti visā 17,84 m (1000 m²)lielajā aplī, bet kociņi, kuru krūšaugstuma caurmērs ir 2,1 – 6,0 cm, uzmērīti 12,62 m (500 m²)lielā aplī. Katrā parauglaukumā iegūtas koksnes urbumu skaidas radiālā pieauguma noteikšanai no 35 telpiski vienmērīgi izvietotiem kokiem. Tiem kokiem, no kuriem iegūtas koksnes urbumu skaidas, nomērīts ir augstums un diametrs celma augstumā.

Vērgale 281 un 282

2009. gadā Vērgale_281 uzmērīti trīs 40x50m parauglaukumi, Vērgale_282 uzmērīti trīs 40x50m parauglaukumi un četri 22,5x22,5m, nosakot katram kokam krūšaugstuma diametru. Katrā parauglaukumā uzmērīts augstums, caurmērs celma augstumā un noteikta Krafta klase 24 kociem (pēc iespējas vienmērīgi izvietotiem un dažādu dimensiju kociem).

Ogre323

Objekts Ogre_323 ierīkots egļu plantācijā un sastāv no 9 taisnstūrveida parauglaukumiem (8 parauglaukumi ir 40x30m un viens 30x30m). 3 parauglaukumi ir atstāti kontrolei, bet pārējie ir ar dažādu intensitāti izretināti. Pirmā uzmērīšana veikta 1982. gadā, uzmērot kociņu augstumus pa parauglaukumiem, bet augstumlīknei uzmērīti diametri daļai kociņu visā objektā (vienu augstumlīkne).

2. uzmērīšanā 1988. gadā visiem kociem uzmērīts krūšaugstuma caurmērs un koki sanumurēti, uzkarot metāla plāksnītes uz zariem, līdz ar to ir pieejams diametrs individuālam kokam pa parauglaukumiem. Augstumi kociem uzmērīti atsevišķi 3 kontroles parauglaukumiem un pārējiem 6 parauglaukumiem.

3. uzmērīšanā 1997. gadā numurētie koki pārmērīti 4 parauglaukumos, vienā parauglaukumā uzmērīta daļa numurēto koku, pārējie koki šajā parauglaukumā un citos parauglaukumos ir vienkārši nodastoti bez atpazīšanas. Augstumi uzmērīti visā objektā nedalot pa parauglaukumiem.

2009. gadā uzmērīti diametri individuāliem kociem visā objektā (tai skaitā tiem kociem ar numuriem, kuri jau bija kā kritālas), kā arī visiem kociem uzmērīta atrašanās vieta parauglaukumā ar 0,2 metru noteiktību. Augstumi uzmērīti 35-40 kociem (pēc iespējas vienmērīgi izvietotiem un dažādās caurmēra pakāpēs) katrā parauglaukumā. Katrā parauglaukumā iegūti koksnes urbumu paraugi radiālā pieauguma noteikšanai 35 kociem.

3.2. Rezultāti

3.2.1. Egļu parauglaukumi MPS Kalsnavas mežu novadā (egļu jaunaudzū augšanas gaita meliorētajos mežos) (P. Zālītis)

Egļu audžu parametru (valdaudzes koku skaits, audzes vidējais caurmērs, augstums, šķērslaukums un koksnes krāja) prognozēšana laikā un prognozēm atbilstošu mežkopības pasākumu plānošana joprojām ir populāra un neatrisināta problēma. Problēmas risināšanā izšķiroša loma ir pastāvīgo parauglaukumu atkārtotas pārmērīšanas rezultātā iegūto materiālu izmantošanai gan izstrādājot matemātiskas sakarības, gan pārbaudot to ticamību, turpinot parauglaukumu pārmērīšanu.

Ļoti lielās platībās eglītes stādīja sešdesmito gadu vējgāžu izcirtumos. Vēlāk stādījumos iesākās eksperimenti par lietderīgāko koku skaitu toreiz iecerētajās papīrmalkas plantācijās, kurās iedibinātie mērījumi turpinās joprojām.

Pirms gadiem piecpadsmit mēs izstrādājām regresijas vienādojumus, lai aproksimētu un arī prognozētu kokaudzes parametru izmaiņas desmit gadu ilgā periodā dažkārt pat intensīvas izretināšanas. Šinī projektā detālāk apskatīsim sešas reizes pārmērītu egļu parauglaukumu datus (3.2. tabula), kas ievākti 1968. gadā ierīkotajos egļu stādījumos, kas 1982. gadā ar vidējo augstumu 4-5 m izretināti līdz 1500-4000 gab.ha⁻¹.

Regresijas vienādojums, kas raksturo koku skaita izmaiņas vienā gadā ir $\Delta N = 0,035 N_0 - 50$ gab.ha⁻¹, kur N_0 ir pēc kopšanas cirtes atstāto kociņu skaits pie 1400 < N_0 < 4200 gab.ha⁻¹. Tādējādi valdaudzes koku skaits pēc T gadiem $N_T = N_0 - T(0,035 N_0 - 50)$ gab.ha⁻¹. Koku skaits turpmākajos 20 gados saglabāsies nosacīti nemainīgs, ja $0,035 N_0 = 50$, t.i. $N_0 = 1428$ gab.ha⁻¹.

Vidējais caurmērs (cm) $D = 9,8 - 0,0013 N_0 + 0,485 T$, un T – laiks pēc kopšanas $1 < T < 20$ gadi.

Vidējais augstums (m) $H = 6,4 - 0,00078 N_0 + 0,633 T$.

3.2. tabula

Sešreiz pārmerīto egļu parauglaukumu taksācijas elementi MPS Kalsnava. Meža tips – Ks, eglītes iestādītas 1968. gadā, audzes sastāvs – 10E.

Sāk. koku sk.	PNr	1982.g.					1987.g.					1994.g.					1999.g.				
		N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹
4000	2	3975	4,9	4,2	7,6	28,5	3872	7,5	6,9	17,1	85,3	3292	10,1	10,3	26,5	168,8	2754	11,9	14,8	30,8	250,6
	10	4116	5,2	4,4	8,6	32,9	4019	7,9	7,2	19,5	101,5	3172	11,0	10,9	30,0	200,4	2179	14,1	16,0	33,8	291,2
	16	4112	5,4	4,5	9,3	36,1	4053	8,0	7,3	20,2	104,3	3195	11,3	11,1	32,0	213,6	2544	13,5	15,7	36,6	310,4
	vid.	4068	5,2	4,4	8,5	32,5	3981	7,8	7,1	18,9	97,0	3220	10,8	10,8	29,5	194,3	2492	13,2	15,5	33,7	284,1
2500	20	2480	7,7	5,8	11,5	48,6	2398	10,3	8,9	19,8	109,7	2193	12,4	11,8	26,5	180,7	1660	14,7	16,2	28,3	243,4
	19	2443	7,4	5,6	10,4	43,5	2443	9,8	8,6	18,6	101,6	2252	12,2	11,7	26,3	177,0	2061	13,5	15,7	29,4	245,1
	14	2604	6,9	5,3	9,7	39,4	2604	9,7	8,5	19,1	103,9	2367	12,6	11,9	29,3	200,4	1982	14,6	16,2	33,2	284,8
	vid.	2509	7,3	5,6	10,5	43,8	2482	9,9	8,7	19,2	105,1	2271	12,4	11,8	27,4	186,0	1901	14,3	16,0	30,3	257,8
2000	6	1905	7,1	5,4	7,6	31,2	1905	10,3	8,9	16,0	88,6	1884	13,1	12,2	25,3	175,2	1718	14,5	16,2	28,3	242,1
	11	2014	7,3	5,6	8,4	34,9	2014	10,9	9,3	18,9	107,6	1968	14,0	12,7	30,1	213,3	1787	16,0	16,8	36,0	318,9
	17	2012	6,4	5,1	6,5	27,7	2012	10,3	8,9	16,6	94,7	1982	13,8	12,6	29,8	211,9	1893	15,6	16,7	36,0	320,8
	vid.	1977	6,9	5,4	7,5	31,3	1977	10,5	9,0	17,2	97,0	1945	13,6	12,5	28,4	200,1	1799	15,4	16,6	33,4	293,9
2000	1	2008	6,9	5,3	7,4	30,4	2008	10,3	8,6	16,8	91,5	1967	12,7	12,0	24,9	171,3	1656	14,7	16,2	28,2	243,1
	8	1976	6,6	5,2	6,7	27,7	1953	10,3	8,6	16,4	89,5	1859	13,6	12,5	26,9	190,5	1624	15,7	16,7	31,5	279,5
	13	1982	7,3	5,6	8,2	34,0	1982	10,9	9,0	18,6	103,4	1923	14,3	12,9	30,7	220,2	1746	16,1	16,9	35,6	315,4
	vid.	1989	6,9	5,4	7,4	30,7	1981	10,5	8,7	17,3	94,8	1916	13,5	12,5	27,5	194,0	1675	15,5	16,6	31,8	279,3
2000	4	1967	6,4	5,1	6,4	25,8	1967	10,2	8,1	16,2	84,5	1884	13,2	12,3	25,7	179,2	1636	15,1	16,4	29,3	254,2
	9	2028	7,3	5,6	8,5	35,2	2028	11,2	8,6	20,1	108,1	1981	14,5	13,0	32,6	233,7	1818	16,3	16,9	38,0	339,4
	15	1982	6,5	5,1	6,6	25,9	1982	10,5	8,2	17,1	88,7	1982	13,5	12,5	28,4	197,8	1834	14,9	16,3	32,1	276,9
	vid.	1992	6,7	5,3	7,2	29,0	1992	10,6	8,3	17,8	93,8	1949	13,7	12,6	28,9	203,6	1763	15,4	16,5	33,1	290,2
2000	5	2008	6,7	5,2	7,0	28,5	2008	10,1	8,5	16,1	86,4	1843	12,3	11,8	22,0	149,7	1553	14,3	16,1	24,8	213,2
	12	2047	7,1	5,4	8,0	32,7	2047	11,0	9,0	19,5	107,8	1976	14,5	13,0	32,4	234,2	1741	16,8	17,2	38,5	346,2
	18	1982	6,9	5,3	7,5	30,8	1982	11,5	9,2	20,7	116,4	1953	15,5	13,5	36,9	270,8	1864	17,6	17,5	45,5	415,3
	vid.	2012	6,9	5,3	7,5	30,7	2012	10,9	8,9	18,8	103,5	1924	14,1	12,8	30,4	218,2	1719	16,2	16,9	36,3	324,9
1500	3	1449	8,4	6,1	8,0	35,2	1449	12,2	10,0	16,8	100,3	1408	15,2	13,3	25,5	185,4	1387	16,7	17,1	30,3	271,1
	7	1493	7,2	5,5	6,1	25,2	1493	11,3	9,5	14,9	85,4	1471	14,9	13,2	25,5	183,6	1290	16,4	17,0	27,2	241,5
	21	1516	8,6	6,2	8,7	38,2	1516	12,0	9,9	17,2	101,3	1496	14,8	13,1	25,7	184,2	1434	16,3	16,9	29,8	262,4
	vid.	1486	8,1	5,9	7,6	32,9	1486	11,8	9,8	16,3	95,7	1458	15,0	13,2	25,6	184,4	1370	16,5	17,0	29,1	258,3

3.2. tabulas turpinājums

Sāk. koku sk.	PNr	2004.g. - zaļie koki					2004.g. - atmirušie					2009.g. - zaļie koki					2009.g. atmirušie				
		N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹	N gb/ha	Dvid cm	Hvid m	G m ² ha ⁻¹	M m ³ ha ⁻¹
4000	2	1988	13,8	15,8	29,6	250,9	455	7,6	11,8	2,1	14,1	1408	15,4	15,5	26,1	215,0	994	8,5	9,3	5,6	32,4
	10	1816	15,3	16,5	33,2	292,2	266	7,2	11,4	1,1	7,1	1646	16,3	16,6	34,3	297,3	969	8,1	8,5	5,0	27,5
	16	2219	14,4	16,1	36,2	312,0	414	7,2	11,4	1,7	11,4	1834	15,9	15,8	36,4	304,2	828	9,3	11,4	5,6	37,0
	vid.	2007	14,5	16,1	33,0	285,1	379	7,3	11,5	1,6	10,8	1630	15,8	16,0	32,3	272	930	8,6	9,7	5,4	32
2500	20	1598	15,3	16,5	29,5	257,8	61	9,7	13,4	0,5	3,4	1352	17,1	18,3	31,2	291,6	328	12,2	13,4	3,8	28,5
	19	1813	14,3	16,0	29,0	246,3	286	8,8	12,7	1,7	12,3	1355	15,4	16,9	25,3	222,6	477	11,5	12,7	4,9	35,1
	14	1834	15,4	16,6	34,3	299,8	118	9,5	13,2	0,8	6,2	1509	16,5	17,6	32,3	292,7	444	11,4	11,4	4,5	29,8
	vid.	1749	15,0	16,4	30,9	268,0	155	9,3	13,1	1,0	7,3	1405	16,4	17,6	29,6	269	416	11,7	12,5	4,4	31
2000	6	1677	15,0	16,4	29,7	257,3	41	8,0	12,1	0,2	1,4	1284	17,3	16,5	30,1	259,9	228	12,8	12,1	2,9	20,3
	11	1674	16,9	17,2	37,5	337,8	294	11,6	14,6	3,1	24,5	1290	19,0	16,9	36,6	321,4	407	11,3	14,5	4,1	32,0
	17	1775	16,4	17,0	37,4	338,3	118	7,4	11,6	0,5	3,3	1509	17,9	19,0	38,0	364,8	325	10,1	11,0	2,6	16,7
	vid.	1709	16,1	16,9	34,9	311,1	151	9,0	12,8	1,3	9,7	1361	18,1	17,5	34,9	315	320	11,4	12,5	3,2	23
2000	1	1511	15,9	16,8	29,9	263,4	166	7,9	12,0	0,8	5,5	932	16,5	17,4	20,0	179,5	600	11,8	13,5	6,5	48,7
	8	1412	16,5	17,0	30,3	273,3	212	13,2	15,5	2,9	24,3	1271	18,1	17,8	32,7	299,0	376	11,4	13,2	3,8	28,0
	13	1568	17,2	17,3	36,3	328,0	178	10,5	13,9	1,5	11,6	1302	18,7	18,7	35,8	339,8	296	12,6	13,9	3,7	28,1
	vid.	1497	16,5	17,0	32,2	288,2	185	10,5	13,8	1,7	13,8	1168	17,8	18,0	29,5	273	424	11,9	13,5	4,7	35
2000	4	1760	16,5	17,0	37,6	333,8	83	6,6	10,8	0,3	1,8	1284	18,6	18,2	34,9	324,1	393	13,1	13,7	5,3	40,1
	9	1655	17,1	17,3	38,2	346,1	186	10,8	14,1	1,7	13,1	1305	18,6	19,4	35,3	345,1	583	12,7	12,5	7,3	51,7
	15	1805	15,2	16,5	32,7	284,7	59	9,0	12,9	0,4	2,6	1124	17,2	15,8	26,2	219,1	651	12,7	13,5	8,2	60,9
	vid.	1740	16,3	16,9	36,2	321,5	109	8,8	12,6	0,8	5,9	1238	18,1	17,8	32,1	296	542	12,8	13,2	7,0	51
2000	5	1325	15,0	16,4	23,4	203,4	166	8,5	12,5	0,9	6,4	994	17,7	17,5	24,3	219,4	393	9,7	12,5	2,9	20,5
	12	1482	17,4	17,4	35,3	319,9	212	13,4	15,6	3,0	25,1	1106	19,2	18,2	31,9	296,3	376	15,2	15,5	6,8	56,4
	18	1746	19,0	18,0	49,5	460,1	178	7,0	11,2	0,7	4,4	1568	19,9	17,4	48,8	438,2	296	12,3	11,1	3,5	22,9
	vid.	1518	17,1	17,3	36,1	327,8	185	9,6	13,1	1,5	12,0	1223	18,9	17,7	35,0	318	355	12,4	13,0	4,4	33
1500	3	1366	17,5	17,4	32,7	297,0	83	11,9	14,8	0,9	7,4	1097	19,5	17,5	32,8	295,9	228	13,0	14,8	3,0	24,2
	7	1244	17,6	17,5	30,1	274,1	68	9,3	13,1	0,5	3,3	1154	18,1	18,4	29,6	278,4	317	15,3	14,5	5,8	45,4
	21	1434	16,8	17,2	31,9	283,6	20	7,0	11,2	0,1	0,5	1332	18,3	18,0	35,1	323,6	61	12,9	11,5	0,8	5,4
	vid.	1348	17,3	17,4	31,6	284,9	57	9,4	13,0	0,5	3,7	1194	18,6	18,0	32,5	299	202	13,7	13,6	3,2	25

Salīdzinot no regresijas vienādojumiem aprēķināto valdaudzes koku skaitu N_a ar izmērīto skaitu N_i , iegūstam šādus rezultātus:

N_0 , gab.ha ⁻¹	31 gads			36 gadi			41 gads		
	N_a	N_i	Δ	N_a	N_i	Δ	N_a	N_i	Δ
4000	2470	2490	-20	2200	2010	+190	1570	1630	-60
2500	1860	1900	-40	1680	1750	-70	1490	1410	+80
2000	1660	1740	-80	1560	1620	-60	1460	1250	+210
1500	1460	1370	+90	1440	1350	+90	1430	1190	+240

Starpība N_a-N_i nepārsniedz tās atšķirības, kas ir izmērīto parauglaukumu koku skaitā pie vienāda kociņu sākotnējā daudzuma pat tad, ja T pārsniedz 20 gadus.

Vidējais caurmērs D_a (aprēķinātais) un D_i (izmērītais), cm:

N_0 , gab.ha ⁻¹	31 gads			36 gadi			41 gads		
	D_a	D_i	Δ	D_a	D_i	Δ	D_a	D_i	Δ
4000	12,8	13,2	-0,4	15,3	14,5	+0,8	17,7	15,8	+1,9
2500	14,8	14,3	+0,5	17,2	15,0	+2,2	19,7	16,4	+3,3
2000	15,4	15,6	-0,2	17,9	16,5	+1,4	20,3	18,2	+2,1
1500	16,0	16,5	-0,5	18,5	17,3	+1,2	21,0	18,6	+2,4

31 gadu vecās audzēs, kad pagājuši 17 gadi kopš izretināšanas, aprēķināto un izmērīto caurmēru starpība ir neliela. Toties turpmākajos gados izstrādātā prognoze sevi neattaisno, jo koku caurmēru palielināšanās strauji sarūk.

Vidējais augstums H_a (aprēķinātais) un H_i (izmērītais), cm:

N_0 , gab.ha ⁻¹	31 gads			36 gadi			41 gads		
	H_a	H_i	Δ	H_a	H_i	Δ	H_a	H_i	Δ
4000	14,2	15,5	-1,3	17,1	16,1	+1,0	20,4	16,0	+4,4
2500	15,2	16,0	-0,8	18,4	16,4	+2,0	21,6	17,6	+4,0
2000	15,6	16,6	-1,0	18,7	17,0	+1,7	21,9	17,8	+4,1
1500	16,0	17,0	-1,0	19,1	17,4	+1,7	22,3	18,0	+4,3

Līdzīgi kā ar caurmēra pieauguma sarukšanu vecākajās audzēs, sarūk arī augstuma pieaugums, un kokaudzes novājinās, tādējādi noliedzot iespēju izmantot tos parametru ticamiem aproksimācijas vienādojumiem, kas izstrādāti to prognozēšanai audžu vecumam līdz 35 gadiem. Neprognozējamā panīkuma uzskatāmie rādītāji pagaidām ir tieši niecīgais augstuma pieaugums un vainagu pelēcīgais izskats.

30-50 gadīgu egļu tīraudžu ir visai daudz; nogabalu skaits pa mežsaimniecībām svārstās robežās no 1337 (Ziemeļkurzemes MS) līdz 3561 (Dienvidkurzemes MS), un to kopskaits pa 8 mežsaimniecībām sasniedz 22597.

Mērķtiecīgi izveidotu vienvecuma egļu jaunaudžu (vecumā līdz 40 gadiem) ražība ir visai augsta, gadā sasniedzot līdz 20 m³ koksnes uz vienu hektāru. Apmēram 40 gadu vecumā iezīmējas radikālas atšķirības atsevišķu kokaudžu tālākajā augšanas gaitā. Vienā daļā audžu turpinās intensīva koksnes uzkrāšanās un ir iespējams izaudzēt augstvērtīgas kokaudzes ar krāju apmēram 500 m³ha⁻¹, kas uzkrājas uz kvalitatīviem resniem kokiem. Otrā daļā kokaudžu vērojams krass ražības samazinājums, un trešajā daļā šajā vecumā sākas audžu sabrukšana. Audžu panīkuma un tam sekojošā sabrukuma cēloņi ir dažādi, taču parasti uzskata, ka tie saistās ar sakņu vai stumbra koksnes trūpi.

Pazīmju izvēlei, lai identificētu audzes ar līdzīgu augšanas potenciālu, izmantoti 22 pastāvīgo parauglaukumu dati, kas iegūti, 6-8 reizes ik pēc 3-5 gadiem izmērot audzes taksācijas elementus un aprēķinot koksnes krāju. Izvērtējot krājas uzkrāšanās līknes, par brūkošām un bezperspektīvām audzēm (3. grupa) uzskatītas tās, kurās pēdējos gados krājas

diference ir negatīva vai tuva nullei. Šādas audzes veido t.s. paaugstināta riska kopas pašu ekstremālāko daļu, kurai mūsu paraugkopā atbilda 7 parauglaukumi. Paaugstināta riska pagaidām nebrūkošas audzes (2. grupa - 6 parauglaukumi) raksturo krājas pozitīva diference līdz $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ gadā. Paredzam, ka šīs audzes tuvāko 20 gadu laikā pāries bezperspektīvo audžu grupā. Kokaudzes, kurās krājas uzkrāšanās temps 30-50 gadu vecumā sasniedz un pārsniedz $10 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ gadā (9 audzes), uzskatāmas par perspektīvām (1. grupa), prognozējot to krāju 80 gadu vecumā $500 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$.

Indikatori izvēlēti, analizējot pēdējo gadskārtu platumus ikvienā no minētajām trim grupām. Izmantota lineāra sakarība starp koku caurmēru un pēdējo 5 gadskārtu platumu, kas uzrakstāma ar regresijas vienādojumu $i=ad+b$, kur i – pēdējo 5 gadskārtu kopējais platums, mm; a un b – regresijas koeficienti; d – koka caurmērs krūšaugstumā, cm. Izmantojot Excel programmu, ikvienā audzē aprēķināts:

- kokaudzes vidējais caurmērs D kā urbto koku vidējais aritmētiskais caurmērs, cm;
- regresijas vienādojuma koeficients a kā koku savstarpējo attiecību un kokaudzes strukturēšanās rādītājs;
- lineārās korelācijas koeficients r starp vienas audzes koku i un d kā koksnes pieauguma atšķirību rādītājs vienāda caurmēra kokiem;
- pēdējo 5 gadskārtu vidējais platums, izmantojot izskaitļotos regresijas vienādojumus pie paraugkopas vidējā caurmēra D kā audzes ražības indikators analizētajā nogabalā.

Vissvarīgākais ir objektīvi identificēt trešās grupas audzes, kas jānovāc iespējami drīz, kamēr stumbru koksne nav zaudējusi savu kvalitāti un pirms to drīkstēs nocirst saistībā ar pašreizējo sanitāro ciršu reglamentu. Iegūtie rezultāti liecina, ka audze iekļaujama trešajā grupā, ja tajā pēdējos piecos gados:

- pie kokaudzes vidējā caurmēra D gadskārtu kopplatums ir mazāks par 10 mm, t.i., pēdējo piecu gadskārtu vidējais platums ir mazāks par 2,0 mm;
- regresijas koeficients a vienādojumā $i=ad+b$ nav lielāks par 0,30;
- korelācijas koeficients r starp i_5 un d nav lielāks par 0,60.

Patlaban augstražīgas un veselīgas audzes (pirmā grupa), kurās prognozējama $500 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ koksnes krāja galvenās izmantošanas vecumā un kuras apsaimniekojamas atbilstoši krājas kopšanas ciršu normatīviem, raksturo:

- pie kokaudzes vidējā caurmēra D gadskārtu kopplatums ir lielāks par 10 mm;
- regresijas koeficients a vienādojumā $i=ad+b$ ir lielāks par 0,60;
- korelācijas koeficients r starp i_5 un d ir lielāks par 0,60.

Konkrētā kokaudze ieskaitāma vienā no šīm divām grupām, ja visi trīs rādītāji atbilst šeit norādītajiem ierobežojumiem.

Augšanas potenciāla identifikācijas piemērs

Dots. Zemgales MS, Svirlaukas iecirknis, 91. kv. 12. nogabals; meža tips – damaksnis, audzes vecums – 43 gadi, nogabala platība 1,4 ha.

Dabā. Nogabala ietvaros pēc acumēra izvēlas biogrupu, kas pēc savas struktūras atbilst nogabala vidējiem (galvenokārt – biežības) rādītājiem.

Ar Preslera urbi no 20 kokiem pēc kārtas iegūst apmēram 5 cm garu serdeni, urbnot 1,3 m augstumā un ar dastmēru nosaka stumbra caurmēru ar 1 cm precizitāti. Uz iegūtā serdeņa izmēra pēdējo piecu gadskārtu kopējo platumu ar 1 mm precizitāti. Analizētās biogrupas ietvaros ar Biterliha mērinstrumentu izmēra audzes šķērslaukumu $G \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$ un vidējā caurmēra koka augstumu, ko pieņem par audzes vidējo augstumu H .

Iegūtie mērījumu rezultāti:

d , cm	28	26	21	18	17	25	12	18	10	18	11	20	21	18	20	15	16	14	20	18
i_5 , mm	11	11	10	8	6	9	4	5	6	6	5	7	8	7	8	6	8	4	10	6

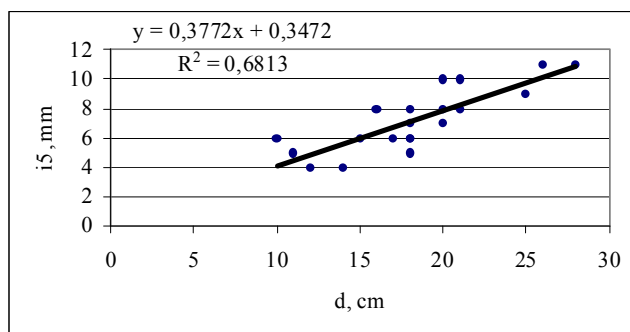
$G=35\text{ m}^2\text{ha}^{-1}$; $H=21,5\text{ m}$.

Kamerāli. Izmantojot Excel programmu un mežā iegūtos mērījumu rezultātus, aprēķinam:

1. Kokaudzes vidējo caurmēru D kā urbto koku vidējo aritmētisko caurmēru; $D=18,3\text{ cm}$
2. Ievadīto koka caurmēru un gadskārtu platuma rādītāju ticamības vizuālai kontrolei pārbaudām šo sakarību grafisko attēlu, nepieļaujot ekstremālu rādītāju iekļaušanu tālākos aprēķinos.

d	i_5
28	11
26	11
21	10
18	8
17	6
25	9
12	4
18	5
10	6
18	6
11	5
20	7
21	8
18	7
20	8
15	6
16	8
14	4
20	10
18	6
<hr/>	
$D =$	18,3

$r = 0,83$



3. Aprēķinām lineārās regresijas vienādojumu $i_5=ad+b$ ($i_5=0,3772d+0,3472$), kurā koeficients a ir viens no trim augšanas potenciāla indikatoriem; $a=0,3772$
4. Aprēķinām lineārās korelācijas koeficientu r kā otru indikatoru; $r=0,83$
5. Aprēķinām pēdējo 5 gadskārtu vidējo platumu, izmantojot izskaitļoto regresijas vienādojumu un aprēķināto audzes vidējo caurmēru D ; $i_5=0,3772*18,3+0,3472=7,3\text{ mm}$
6. Vienas gadskārtas platums $i=7,3:5=1,5\text{ mm}$ ir trešais nepieciešamais indikators.

Izmantojot iepriekš noformulētos kontrolskaitļus, novērtējam audzes piederību kādai no trim augšanas potenciāla grupām:

$a=0,3775$ ir lielāks par $0,30$ (3. grupa) un mazāks par $0,60$ (1. grupa); tātad 2. grupa.

$r=0,83 >0,60$; tātad 1. grupa.

$i=1,5\text{ mm} <2,0\text{ mm}$, tātad 3. grupa.

Sakarā ar to, ka visi indikatori neatbilst ne 1., ne 3. grupai, audze pieskaitāma paaugstināta riska, t.i., 2. grupai.

Audzes integrālais augšanas potenciāla rādītājs $i*r=1,5*0,83=1,24$ arī raksturo paaugstināta riska audzi, jo ir lielāks par $0,7$ kā 3. un 2. grupas robežvērtību un mazāks par $1,7$ kā 2. un 1. grupas robežvērtību.

Aprēķinām kokaudzes krāju V , izmantojot vienādojumu $V=G HF$, kur HF ir veidaugstums kā vidējā augstuma funkcija $HF=0,4H+2,1$, un $V=35*10,7=374\text{ m}^3\text{ha}^{-1}$.

Egļu jaunaudzū augšanas potenciāls MPS Kalsnava 104. kv. – Ks

Nosusināts pārejas purvs 1960. gadā ar vaļējiem grāvjiem un segtām drenām.

Kūdras dziļums – $4,5\text{ m}$.

1962. gada eksperimentālais izcirtums, kas 1963. gadā apstādīts ar egļu mežiem; vēlāk piesējušās eglītes.

1986. gadā 24 gadu vecā audzē 2. un 4. parauglaukumā izcirstas tievākās eglītes, audzes šķērslaukumu samazinot līdz toreiz rekomendētajam.

Parauglaukums: **1.**

Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1966.	2900	-	0,4	-	-	Krājas uzkrāšanās temps
1970.	2800	-	1,2	-	-	
1977.	2700	7,0	5,5	12	41	
1986.	2700	12,0	11,4	27	160	
1988.	2700	13,1	12,5	29	179	
1990.	2400	13,2	14,0	32	242	+20,5 m ³ ha ⁻¹ gadā
1994.	2100	15,1	15,0	38	302	
1999.	1800	16,8	16,5	39	341	
2006.	1300	18,1	17,7	33	307	-3,8 m ³ ha ⁻¹ gadā

Parauglaukums: **2.**

Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1966.	3800	-	0,4	-	-	
1970.	3300	-	1,4	-	-	
1977.	3300	6,8	5,5	13	47	
1986.	2900	11,6	10,6	28	167	
1988.	2900	12,7	11,2	30	186	
1988.	1600	13,9	12,0	25	158	
1990.	1600	14,8	14,0	28	209	+20,8 m ³ ha ⁻¹ gadā
1994.	1600	16,6	16,0	35	283	
1999.	1600	17,3	17,0	40	351	
2006.	1350	18,7	18,2	37	344	-0,8 m ³ ha ⁻¹ gadā

Parauglaukums: **3.**

Gads	N, gab.	D, cm,	H, m	G, m ²	M, m ³	
1966.	3700	-	0,4	-	-	
1970.	2800	-	1,3	-	-	
1977.	2800	7,0	6,0	11	42	
1986.	2200	12,0	11,5	23	151	
1988.	2100	13,1	12,5	25	165	
1990.	1900	13,4	13,0	28	203	+16,8 m ³ ha ⁻¹ gadā
1994.	1800	15,0	15,5	32	266	
1999.	1600	16,2	17,0	38	315	
2006.	1250	18,3	17,8	33	302	-1,4 m ³ ha ⁻¹ gadā

Parauglaukums: **4.**

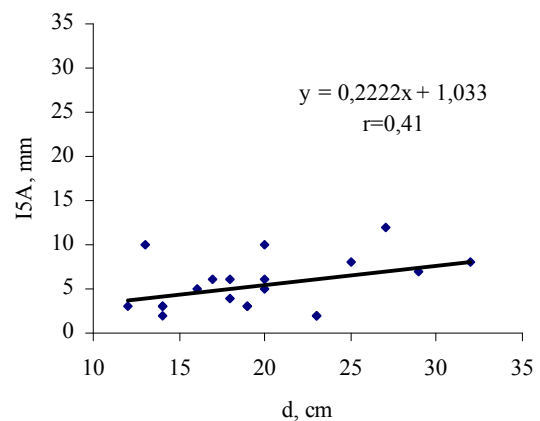
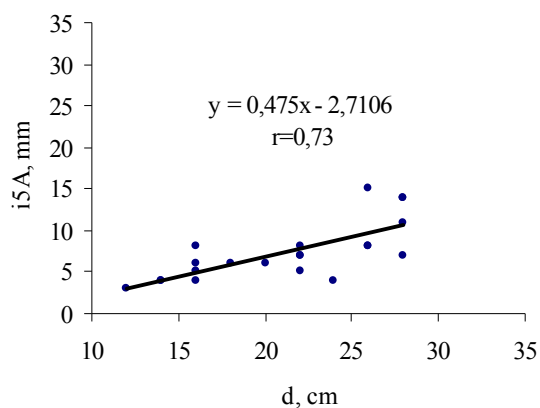
Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1966.	3600	-	0,4	-	-	
1970.	2900	-	1,3	-	-	
1977.	2900	7,3	5,0	12	42	
1986.	2400	12,2	11,0	28	174	
1988.	2400	14,4	11,8	30	190	
1988.	1500	15,0	12,5	26	170	
1990.	1500	16,5	15,0	29	227	+20,8 m ³ ha ⁻¹ gadā
1994.	1500	17,1	16,5	34	295	
1999.	1500	18,4	17,5	39	376	
2006.	1317	19,7	18,5	40	375	-0,1 m ³ ha ⁻¹ gadā

Laika posmā 1988.-1994.g.g. pie audzes vidējā augstuma 12-16 m krājas uzkrāšanās temps sasniedz ap $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ gadā, kam seko krasa produktivitātes samazināšanās, krājas pieaugumam kļūstot negatīvam. Audze uzskatāma kā bezperspektīva.

Sakarības starp egļu caurmēru d un pēdējo 5 gadskārtu platumu ($i5$) 2001.gadā un 2006. gadā „Pluviogrāfa jaunaudzē”

2001.g.	d , cm	$i5A$, mm	$i10$, mm	$i5B$, mm	$i5A/i5B$	2006.g.
	16	8	13	5	1,60	
	24	4	15	11	0,36	
	26	8	20	12	0,67	
	26	8	20	12	0,67	
	22	5	17	12	0,42	
	18	6	15	9	0,67	
	28	14	29	15	0,93	
	16	5	12	7	0,71	
	16	6	15	9	0,67	
	22	7	20	13	0,54	
	14	4	8	4	1,00	
	14	4	8	4	1,00	
	26	15	34	19	0,79	
	28	11	31	20	0,55	
	12	3	6	3	1,00	
	20	6	15	9	0,67	
	28	7	19	12	0,58	
	22	8	21	13	0,62	
	16	4	9	5	0,80	
	28	14	32	18	0,78	
	22	7	21	14	0,50	
Vidējie	21,1	7,3	18,1	10,8	0,74	

d , cm	$i5A$, mm	$i10$, mm	$i5B$, mm	$i5A/i5B$
18	6	18	12	0,50
13	10	23	13	0,77
32	8	15	7	1,14
19	3	8	5	0,60
14	3	7	4	0,75
20	10	20	10	1,00
14	2	5	3	0,67
19	3	8	5	0,60
20	5	10	5	1,00
25	8	17	9	0,89
23	2	5	3	0,67
17	6	10	4	1,50
23	2	5	3	0,67
14	3	8	5	0,60
27	12	18	6	2,00
29	7	16	9	0,78
12	3	6	3	1,00
18	4	9	5	0,80
20	6	11	5	1,20
16	5	11	6	0,83
19,7	5,4	11,5	6,1	0,90



Dažāda biezuma egļu jaunaudzū augšanas gaita

MPS Kalsnava 147. kv. – As

1982. gadā ierīkota egļu kultūra 5000-6000 gab.ha⁻¹.

1988. gadā, kad 7 gadu vecu eglīšu vidējais augstums H=1,75 m, kociņu skaits samazināts līdz zinātnieku rekomendētajam minimālajam, optimālajam un maksimālajam skaitam, 4. parauglaukumā saglabājot sākotnējo kociņu skaitu.

Parauglaukums: 1 (max)

Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1988	4900	-	1,8	-	-	
1988	3000	-	2,2	-	-	Krājas uzkrāšanās temps
1990	2900	-	3,6	-	-	
1997	2700	9,2	7,5	18	76	
1999	2700	10,2	9,5	22	118	
2002	2700	10,6	11,8	24	170	4,0 m ³ ha ⁻¹ gadā
2006	2650	11,4	11,9	27	186	

Parauglaukums 2 (opt.)

Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1988	5900	-	1,7	-	-	
1988	2400	-	2,3	-	-	
1990	2400	-	3,8	-	-	
1997	2200	9,8	8	17,2	75	
1999	2200	10,7	9,6	20	112	
2002	2200	11	12	23,6	173	4,2 m ³ ha ⁻¹ gadā
2006	2275	13,9	12,9	27	190	

Parauglaukums 3 (min)

Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1988	5100	-	1,8	-	-	
1988	1800	-	2,4	-	-	
1990	1800	-	3,9	-	-	
1997	1700	10,8	8,5	15	70	
1999	1700	11,7	10,2	18,8	103	
2002	1700	11,9	12,5	21,1	152	8,2 m ³ ha ⁻¹ gadā
2006	1750	13,9	12,9	26	185	

Parauglaukums 4 (kontr.)

Gads	N, gab.	D, cm	H, m	G, m ²	M, m ³	
1988	5200	-	1,8	-	-	
1990	4600	-	3,2	-	-	
1997	4600	7,9	6,5	23	93	
1999	4400	8,5	8,2	26	128	
2002	4175	8,8	11,2	26	185	5,0 m ³ ha ⁻¹ gadā
2006	3550	10,2	11,6	29	205	

Patlaban visražīgākā ir audze ar sākotnēji minimālo (1800 gab.ha⁻¹) eglīšu skaitu, kaut arī audzes kopkrāja joprojām nedaudz lielāka ir kontroles parauglaukumā ar lielāko koku skaitu.

Sakarības starp egļu caurmēru d un pēdējo 5 gadskārtu platumu (i5) 2009. gadā Žiļādes parauglaukumos

Žiļādze-3

1800 gab.ha⁻¹

d, cm	i5, mm
17	16
16	10
16	9
14	7
24	25
19	10
23	21
14	8
10	5
17	18
12	14
19	18
18	18
23	19
17	12
10	6
13	10
19	20
17	10
18	12
Vidējie	16,8
	13,4

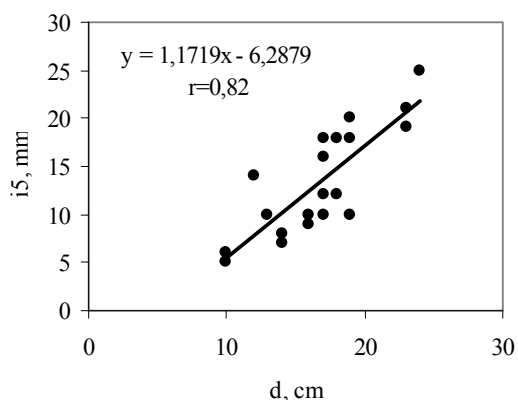
Žiļādze-4

(kontrolē)

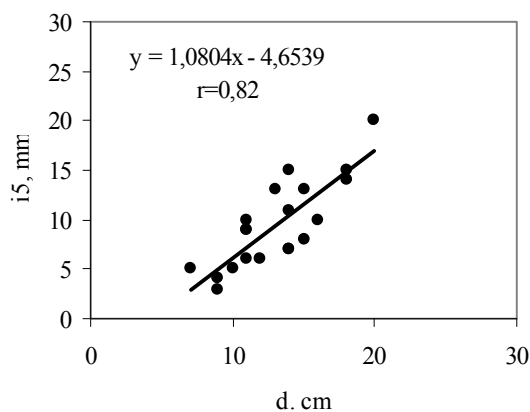
5200 gab. ha⁻¹

d, cm	i5, mm
10	5
9	4
16	10
14	11
9	3
14	7
18	15
15	8
11	9
11	6
12	6
18	14
13	13
14	15
11	9
20	20
11	10
7	5
15	13
14	7
Vidējie	13,1
	9,5

Žiļādze-3



Žiļādze-4



Izmantojot rekomendētos kontrolskaitļus, novērtējam audžu piederību kādai no grupām:

gadskārtu platums $i=2,68 > 2,00$ mm – 1. grupa
 regresijas koeficients $a=1,97 > 0,6$ – 1. grupa
 korelācijas koeficients $r=0,82 > 0,60$ – 1. grupa
 integrālais rādītājs $i \times r = 2,68 \times 0,82 = 2,20 > 1,7$ – 1. grupa
tātad 1. grupa

$i=1,9$ mm – 3. grupa
 $a=1,08$ – 1. grupa
 $r=0,82$ – 1. grupa
 $i \times r = 1,56$ – 2. grupa
tātad 2. grupa

Sakarības starp egļu caurmēru d un pēdējo 5 gadskārtu platumu (i5) 2009. gadā Medņu līnijas parauglaukumos

Medņu līn. 3.pl.

1450 gab. ha⁻¹

d, cm	i5, mm
24	12
28	14
17	7
19	6
23	5
16	3
20	6
23	13
15	4
15	3
17	3
18	4
25	15
18	8
15	3
21	5
31	7
19	5
31	20
27	12
Vidējie	21,1 7,8

Vidējie

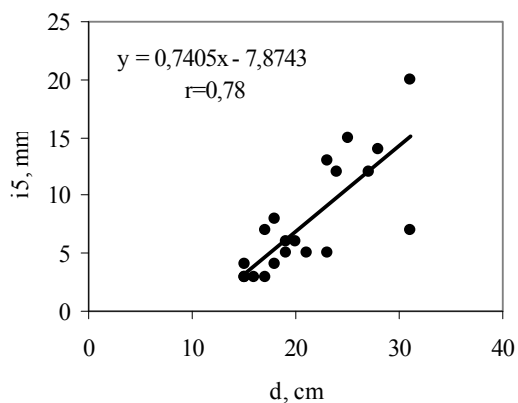
Medņu līn. 10.pl.

4000 gab. ha⁻¹

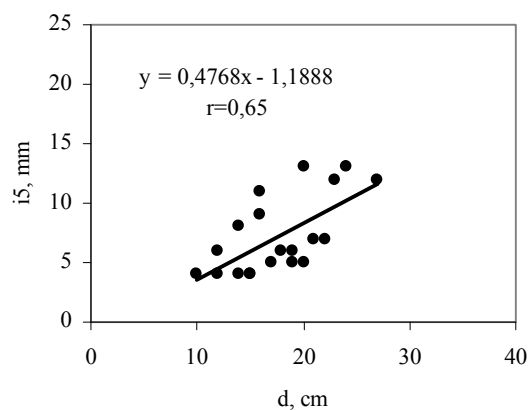
d, cm	i5, mm
14	4
15	4
19	6
16	9
15	4
23	12
14	8
22	7
10	4
27	12
18	6
17	5
12	4
20	5
20	13
12	6
21	7
24	13
19	5
16	11
Vidējie	17,7 7,3

Vidējie

Medņu līn. 3.pl.



Medņu līn. 10.pl.



Izmantojot rekomendētos kontrolskaitļus, novērtējam audžu piederību kādai no grupām:

gadskārtu platums
regresijas koeficients
korelācijas koeficients
integrālais rādītājs

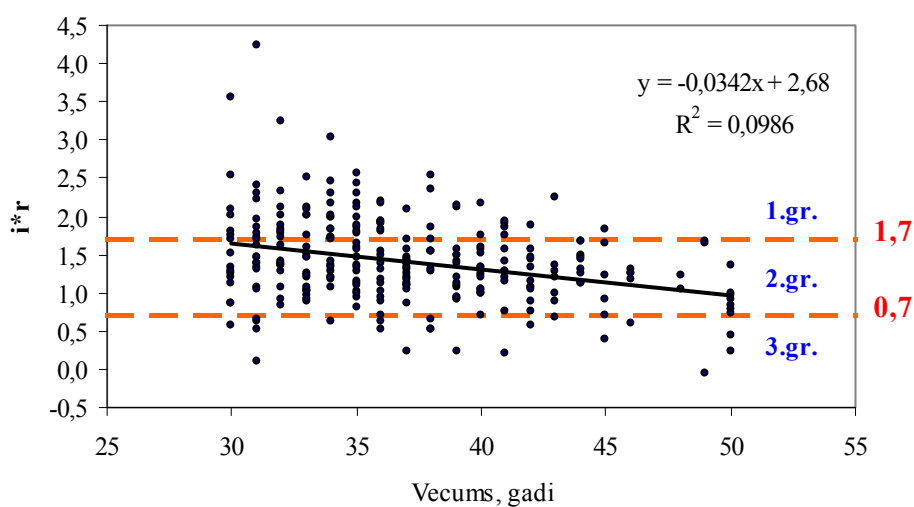
$i=1,56 < 2,00$ mm – 3. grupa
 $a=0,74 > 0,60$ – 1. grupa
 $r=0,78 > 0,60$ – 1. grupa
 $i \times r=1,22 < 1,7$ – 2. grupa
tātad **2. grupa**

$i=1,46$ mm – 3. grupa
 $a=0,48$ – 2. grupa
 $r=0,65$ – 1. grupa
 $i \times r=0,95$ – 2. grupa
tātad **2. grupa**

3. parauglaukumā saglabājušās egles ar labu pieaugumu, bet 10. parauglaukumā audze drīzumā pāries bezperspektīvo audžu grupā.

Visos parauglaukumos notiek koku atmiršana, un atmirušo koku krāja pārsniedz $30 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, tomēr to mehanizēta izvākšana šobrīd nav lietderīga – pēc gadiem 5-10 jānovāc visa kokaudze un jāsāk viss no gala.

Stāvoklis mūsu mežos uzskatāmi ilustrē augšanas potenciāla un audžu vecuma sakarību (3.1.attēls). Pārbiezinātas izcelsmes jaunaudzju augšanas potenciāls ar gadiem pasliktinās un pēc 45 gadu vecuma šajos nogabalos vairs nav sastopamas 1. grupas augstražīgas un veselīgas audzes. Šis attēls tomēr nenoliedz to, ka izretinātās un veselīgās jaunaudzēs, kur vecums patlaban ir 30-40 gadi, savu ražību nesaglabās arī pēc 45 gadiem. Ne mazāk svarīga ir informācija, ka bezperspektīvās audzes puslīdz vienādā skaitā sastopamas visā 20 gadu intervālā no 30 līdz 50 gadiem, tādējādi atkārtoti apstiprinot nepieciešamību tās apsaimniekot saistībā ar faktisko augšanas potenciālu, atsakoties no vecuma kā apsaimniekošanas režīmu reglamentējoša rādītāja.



3.1. attēls. Egļu tīraudzju augšanas potenciāls atkarībā no audzes vecuma.

Vispirms jāanalizē augšanas potenciāls vizuāli neveselās vai brūkošās audzēs, kur augstuma pieaugums niecīgs, skujojums pelēcīgs, sākas atsevišķu koku nokalšana.

Ja audze pēc i , a un r kontrolskaitļiem atbilst 3. grupas audzēm – tā iekļaujama drīzumā nocērtamo audžu sarakstā. Ja audze pēc minētajiem kontrolskaitļiem iederas 2. grupas vai pat 1. grupas kopā, tai jāaprēķina un jāfiksē koeficients $i*r$, veidojot otru, pēc augšanas potenciāla ranžētu nogabalu sarakstu. Šī koeficienta robežlielums starp 2. un 3. grupas audzēm ir 0,7 mm. Uzskatām par lietderīgu 2.grupas audzēs ar koeficientu $i*r < 1,5$ mm neplānot krājas kopšanas cirtes, paredzot šo audžu pāreju 3.grupā un nociršanu tuvāko 10 gadu laikā, ievērojot ranžējuma secību.

1. grupas tīraudzēs, kā arī labākajās 2. grupas audzēs, kur $i*r > 1,5$ mm, krājas kopšanas cirtes, izcērtot vienīgi starpaudzī un kaltošos kokus, veicamas pašreizējo ekonomisko apsvērumu sakarā – palikusī valdaudzes daļa savu ražību nepalielinās, bet trapes traumētās audzēs to nokalšanas risks var palielināties. Palikušās valdaudzes šķērslaukums visticamāk pārsniegs pašreizējos normatīvos uzrādītos lielumus, un tos nedrīkst izmantot kā kontrolskaitļus izcērtamās daļas aprēķināšanai.

Uzskatām, ka nav pieļaujama sabrūkošo egļu saglabāšana vēl desmitiem gadu, kā to paredz pašreizējais cirtmets. Vienvecuma egļu audzes jāapsaimnieko atbilstoši to augšanas potenciālam, un bezcerīgās audzes (krājas diference mazāka par $1 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ gadā) novācamas,

sākot ar 41 gadu vecumu; uz to laiku tur uzkrājies aptuveni $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ stumbra koksnes. Šo papīrmalkas plantāciju apsaimniekošanas režīmu tomēr nedrīkst attiecināt uz visām egļu audzēm. Daļu no tīraudzēm, arī kūdreņos un āreņos ieaudzētajām, ir saimnieciski pareizi audzēt līdz 60 vai 80, vai varbūt, pat lielākam vecumam. Pieļaujam, ka uz egļu kultūrām un tikai uz egļu kultūrām attiecināms cetur nepiemērotais termiņš – meža plantācijas. Iestādot egles meža, mēs saglabājam meža ekosistēmu visā tās daudzveidībā, taču izaudzēto produktu – veselīgus stumbru sortimentus – tāpat kā nemeža plantācijās ievācam to tehniskā gatavuma vecumā, neatkarīgi no audžu faktiskā vecuma.

3.2.2. Priedes un egles parauglaukumi Ogres, Vērgales mežniecībās (J.Donis, L.Zdors, G.Šņepsts)

Vērgales mežniecības 246. kvartāla priežu audzē ierīkotajā objektā 34 gadu vecumā vislielākā krāja ir 4. parauglaukumā (nekopts, koku skaits ~ 3300 koki ha^{-1}) - $270 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, bet vismazākā krāja ir 2. parauglaukumā – $220 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, kurš 14 gadu vecumā izkopts līdz ~ 2400 kokiem ha^{-1} , un pēc tam vēlreiz izkopts 25 gadu vecumā līdz ~ 1300 kokiem ha^{-1} (3.3.tabula). Patreizējais koku skaits 2. parauglaukumā ~ 1000 koki ha^{-1} . Savukārt vērtējot pēc vidējā diametra situācija ir pretēja – 2. parauglaukumā vidējais diametrs ir $18,5 \pm 3,3$ cm, bet 4. parauglaukumā $11,3 \pm 3,8$ cm.

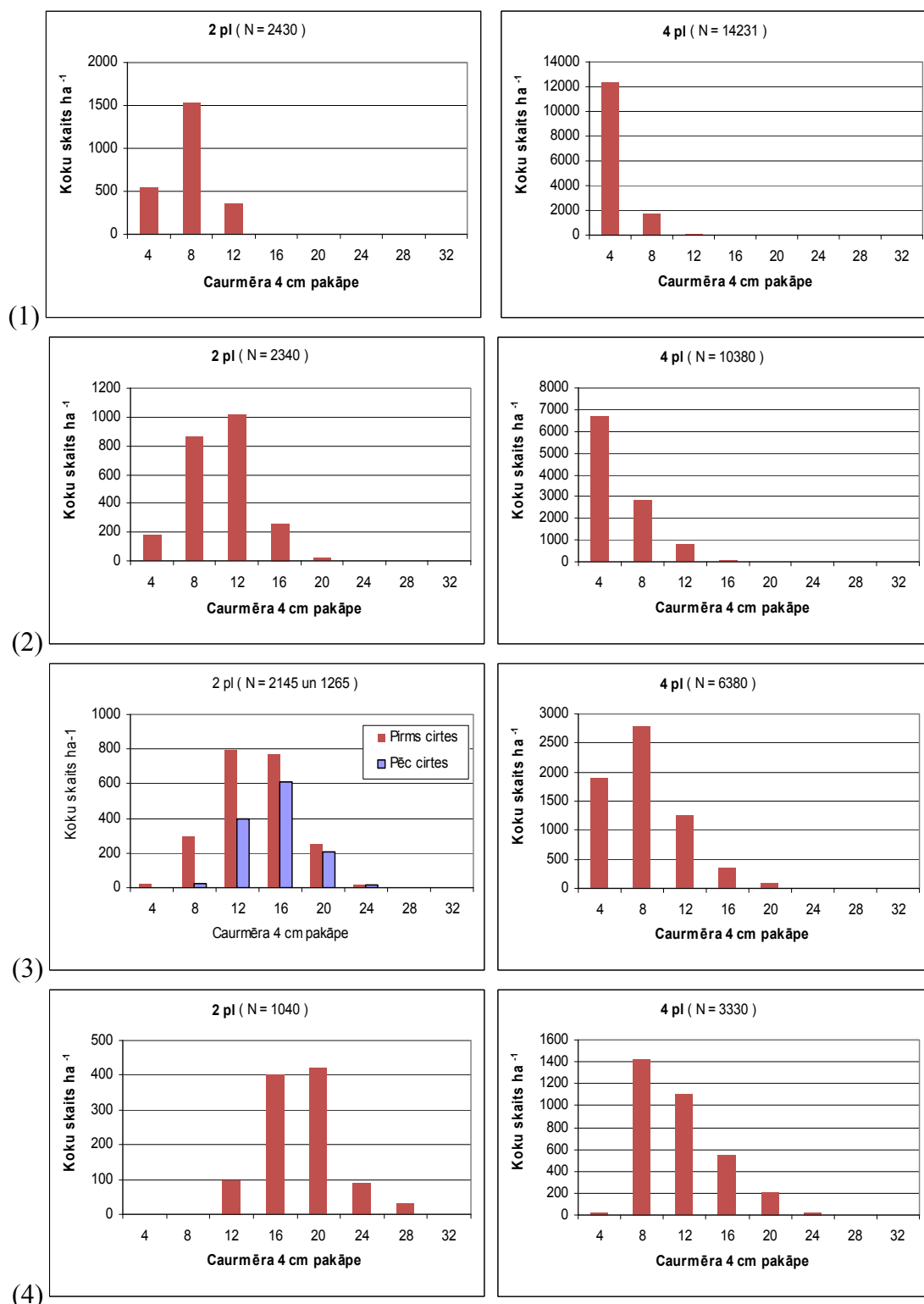
3.3.tabula

Vērgale mežniecības 246. kvartāla parauglaukumu priežu audzē raksturojums

PL	PL platība, ha	A, gadi	N gab ha^{-1}	D _{vid} , cm	S _{d±} , cm	D _{kv} , cm	D _{min} , cm	D _{max} , cm	H _{vid} , cm	G, $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$	V, $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$
1	0,20	14	3410	6,0	2,0	6,3	1	13	4,6	10,6	36,9
1-paliekošais	0,20	19	1870	10,0	2,6	10,3	2	19	7,9	15,7	72,9
1-izcirstais	0,20	19	1330	6,4	2,2	6,8	2	13	6,8	4,8	21,9
1-kopējais	0,20	19	3200	8,5	3,0	9,0	2	19	7,4	20,5	94,8
1-paliekošais	0,20	25	1375	13,2	2,7	13,5	8	21	10,7	19,6	113,2
1-izcirstais	0,20	25	485	10,6	2,9	11,0	5	23	9,7	4,6	25,8
1-kopējais	0,20	25	1860	12,5	3,0	12,9	5	23	10,5	24,2	139,0
1	0,10	34	1440	16,6	3,5	17,0	7,7	25,6	15,6	32,7	255
2	0,20	14	2430	7,1	2,3	7,4	1	13	5,1	10,6	37,9
2	0,20	19	2340	9,9	3,2	10,4	2	19	7,9	19,8	94,8
2-paliekošais	0,20	25	1265	14,8	3,0	15,1	8	23	11,6	22,7	137,1
2-izcirstais	0,20	25	880	11,0	3,4	11,6	4	21	10,4	9,2	54,3
2-kopējais	0,20	25	2145	13,3	3,7	13,8	4	23	11,1	31,9	191,4
2	0,10	34	1040	18,5	3,3	18,8	11,5	28,8	15,6	28,9	220
3	0,20	14	2100	6,1	2,2	6,5	1	13	4,7	6,9	24,2
3-paliekošais	0,20	19	1415	10,2	2,7	10,6	2	19	6,6	12,4	49,6
3-izcirstais	0,20	19	645	7,8	2,7	8,2	2	16	5,9	3,4	13,4
3-kopējais	0,20	19	2060	9,5	2,9	9,9	2	19	6,4	15,9	63,0
3	0,20	25	1355	13,8	3,4	14,3	5	25	9,5	21,6	114,0
3	0,10	34	1280	17,2	3,9	17,6	7,5	29,0	14,5	31,1	228
4	0,16	14	14231	3,2	2,0	3,8	1	13	3,4	15,9	53,1
4	0,16	19	10381	5,0	2,7	5,7	2	17	6,3	26,6	122,3
4	0,16	25	6381	7,7	3,4	8,4	2	20	9,8	35,2	209,5
4	0,10	34	3330	11,3	3,8	11,9	6,0	25,2	13,2	37,3	270

$S_{d\pm}$ - vidējā diametra standartnovirze

Lielākā daļa (79%) koku 2. parauglaukumā ir 16 un 20 cm diametra pakāpēs, bet 4. parauglaukumā šajās diametra pakāpēs ir tikai 23 % no kokiem (3.2.attēls). Nekoptajā parauglaukuma caurmēra pakāpju sadalījumā joprojām var vizuāli novērot kreiso asimetriju.



3.2. attēls Koku skaita sadalījuma pa 4 cm caurmēra pakāpēm attīstība Vērgales mežniecības 246. kvartālā 2. parauglaukumā (kolonnā pa kreisi) un 4. parauglaukumā (kolonnā pa labi): (1) 14 gadu vecumā; (2) 19 gadu vecumā; (3) 25 gadu vecumā; (4) 34 gadu vecumā.

Vērgales 281. kvartāla priežu audzē ierīkotajā objektā parauglaukumu rādītāji ir samērā līdzīgi, piemēram, koku skaits ir no ~ 700 līdz ~ 900 kokiem ha⁻¹, vidējais diametrs no 18,8 ± 4,1 cm līdz 19,9 ± 4,0 cm (3.4.tabula). Tas saistīts ar to, ka nesen ir veikta kopšana, atstājot samērā vienmērīgi koku sadalījumu visā objektā (objekts atrodas privātīpašumā). Tomēr ir vērts atzīmēt, ka 3. parauglaukumā, kas nomināli skaitījies kā kontrole, koku skaits, vecumā no 13 gadiem līdz 24 gadiem, samazinājies vairāk nekā divas reizes no ~3200 kokiem līdz ~ 1500 kokiem ha⁻¹.

3.4.tabula

Vērgale mežniecības 281. kvartāla parauglaukumu priežu audzē raksturojums

PL	PL platība, ha	A, gadi	N gab ha ⁻¹	D _{vid} , cm	S _{d±} , cm	D _{kv} , cm	D _{min} , cm	D _{max} , cm	H _{vid} , cm	G, m ² ha ⁻¹	V, m ³ ha ⁻¹
1	0,20	13	3140	6,5	2,3	6,9	1	13	4,0	11,7	35,5
1-paliekošais	0,20	18	2010	10,3	2,8	10,7	2	18	7,5	18,0	79,8
1-izcirstais	0,20	18	1060	7,3	3,2	7,9	1	19	6,6	5,2	22,8
1-kopējais	0,20	18	3070	9,3	3,3	9,8	1	19	7,2	23,2	102,6
1-paliekošais	0,20	24	1230	15,2	2,9	15,4	8	22	11,0	23,0	131,4
1-izcirstais	0,20	24	660	12,0	4,4	12,8	5	23	10,2	8,4	47,9
1-kopējais	0,20	24	1890	14,0	3,8	14,6	5	23	10,7	31,4	179,2
1	0,20	33	910	19,5	3,6	19,8	11,0	29,1	15,4	28,0	211
2	0,20	13	2800	6,2	2,4	6,6	1	14	3,9	9,6	29,1
2-paliekošais	0,20	18	1675	10,3	2,9	10,6	2	20	7,5	14,9	66,1
2-izcirstais	0,20	18	1040	7,9	3,5	8,6	2	20	6,8	6,0	26,6
2-kopējais	0,20	18	2715	9,3	3,3	9,9	2	20	7,2	21,0	92,7
2	0,20	24	1705	13,7	3,8	14,2	5	25	9,3	27,1	137,3
2	0,20	33	710	19,9	4,0	20,3	11,3	33,6	13,8	23,1	159
3	0,20	13	3255	4,9	2,3	5,4	1	11	3,5	7,4	21,9
3	0,20	18	2940	8,2	3,2	8,8	2	17	6,1	17,9	70,9
3	0,20	24	1530	13,5	3,8	14,0	5	24	9,0	23,7	118,5
3	0,20	33	850	18,8	4,1	19,3	9,3	32,0	13,6	24,8	167

Vērtējot Vērgales mežniecības 282. kvartāla priežu audzē ierīkoto objektu, tas būtu darāms sadalot to divās daļās, jo daļa no tā ir kopšanas intensitātes pētījumiem veltīta (1.–3. parauglaukums), bet otra daļa ir ierīkota nedaudz vēlāk un paredzēta augsnes mēslošanas ietekmes vērtējumam (4.– 7. parauglaukums). Pēdējā 16 gadu vecumā ir veikta kopšana atstājot ~2400 – 2800 kokus ha⁻¹ un parauglaukumos iestrādājot dažādu mēslojumu (NPK, P, NP, N). Tomēr, tā kā nav zināmas mēslojuma devas, nepieciešams uzmanīgi veikt datu interpretāciju, vērtējot mēslojuma ietekmi uz audzes augšanu.

Analizējot Vērgales mežniecības 282. kvartālā ierīkotā objekta pirmos 3 parauglaukumus, 33 gadu vecumā vislielākā krāja ir 3. parauglaukumā (nekopts, koku skaits ~2000 koki ha⁻¹) - 275 m³ ha⁻¹, bet vismazākā krāja ir 1. parauglaukumā – 221 m³ ha⁻¹, kurš 14 gadu vecumā izkopts līdz ~ 2000 kokiem ha⁻¹ (3.5. tabula). Patreizējais koku skaits 2. parauglaukumā ~ 1100 koki ha⁻¹. Lielākais vidējais diametrs 2. parauglaukumā - 18,9 ± 3,9 cm, bet 3. parauglaukumā ir mazākais 15.1 ± 4,1 cm.

Savstarpēji salīdzinot parauglaukumu patreizējo koku skaita sadalījumu pa caurmēra pakāpēm, parauglaukumos ar vislielāko (3.parauglaukums ~ 4200 koki ha⁻¹) un mazāko (1.parauglaukums ~ 1200 koki ha⁻¹) sākotnējo koku skaitu 13 gadu vecumā, redzams, ka lielākā daļa (72%) koku 1. parauglaukumā ir 16 un 20 cm diametra pakāpēs, bet 4. parauglaukumā šajās diametra pakāpēs ir 53 % no kokiem (3.3. attēls). Nekoņtājā

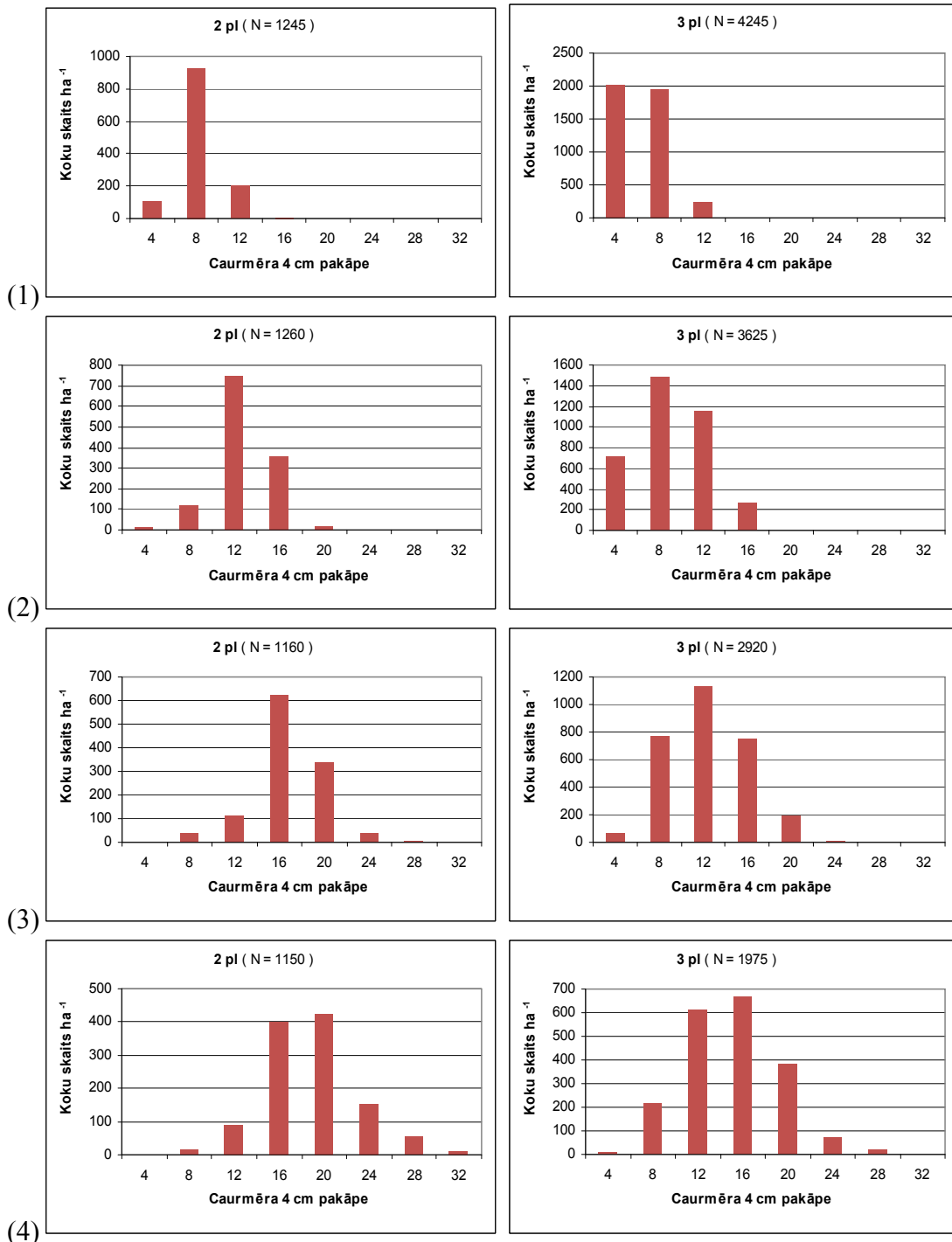
parauglaukuma caurmēra pakāpju sadalījumā vairs nevar vizuāli novērot izteiktu kreiso asimetriju, kāda tā bija šajā laukumā 13 gadu vecumā, vai arī joprojām ir Vērgales mežniecības 246. kvartāla nekoptajā parauglaukumā, kurā gan koku skaits joprojām ir liels (~3300 koki ha⁻¹).

Savukārt mēslotajos parauglaukumos koku skaits ir lielāks nekā koptajos parauglaukumos, bet mazāks nekā nekoptajā. Arī krāja ir lielāka, turklāt, divos no parauglaukumiem, krāja pārsniedz arī kontroles parauglaukuma krāju attiecīgi par 3 un 8 %.

3.5. tabula

Vērgale mežniecības 282. kvartāla parauglaukumu priežu audzē raksturojums

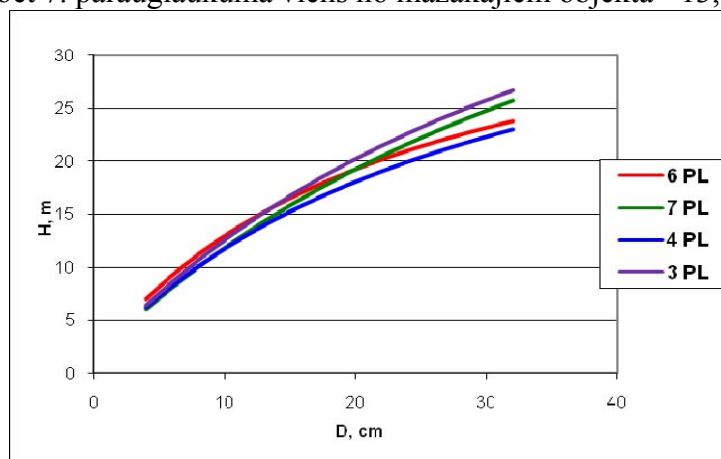
PL	PL platība, ha	A, gadi	N gab ha ⁻¹	D _{vid} , cm	S _{d±} , cm	D _{kv} , cm	D _{min} , cm	D _{max} , cm	H _{vid} , cm	G, m ² ha ⁻¹	V, m ³ ha ⁻¹
1	0,20	13	1955	7,0	2,0	7,3	1	12	4,7	8,1	27,0
1	0,20	18	1925	10,7	2,7	11,0	3	19	6,9	18,3	75,2
1-paliekošais	0,20	24	1220	15,1	2,9	15,4	8	26	10,1	22,7	121,8
1-izcirstais	0,20	24	625	11,8	3,5	12,3	6	20	9,3	7,4	38,8
1-kopējais	0,20	24	1845	14,0	3,5	14,4	6	26	9,8	30,1	160,6
1	0,20	33	1145	18,2	4,1	18,6	8,6	30,0	14,2	31,1	221
2	0,20	13	1245	7,9	1,8	8,1	2	15	5,0	6,5	21,8
2	0,20	18	1260	12,3	2,4	12,5	4	21	7,2	15,4	63,7
2	0,20	24	1160	16,3	3,2	16,6	7	29	10,3	25,1	135,7
2	0,20	33	1150	18,9	3,9	19,3	8,8	32,4	14,2	33,7	236
3	0,20	13	4245	5,7	2,4	6,2	1	14	4,3	12,7	42,1
3	0,20	18	3625	8,6	3,1	9,1	2	19	7,2	23,8	107,3
3	0,20	24	2920	11,8	3,6	12,4	5	24	10,3	35,0	201,1
3	0,20	33	1975	15,1	4,1	15,6	4,3	28,5	14,2	38,0	275
4	0,09	16	2733	7,2	2,7	7,7	1	16	6,2	12,6	52,9
4	0,09	33	1756	16,6	4,4	17,2	8,4	31,4	14,5	40,7	297
5	0,09	16	2544	6,8	2,8	7,4	1	14	6,1	10,9	45,7
5	0,09	33	1589	16,2	4,3	16,7	7,2	28,1	14,4	35,0	251
6	0,09	16	2822	7,7	3,0	8,3	1	15	6,4	15,1	63,8
6	0,09	33	1767	16,6	4,4	17,2	7,6	28,9	13,8	40,8	284
7	0,09	16	2356	7,0	2,7	7,5	1	13	6,1	10,4	43,4
7	0,09	33	1633	16,0	4,3	16,5	7,6	25,4	13,1	35,0	234



3.3. attēls Koku skaita sadalījuma pa 4 cm caurmēra pakāpēm attīstība Vērgales mežniecības 282. kvartālā 2. parauglaukumā (kolonnā pa kreisi) un 3. parauglaukumā (kolonnā pa labi): (1) 13 gadu vecumā; (2) 18 gadu vecumā; (3) 24 gadu vecumā; (4) 33 gadu vecumā.

Ogres mežniecības 323. kvartāla egļu audzē ierīkotajā objektā 38 gadu vecumā vislielākā krāja ir 3. parauglaukumā - $399 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, bet vismazākā krāja ir 7. parauglaukumā - $227 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (3.6.tabula). Sākotnējais koku skaits abos parauglaukumos ir vienāds ~ 2000 koki ha^{-1} Patreizējais koku skaits 3. parauglaukumā ir nedaudz mazāks attiecīgi 1725 koki ha^{-1} un 1850 koki ha^{-1} . Vērtējot pēc vidējā diametra 3. parauglaukumā vidējais diametrs ir viens no lielākajiem objektā - $16,4 \pm 5$ cm, bet 7. parauglaukumā viens no mazākajiem objektā - $12,7 \pm$

4.4 cm. Vērtējot pēc vidējā augstuma 3. parauglaukumā vidējais augstums ir vislielākais objektā – 17,4 m, bet 7. parauglaukumā viens no mazākajiem objektā - 13,7 m (3.4..attēls).



3.4. attēls Ogres mežniecības 323. kvartāla 3;4;6;7 parauglaukumu izlīdzinātās augstumlīknes

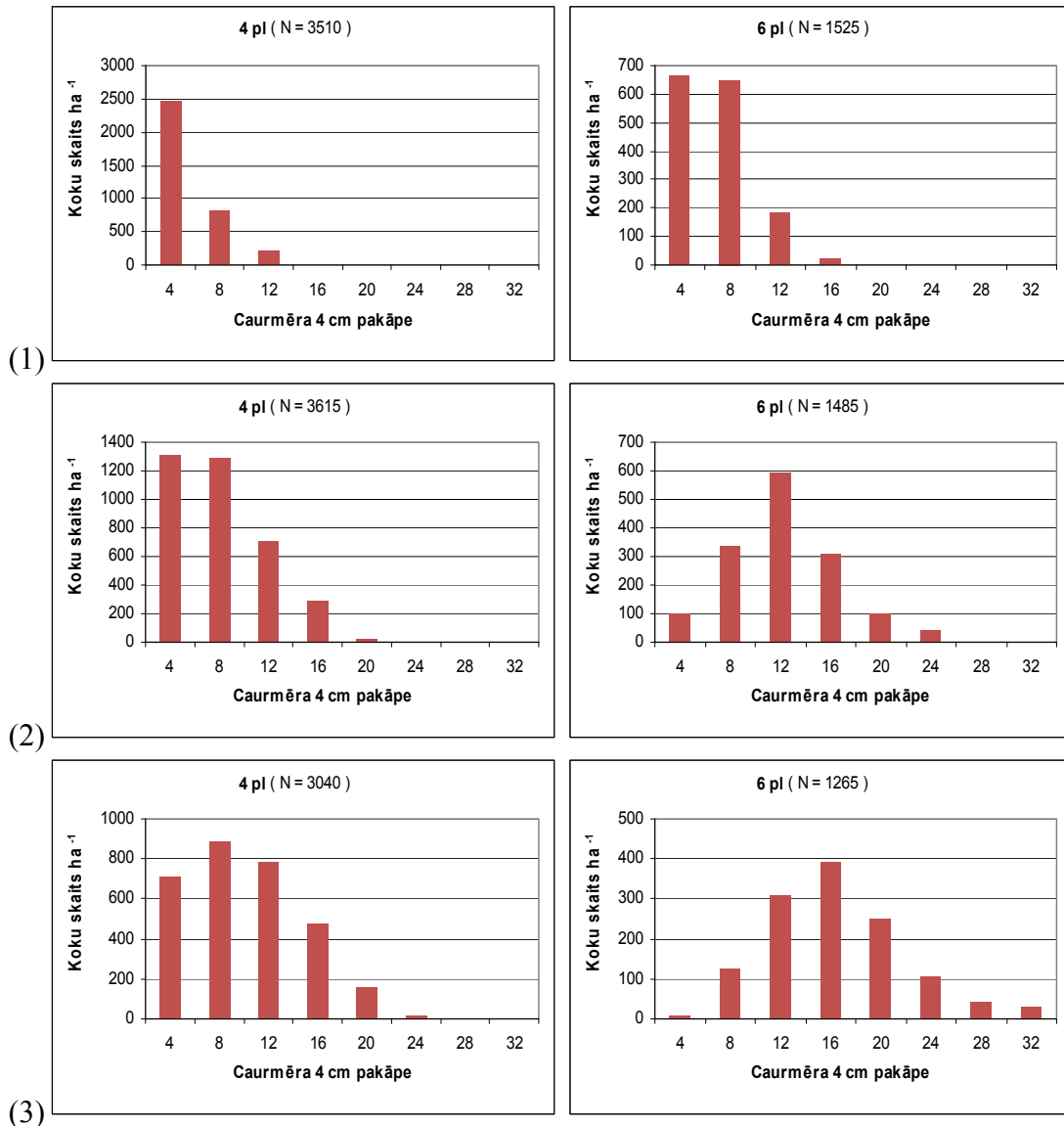
3.6. tabula

Ogres mežniecības 323. kvartāla parauglaukumu egļu audzē raksturojums

PL	PL platība, ha	A, gadi	N gab ha ⁻¹	D _{vid} , cm	S _{dz} , cm	D _{kv} , cm	D _{min} , cm	D _{max} , cm	H _{vid} , cm	G, m ² ha ⁻¹	V, m ³ ha ⁻¹
1	0,12	12*	1492	3,3					3	1,3	4,4
1	0,12	17	1517	7,7	2,7	8,1	1	17	6,4	7,9	35,2
1	0,12	27	1592	13,0	4,7	13,9	1	28	11,6	24,0	164,1
1	0,12	38	1575	15,9	5,6	16,8	0,7	32,1	15,9	34,9	319
2	0,12	12*	2817	2,9					2,5	1,8	6,2
2	0,12	17	3275	5,2	2,7	5,8	1	15	4,7	8,8	35,9
2	0,12	27	3075	9,1	4,2	10,0	1	22	9,3	24,3	153,7
2	0,12	38	2450	12,5	5,0	13,4	2,3	26,9	14,5	34,8	325
3	0,12	12*	2017	3,3					2,9	1,8	5,8
3	0,12	17	2017	7,0	2,6	7,5	1	14	6,0	8,9	38,9
3	0,12	27	2017	12,1	4,3	12,8	1	24	11,1	26,1	174,0
3	0,12	38	1725	16,4	5,0	17,1	6,2	32,3	17,4	39,6	399
4	0,12	12*	3458	2,5					2,1	1,7	5,8
4	0,12	17	3508	4,5	2,6	5,2	1	12	4,2	7,3	29,8
4	0,12	27	3617	7,4	3,9	8,3	1	20	8,3	19,7	121,9
4	0,12	38	3042	10,1	4,7	11,1	2,0	24,4	11,2	29,7	236
5	0,12	12*	2033	3,3					2,8	1,6	5,3
5	0,12	17	2050	6,0	2,4	6,5	1	15	5,4	6,8	29,1
5	0,12	27	2050	10,5	3,9	11,2	1	22	10,1	20,2	128,9
5	0,12	38	1925	13,8	4,7	14,5	3,0	24,6	14,5	32,0	289
6	0,12	12*	1558	3,1					2,7	1,2	4,1
6	0,12	17	1525	6,2	2,9	6,8	1	17	5,4	5,6	24,4
6	0,12	27	1483	11,8	4,5	12,7	1	25	10,9	18,7	125,5
6	0,12	38	1267	16,5	5,4	17,4	3,3	32,4	17,0	30,1	289
7	0,12	12*	2000	3,3					2,8	1,7	5,7
7	0,12	17	2000	6,3	2,5	6,8	1	14	5,6	7,3	31,5
7	0,12	27	1967	10,1	3,5	10,7	2	19	9,9	17,7	111,4
7	0,12	38	1850	12,7	4,4	13,4	1,8	23,3	13,7	26,3	227
8	0,12	12*	1500	4,1					3,5	2	7,1
8	0,12	17	1575	7,6	2,7	8,1	1	20	6,3	8,1	36,2
8	0,12	27	1742	11,7	3,8	12,3	1	26	10,8	20,8	135,8
8	0,12	38	1383	15,3	4,7	16,0	2,0	27,4	15,5	27,9	249
9	0,09	12*	3511	3,2					2,5	2	7,3
9	0,09	17	3278	5,3	3,3	6,3	1	17	4,7	10,1	42,2
9	0,09	27	3033	9,0	4,8	10,2	1	24	9,3	24,8	162,5
9	0,09	38	1911	13,9	6,1	15,2	2,3	29,5	14,5	34,5	322

*12 gadu vecumam izmantoti oriģinālie dati

Savstarpēji salīdzinot parauglaukumu patreizējo koku skaita sadalījumu pa caurmēra pakāpēm, parauglaukumos ar vienu no lielākajiem (4. parauglaukums ~ 3500 koki ha⁻¹) un mazākajiem (6. parauglaukums ~ 1500 koki ha⁻¹) sākotnējiem koku skaitiem 12 gadu vecumā, redzams, ka lielākā daļa (75%) koku 6. parauglaukumā ir 12;16; 20 cm diametra pakāpēs, bet 4. parauglaukumā ir 79 % no kokiem ir 4;8;12 diametra pakāpēs (3.5.attēls). Nekoptajā parauglaukumā caurmēra pakāpju sadalījumā arī 38 gadu vecumā joprojām var vizuāli novērot kreiso asimetriju, kāda tā bija abos šajos laukumos 12 gadu vecumā, bet 6. parauglaukumā tā vairs nav novērojama. 4.parauglaukumā ir vismazākais vidējais augstums no visiem parauglaukumiem (3.4. attēls).



3.5. attēls Koku skaita sadalījuma pa 4 cm caurmēra pakāpēm attīstība Ogres mežniecības 323. kvartālā 4. parauglaukumā (kolonnā pa kreisi) un 6. parauglaukumā (kolonnā pa labi): (1) 17 gadu vecumā; (2) 27 gadu vecumā; (3) 38 gadu vecumā

Izlīdzinātā augstumlīkne iegūta izmantojot R. Ozoliņa (1997, 2002) ieteikto algoritmu (3.1), kuru plaši izmanto veicot aprēķinus (AS „Latvijas valsts meži”; Dr. silv. D. Dubrovskā vadībā izstrādātajās datorprogrammās „Mežvērtē”, „Meža eksperts” u.c):

$$H = H_0 + \frac{D}{K \cdot D + C} \quad (3.1)$$

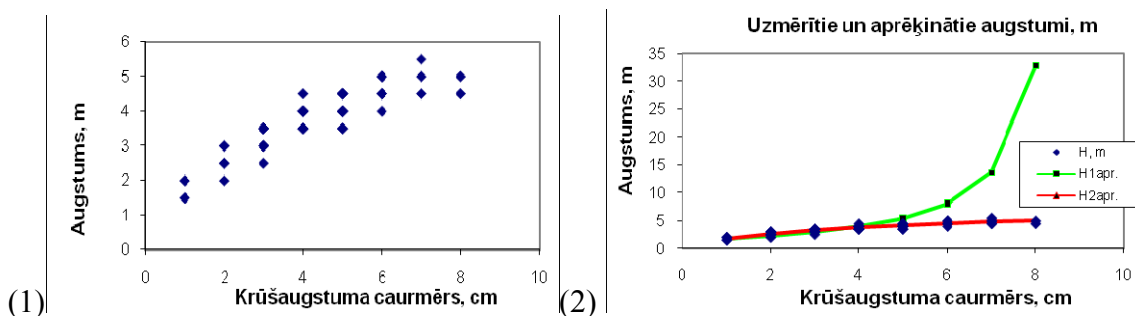
kur: H - aprēķinātais augstums;
 H_0 - 1,3 (m);
 D - diametrs;
 K ; C - koeficienti.

Augstumlīknes algoritma parametrus atrod ar formulām (3.2) un (3.3) (Ozoliņš, 1997, 2002):

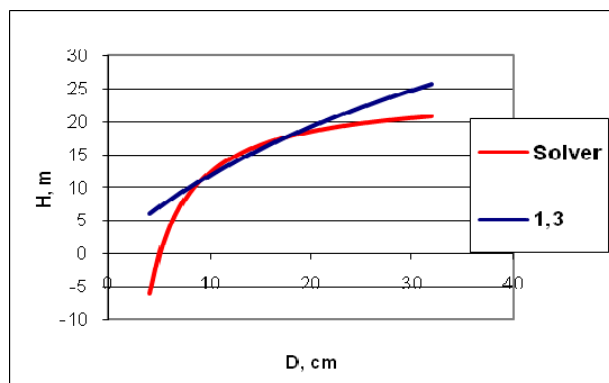
$$C = \frac{N \cdot \sum \frac{1}{D_i \cdot (H_i - 1,3)} - \sum \frac{1}{D_i} \cdot \sum \frac{1}{H_i - 1,3}}{N \cdot \sum \frac{1}{D_i^2} - \sum \frac{1}{D_i} \cdot \sum \frac{1}{D_i}} \quad (3.2)$$

$$K = \frac{\sum \frac{1}{H_i - 1,3} - C \cdot \sum \frac{1}{D_i}}{N} \quad (3.3)$$

Vizuāli novērtējot izlīdzinātās augstumlīknes grafisko attēlu, daļā gadījumu aprēķinātās koku augstuma vērtības kļuva neadekvāti lielas pie lielākām diametra vērtībām, piemēram, 13 gadus vecā priežu jaunuzdē (3.6. attēls (2) H1apr. līkne). Šajos gadījumos veikta optimizācija, izmantojot MS Excel „Solver” funkciju un izmainīta H_0 vērtība tā, lai samazinātu aprēķināto un uzmērīto augstumu starpību standartnovirzi. Pārreķinu rezultātā iegūtā jaunā augstumlīkne (3.6.attēls (2) H2apr. līkne) atkal vizuāli novērtēta. Šādu pārreķinu gadījumā gan tiek iegūta bioloģiski nepamatota H_0 vērtība, kas var uzrādīt „negatīvus” augstumus mazākās caurmēra pakāpēs (3.7.attēls).

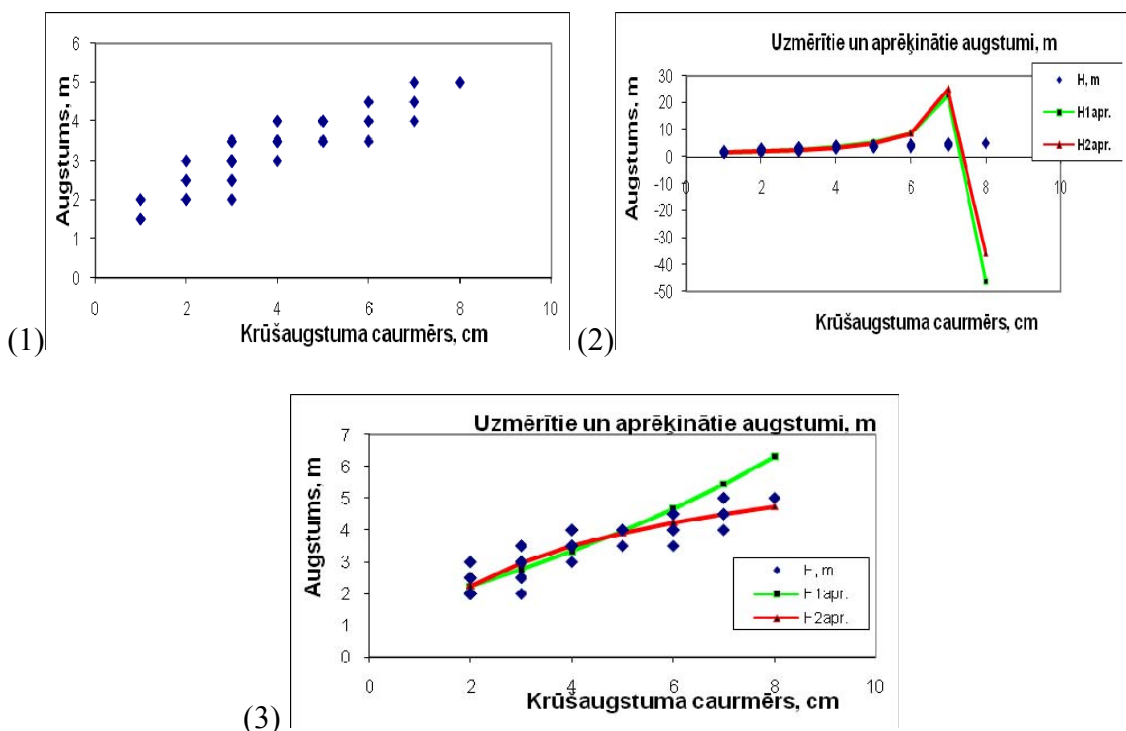


3.6. attēls Zīles mežniecības 150. kvartālā 3. parauglaukuma augstumlīknes (13 gadu veca priežu audze) aprēķins: (1) koku augstums sadalījumā pa caurmēriem; (2) pēc R.Ozoliņa sakarības aprēķinātā augstumlīkne un „modificētā” R. Ozoliņa sakarības augstumlīkne



3.7. attēls Pēc R.Ozoliņa sakarības aprēķinātā augstumlīkne (1,3) un „modificētā” R. Ozoliņa sakarības augstumlīkne (Solver)

Daļā gadījumu arī ar pārveidoto sakarību aprēķinātā augstumlīkne (3.8.attēls (2) H2apr. līkne) uzrādīja gan neadekvāti lielas gan negatīvas augstuma vērtības pie lielākām diametra vērtībām. Šajos gadījumos no aprēķiniem izslēgti koki ar mazākajiem diametriem, konkrētajā gadījumā aprēķiniem neizmantojot kokus ar diametru 1 cm (3.8.attēls (1); (3)). Atkārtojot aprēķinus ar R. Ozoliņu algoritmu iegūtā augstumlīkne 3.8. attēls (3) H1apr. līkne) jorojām pie lielākām diametra vērtībām uzrādīja neadekvāti lielus augstumus, bet pārveidotā sakarība (3.8. attēls (3) H2apr. līkne) jau bija vizuāli adekvātāka.



3.8. attēls Zīles mežniecības 150. kvartālā 2. parauglaukuma augstumlīknes (13 gadu veca priežu audze) aprēķins: (1) koku augstums sadalījumā pa caurmēriem; (2) pēc R.Ozoliņa sakarības aprēķinātā augstumlīkne un uzlabotā” R. Ozoliņa sakarības augstumlīkne; (3) pēc R. Ozoliņa sakarības aprēķinātā augstumlīkne un „uzlabotā” R. Ozoliņa sakarības augstumlīkne neņemot vērā tievāko dimensiju kokus.

Var secināt, ka ir nepieciešami papildus pētījumi attiecībā uz izlīdzinātās augstumlīknes pielietošanu.

4. 100 stumbra analīžu veikšana selekcijas efekta novērtēšanai ilglaicīgajos parauglaukumos (Ā.Jansons, I. Baumanis)

4.1. Problēmas pamatnostādnes

Ā. Jansons (2008) savos pētījumos konstatējis, ka atkārtotā atlasē katrā ciklā tiek paaugstināts ģenētiskais ieguvums gan selekcijas populācijā, gan sēklu plantācijās. Eksperimentāli rezultāti vairāk kā par 1. selekcijas ciklu Baltijas jūras reģionā nav. Taču koku augšanai labvēlīgākā klimatā, kur tie ātri sasniedz pēcnācēju pārbaužu novērtēšanai vajadzīgās dimensijas, atsevišķām *Pinus* sugām jau uzsākts 3. selekcijas cikls (*White et al., 2003, McKeand, Bridgwater, 1998*). Līdz ar to ir pieejami eksperimentāli (tiešu mērījumu) dati par pirmajos 2 ciklos sasniegto krājas pieaugumu (salīdzinot ar mežaudžu krāju) rotācijas vecumā (20 gadi). Šie rezultāti, vērtējot pirmo selekcijas ciklu, ir saskaņā ar Latvijā parastajai priedei 21 gada vecumā konstatēto (*Baumanis u.c., 2002*). Pieaugot pēcnācēju pārbaužu vecumam, sasniegtās selekcijas starpības absolūtā vērtība (tātad no mežaudzes iegūstamais papildus koksnes apjoms) palielinās, taču procentuālā starpība samazinās matemātisku iemeslu dēļ – koku vidējās dimensijas, pret kurām aprēķina selekcijas starpību, palielinās (*Дрейманис, 1990*).

Latvijā ir veikti aprēķini pieņemot, ka selekcijas efekts ciršanas vecumā ir no pirmās pakāpes sēklu plantācijas bērzam 10% krājai un 10% augstuma pieaugumam, bet no otrās pakāpes sēklu plantācijas attiecīgi 25% krājai un 25% augstumam salīdzinājumā ar dabisku mežaudzi un diferenciālie ieguvumi aprēķināti ņemot vērā konstantu krājas ieguvumu salīdzinājumā ar Meža statistiskās inventarizācijas (MSI) 2005.-2006. gada parauglaukumos konstatētajiem taksācijas rādītājiem- proti, palielinot V un H vērtības salīdzinot ar (MSI vidējie dati) 1.1 un 1.25 reizes, savukārt vidējā diametra palielinājums aprēķināts pieņemot, ka tas palielinās abos gadījumos 1.1 reizi. (*Donis, Jansons, 2007*). Otra pieeja ir konstanta proporcionālā priekšrocība, t.i., pieņemtas izmaiņas gan ciršanas laikos, gan krājās, atbilstoši kad tiek sasniegts galvenās cirtes mērķa caurmērs.

Dienvidsomijā veiktajos pētījumos konstatēts, ka krāja selekcionētam bērza reproduktīvajam materiālam 8-12 gadu vecumā ir par 29%, bet diametrs par 10.8 % lielāks nekā kontroles reproduktīvajam materiālam (*Hagqvist, Hahl, 1998*).

Pašreiz tiek turpināts darbs pie ilglaicīgo parauglaukumu datu izvērtēšanas. Pēc visai piesardzīgām prognozēm pēc LVMI Meža selekcijas daļas vadošā pētnieka Dr. silv. Ā. Jansona domām, var paredzēt, ka selekcionēta reproduktīvā materiāla izmantošana dod D un H vērtībām papildus 1,1 reizes lielāku diametra un augstuma pieaugumu gan priedei, gan bērzam, savukārt eglei un melnalksnim attiecīgi 1,06.

4.2. Materiāls un metodika

Priežu selekcijas efekta novērtēšanai 2009.gada pirmajā pusē iegūti dati un izveidota datu bāze ar selekcionēta materiāla koku krūšaugstuma caurmēra un augstuma attiecībām 13 objektos (skat. 4.1. tabula). Kopumā uzmērīti 27212 koki. Vasaras pirmajā pusē apsekoti objekti un izvēlēti koki, kuriem rudenī tiks veikta stumbra analīze.

Objektu saraksts

VVM	VM	KV	NOG	Platība, ha	Variāciju skaits	Atkārtojumu skaits	Parcilu skaits
Zemgales	Vecumnieku (bij. Zvirgzdes)	193	3	3	313	4	1252
Rīgas - Ogres	Baldones (bij. Zvirgzdes)	127	3	3	313	4	125
MPS	Kalsnavas novads	64	1	1,6	121	8	968
Zemgales	Vecumnieku (bij. Zvirgzde)	193	2	1	100	8	800
Ventspils	Ugāles	245	5	1	96	6	576
MPS	Kalsnavas nov.	217	4	1,1	49	4	196
MPS	Kalsnavas novads	59	15	0,6	49	4	196
MPS	Kalsnavas novads	232	11	0,8	49	4	196
MPS	Kalsnavas nov.	224	1	1,5	150	8	1200
MPS	Kalsnavas novads	224	1	0,6	49	4	196
MPS	Kalsnavas novads	224	1	0,6	49	4	196
MPS	Kalsnavas novads	224	1	0,6	49	4	196
MPS	Kalsnavas novads	224	1	0,6	49	4	196

Paraugu ievākšana augšanas gaitas analīzei un selekcijas efekta novērtēšanai priežu audzēs

Paraugoku zāģēšana veikta Valsts meža dienesta Mežu pētīšanas stacijas Kalsnavas meža novada teritorijā, 220 (224). kvartāla 1. nogabalā, eksperimentos Nr. 3 un Nr. 22. Abi eksperimenti ierīkoti 1975. gadā, stādīšanas attālums 2 x 1 m, izmantojot liela izmēra (attiecīgi 35 un 15 koki) bloku parces, attiecīgi 6 un 4 atkārtojumos, iežogotā teritorijā, lānā.

Kā paraugkoki izvēlēti valdaudzes koki ar vienu galoni un bez citiem acīmredzamiem stumbra defektiem. Paraugkokam atzīmētas koordinātes eksperimentā (variants, atkārtojums, koks), pēc nozāģēšanas ievāktas ripas no 0 (iespējami tuvu zemes virskārtai), 0,5; 1; 1,3; m augstuma un tālāk ir pa metram. Tāpat uzmērīti redzamo zaru mieturu atrašanās augstumi.

Paraugi ievākti no 104 kokiem (4.2., 4.3. tabula)

4.2. tabula

Paraugkoki eksperimentā Nr. 22

Krustojums	Koku skaits
U8 x U4	11
U10 x U4	7
K3 x U4	8
K3 x U10	6
K3 x K18	10
K18 x U4	9
K18 x K3	4

Eksperimentā Nr. 22 ievākti dati no 55 kontrolēto krustojumu pēcnācējiem, kas pārstāv 4 mātes kokus: Ug8 (11), Ug10 (7), Ka3 (16) un Ka18 (13). Eksperimentā Nr. 3 ievākti dati 5 dažādu Latvijas reģionus pārstāvošu provenienču pēcnācējiem.

4.3. tabula

Paraugkoki eksperimentā Nr. 3

Provenience	Koku skaits
Andrupene	11
Jaunjelgava	12
Priedaine	10
Smiltene	12
Cirgaļi	4

Veikta ievākto ripu slīpēšana un skanēšana (skat. 4.1. attēls), iegūstot materiālu augšanas gaitas analīzei un salīdzinājumam starp provenienču un pluskoku kontrolēto krustojumu pēcnācējiem.



4.1. attēls. Gadskārtu platuma mērīšanai sagatavots noskanēts koka ripas paraugs.

Ziemas periodā plānota gadskārtu platumu mērīšana izmantojot datorprogrammu WinDendro.

5. Meliorācijas sistēmas atjaunošanas ietekmes uz koku augšanas gaitu novērtējums (T. Zālītis, Z. Lībiete)

5.1. Literatūras un iepriekšējo pētījumu apskats

5.1.1. Meža meliorācijas jēdziens

Ar jēdzienu „meliorācija” saprot zemes uzlabošanu lauksaimniecības un mežsaimniecības vajadzībām. Latvijas mežsaimniecībā lieto hidrotehnisko meliorāciju, platības nosusinot.

Nosusinātajiem mežiem ir nozīmīga loma veselīgas vides veidošanā gan no ekoloģiskā, gan no sociālā viedokļa. Palielinoties koksnes krājai, meži veicina siltumnīcas efekta samazināšanos, akumulējot oglekli un izdalot skābekli, kas nepieciešams dzīvo organismu eksistencei. Latvijā ir 1,5 miljoni ha pārmitru un pārpuvotu mežu, no kuriem patlaban meliorēti ir aptuveni 700 000 ha (Indriksons, Palejs 2005, Zālītis 2006).

Meža meliorācijā tiek lietoti sekojoši jēdzieni (Meža Enciklopēdija 2003).

Nosusināšanas tīkls – grāvju tīkls, ko izmanto liekā ūdens savākšanai un aizvadīšanai. Tas sastāv no regulējošiem grāvjiem (susinātājgrāvji, ceļa sāngrāvji), norobežojošiem grāvjiem (uztvērējgrāvji, kontūrgrāvji) un novadošiem grāvjiem jeb promtekām (savācējgrāvji, ievalku grāvji, maģistrālie grāvji). Nosusināšanas tīklam jānodrošina nosusināšanas normas sasniegšana.

Kanalizācijas pakāpe – raksturo nosusināšanas tīkla biežību. To izsaka ar grāvju vai drenu garumu uz platības vienību (1 ha) un izmanto kā orientējošu rādītāju meliorētu platību savstarpējai salīdzināšanai.

Nosusināšanas intensitāte – relatīvs jēdziens, ko lieto lai augsnes ūdens plūsmas un gruntsūdens līmeņa pazemināšanās tempa raksturošanai. Izsaka ar grāvju vai drenu kopējo garumu metros uz meliorēto zemju platības vienību (1 ha).

Nosusināšanas norma – ar nosusināšanu panākamais optimālais gruntsūdens līmenis, kas nodrošina vēlamo mežaudzes augsnes aerāciju visā veģetācijas periodā. Gruntsūdens līmeņa pacelšanās veģetācijas periodā virs nosusināšanas normas negatīvi ietekmē meža ražību, bet tā svārstības zemāk par nosusināšanas normu kokaudzes ražību neietekmē. Nosusināšanas normu izsaka centimetros no augsnes virskārtas (5.1. tabula).

5.1. tabula

Nosusināšanas norma atšķirīgos mežaudzes tipos (Zālītis 2006)

Mežaudzes tips	Nosusināšanas norma, cm	Tekošā bonitāte 15 m attālumā no grāvja
Priežu viršu kūdrenis	30	II,2-II,6
Priežu mētru kūdrenis	38	I,5-II,1
Priežu šaurlapju kūdrenis	40	I ^a ,6-I,4
Egļu šaurlapju kūdrenis	43	I ^a ,3-I ^a ,5
Egļu platlapju kūdrenis	46	I ^b ,6-I ^a ,6
Priežu mētru ārenis	60	I ^a ,6-II,2

Augsnes ūdens režīmu raksturo nosusināšanas normas nodrošinājums – kādu procentuālo daļu no veģetācijas perioda (maijs-oktobris) gruntsūdens līmenis ir zemāks par nosusināšanas normu. Nosusināšanas normas nodrošinājums ir atkarīgs no attāluma līdz grāvim (5.2. tabula).

Nosusināšanas normas nodrošinājums dažādos attālumos no grāvja, % (Zālītis 2006)

Mežaudzes tips	Attālums no grāvja, m		
	15	75	135
Priežu viršu kūdrenis	63	53	40
Priežu mētru kūdrenis	63	47	35
Priežu šaurlapju kūdrenis	74	55	35
Egļu šaurlapju kūdrenis	73	54	33
Egļu platlapju kūdrenis	65	53	40
Priežu mētru ārenis	87	78	40

Nosusināšanas normas nodrošinājuma rādītāji cieši korelē ar augsnes gruntsūdens līmeņa vidējiem rādītājiem. Izpētīts, ka nosusināšanas normas nodrošinājums par 100% būtu iespējams tad, ja grāvju dziļums būtu aptuveni 3 m un to savstarpējais attālums – 20 m. Praksē šādu situāciju realizēt nav lietderīgi, jo šādos mežos paliktu pārāk maz koku, kas varētu izmatot optimālos mitruma apstākļus (Zālītis 2006).

Nosusināšanas pakāpe – gruntsūdens līmeņa pazeminājums nosusināšanas ietekmē. To izsaka centimetros, un tā katrā vietā ir citāda (piem., mētru kūdrenī 15 m attālumā no grāvja – 20 cm, 75 m attālumā no grāvja – 5 cm. Svarīgi atzīmēt, ka nosusināšanas efekts reāli sniedzas tālāk no grāvja nekā to iezīmē aprēķināmā nosusināšanas pakāpe.

5.1.2. Meža meliorācija Latvijā

Lauksaimniecības zemju nosusināšana lielākos apjomos Latvijas teritorijā sākās jau 16.gs. beigās un 17.gs. sākumā. Hercoga Jēkaba laikā tika izdoti noteikumi, kas reglamentēja muižas lauku nosusināšanu ar grāvjiem, kuru virsa būtu 3 olektis (162 cm) un apakša pusolekti plata.

Mežu mērķtiecīga nosusināšana sākās vēlāk - 19. gadsimta pirmajā pusē (1830.g. Cēsu apkārtnē, dažus gadus vēlāk arī Aizputes, Kuldīgas, Talsu, Valmieras, Valkas un Ventspils apkārtnē). Nosusināšanas darbus pasūtīja meža īpašnieki. Pirmie liela mēroga nosusināšanas darbi sākās Rīgas pilsētas mežos, kur par mežniecības vadītāju no 1847. līdz 1882.gadam strādāja H. Friče. Grāvju rakšana mežos uzsākās pēc viņa iniciatīvas, un jau 1851. gadā tika izrakts 11 km garš kanāls toreizējā Cenas apgaitā līdz Babītes ezeram. 1866. gadā H. Fričes vadībā tika nonivelēti purvi un slapjie mežu 13 200 ha platībā (abās pusēs tagadējai Rīgas - Jelgavas šosejai), un pēc desmit gadiem šajās platībās jau darbojās grāvji 74 km garumā.

No 1877. līdz 1906. gadam Rīgas pilsētas mežos tika veikti mežu nosusināšanas darbi Eižena Ostvalda vadībā. E. Ostvalds ir veicis arī pirmos zinātniskos pētījumus par mežu nosusināšanas saimniecisko un ekonomisko efektu, un viņš ir uzskatāms par meža meliorācijas kā zinātnes nozares aizsācēju Latvijā. E. Ostvalda vadībā ierīkoti 640 km grāvju.

Laikā no 1887. līdz 1898. gadam melioratori strādājuši Tukuma, Klīves, Iecavas, Rucavas u.c. mežniecībās, kā arī Latgalē. 1910. gadā pie cariskās Krievijas Zemkopības un Valsts domēņu ministrijas zemju uzlabošanas daļas tika nodibināta Hidrotehniskā nodaļa; 1914. gadā tajā bija 50 darbinieki. Meliorēti tika galvenokārt valsts meži Kurzemē, mežu nosusināšanas sistēmas cenšoties apvienot ar kokmateriālu pludināšanas kanāliem.

Meža nosusināšanas darbus pārtrauca pirmais pasaules karš. Tie nelielos apjomos atsākās tikai 1922. gadā, kad tika piešķirti līdzekļi veco grāvju atjaunošanai. Plānveidīgi mežu nosusināšanas darbi izvērsās tikai pēc katastrofāli slapjās 1928.gada vasaras, kad strauji sāka pārpurvoties meži, kalst koki un savairojās kaitēkļi. Nākamajā desmitgadē katru gadu nosusināja ap 15 000 ha meža. Daudzi no toreiz nosusinātajiem mežiem noderēja par pamatu

nosusināšanas mežsaimnieciskā efekta vispusīgiem pētījumiem 20. gs. 50. un 60. gados. Līdz 1941. gada 1. janvārim Latvijā bija nosusināti 224,5 tūkstoši ha meža zemju; grāvju kopējais garums pārsniedza 13 000 km.

Zinātniskos pētījumus saistībā ar meža meliorāciju turpināja Rūdolf Markuss, kurš analizēja koku tekošās bonitātes izmaiņas pēc nosusināšanas dažādos attālumos no grāvja. Viņa darbā par priedes un egles pieaugumu nosusinātās purvaugsnēs pārliecinoši pierādīta meža nosusināšanas augstā ekonomiskā lietderīga Latvijas klimatiskajos apstākļos.

Pirmajos gados pēc otrā pasaules kara mežu nosusināšanas apjomi bija nelieli, jo darbi bija jāveic ar rokām, bet nepietika darbaspēka. Mežu nosusināšanas darbi atkal aktivizējās, sākot ar 1950. gadu, kad sāka organizēt speciālas meža meliorācijas stacijas. Izmainījās meža meliorācijas struktūra. Līdz 1955. gadam daļu nosusināšanas darbu mehānismu trūkuma dēļ veica ar rokām, bet, sākot ar 1956. gadu, grāvju trašu sagatavošanai, grāvju rakšanai, atbērtnu izlīdzināšanai izmantoja mašīnas un mehānismus. 60. gadu sākumā meliorācijas projektēšanas darbi ik gadu aptvēra 30 000 ha. Izlīdzinātās atbērtnes gar grāvjiem tika savienotas vienotā brauktuvju tīklā, lai tautsaimniecībā būtu iespējams izmantot gan koksnes papildu pieaugumu, gan arī tos pieaugušo mežu masīvus, kas iepriekš nebija pieejami. Laikā no 1950. gada līdz 1963. gadam tika nosusināti 190,7 tūkstoši ha valsts mežu (Kronītis 1965, Zālītis 2006).

Arī zinātniskie darbi meža hidroloģijā kļuva daudzpusīgāki. Līdz ar hidraulisko pētījumu rezultātiem par meža grāvju noturību un ūdens filtrāciju gruntīs tika iegūtas jaunas atziņas par nosusināšanas darbu mežsaimniecisko efektu. Pamatojoties uz meža tipoloģiju, Kaspars Bušs precizēja nosusināšanas sistēmu parametrus, kā arī novērtēja nosusināšanas ekonomisko efektu. Tika iegūti dati par gruntsūdens līmeņa izmaiņām pēc nosusināšanas, kas ļāva saistīt koksnes papildu pieaugumu ar gruntsūdeņu režīmu. Pētot pārmitro un nosusināto mežu ūdens bilanci Latvijā, tika atklāta šo mežu ūdens režīma cieša saistība ar pazemes spiedes ūdeņiem, neapstiprinot mežu nosusināšanas negatīvo ietekmi uz upju noteci (Zālītis 2006).

Divdesmitā gadsimta sešdesmitajos gados Pēteris Zālītis uzsāka plašus hidroloģiskos pētījumus MPS „Kalsnava” Vesetnieku ekoloģiskajā stacionārā. Piecos ūdens sateces baseinos tika pētītas noteces likumsakarības, kā arī gruntsūdens līmeņa un nokrišņu dinamika. Turpmākajos gados hidroloģisko novērojumu apjoms pieauga. Tika veikti pētījumi par noteces un gruntsūdens ķīmisko sastāvu (Спалвинь 1970), ierīkotas pazemes spiedes ūdeņu novērošanas akas, pētīta zemsedzes augu sukcesija pēc mežu nosusināšanas (Аболинь 1977), audžu evapotranspirācija [Zālītis 1978, Залитис 1983], audzes pārmitrinājuma ietekme uz priedes un egles augstuma pieaugumu (Залитис 1967), kā arī veikti daudzi citi pētījumi. Jau 1963. gadā stacionārā nosusinātajos mežos tika ierīkoti 55 pastāvīgie priežu un egļu parauglaukumi krājas uzkrāšanās un koksnes tekošā pieauguma dinamikas pētījumiem. Vesetnieku stacionārā novērojumi un pētījumi turpinās jau vairāk nekā 40 gadus, sniedzot unikālu informāciju par mežu hidroloģisko un kokaudžu parametru dinamiku ilgstošā laika periodā.

5.1.3. Nosusināšanas ietekme uz mežaudzi

Pārmitrie un pārpurvotie meži ir vide, kur ievērojama daļa organiskās masas ir ilgstoši iekonservēta kūdras veidā un tādējādi izslēgta no ekosistēmas. Iesaistot aprītē kūdras slānī uzkrāto enerģiju, vairākkārt palielinās koksnes produktivitāte, tiek piesaistīti un dzīvā koksne akumulēti jauni CO₂ apjomi. Hidrotehniskā meliorācija pēdējo 100 gadu laikā ir bijusi visefektīvākais meža ražības paaugstināšanas paņēmieni; laika posmā no kopš 1938. gada līdz mūsdienām katrs Latvijas mežu hektārs vidēji ir kļuvis ražīgāks par 100 m³ (Indriksons, Palejs 2005, Zālītis 2006).

Pirms nosusināšanas pārmitrās augsnēs kokaudžu ražība ir ļoti zema pat tādā gadījumā, kad augsne ir bagāta ar ķīmiski vērtīgiem savienojumiem un tās auglības potenciāls ir pietiekams. Jau sen pierādīts, ka pārmitros mežos koki cieš nevis no pārmērīga ūdens daudzuma, bet gan no skābekļa trūkuma, kas kavē aerobos procesus. Pārpurvotu augšņu ūdenī ir ļoti neliela skābekļa koncentrācija, pētījumi liecina, ka tā svārstās no 0-1.12 mg litrā (Вомперский 1968). Meža nosusināšanas mērķis ir nevis pārmērīga gruntsūdens līmeņa pazemināšana, bet gan ūdens un gaisa režīma uzlabošana sakņu aizņemtajā augsnes horizontā (Буш, Залитис 1968).

Meža nosusināšanas rezultātā, aktivizējoties ūdens plūsmai augsnē, krasi uzlabojas augsnes aerācija, kūdrā rodas optimāli apstākļi koku sakņu sistēmas attīstībai, aktivizējas aerobie kūdras sadalīšanās procesi, un uzkrātās barības vielas kļūst augiem izmantojamas. Pārmaiņas atspoguļojas visos mežaudžu taksācijas elementos – neilgi pēc nosusināšanas mazražīgas cirtmeta vecuma audzes pēc izskata un koksnes pieauguma sāk atgādināt augstākas bonitātes vidēja vecuma audzes. Audžu „atjaunošanās” spilgtāk parādās meža tipos ar sākotnēji zemu audžu bonitāti (5.3. tabula). Vislielākais nosusināšanas efekts vērojams pārejas purvos – to ražība palielinās desmitkārtīgi.

5.3. tabula

Kokaudžu bonitātes uzlabošanās nosusināšanas ietekmē (Odiņš 1971)

Meža tips	Kokaudzes bonitāte	
	pirms nosusināšanas	pēc nosusināšanas
Priežu purvājs	V	III
Priežu niedrājs	IV	I-II
Egļu dumbrājs	IV	I
Bērzu niedrājs	IV-V	III-II
Bērzu dumbrājs	III-IV	II-I
Slapjais priežu damaksnis	III	I
Slapjais egļu vēris	III	I
Slapjais bērzu vēris	III	I

Mazāk auglīgos meža tipos nosusināšanas ietekme uz pieaugumiem var sākt izpausties ar 1-3 gadu novēlojumu, turklāt šādā gadījumā nepieciešama arī augstāka nosusināšanas pakāpe (gruntsūdens pazeminājums), lai nesamazinātos pieauguma uzlabojuma apmēri (Odiņš un citi 1960).

Kaspars Bušs noskaidrojis, ka krājas pieaugums pēc nosusināšanas priežu un egļu mežos palielinās 3-4 reizes, bērzu mežos 2-3 reizes un melnalkšņu mežos – līdz 1,5 reizei. Arī apse un reizēm osis nosusinātajos mežos var veidot augstražīgas mežaudzes (Буш 1958).

No Latvijā sastopamajām koku sugām egle uz nosusināšanu reaģē visātrāk un visizteiktāk. Pētījumos noskaidrots, ka egļu audzē jau pirmajos piecos gados pēc nosusināšanas caurmēra pieaugums palielinājies 85% koku, bet maksimālais papildus pieaugums tiek sasniegts 10-15 gadus pēc nosusināšanas (Столяров, Аханьев 1986). Konstatēts arī, ka uz nosusināšanu pozitīvi reaģē pat līdz 100 gadiem vecas egļu un priežu audzes (Буш 1972). Labs nosusināšanas normas nodrošinājums rada priekšnoteikumus gan priedes, gan egles intensīvai augšanai. Piemēram, nosusinātā niedrājā egļu audžu pieaugums 1,25 reizes pārsniedz priežu audžu pieaugumu un 2 reizes – bērzu pieaugumu. Tomēr egļu audzēm nepieciešamas intensīvāk nosusinātas platības nekā priežu audzēm. Mazāk auglīgos apstākļos nepietiekami nosusinātos nogabalos egļu pieaugums pārsniedz priežu pieaugumu tikai 15 m platā zonā ap grāvi, pārējā platībā priedes pieaugums ir būtiski lielāks. Savukārt auglīgākos augšanas apstākļos pietiekami nosusinātās platībās egles pieaugums pārsniedz priedes pieaugumu pat 90-100 m attālumā no grāvja (Залитис 1963, Залитис 1967, Залитис

1968). Eitrofajās nosusinātajās augsnēs priedei gan novērojams liels pieaugums, bet neapmierinoša stumbra kvalitāte; šādās platībās būtu jāaudzē egle (Буш 1968).

Nosusināšanas intensitāte neietekmē priežu augstuma pieauguma veidošanās ilgumu, tomēr konstatēts, ka pietiekami nosusinātā zonā, salīdzinot ar nepietiekami nosusinātu, egles augstuma pieauguma veidošanās periods pagarinās par divām nedēļām. Augstas nosusināšanas normas nodrošinājuma ietekmē palielinās arī vēlinās koksnes procents priedes un egles koksnē (Залитис 1967, Залитис 1968). Tieši vēlinās koksnes procents nosaka koksnes tilpumsvaru un koksnes stiprību (Kalniņš 1930, Zālītis, Muižzemniece 2005).

Nosusināšana ļoti pozitīvi ietekmē egles otrā stāva un paaugas veidošanos un augšanu. Konstatēts, ka nosusinātās priežu un bērzu audzēs, kur valdaudzē kaut vai niecīgā apjomā sastopama egle, tūlīt pēc nosusināšanas parādās dzīvotspējīga egļu paauga un strauji sāk attīstīties arī egles otrais stāvs (Буш и др. 1960, Матюшкин 1997). Krievijā noskaidrots, ka jauktajos egļu-lapu koku mežos pēc nosusināšanas egles paaugas kociņu skaits palielinās 1.2-1.8 reizes un paaugas augstuma pieaugums – 1.2 reizes (Грозин 2003). Šis pats autors norādījis, ka nosusināšana pozitīvi ietekmē arī paaugas eglīšu sakņu sistēmas zarošanos, un sakņu sistēmas dziļums palielinās par 30 cm un vairāk salīdzinājumā ar kontroles platībām. Lietuvā iegūti līdzīgi rezultāti. Noskaidrots, ka nosusinātās priežu, egļu un bērzu audzēs sakņu blīvums salīdzinājumā ar nenosusinātām platībām palielinājies 3-5 reizes, bet sakņu sistēmas dziļums – par 20-40 cm (Ruseckas 2000). Literatūrā atrodami dati, ka nosusināšana labvēlīgi ietekmē arī priežu paaugas sakņu sistēmas augšanu (Иматова и др. 1997). Nosusinātajos priežu mežos uz kūdras augsnēm pakāpeniski pieaug egles īpatsvars audzes sastāvā, kā rezultātā kokaudzes krāja laika gaitā palielinās, lai gan evapotranspirācija izmainās tikai nedaudz (Zālītis, Vuguls 1995).

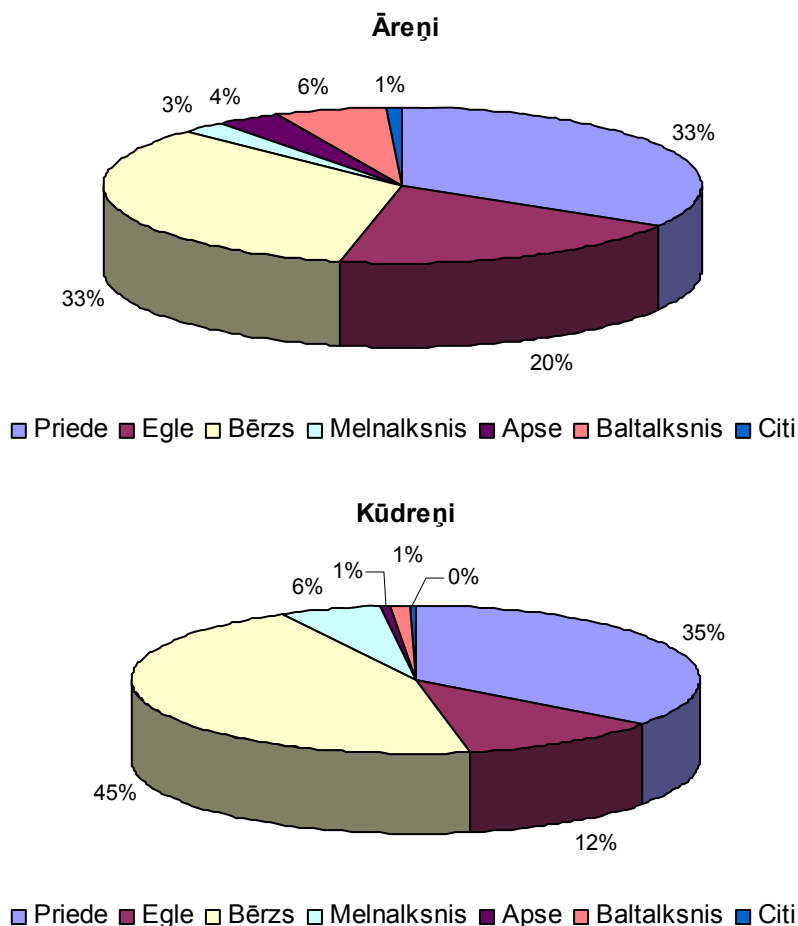
Latvijas zinātniskajā literatūrā atrodama informācija par nosusināšanas mežsaimnieciskā efekta un meža stāvokļa novērtēšanu nosusinātajos mežos līdztekus nosusināšanas tīklu stāvokļa izvērtējumam. Divdesmit mežrūpniecības saimniecībās trijās gradācijas klasēs tika novērtēts arī nosusināšanas rezultātā sasniegtais mežsaimnieciskais efekts (labs – I un augstākas bonitātes audzes; apmierinošs – II un III bonitātes audzes; slikts – IV un zemākas bonitātes audzes). Iegūtie rezultāti liecināja, ka nosusināšanas rezultātā sasniegtais mežsaimnieciskais efekts ir samērā augsts, labu novērtējumu ieguva 39% no visiem nosusinātajiem mežiem, apmierinošu – 52%, bet sliktu – tikai 9%. Pēc tam, ņemot vērā audzes sastāva un koksnes krājas atbilstību mērķa audzes parametriem, novērtēts meža stāvoklis, labu novērtējumu piešķirot ražīgām mērķa vai palīgmērķa sastāva audzēm, apmierinošu – mērķa, palīgmērķa vai pieļaujamā sastāva audzēm, kuru krāja nesasniedz pirmās grupas audžu krāju, bet nav arī kritiski maza, sliktu – nepieļaujami mazražīgām audzēm. Noskaidrots, ka labā stāvoklī ir 17% visu nosusināto audžu, apmierinošā – 56%, sliktā – 27%. Apsekojot nogabalus, kas novērtēti kā slikti, noskaidrots, ka tajos galvenokārt aug pūkainā bērza retaines. Relatīvi mazražīgas audzes diemžēl daudzos gadījumos saglabājas tieši potenciāli visauglīgākajos nosusinātajos mežos – platlapju kūdreņos un āreņos (Zālītis 1991). Arī krievu literatūrā atrodami dati, ka priežu-bērzu mistraudzēs bērzs uz nosusināšanu reaģē straujāk un nomāc priedi. Tomēr pārmitrajos mežos augošais pūkainais bērzs augstražīgas un kvalitatīvas audzes veidot nespēj, tādēļ šāda veida mistrotās audzēs jau 5-15 gadus pēc nosusināšanas tiek ieteikts veikt sastāva kopšanas cirtes, lai veidotu saimnieciski vērtīgas mežaudzes (Матюшкин 1997).

5.1.4. Nosusināto meža platību pašreizējais stāvoklis

Mežaudžu raksturojums

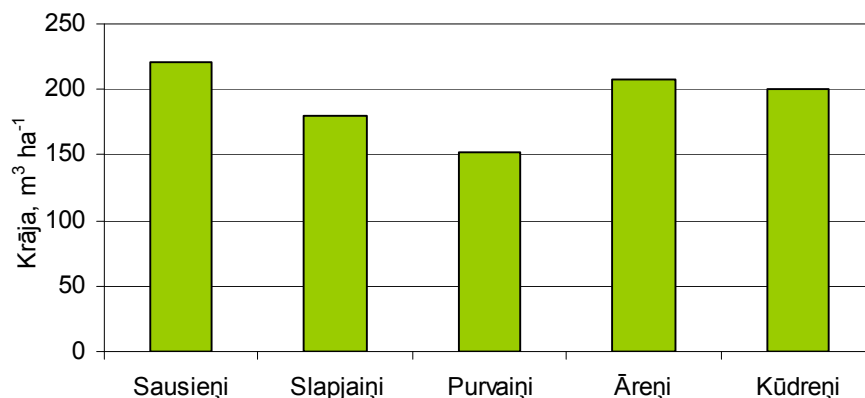
Atbilstoši Latvijas Republikas Zemkopības ministrijas datiem, patlaban nosusinātie meži valstī kopā aizņem 34% no visas mežaudžu kopplatības (attiecīgi āreņi 20% un kūdreņi

14%) (Meža platība 2009). Āreņos mežaudzes, kurās valdošā suga ir priede un bērzs, aizņem ļoti līdzīgu platību (attiecīgi 114 304 un 115 199 ha), savukārt kūdreņos bērzu audzes ir ievērojamā pārsvarā (134 365 ha, priežu audzes – 104 644 ha). Mežaudžu īpatsvars ar egli kā valdošo sugu ir lielāks āreņos – 20% (kūdreņos – 12%). Kūdreņos ir procentuāli vairāk melnalkšņu audžu, bet mazāk – apšu un baltalkšņu audžu (5.1.attēls).



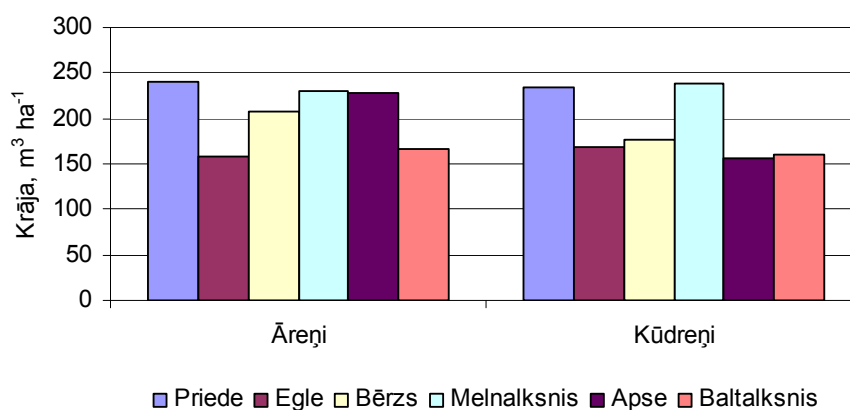
5.1. attēls. Āreņu un kūdreņu platību sadalījums pēc valdošās sugas (Meža statistika 2007)

Vidēji vislielākā mežaudžu krāja Latvijā ir sausieņu mežos – 221 m³ ha⁻¹. Tomēr āreņu vidējā krāja ir tikai nedaudz mazāka (207 m³ ha⁻¹), un arī kūdreņos mežaudžu vidējā krāja sasniedz 200 m³ ha⁻¹ (5.2. attēls).



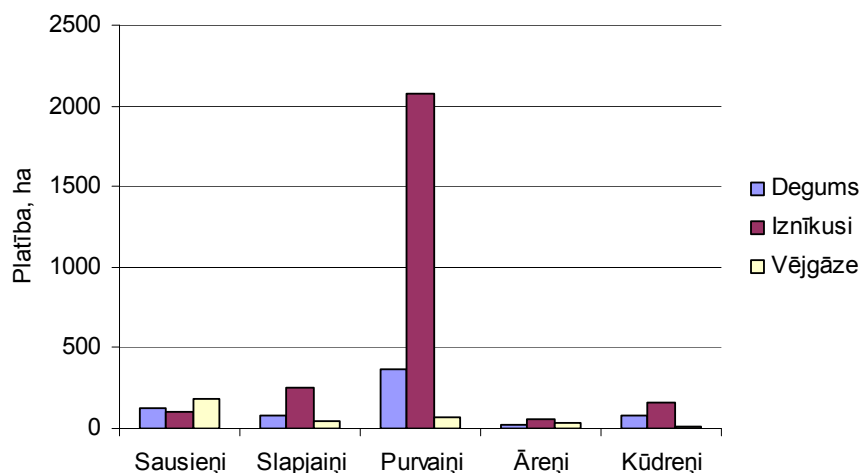
5.2. attēls. Mežaudžu vidējā krāja atšķirīgos augšanas apstākļos (Meža statistika 2007)

Nosusinātajos mežos, kur valdošā suga ir priede, krāja vidēji ir visaugstākā ($240 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ āreņos un $235 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ kūdreņos), taču arī āreņos un kūdreņos, kuros valdošā suga ir melnalksnis, mežaudzes vidējā krāja pārsniedz $230 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Salīdzinoši zema vidējā krāja gan āreņos, gan kūdreņos ir egļu audzēs (attiecīgi $158 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ un $169 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Bērzu audzēs āreņos krāja ir lielāka nekā bērzu audzēs kūdreņos (attiecīgi $208 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ un $177 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Baltalkšņu audzēs krāja gan āreņos, gan kūdreņos ir ap $160 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (5.3. attēls).



5.3. attēls. Mežaudžu vidējā krāja āreņos un kūdreņos atkarībā no valdošās sugas (Meža statistika 2007)

Analizējot degumu, iznīkušo audžu un vējgāžu platības nosusinātajos mežos, noskaidrots, ka āreņos šīs meža zemju kategorijas sastopamas salīdzinoši ļoti nelielās platībās (degumi – 19 ha, iznīkušas audzes – 54 ha un vējgāzes – 32 ha) (5.4. attēls). Kūdreņos ir nedaudz lielākas degumu un iznīkušo audžu platības (attiecīgi 81 ha un 165 ha), tomēr ne āreņos, ne kūdreņos šādu platību īpatsvars nesasniedz pat desmito daļu procenta no mežaudžu kopplatības attiecīgajos augšanas apstākļos.



5.4. attēls. Degumu, iznīkušu audžu un vējgāžu platību salīdzinājums pa augšanas apstākļiem (Meža statistika 2007)

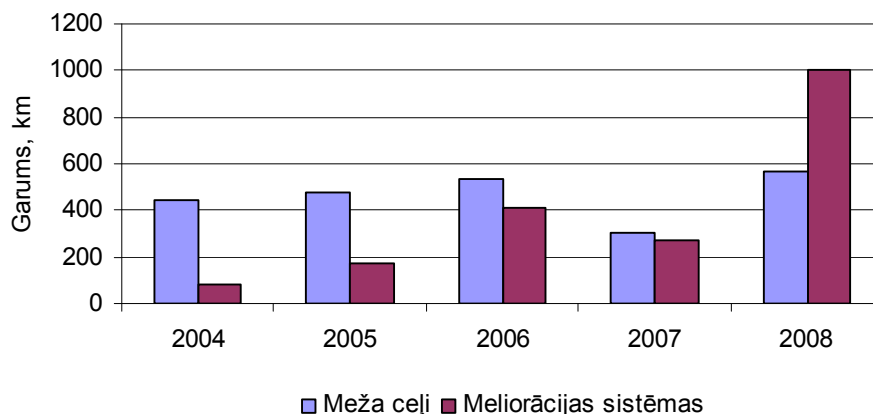
Meliorācijas sistēmu raksturojums

Meliorācijas sistēmām nepieciešama pastāvīga uzturēšana un periodisks remonts. Veicot grāvju piesērējuma, pielūžņojuma, apauguma un aizzēluma regulāru novākšanu, iespējams nodrošināt pat 50 gadus ilgu grāvju darbību. Svarīgākais deformācijas veids ir grāvju piesērēšana – jau pirmajos piecos gados piesērē apmēram puse no visiem grāvjiem, bet pēc 15 gadiem piesērējuši ir vidēji 84% grāvju. Grāvju darbību pasliktina arī gultnes aizzēlums – pirmajos piecos gados aizzēl 7-10% grāvju, bet pēc 15 gadiem aizzēluši jau ir vidēji 53% grāvju. Lai nodrošinātu meliorācijas sistēmu darbību, pielūžņojums no grāvjiem jāizvāc katru gadu. Ne vēlāk kā 5 gadus pēc grāvju ierīkošanas jāuzsāk apauguma novākšana (Zālītis 1971).

Apmierinoši darbojošos meliorācijas grāvju remonts saglabā sasniegto meliorācijas efektu. Taču, ja meliorācijas grāvji atbilstoši remonta dēļ vairs nedarbojas, mežaudžu pieaugums krasi samazinās, un jau 10-15 gadu laikā var tikt sasniegts sākotnējais stāvoklis, kāds tas bija pirms nosusināšanas (Bušs 1960, Бум 1958).

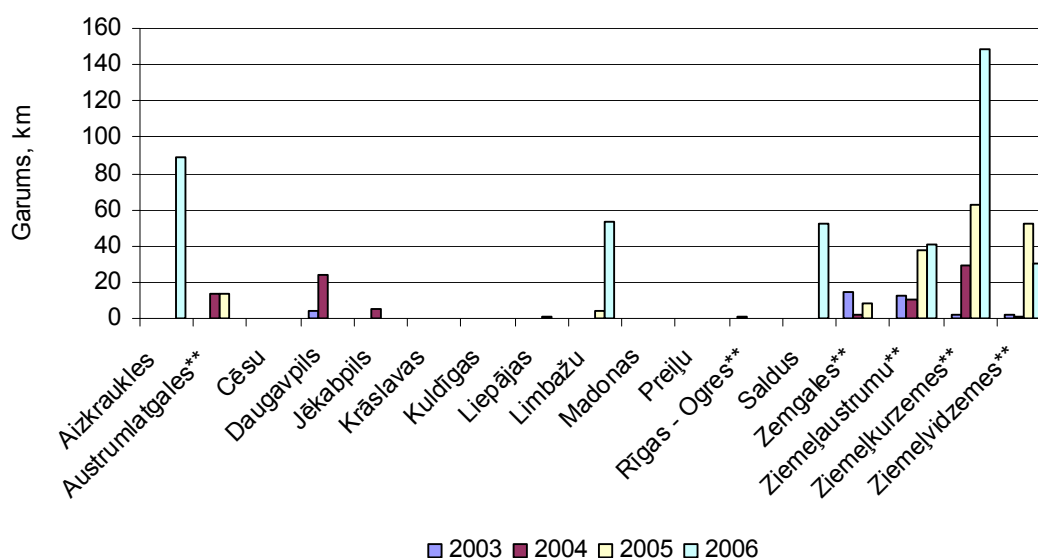
1991. gadā tika publicēti dati par grāvju darbības novērtējumu divdesmit mežrūpniecības saimniecībās. Nosusināšanas tīkls pēc stāvokļa iedalīts trijās grupās: labs (grāvji visā garumā atbilst projektētajiem parametriem vai ir tuvu tiem; grāvji ir sausi vai pa tiem netraucēti plūst ūdens), apmierinošs (grāvjos sastopami atsevišķi aizsērējumi vai nelielas gultnes deformācijas, piesērējumam nepārsniedzot 1/3 no projektētā grāvju dziļuma; grāvju gultne nav aizaugusi ar krūmiem vai zāli; grāvju darbību var uzlabot, tos kopjot), slikts (grāvju dziļums samazinājies vairāk nekā par 1/3; gultnes aizaugums ar zāli un krūmiem traucē ūdens plūsmu; grāvjos uzstādīnāts ūdens bebru darbības rezultātā, kā arī bojātu tiltu vai caurteku dēļ; nepieciešams kapitālais remonts). Divdesmit apsekotajās mežrūpniecības saimniecībās kā labi novērtēti 28% grāvju, apmierinoši – 41% grāvju, slikti – 31% grāvju (Zālītis 1991).

Pēdējo gadu laikā veco meliorācijas sistēmu renovācijai un jaunu izbūvei tika pievērsta pastiprināta uzmanība. Saskaņā ar meža īpašnieku un tiesisko valdītāju iesniegtajiem pārskatiem, 2008. gadā uzbūvēti meža ceļi 563,925 km kopgarumā un uzbūvētas (rekonstruētas) meža meliorācijas sistēmas 1004,255 km kopgarumā (Ceļi un meliorācijas sistēmas 2009). Tas ir ievērojami vairāk nekā iepriekšējos gados, sevišķi runājot par meliorācijas sistēmām (5.5. attēls).



5.5. attēls. No 2004. līdz 2008.gadam izbūvēto un rekonstruēto meža ceļu un meliorācijas sistēmu kopgarums

Informācija par izbūvēto un rekonstruēto meliorācijas sistēmu kopējo garumu pa virsmežniecībām laika periodā no 2003. līdz 2006. gadam redzama 5.6. attēlā.



5.6. attēls. Izbūvēto un rekonstruēto meliorācijas sistēmu kopgarums no 2003. līdz 2006. gadam pa virsmežniecībām*

* Sakarā ar virsmežniecību administratīvi-teritoriālo reformu, izmantots virsmežniecību sadalījums uz 2006. gadu

** Austrumlatgales virsmežniecība - Ludzas un Rēzeknes rajoni; Rīgas - Ogres virsmežniecība - Ogres un Rīgas rajoni; Zemgales virsmežniecība - Bauskas, Dobeles un Jelgavas rajoni; Ziemeļaustrumu virsmežniecība - Alūksnes, Balvu un Gulbenes rajoni; Ziemeļkurzemes virsmežniecība - Talsu, Tukuma un Ventspils rajoni; Ziemeļvidzemes virsmežniecība - Valkas un Valmieras rajoni

2003. gadā meliorācijas sistēmu izbūve un renovācija veikta toreizējā Bauskas, Dobeles, Balvu, Alūksnes, Valkas, Ventspils un nelielā apjomā arī Rīgas virsmežniecībā, pavisam kopā 35,525 km garumā. 2004. gadā visvairāk meliorācijas sistēmu izbūvēts (rekonstruēts) Ventspils un Daugavpils rajonā (attiecīgi 27,700 un 23,916 km); pavisam kopā 2004. gadā izbūvētas (rekonstruētas) meliorācijas sistēmas ar kopējo garumu 85,661 km. 2005. gadā visintensīvāk meliorācijas sistēmu izbūve (renovācija) veikta Talsu rajona mežos – 49,680 km kopgarumā, valstī kopā šajā gadā izbūvēto (rekonstruēto) meliorācijas sistēmu

kopgarums sasniedza 180,086 km. Nākamajā, 2006. gadā, visintensīvāk meliorācijas sistēmu izbūve (renovācija) veikta reorganizētajā Ziemeļkurzemes virsmežniecībā (148, 400 km), kā arī Aizkraukles virsmežniecībā (88,600 km); kopējais 2006. gadā izbūvēto (rekonstruēto) meliorācijas sistēmu garums - 413,445 km (Ceļi un meliorācijas sistēmas. Skaitļi un fakti. 2009).

Latvijā trūkst pētījumu par to, kā meliorācijas sistēmu renovācija vairākas desmitgades pēc grāvju izrakšanas ietekmē mežaudzes ražību. Tomēr efektīvas un ekonomiski pamatotas meža resursu apsaimniekošanas kontekstā šis ir ļoti būtisks jautājums. Pētījuma mērķis ir noskaidrot, vai un kā 2005. gadā veikta meliorācijas sistēmu renovācija ietekmējusi pie grāvjiem augošo mežaudžu ražību. Šajā sakarā izvirzīti sekojoši pētnieciskie uzdevumi:

1. Analizēt pieejamo informāciju par 2005. gadā renovētajām meliorācijas sistēmām AS „Latvijas valsts meži” apsaimniekotajos mežos un izvēlēties pētījumu objektus Ziemeļkurzemes, Vidusdaugavas un Ziemeļlatgales mežsaimniecībās.
2. Izvēlētajos pētījumu objektos ierīkot parauglaukumus dažādos attālumos no meliorācijas grāvjiem un ievākt tajos datus par mežaudzes ražību (urbuma serdeņus).
3. Kamerāli analizēt iegūto informāciju un izdarīt secinājumus par 2005. gadā veiktās meliorācijas sistēmu renovācijas efektu mežaudžu ražības kontekstā.

5.2. Materiāls un metodika

Parauglaukumu atlase

Pētījumam atlasīti AS „Latvijas valsts meži” apsaimniekotie meža nogabali platībās, kurās meliorācijas sistēmas renovētas 2005.gadā. Tas tika darīts ar mērķi, lai, uzmērot koku pēdējo gadskārtu platumus, būtu iespējams novērtēt meliorācijas sistēmas renovācijas ietekmi uz koka radiālo pieaugumu. Papildus faktori nogabalu izvēlei bija sekojoši.

- Mežaudzes vecumam jābūt tādām, lai koka radiālais pieaugums atspoguļotu 20.gadsimta vidū veiktās meliorācijas efektu. Respektīvi, audzēm jābūt briestaudzēm un pieaugušām audzēm.
- Nogabalam jāatrodas pie grāvja, lai pārbaudītu hipotēzi, ka meliorācijas efekts samazinās, attālinoties no grāvja.

Parauglaukumu ierīkošana dabā

Pēc nogabala atrašanas dabā novērtēts, vai galvenā valdaudzes suga atbilst taksācijas aprakstā norādītajai, kā arī, vai nogabalā pēdējā laika periodā nav veikta krājas vai sastāva kopšana, kas varēt būt ietekmējusi radiālo pieaugumu. Tika novērtēts arī grāvis – noteikts attālums no ūdens virsmas līdz grāvja atbērtnes malai. Par pagaidu parauglaukuma centru izvēlēts valdošās sugas veidotas biogrupas centrā augošs koks, kurš tika marķēts ar košas krāsas lentu, kā arī noteiktas tā ģeogrāfiskā platuma un garuma koordinātas. Nākamā parauglaukuma centrs izvēlēts apmēram 50 metru attālumā no iepriekšējā perpendikulārā virzienā prom no grāvja. Katrā nogabalā ierīkoti vismaz divi šādi parauglaukumi.

Datu ievākšana

Katrā parauglaukumā izvēlēti 10 valdaudzes koki, kuriem tika izmērīts krūšaugstuma caurmērs $D_{1.3}$. Visiem izvēlētajiem kokiem ar Preslera pieauguma svārpstu ievāktas radiālo pieauguma skaidas, kuras vēlāk kamerāli iespējams uzmērīt. Trim kokiem parauglaukumā tika izmērīts augstums un biogrupai noteikts šķērslaukums. Urbumu serdeņi uzmērīti kamerāli 2009.gada otrajā pusē.

Pētījumā izmantoti dati no sekojošiem parauglaukumiem pa AS „Latvijas valsts meži” mežsaimniecībām. (5.4. tabula)

Objektu izvietojums pa AS „Latvijas valsts meži” mežsaimniecībām

Mežsaimniecība	Kvartāls, nogabals	Valdošā suga	Objekta nosaukums - kods	Parauglaukumu skaits nogabalā	Paraugu skaits, N	Gads, kad objektā veikta pēdējā grāvju renovācija	Gads, kad objektā veikta iepriekšējā zināmā renovācija
Ziemeļlatgales	189., 8.	P	A	3	30	2005	1969
Ziemeļlatgales	178., 32.	P	B	3	30	2005	1969
Ziemeļlatgales	177., 3.	E	C	2	20	2005	1969
Ziemeļlatgales	2., 8.	E	D	2	20	2005	*
Ziemeļkurzemes	78., 1.	B	E	3	30	2005	1974
Ziemeļkurzemes	77., 1.	B	F	2	20	2005	1974
Ziemeļkurzemes	96., 8.	P	G	3	30	2005	1974
Ziemeļkurzemes	96., 21.	B	H	2	20	2005	1974
Ziemeļkurzemes	95., 30.	P	I	2	20	2005	1974
Ziemeļkurzemes	95., 24.	P	J	2	20	2005	1974
Ziemeļkurzemes	95., 16.	P	K	2	20	2005	1974
Vidusdaugavas	329., 15.	E	L	3	30	2005	*
Vidusdaugavas	331., 10.	E	M	2	20	2005	*
Vidusdaugavas	332., 11.	P	N	2	20	2005	*
Vidusdaugavas	328., 2.	E	O	2	20	2005	*

* -nav datu

No tabulas redzams, ka 4 objekti ierīkoti Ziemeļlatgales un Vidusdaugavas mežsaimniecībās, bet 7 – Ziemeļkurzemes mežsaimniecībā. 7 objekti izvēlēti priežu nogabalos, 5 – egļu, 3- bērzu. Par objektu šeit un turpmāk uzskatīts 2-3 parauglaukumu kopums, ka atrodas vienā nogabalā. Parauglaukumu ierīkošanas īpatnības aprakstītas nākamajā nodaļā.

Kamerālie darbi

Pēc paraugu ievākšanas veikta to pirmapstrāde, lai sagatavotu tos kamerālai uzmērīšanai ar LINTAB IV programmā TSAP Win. Uzmērīšanas precizitāte – 1/100 mm. Pēc tam ar Manna-Vitneja testa palīdzību salīdzinātas gadskārtu platumu vidējās vērtības, izmantojot sekojošas gradācijas klases:

- pēdējās 3-4 gadskārtas pēc pēdējās grāvju renovācijas (pēdējās 4 gadskārtas izmantotas aprēķinos paraugiem, kas ievākti 2009.gada rudenī);
- 5 gadskārtas pirms pēdējās grāvju renovācijas;
- 10 gadskārtas pirms pēdējās grāvju renovācijas;
- 5 gadskārtas pirms un pēc iepriekšējās grāvju renovācijas vai grāvju ierīkošanas;
- 10 gadskārtas pirms un pēc iepriekšējās grāvju renovācijas vai ierīkošanas.

Salīdzināti gadskārtu vidējie platumi arī starp viena objekta parauglaukumiem, lai noskaidrotu, vai parauglaukuma attālums no grāvja būtiski ietekmējis pēdējo 3-4 gadskārtu

platumus. Veikta arī sakarību analīze starp grāvja stāvokli un gadskārtu vidējiem platumiem, kā arī meklētas iespējamās reģionālās atšķirības starp objektiem.

5.3. Rezultāti

5.3.1. Parauglaukumu vispārīgs apraksts

Uzsākot datu ievākšanu un apstrādi, nācās saskarties ar vairākiem vērtīgiem faktoriem, kuri būtiski ietekmēja veicamajiem darbiem nepieciešamo laiku.

1. Meža masīvos, kuros bija plānota paraugu vākšana, meliorācijas sistēma lielākoties izrādījās veikta vēlāk nekā 2005.gadā. Šis faktors radīja ievērojamus ģeogrāfiskos ierobežojumus meža nogabalu izvēlē.
2. Tā kā mežaudzes, kurās bija plānots izvietot parauglaukumus, uzskatāmas par pieaugušām un pāraugušām, bieži nācās konstatēt, ka nogabals nocirsts, kā arī sugu sastāvs audzes pašizretināšanās ceļā vairs neatbilst datu bāzē norādītajam. To pierāda, piemēram, fakts, ka dažās audzēs valdošās sugas šķērslaukums ir vairs tikai 8-10 m². Tādā veidā radās arī problēmas ar metodikā noteiktā koku skaita nodrošināšanu katrā parauglaukumā.
3. Mežaudžu pašizretināšanās rezultātā nereti tika konstatēta neatbilstība starp mežaudzes vecumu datu bāzē un reālo situāciju dabā, proti, kokiem ar līdzīgiem caurmēriem un augstumiem atšķīrās vecumi.
4. Nogabali, kuros bija jāizvieto parauglaukumi, nereti bija platības ziņā nelieli (ap 1 ha), kā arī izvietoti, piemēram, pie diviem savstarpēji perpendikulāriem grāvjiem; tas liedza tos izmantot tālākā pētījumā vispār vai arī ierīkot tajos vairāk kā divus parauglaukumus.

Neskatoties uz iepriekšminētajiem ierobežojumiem, kopumā ierīkoti 35 parauglaukumi 15 nogabalos jeb objektos (kods A līdz O). Vispārējā informācija par parauglaukumiem apkopota 5.5 tabulā.

5.5 tabula

Parauglaukumu vispārīgs apraksts

Objekta nosukums - kods	X-koordināte	Y-koordināte	Grāvja stāvoklis objektā (1-labs, 2 – vidējs, 3 – slikts)	Parauglaukuma attālums no grāvja (1- 0 m, 2- 50 m, 3 – 100 m)	Vidējais augstums, H (m)	Šķērslaukums, G (m ²)
A1	*	*	2	1	23.0	30
A2	*	*	2	2	21.7	28
A3	*	*	2	1	22.6	27
B1	*	*	2	1	24.0	33
B2	*	*	2	2	22.5	31
B3	*	*	2	1	21.8	30
C1	*	*	3	1	25.0	19
C2	*	*	3	2	22.7	16
D1	56°51'08''	27°27'27''	1	1	23.2	12
D2	56°51'08''	27°27'29''	1	2	23.6	8
E1	57°17'39''	21°49'07''	1	1	23.3	12
E2	57°17'37''	21°49'07''	1	2	24.7	9
E3	57°17'36''	21°49'06''	1	3	20.1	9

Objekta nosukums - kods	X-koordināte	Y-koordināte	Grāvja stāvoklis objektā (1-labs, 2 – vidējs, 3 – slikts)	Parauglaukuma attālums no grāvja (1- 0 m, 2- 50 m, 3 – 100 m)	Vidējais augstums, H (m)	Šķērslaukums, G (m ²)
F1	57 ⁰ 17'34''	21 ⁰ 48'15''	1	1	23.4	14
F2	57 ⁰ 17'33''	21 ⁰ 48'14''	1	2	26.3	11
G1	57 ⁰ 17'14''	21 ⁰ 49'43''	1	1	25.8	14
G2	57 ⁰ 17'13''	21 ⁰ 49'41''	1	2	24.3	14
G3	57 ⁰ 17'13''	21 ⁰ 49'37''	1	3	23.6	12
H1	57 ⁰ 16'60''	21 ⁰ 49'32''	1	1	24.4	14
H2	57 ⁰ 17'01''	21 ⁰ 49'32''	1	2	25.4	8
I1	57 ⁰ 16'57''	21 ⁰ 49'09''	1	1	26.3	14
I2	57 ⁰ 16'59''	21 ⁰ 49'09''	1	2	23.4	17
J1	57 ⁰ 16'54''	21 ⁰ 48'43''	1	1	24.3	20
J2	57 ⁰ 16'55''	21 ⁰ 48'42''	1	2	27.6	21
K1	57 ⁰ 16'59''	21 ⁰ 48'40''	1	1	17.6	10
K2	57 ⁰ 16'60''	21 ⁰ 48'39''	1	2	16.4	14
L1	56 ⁰ 22'33''	25 ⁰ 03'38''	2	1	29.7	34
L2	56 ⁰ 22'35''	25 ⁰ 03'36''	2	2	25.8	22
L3	56 ⁰ 22'36''	25 ⁰ 03'34''	2	3	28.6	25
M1	56 ⁰ 23'14''	25 ⁰ 05'03''	2	1	23.8	18
M2	56 ⁰ 23'13''	25 ⁰ 05'01''	2	2	26.1	23
N1	56 ⁰ 23'18''	25 ⁰ 04'57''	1	1	22.3	8
N2	56 ⁰ 23'20''	25 ⁰ 04'60''	1	2	24.4	16
O1	56 ⁰ 22'26''	25 ⁰ 03'02''	1	1	23.4	14
O2	56 ⁰ 22'26''	25 ⁰ 02'59''	1	2	22.7	14

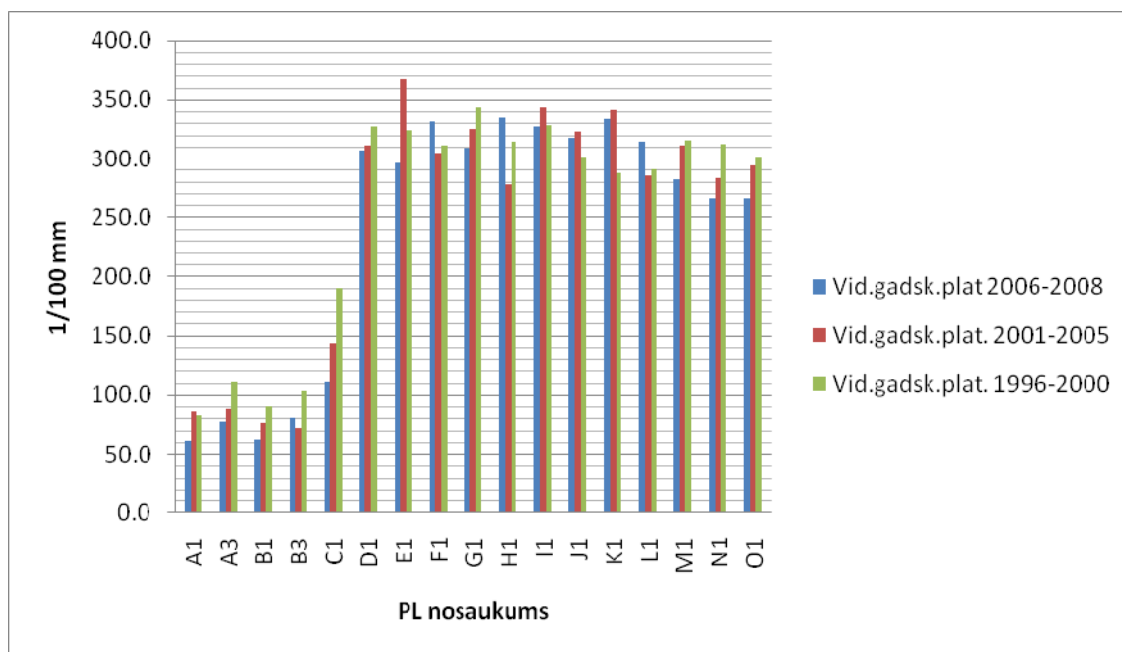
* - nav datu

Grāvja stāvoklis katrā objektā vērtēts, ņemot vērā to, vai tas ir aizzēlis un vai ūdens grāvī ir tekošs.

5.3.2. Grāvja ietekmes uz gadskārtu vidējiem platumiem izvērtējums

Lai novērtētu, vai grāvja renovācija 2005.gadā devusi pozitīvu efektu uz mežaudzes ražību, veikta gadskārtu vidējo platumu salīdzināšana visu objektu parauglaukumos, kas atrodas pie grāvjiem. Pēdējo 3 gadskārtu vidējie platumi salīdzināti ar 5 un 10 gadskārtu vidējiem platumiem pirms grāvju renovācijas. Objektos, kuros zināms, kad veikta grāvju ierīkošana, veikta 5 un 10 gadskārtu savstarpējā analīze, lai pārliecinātos par toreizējo meliorācijas efektu. Analīze veikta ar Manna-Vitneja U testa palīdzību, par nulles hipotēzi pieņemot, ka gadskārtu vidējie platumi pirms un pēc meliorācijas sistēmas izveides un renovācijas būtiski neatšķiras.

Salīdzinot pēdējo 3 gadskārtu vidējos platumus ar 5 un 10 iepriekšējo gadskārtu vidējiem platumiem, iegūtās testa p-vērtības visos gadījumos bija lielākas par 0.05. Arī datu grafiskā analīze neuzrāda, ka pastāvētu kaut statistiski nebūtiska atšķirību tendence starp gadskārtu platumiem pirms un pēc renovācijas parauglaukumos pie grāvja. (5.7. attēls)



5.7. attēls. Gadskārtu vidējo platumu salīdzinājums pirms un pēc renovācijas parauglaukumos pie grāvja

Iepriekšējā attēlā redzams, ka dažos objektos (F1, H1, L1) pēdējo gadskārtu vidējais platums ir lielāks par iepriekšējo gadskārtu vidējo platumu, kas varētu norādīt uz iespējamu audzes ražības uzlabošanas nākotnē. Tomēr statistiski nav iespējams noraidīt nulles hipotēzi, ka grāvja renovācija būtiski neuzlabo audzes ražību. To izskaidrot iespējams ar līdzšinējos pētījumos gūtu atziņu, ka meliorācijas sistēmas renovācija spēj saglabāt audzes ražību iepriekšējā līmenī, bet ne to uzlabot (Bušs 1960, Бум 1958). Iespējams arī, ka audzes ražības uzlabojums sagaidāms pēc kāda laika vai arī nebūs sagaidāms vispār audzes vecuma un struktūras dēļ.

Interesanti, ka arī 5 un 10 gadskārtu vidējo platumu salīdzināšana pirms un pēc grāvju izveidošanas brīžā 1969. un 1974. gadā neuzrāda būtiskas atšķirības starp tām. Tikai vienā bērzu audzē Ziemeļkurzemes mežsaimniecībā (96. kvartāls, 21. nogabals) konstatēta būtiska atšķirība starp 10 gadskārtu vidējiem platumiem pirms un pēc meliorācijas – p vērtība 0.019, vidējais 10 gadskārtu platums pirms meliorācijas 2.899 mm, pēc – 3.431 mm. Pārējās gradācijas klases būtiskas atšķirības neuzrādīja. Var rasties jautājums, kādēļ meliorācija nav devusi daudzviet aprakstīto sagaidāmo meliorācijas efektu un audzes ražības uzlabojumu? Lai iegūtu viennozīmīgu atbildi, būtu jāveic padziļināta mežu vēstures izpēte konkrētajā platībā, lai noskaidrotu, vai patiesībā pirmā meliorācija nav veikta jau agrāk, piemēram, 20.gadsimta pirmajā pusē. Līdz ar to 20.gadsimta 60. un 70. gados veiktā meliorācija īstenībā ir tikai grāvju renovācija, līdzīgi, kā tas darīts 2005.gadā.

5.2.3. Gadskārtu vidējo platumu analīze atkarībā no parauglaukuma attāluma no grāvja, grāvja stāvokļa un reģiona

Katrā objektā veikta pēdējo 3-4 gadskārtu vidējo platumu salīdzināšana, ņemot vērā parauglaukumu attālumu no grāvja. Manna-Vitneja U testa rezultāti liecina, ka nevienā no 15 objektiem parauglaukumu novietojums attiecībā pret grāvi būtiski neietekmē pēdējo gadskārtu platumus (p-vērtības lielākas par 0.05). To būtu iespējams izskaidrot ar

nepietiekamu novērojumu perioda ilgumu (konkrētajā gadījumā 3-4 gadi), kā arī ar to, ka patiesībā grāvju renovācija ne vienmēr uzlabo audzes ražību (Bušs 1960, Бун 1958). Analīzē izmantoti dati no parauglaukumiem katrā objektā atsevišķi.

Veicot vienfaktora dispersijas analīzi ar mērķi noskaidrot, vai pastāv būtiskas atšķirības starp pēdējo 3-4 gadskārtu vidējiem platumiem dažādos attālumos no grāvja visos parauglaukumos, secināts, ka nepastāv būtiskas atšķirības starp parauglaukumiem, kuri atrodas 0-50 metrus no grāvja ($p=0.313>0.05$), bet gadskārtu platumu vidējās vērtības būtiski atšķiras 100 metru attālumā no grāvja ($p=0.006$).

Novērtējot grāvja stāvokļa ietekmi uz pēdējo gadskārtu vidējo platumu, secināts, ka grāvja stāvoklis (labs, vidējs vai slikts) būtiski ietekmē gadskārtu platumu ($p=0.000$) – pasliktinoties grāvja stāvoklim, ievērojami pasliktinās audzes ražība. Gadskārtu platumu vidējās vērtības ir attiecīgi 3.2 ± 0.67 mm parauglaukumos ar labu grāvju stāvokli, 2.1 ± 0.11 mm parauglaukumos ar vidēju grāvju stāvokli un 1.1 ± 0.68 mm pie grāvjiem, kas novērtēti kā slikti. (5.6. tabula)

5.6. tabula

Vienfaktora dispersijas analīzes rezultāti vidējā gadskārtu platumā atšķirībām atkarībā no grāvju stāvokļa

Aprakstošā statistika

Vidējais gadskārtu platumš pēc renovācijas, 1/100 mm

Grāvju stāvoklis	N	Vidējā vērtība	Standartnovirze	Standartklūda	Vidējās vērtības 95% ticamības intervāla		Minimālā vērtība	Maksimālā vērtība
					apakšējā robeža	augšējā robeža		
labs	180	320.852	90.2692	6.7283	307.575	334.129	59.7	536.7
vidējs	150	207.675	132.2142	10.7952	186.343	229.006	21.3	469.3
slikts	19	110.279	41.7251	9.5724	90.168	130.390	54.7	211.3
kopā	349	260.745	126.8255	6.7888	247.392	274.097	21.3	536.7

Gradācijas klašu dispersiju vienādības pārbaude

Vidējais gadskārtu platumš pēc renovācijas, 1/100 mm

Levene tests	df1	df2	p-vērtība
41.230	2	346	0.000

Dispersijas analīze (ANOVA)

Vidējais gadskārtu platumš pēc renovācijas, 1/100 mm

	Noviržu kvadrātu summa	df	Dispersija	F	p-vērtība
Starp grupām	1502947.738	2	751473.869	63.502	0.000
Grupu ietvaros	4094530.604	346	11833.903		
Kopā	5597478.343	348			

Atšķirības starp gradācijas klasēm

Atkarīgais mainīgais: Vidējais gadskārtu platumš pēc renovācijas, 1/100 mm

	(I) Grāvja stāvoklis	(J) Grāvja stāvoklis	Vidējā starpība (I-J)	Standartklūda	p-vērtība	Vidējās vērtības 95% ticamības intervāla	
						apakšējā robeža	apakšējā robeža
Dunnett T3	labs	vidējs*	113.178	12.7203	0.000	82.611	143.744
		slikts*	210.573	11.7004	0.000	181.443	239.703
	vidējs	labs*	-113.178	12.7203	0.000	-143.744	-82.611
		slikts*	97.396	14.4280	0.000	62.215	132.576
	slikts	labs*	-210.573	11.7004	0.000	-239.703	-181.443
		vidējs*	-97.396	14.4280	0.000	-132.576	-62.215

* Vidējā starpība ir būtiska pie $\alpha=0.05$

Izvērtējot iespējamās reģionālās atšķirības, secināts, ka pēdējo 3-4 gadskārtu vidējie platumi pa mežsaimniecībām ir: Ziemeļlatgales MS – 1.2 ± 0.11 , Vidusdaugavas MS – 3.01 ± 0.85 mm un Ziemeļkurzemes MS – attiecīgi 3.2 ± 0.72 mm. Šie rezultāti principā sakrīt ar subjektīvu vizuālu mežaudžu novērtējumu dabā – tieši Ziemeļkurzemes MS mežaudzes bija visvitālākās, kā arī grāvju sistēmas izskatījās labāk izveidotas. (5.7. tabula)

5.7. tabula

Vienfaktora dispersijas analīzes rezultāti vidējā gadskārtu platuma atšķirībām pa mežsaimniecībām

Aprakstošā statistika

Vidējais gadskārtu platums pēc renovācijas, 1/100 mm

Mežsaimniecība	N	Vidējā vērtība	Standartnovirze	Standartklūda	Vidējās vērtības 95% ticamības intervāla		Minimālā vērtība	Maksimālā vērtība
					apakšējā robeža	augšējā robeža		
Ziemeļlatgale	99	124.877	107.9364	10.8480	103.349	146.404	21.3	529.7
Ziemeļkurzeme	160	321.933	90.6185	7.1640	307.784	336.081	59.7	536.7
Vidusdaugava	90	301.421	80.3501	8.4696	284.592	318.250	117.3	469.3
Kopā	349	260.745	126.8255	6.7888	247.392	274.097	21.3	536.7

Gradācijas klašu dispersiju vienādības pārbaude

Vidējais gadskārtu platums pēc renovācijas, 1/100 mm

Levene tests	df1	df2	p-vērtība
1.710	2	346	0.182

ANOVA

Vidējais gadskārtu platums pēc renovācijas, 1/100 mm

	Noviržu kvadrātu summa	df	Dispersija	F	p-vērtība
Starp grupām	2575492.245	2	1287746.123	147.440	0.000
Grupu ietvaros	3021986.097	346	8734.064		
Kopā	5597478.343	348			

Atšķirības starp gradācijas klasēm

Atkarīgais mainīgais: Vidējais gadskārtu platums pēc renovācijas, 1/100 mm

	(I) Mežsaimniecība	(J) Mežsaimniecība	Vidējā starpība (I-J)	Standartklūda	p-vērtība	Vidējās vērtības 95% ticamības intervāla	
						apakšējā robeža	apakšējā robeža
Scheffe	Ziemeļlatgale	Ziemeļkurzeme*	-197.056	11.9503	0.000	-226.434	-167.677
		Vidusdaugava*	-176.544	13.6113	0.000	-210.006	-143.083
	Ziemeļkurzeme	Ziemeļlatgale*	197.056	11.9503	0.000	167.677	226.434
		Vidusdaugava	20.511	12.3139	0.251	-9.761	50.784
	Vidusdaugava	Ziemeļlatgale*	176.544	13.6113	0.000	143.083	210.006
		Ziemeļkurzeme	-20.511	12.3139	0.251	-50.784	9.761

* Vidējā starpība ir būtiska pie $\alpha=0.05$

5.4. Secinājumi un ieteikumi

Secinājumi

1. Nevienā no 15 ierīkotajiem objektiem (35 parauglaukumi) grāvju renovācija pirmajos 3 (4) gados pēc nav devusi būtisku mežaudžu ražības pieaugumu. Jāatzīmē, ka arī meliorācijas sistēmu izveide vēlamo efektu neuzrāda, kas norāda, ka, visticamāk, grāvju sistēmas 20. gadsimta vidū ir rekonstruētas, nevis ierīkotas. Padziļināta meža vēstures analīze, kā arī lielāks objektu daudzums varētu viest skaidrību šajā jautājumā.
2. Grāvju renovācijas kvalitāte būtiski ietekmē mežaudzes ražību – pasliktinoties grāvja stāvoklim, būtiski pasliktinās arī audzes ražība pie tā.
3. Nevienā no atsevišķajiem objektiem gadskārtu platumu analīze neuzrādīja būtiskas atšķirības starp parauglaukumiem, kas ierīkoti katrā objektā.
4. Salīdzinot pa mežsaimniecībām, lielākās pēdējo 3-4 gadskārtu platumu vērtības konstatētas Ziemeļkurzemes mežsaimniecībā, ko, iespējams, var izskaidrot ar kopējo meliorācijas sistēmas kvalitāti konkrētajā teritorijā.

Ieteikumi

1. Iespējams, ka, palielinot katrā parauglaukumā ievācamo paraugu skaitu (no 10 līdz 15-20 kokiem parauglaukumā), palielinātos atšķirību būtiskums starp paraugkopām. Tiesa gan, reālā situācija dabā rada ierobežojumus, kas pārsvarā gadījumu liedz šo darbību īstenot.
2. Iekļaujot pētījumā ne vien pieaugušas audzes, bet arī vidēja vecuma audzes, iespējams, varētu iegūt precīzāku rezultātu par audzes ražības uzlabošanos pēc grāvju meliorācijas.

6. Augšanas gaitas simulatorā izmantojamu modeļu izstrāde, augšanas gaitas aproksimācijai, balstot uz MRM, ilglaicīgo parauglaukumu datiem (J.Donis, G.Šņepsts, L.Zdors)

6.1. Problēmas pamatnostādnes

6.1.1. Ievads

Latvijā pagājušā gadsimta 60., 70. un 80.-tajos gados izstrādāti virkne vienādojumu, kas izmantojami gan tilpuma un krājas (*Liepa, 1968, Jluena, 1980, Ozoliņš 1981, 1997, Matuzānis 1983*), gan arī dažāda veida pieaugumu aprēķināšanai (*Liepa, 1968, 1975, Jluena, 1980, Jluena et al. 1980, Matuzānis 1975, 1983, 1984, 1985*). Tajā pat laikā definēti principi koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm aprakstīšanai (*Jluena, 1980*). Detālu koku sortimentācijas un mežaudzes koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm algoritmu izstrādājis R. Ozoliņš (*Ozoliņš 2002*). Augšanas gaitas modelēšanā izstrādāti optimālo audžu augšanas gaitas modeļi (*Matuzānis 1984*), bet visai plaši tiek izmantotas arī normālo audžu 1924.g. pagaidu augšanas gaitas tabulas (*Matuzānis, Sacenieks, 1964*). Kopšanas ciršu normatīvi izstrādāti un pilnveidoti vairākkārt (Papildinātie norādījumi kopšanas cirtēm Latvijas PSR mežos, (1985), Norādījumi kopšanas cirtēm, (1993)). Prof. P. Zālītis ir ieteicis augšanas gaitas modeļus intensīvi koptām (dēvētas arī par „mērķtiecīgi” koptām audzēm (*Zālītis, 2008*)). Tomēr lielāko daļa no vienādojumiem ir paredzēts izmantot koksnes resursu modelēšanai (prognozēšanai relatīvi īsam periodam (10 gadiem)) – piem., audžu taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļus (*Matuzānis 1984*). Galvenais iemesls šāda rakstura problēmu risinājumam ir nenoteiktība, kas strauji palielinās pieaugot prognozes vērtēšanas perioda garumam (*Jluena, 1980, Liepa, 1996*). Iepriekšējos pētījumos (*Donis, 2008*) konstatēts, ka dažādu autoru vienādojumi, pie līdzīgiem ievades datiem, dod atšķirīgus rezultātus, taču plašāki šo atšķirību novērtējuma rezultāti publiski līdz šim nav pieejami.

Ilgtermiņa meža apsaimniekošanas modelēšanai Latvijā ir izmantotas vairākas pieejas. Klasiskā pieeja ir balstīta uz „normālā meža” principiem, aprēķinot galvenās cirtes apjomu izmantojot *n-to* cirsmu pēc vecuma, Moisejeva algoritmu (*Bisenieks, 1997*). Otra pieeja ir balstīta uz audžu attīstības gaitas simulāciju un vidējā diametra (D), šķērslaukumam (G), vidējā augstuma (H), krājas (V) izmaiņu prognozēšanu dažādu mežsaimniecisko darbību rezultātā. Pēc tam, izmantojot lineārās programmēšanas metodes, tiek aprēķināta optimālā apsaimniekošanas stratēģija, ņemot vērā definētos mērķus un ierobežojumus. Trešā pieeja ir balstīta uz E. Ostvalda relatīvās meža rentes teoriju un paredzēta bilancspējīgas mežierīcības modeļa izstrādei (*Dubrovskis, 2007*).

Maksimāli pieļaujamā galvenās cirtes apjoma aprēķināšanai praksē līdz šim ir izmantotas metodes, kas balstītas uz normālā meža teorijas principiem (VMD rīcībā ir datorprogramma, kas ļauj šādus aprēķinus veikt izmantojot Meža Valsts Reģistra datus). Tomēr, kā jau norādījis E. Ostvalds (*Markus, 1967*), normālais mežs ir teorētisks koncepts, kas praktiski nav sasniedzams, tādēļ plānošanai izmantojams reālais mežs. Plānošanai būtu izmantojama bilancspējīgas mežierīcības pieeja (*Dubrovskis, 2007*). Pašreiz šī pieeja ir realizēta LLU izstrādātajā datorprogrammā „Meža eksperts”. Pārrunājot ar programmas izstrādātājiem (Dr. silv. D.Dubrovskis, S. Daģis) konstatēts, ka tajā ir pašreiz ir virkne pieņēmumu, kas varētu visai ievērojami ietekmēt iegūstamos rezultātus.

Arī datorprogrammā „Meža eksperts” tiek izmantoti Meža valsts reģistra dati. Tiek pieņemts, ka statistiskie dati viena meža tipa, viena vecuma, vienas bonitātes ietvaros atspoguļo reālo

augšanas gaitu („laika aizstāšana ar telpu”). Augšana gaita (D, H izmaiņas aprakstītas ar vienādojumu

$$H;D(t) = a t^k / (b^2 + t^k), \quad (6.1)$$

kur $H;D(t)$ – taksācijas aktualizācijas parametrs (sugas vidējais augstums vai vidējais caurmērs), m, cm;

t – laiks, gadi;

a, b, k – pieauguma koeficienti.

Tādējādi katrai sugai, katram meža tipam un katrai bonitātei aprēķināmi atbilstošie a un k koeficienti un tiek pieņemts, ka audzes attīstība notiek vienas „bonitātes” ietvaros.

Koku skaits (N_t) laika periodā līdz nākamajai kopšanai tiek uzskatīts par konstantu, tādējādi šķērslaukums G_t tiek izrēķināts kā f-ja no D un N. Savukārt krāja vecumā t $V_{(t)}$ tiek aprēķināta kā f-ja no audzes D, H, N un tai atbilstošo atsevišķu koku tilpuma, kas aprēķināts pēc R. Ozoliņa (2002) algoritma. Programmā pašreiz ir iestrādāts algoritms, ka kopšanas cirtes rezultātā, H un D nemainās, bet tiek izmainīts palikušo koku skaits, tā, lai tas atbilstu izvēlētajam palikušās audzes šķērslaukumam. Nākošās paaudzes taksācijas rādītāji (D, H un N) tiek pieņemti atbilstoši vidējiem pašreizējās paaudzes rādītājiem.

Tā kā pasūtītājs definējis, ka nepieciešams izstrādāt modeli, kuru būtu iespējams izmantot maksimāli pieļaujamā galvenās cirtes apjoma aprēķināšanai 2011.-2015. gadam viena līdz divu mēnešu laikā, ņemot vērā, ka atbilstošas programmatūras izstrāde nav ne viena, ne arī divu mēnešu laikā realizējams darba uzdevums, tika izvēlēts sekojošs risinājums – izvērtēt līdzšinējos Latvijā izstrādātos augšanas gaitas normatīvus un izstrādāt priekšlikumu augšanas gaitas modelēšanai balstot to uz Meža statistiskās inventarizācijas datiem formātā, kas būtu izmantojams LLU izstrādātajā programmā „Meža eksperts”.

6.1.2. Daži mežsaimniecības termini

Literatūrā un normatīvajos aktos lietoti virkne terminu, kas ne vienmēr ir pietiekami precīzi paskaidroti, tādēļ kā pirmais uzdevums tika izvirzīts apzināt lietotos terminus un to definīcijas.

Audzēs (meža elementa) augstuma definīcijas

Starptautiski izmantotās:

H - vidējais aritmētiskais augstums;

H_g - vidējā kvadrātiskā diametra koka augstums;

H_L - vidējais augstums, kas svērts pēc šķērslaukuma;

H₁₀₀ (Skovsgaard, 2004) vai H_{dom} (Palahi, Pukkala 2003) - vidējais 100 lielāko koku uz ha vidējais augstums;

H_{dom} vai H_{95%} - dominējošo koku vidējais augstums (Fabrika, Dursky 2005).

Konstatēta vispārēja sakarība, ka $H < H_g < H_L < H_{100} < H_{dom}$.

Latvijā izmantotās augstuma definīcijas:

Galvenās audzes vidējais augstums (Papildinātās 1924. gada pagaidu tabulas) normālām audzēm (starpaudze netiek ņemta vērā).

Audzēs vidējais augstums (izmantots M. Orlova bonitātes aprēķinam)

H_{dom} virsaugstums (Matuzānis, 1975) 100 augstāko koku uz ha vidējais augstums (citos avotos tas dēvēts par H₁₀₀)

H, H_g, H_L piemērotāki krājas aprēķiniem, bet H₁₀₀ un H_{dom} - audžu klasificēšanai pēc produktivitātes.

Audzes (meža elementa) vecuma definīcijas

A Bioloģiskais jeb hronoloģiskais vecums – laiks no sēklas dīģšanas vai atvašu pumpura saplaukšanas.

$A_{1.3}$ **Krūšaugstuma vecums** - laiks no brīža, kad tika sasniegts kāds atskaites augstums, piem., 1.3 m virs sakņu kakla vai augsnes virsmas.

A_{saimn} **Saimnieciskais vecums** – vecums, kādā koks sasniegtu attiecīgās dimensijas, ja tas būtu varējis attīstīties normāli (*Sarma, 1948*) (nebūtu traucējumi I stāva koku konkurences, nepietiekamas aerācijas vai citu iemeslu dēļ).

Audzes (meža elementa) šķērslaukuma definīcijas

G_{dab} **Maksimālais (dabiskais) šķērslaukums** – šķērslaukums kādu konkrētajos apstākļos un ar konkrēto sākotnējo koku skaitu nekopta audze sasniedz jebkurā tās attīstības posmā (*Skovsgaard, Vanclay, 2007*).

G_{opt} **Optimālais šķērslaukums** – šķērslaukums, pie kura audze dod maksimālo pieaugumu (*Matuzānis, 1975*).

G_{krit} **Kritiskais šķērslaukums** – šķērslaukums, līdz kuram izretinot paliekošās audzes pieaugums ir 95% no maksimāli iespējamā pieauguma (*Matuzānis, 1975*).

G_{norm} **Normālais šķērslaukums** (Normālo audžu šķērslaukums) – šķērslaukums, pie kura attiecīgās sugas, vecuma un bonitātes audzei ir vislielākā krāja (*Анучин, 1977*).

G_{min} **Minimālais šķērslaukums** - mazākais šķērslaukums, kāds nepieciešams, lai būtu iespējama turpmāka mežaudzes produktīva attīstība (Meža likums).

$G_{krit(I)}$ **Kritiskais šķērslaukums** - šķērslaukuma robežvērtība, par kuru mazākas vērtības gadījumā nav iespējama mežaudzes apmierinoša attīstība un mežaudze ir atjaunojama (Meža likums).

Audzes (meža elementa) krūšaugstuma caurmēra definīcijas

D aritmētiskais vidējais caurmērs.

D_g vidējais kvadrātiskais caurmērs.

D_{mod} modālais diametrs – visbiežāk sastopamais koku caurmērs.

D_{dom} valdaudzes koku vidējais caurmērs.

$D_{90\%}$ 10% resnāko koku vidējais diametrs (*Fabrika, Dursky 2005*).

6.1.3. Vienādojumu izstrādes vispārējie principi

Audžu augšanas gaita tiek modelēta balstoties uz pieņēmumu, ka audzes augšanu lielā mērā determinē:

- 1) audzes vecums (vai vecuma sadalījums – dažādvecuma audzēm);
- 2) zemes dabiskā auglība (produktivitātes kapacitāte, vietas kvalitāte);
- 3) pakāpe kādā dabiskā auglība (produktivitātes kapacitāte) ir tikusi un tiek izmantota (audzes biezība);
- 4) veiktie saimnieciskie pasākumi (retināšana, mēslošana, veģetācijas kontrole u.c.) (*Clutter et al. 1983*).

Vietas kvalitātes novērtējums var tikt veikts izmantojot:

Tiešās metodes;

- balstīts uz vēsturiskajiem datiem par krāju,
- balstīts uz audzes krājas datiem,
- balstīts uz audzes augstuma datiem,

Netiešās metodes;

balstot uz I stāva audzes sugu mijiedarbību,

balstot uz veģetācijas raksturu,

balstot uz topogrāfiskajiem, klimatiskajiem un augsnes faktoriem (Clutter *et al.*

1983).

Latvijā kā nozīmīgākais rādītājs ir uzskatīts meža tips un atbilstošā bonitātē.

Audzes vidējo rādītāju attīstības gaitas modelēšanā augstuma un caurmēra augšanas gaitas vienādojumiem būtu jāatbilst sekojošiem principiem (Kubucme, 1988):

1) Definīcijas apgabals $A \geq 0$;

2) Vērtību apgabals $H \geq 0$;

3) Augšanas funkcijai $y(A)$ jāsākas koordinātu sākumpunktā $y(0)=0$;

4) Augšanas funkcijai $y(A)$ ir jābūt augošai $y'(A) \geq 0$;

5) Augšanas funkcija $y(A)$ jātuvojas asimptotai, kas ir paralēla vecuma asij,
 $\lim_{A \rightarrow \infty} y(A) = y_M$;

6) Augšanas funkcijai jābūt vienam pārlieduma punktam;

7) Tekošajam pieaugumam $y'(A)$ jāsākas koordinātu sākumpunktā $y'(0)=0$;

8) Tekošā pieauguma $y'(A)$ maksimumam T ir jābūt pa vienam pārlieduma punktam pa labi un pa kreisi no tā.

Šīm prasībām atbilst virkne funkciju, taču šajā gadījumā tika izvēlēta Mičerliha (Mitscherlich) f-ja. Literatūrā tā tiek dēvēta arī par Drakina-Vujevska, Bertalanffy f-jas speciālu gadījumu, Richards, Richards-Chapman, multimolekulāro, eksponenciāli-monomolekulāro f-ju (Kubucme, 1988)

$$Y = a_0(1 - \exp(-a_1 * A))^{a_2}, \quad (6.2)$$

kur c_0, c_1, c_2 -koeficienti;

A - vecums;

Y - novērtējamais parametrs (H, D).

Šo funkciju var izmantot arī vidējā caurmēra, šķērslaukumam, kā arī krājas attīstības modelēšanai (Clutter *et al.* 1983, Kubucme, 1988).

Vienādojumu salīdzināšanai var tikt izmantoti vairāki statistiskie rādītāji (Von Gadow, Hui, 1999):

1. Vidējā novirze (Mean Residual),
2. Vidējā absolūtā novirze (Absolute mean residual),
3. Vidējā kvadrātiskā kļūda (Root mean square error),
4. Modeļa efektivitāte (Model efficiency),
5. Dispersijas attiecība (Variance ratio),
6. Determinācijas indekss, (Squared multiple correlation coefficient).

Bonitātes (Site index) līkņu izveide

Modeļu izstrādei izmantojamie datu avoti (Clutter *et al.* 1983, von Gadow, Hui, 1999):

1. audzes vecuma un augstuma mērījumi īslaicīgajos parauglaukumos;
2. augstuma un vecuma noteikšana pastāvīgajos parauglaukumos;
3. augstuma/vecuma attiecību rekonstrukcija izmantojot individuāla koka stumbra analīzes.
4. Audzes vecuma un augstuma noteikšana atkārtoti pārmērītos (intervālu) parauglaukumos.

Augstuma izmaiņu raksturojošas līknes pēc savas būtības var būt:

- anamorfiskās līknes – augstumi konstanti proporcionāli;
- polimorfiski sadalītās līknes - augstumi nav konstanti proporcionāli, bet līknes nekrustojas;
- polimorfiski nesadalītās līknes – augstumi nav konstanti proporcionāli un līknes krustojas.

Anamorfiskās līknes var iegūt no visu veidu parauglaukumu datiem, taču polimorfiskās līknes iegūstamas tikai pārmērījumu gadījumā, kā arī stumbra analīzes veikšanas gadījumā.

Līkņu parametru noteikšanai izmantojamas kāda no sekojošām metodēm:

- vadošās līknes metode (guide curve method);

$$H = a_0 \cdot \left[1 - e^{-a_1 \cdot t} \right]^{a_2}, \quad (6.3)$$

kur H - dominējošais augstums, m;
 t - audzes vecums, gadi;
 $a_0 \dots a_2$ - modeļa parametri.

- starpību vienādojumu metode (difference equitation method);

$$H_2 = H_1 \cdot \left[\frac{1 - e^{-a_1 \cdot t_2}}{1 - e^{-a_1 \cdot t_1}} \right]^{a_2}, \quad (6.4)$$

kur H_1, H_2 - dominējošais augstums atbilstoši vecumam t_1 un t_2 ;
 $a_0 \dots a_2$ - modeļa parametri.

- parametru noteikšanas metode (parameter prediction method).

$$H = a_0 \cdot \left[1 - e^{-a_1 t} \right]^{a_2}, \quad (6.5)$$

Kur $a_0 = f(\text{bonit})$
 $a_1 = f(\text{bonit})$
 $a_2 = f(\text{bonit})$

6.1.4. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji

Meža inventarizācija statistiskās informācijas iegūšanai par meža resursu stāvokli valstī Latvijas Republikas Zemkopības ministrija ir apstiprinājusi „Meža inventarizācijas veikšanas un mežaudzes sekundāro parametru aprēķināšanas metodiku” 2003.

Savukārt Meža Valsts reģistrā reģistrējamā informācija tiek aprakstīta atbilstoši MK noteikumi Nr.590 “Meža inventarizācijas un Meža valsts reģistra informācijas aprites noteikumi”, pieņemti 28.08.2007. Zemāk dots apskats kāda informācija tiek izmantota resursu stāvokļa raksturošanai atbilstoši abām metodēm.

Vidējais augstums

Meža statistiskajā inventarizācijā (MSI) katram meža elementam uzmērīti atbilstoši metodikai 1 - 12 koku augstumi. No tiem tiek aprēķināts vidējā kvadrātiskā diametra koka augstums, izmantojot R. Ozoliņa izstrādāto formulu. Ja koku skaits ir mazāks par 5 tiek izmantots vidējais aritmētiskais no augstuma mērījumiem.

Pirmajā stāvā apvieno visus kokus, kuru augstuma atšķirības nepārsniedz 20%. Pārējie koki veido otro stāvu, ja to augstums nav mazāks par vienu ceturtdaļu no pirmā stāva koku augstuma.

Meža valsts reģistrā (MVR) ir ierakstīts taksatora vērtētais meža elementa H_{vid} . – koku sugas vidējais augstums, kas visticamāk atbilst H_g .

Vidējais caurmērs

MSI tiek aprēķināts meža elementa vidējais kvadrātiskais diametrs, balstot to uz N , G . MVR tiek norādīts D_{vid} . – koku sugas vidējais caurmērs, kas visticamāk ir atbilstošā stāva un sugas D_{vid} .

Šķērslaukums

MSI meža elementa šķērslaukums tiek aprēķināts kā funkcija no parauglaukumā uzmērīto koku diametra.

MVR šķērslaukums, iespējams, visbiežāk tiek aprēķināts, kā funkcija no audzes biežības.

Koku skaits

MSI koku skaits tiek noteikts katram meža elementam atbilstoši pārrēķinot to skaitu uz ha. Koki atkarībā no to $d_{1.3}$ tiek uzmērīti $25m^2$, $100m^2$, vai $500m^2$ laukumos. Ja parauglaukumā tiek izdalīti sektori (atšķirīgas audzes u.c.), tad katra parauglaukuma platība tiek rēķināta katram sektoram atsevišķi.

MVR koku skaits tiek noteikts tikai audzēm līdz 12m augstumam.

Koku krāja

MSI koku krāja tiek aprēķināta, izmantojot I. Liepas formulu (Liepa, 1996)

$$v_j = \psi \cdot h_j^\alpha \cdot d_j^{\beta \cdot \lg h_j + \varphi}, \quad (6.6)$$

kur h_j koka augstums,
 d_j koka caurmērs.

MVR koku krāja tiek aprēķināta izmantojot R. Ozoliņa veidaugstumu tabulu un atbilstošo meža elementu šķērslaukumu m^2ha^{-1} , kurš, visticamākais, visbiežāk tiek aprēķināts no audzes biežības un sastāva.

Meža elementa vecums

MSI vecums katram meža elementam tiek noteikts ar gada precizitāti 1.3 m augstumā pieskaitot:

priedei	- 7 gadus
eglei	- 7 gadus
ozolam	- 5 gadus
bērzam, melnalksnim, osim	- 3 gadus
papelei, baltalksnim	- 2 gadus.

Vecums tiek noteikts 1-4 kokiem katram meža elementam.

Definētie vecumi ir atšķirīgi no aktualizācijas modeļos (Matuzānis, 1984) izmantotajām $A_{1.3}$ un A vērtību attiecībām.

MVR vecums tiek noteikts celma augstumā.

6.1.5. Meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju izmaiņās laikā

Pieņēmumi audžu attīstības modelēšanā

Izvērtējot līdzšinējās publikācijas var uzskatīt, ka pašreiz Latvijā ir izveidojušās 4 augšanas gaitas modelēšanas skolas (pētnieku grupas). Katra no tām balstīta uz atšķirīgiem pieņēmumiem vai teorijām.

J. Matuzānis, J. Bisenieks (1975, 1983, 1988)

Balstīta uz Asmana (Assmann) teoriju, kas sastāv no Asmana dabiskā, optimālā un kritiskā šķērslaukumam teorijas, un Asmana krājas līmeņa teorijas (Skovsgaard, Vanclay, 2007).

Asmana dabiskā, optimālā un kritiskā šķērslaukumam teorija nosaka, ka *Dabiskais šķērslaukums* ir maksimālais šķērslaukums kādu konkrētajos apstākļos un ar konkrēto sākotnējo koku skaitu nekopta audze sasniedz jebkurā tās attīstības posmā. *Optimālais šķērslaukums* ir šķērslaukums, pie kura audze dod maksimālo pieaugumu. *Kritiskais šķērslaukums* ir šķērslaukums, līdz kuram izretinot paliekošās audzes pieaugums ir 95% no maksimāli iespējamā pieauguma.

Atbilstoši šai teorijai neretinātas audzes ar sākotnējo koku skaitu virs kāda noteikta līmeņa konverģē meža tipam specifiskam dabiskajam šķērslaukumam.

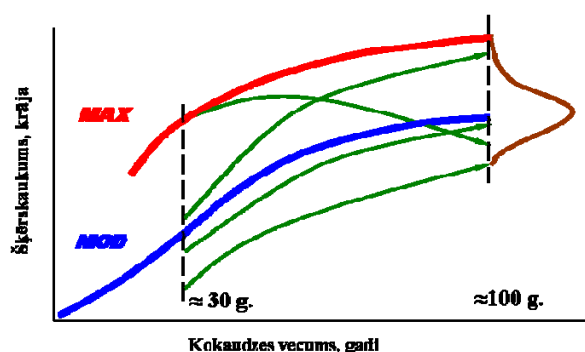
Asmana krājas līmeņa teorija nosaka, ka audzēm ar atšķirīgām krājas lieluma klasēm (krājas lieluma klase – kopējā producētā krāja pie konkrētā augstuma) ir arī atšķirīgas „augstuma - kopējās krājas” attīstības trajektorijas.

J. Matuzāņa vadībā izstrādātas virsaugstuma bonitāšu skalas P, E, B balstot uz paraugkoku metodi, kā arī šīm 3 sugām balstot uz lielu skaitu vienreiz uzmērītu parauglaukumu aprēķināta optimālo audžu augšanas gaita un $V_{opt} G_{opt}, N_{opt}$. Pēc šiem pašiem principiem aprēķināti arī krājas tekošā pieauguma lielums atkarībā no sugas, bonitātes klases un biežības (standarta), tekošā krājas pieauguma ($m^3 ha^{-1} gads^{-1}$) prognoze atkarībā no $A_{1,3}$, H_{100} un saglabājamās audzes šķērslaukuma. J. Matuzāņa vadībā arī ir izstrādāti taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļi.

P. Zālītis

Balstās uz Eihorna (Eichhorn) 1904.g. „likumu”, kurš nosaka, ka kopējā (akumulētā) virszemes koksnes krāja pie konkrētā audzes augstuma nav atkarīga no audzes vecuma un meža tipa (van Laar, Akça, 1997, Skovsgaard, Vanclay, 2007).

Otra atziņa, uz kura balstīta pieeja, ir saistīta ar novērojumu, ka „biezas audzes jaunībā ir retas audzes vecumā” (6.1. attēls) un konstatējumu, ka intensīvi izretinātās jaunaudzēs, tām no 5 m augstuma sasniedzot 15m augstumu koku skaits samazinās vidēji 10 gab. ha^{-1} uz 1 augstuma pieauguma metru.



6.1. attēls. Kokaudzes šķērslaukuma (krājas) uzkrāšanās gaitas shēma (Zālītis 2008)

Pētījumi rezultāti balstīti gan uz ilglaicīgajiem parauglaukumiem, gan arī vienreiz uzmērītiem īslaicīgajiem parauglaukumiem.

Liepa (1968, 1975, 1996, 2008, Липа, 1980)

Galvenokārt pētījumi veltīti diviem virzieniem: 1) atsevišķa koka, audzes un audžu kopu krājas pieaugumu (dinamikas) aproksimācijai balstot uz diferenciālajiem vienādojumiem, un 2) atsevišķa koka vai audzes elementa reakcijas un mežsaimniecisko pasākumu ietekmes novērtējuma metožu izstrāde, balstot to uz papildus pieauguma aprēķināšanu.

Pieņēmums, ka G , V pieaugums ir proporcionāls reducētajam šķērslaukumam (m^2/m^2) vai m^3/m^2).

Pētījumi pamatā balstīti uz īslaicīgo parauglaukumu un paraugkoku datu izmantošanu.

Ozoliņš, Dubrovskis (Ozoliņš, 2002, Dubrovskis, 2007, Arhipovs et al. 2006)

Augšanas gaita tiek modelēta balstot uz pieņēmumu, ka visā audzes augšanas gaitā tai ir viena un tā pati bonitāte. Savukārt H un D vērtību proporcija pret attiecīgās gradācijas klases vidējo vērtību 1. periodā, saglabājās arī nākamajos periodos. Koku skaits līdz nākamajai kopšanas reizei saglabājas konstants. Audzes H , D kopšanas cirtes rezultātā nemainās.

Atšķirībā no iepriekšējām metodēm, kas balstītas pamatā tikai uz vidējā koka rādītāju izmantošanu, šajā gadījumā tiek aprēķināts arī koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm pieņemot, ka tas atbilst normālajam sadalījumam. Audžu sortimentācija tiek aprēķināta balstoties uz „variablajām sortimentu tabulām” (Ozoliņš, 1981, Ozoliņš 2002)

6.1.6. Rādītāju sadalījums gradācijas klasēs

Augstumlīkne

Prakses vajadzībām visbiežāk tiek lietota R. Ozoliņa aprakstītā augstumlīknes aprēķināšanas metode (Ozoliņš, 1997; Ozoliņš, 2002), kas tiek izmantota arī Meža statistiskajā inventarizācijā.

$$h_j = a + \frac{d_j}{bd_j + c}, \quad (6.7)$$

kur d_j -attiecīgās caurmēra pakāpes koks
 H_j -attiecīgās caurmēra pakāpes koka augstums

Koku skaita sadalījums pa caurmēra pakāpēm

Pašreiz izmantotajos algoritmos koku sadalījums pa caurmēra pakāpēm (virtuālā dastlapa) tiek modelēts balstoties uz R. Ozoliņa t.s. kvazinormālā sadalījuma metodi (Ozoliņš 2002). Uz šīs metodes trūkumiem norādījusi I. Arhipova ar kolēģiem (Arhipova et al. 2007). Kā vienu no ierobežojumiem minēta normālā sadalījuma izkliedes S vērtības robežas, kuras pēc šī algoritma pat izmantojot visas 3 rekomendētās perturbācijas (Ozoliņš, 2002) nevar būt mazāka par 3.5 un lielāka par 15, bet skatoties S vērtību no reālajiem datiem tā ir robežās no 2 – 19. (Arhipova et al. 2007), tādēļ kvazinormālā sadalījuma vietā tiek piedāvāts izmantot šķībnormālo sadalījumu.

Sortimentācija

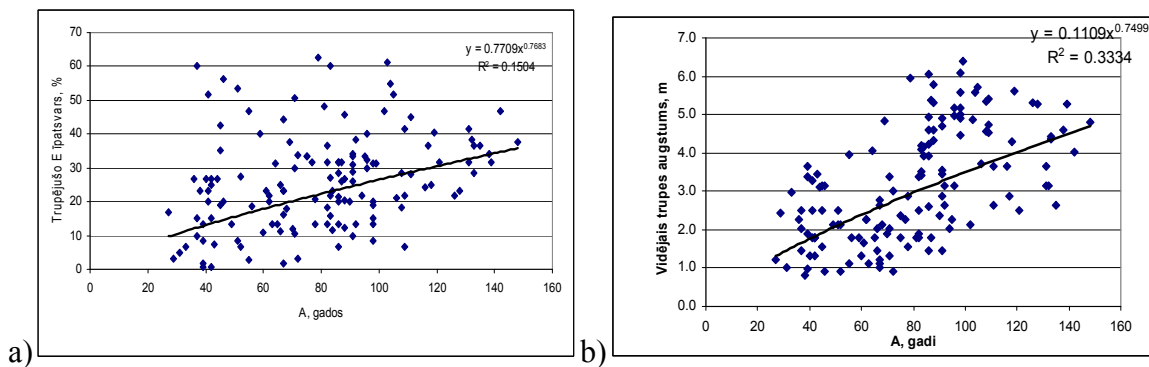
Sortimentu iznākums veselās audzēs

R. Ozoliņš (*Ozoliņš, 2002*), kurš audzes Sortimentācijas aprēķinus balstījis uz pieņēmumu par koku skaitu pa caurmēra pakāpēm atbilstību normālajam sadalījumam ar „nošķeltu kreiso pusi” to nodēvējot par kvazinormālo sadalījumu. Par pamatu ņemot audzes elementa vidējo caurmēru, (D_{kvadr}), vidējo koka augstumu, H_{vid} (m), šķērslaukumu $m^2 ha^{-1}$ un krāju $m^3 ha^{-1}$, izmantojot fotorobota principu, tiek aprēķināts koku skaits, to sadalījums pa caurmēra pakāpēm, augstumlikne, bet pēc tam izmantojot stumbra veidules, aprēķināts katras caurmēra pakāpes un pēc tam visa meža elementa Sortimentācija.

Lietkoksnes rupjuma grupu un malkas īpatsvaru (preču tabulas) briestaudzēs un pieaugušās audzēs atkarībā no vidējā diametra (D) tabulējuši I. Kenstavičus un A. Kuļiešis (*Нормативы для таксации леса Латвийской ССР. - Рига, 1988. - с. 176:143-145*). Šo tabulu aproksimāciju veicis prof. I. Liepa (*6. tabula Iesalnieks, 2002*). Salīdzinot kopējais lietkoksnes Sortimentu iznākumu, kas aprēķināts izmantojot trīs dažādas metodes (preču tabulas, „Virtuālā dastlapa” un audžu novērtējums izmantojot datorprogrammu ‘Mežvērte 6.8’), konstatēts, ka aprēķini izmantojot modeļus, kas balstīti uz Ozoliņa algoritmiem dod līdzīgs vērtības, bet tabulas aproksimācija sistemātiski dod visaugstāko resno Sortimentu iznākumu.

Lietkoksnes Sortimentu iznākuma korekcija E audzēs

Izvērtējot egļu audžu inficētību ar sakņu trupi (pētījumi veikti AS LVM finansēta projekta ietvaros), konstatēts, ka egļu audzēs vidēji ap 22% no kokiem ir ar trupes pazīmēm. Lielākajā daļā gadījumu audzē nav atšķirības starp trupējušo un veselo koku vidējiem diametriem, tādēļ vienkāršotiem aprēķiniem var pieņemt, ka aprēķinot Sortimentu iznākumu būtu jāparedz, ka daļa no kokiem ir ar trupi un atbilstoši no to resgaļiem nav iegūstami zāgbaļķi. Sakarība starp trupējušo koku īpatsvaru un vecumu, kas iegūta no vairāk nekā 140 cirsma apsekojumu datiem, atspoguļota 6.2. a) attēlā, bet sakarība starp vidējo trupes augstumu un vecumu, kas balstīts uz 115 paraugkoku datiem, atspoguļota 6.2.b) attēlā.



6.2 attēls. Trupējušo egļu īpatsvars audzēs atkarībā a) no audzes vecuma un b) trupes augstums atkarībā no audzes vecuma.

Tomēr jānorāda, ka audzē mazāku dimensiju kokiem ir mazāks trupes šķērslaukums un atbilstoši arī mazāks trupes augstums stumburā ne kā lielākiem kokiem.

6.2. Materiāls un metodika

6.2.1 Agrāk izstrādāto meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju un to izmaiņu normatīvu izvērtējums

6.2.1.1. Vidējā augstuma, dominējošā augstuma un virsaugstuma bonitātes sakarība

Vidējā augstuma izmaiņu aproksimācijas liknei izmantoti pastāvīgo parauglaukumu pārmērījumu dati. Attiecīgajam vidējam augstumam atbilstošais dominējošais augstums aprēķināts pārveidojot J.Matuzāņa sakarību (*Нормативы для таксации...*, 1988., 3.6.tab.):

$$H_{dom} = -0,0063H^2 + 1,13149H - 1,03, \quad (6.8)$$

kur, H_{dom} - dominējošais augstums;
 H - vidējais augstums.

Virsaugstuma bonitāte aprēķināta izmantojot J.Matuzāņa sakarību (*Нормативы для таксации...*, 1988., 3.2.tab.):

$$H_{100} = \frac{2,6 - 1,31 \lg A_{1,3} - 1,14 H_{dom}}{0,86 - \lg A_{1,3}}, \quad (6.9)$$

kur, H_{100} - virsaugstums;
 $A_{1,3}$ - krūšaugstuma vecums;
 H_{dom} - dominējošais augstums.

6.2.1.2. Priedes, egles un bērza audžu vidējā diametra, vidējā augstuma un šķērslaukuma aktualizācijas modeļu sakarību pārbaude pa bonitātēm un vecumiem

Priedes, egles un bērza audžu vidējā diametra, vidējā augstuma un šķērslaukuma dinamika pa bonitātēm un vecumiem aprēķināta izmantojot aktualizācijas modeļus (*VMD rīkojums...*, 2001). Kā izejas dati izmantotas optimālu priežu, egļu un bērza audžu augšanas gaitas tabulētās vērtības no 20 vai 30 gadu vecuma (*Нормативы для таксации...*, 1988., 3.5;3.6;3.7. tab.) atkārtoti aktualizācijā izmantojot iepriekšējās 10-gades aktualizētās vērtības.

6.2.1.3. Ikgadējā dabiskā atmiruma funkcijas priedei un eglei

Agrāk izstrādātajos normatīvos (*Latvijas PSR Mežsaimniecības...*, 1984, *Нормативы для таксации* 1988) atrastas 2 dažādas priedes un egles dabiskā atmiruma noteikšanas metodes. Tā kā no MSI vienreizējas uzmērīšanas datiem atmirumu var noteikt visai aptuveni, pārbaudīts cik saskanīgas minētās funkcijas un vai tās ir izmantojamas atmiruma modelēšanai. Priedei izmantotas (pārbaudītas) sekojošas funkcijas:

$$V_{atm} = (3,39 - 0,6055 * (B + 1) + 0,04051 * (B + 1)^2 - 0,08847 * A + 0,021956 * A * (B + 1) - 0,0017688 * A * (B + 1)^2) * (0,6667 * P + 0,3333 * P^2), \quad (6.10)$$

kur B - Orlova bonitāte (Ia bonitāte ir apzīmēta ar 0; I bonitāte ar 1, utt.);
 A - vecums desmitgadēs (no 4 līdz 16);
 P - biežība (no *Нормативы для таксации...*, 1988., 6.10.tab.).

$$V_{atm} = (6,565 / A + 0,000214 * A - 0,0328) * H + (0,0947 * H / A - 0,000166 * A / H - 0,0045) * (G - 24), \quad (6.11)$$

kur, V_{atm} – atmirums gadā, m^3/ha ;
 A – audzes vecums, gadi;
 H – audzes vidējais augstums, m;
 G – audzes šķērslaukums, m^2/ha (no Latvijas PSR Mežsaimniecības..., 1984., 67220. nod.)

Savukārt eglei izmantotas (pārbaudītas) sekojošas funkcijas:

$$V_{atm} = (5,93 - 0,73 * (B + 1) - 0,55 * A + 0,05 * (B + 1) * A + 0,01965 * A^2 - 0,001787 * (B + 1) * A^2) * (-0,025 + 0,680 * P + 0,345 * P^2), \quad (6.12)$$

Kur, B – Orlova bonitāte (la bonitāte ir apzīmēta ar 0, I bonitāte ar 1, utt.);
 A – vecums desmitgadēs (no 4 līdz 14);
 P – bieztība (no Нормативы для таксации, 1988., 6.11.tab.).

$$V_{atm} = (10,095 / A + 0,000382 * A - 0,0902) * H + 0,0184 * (G - 24), \quad (6.13)$$

kur, V_{atm} – atmirums gadā, m^3/ha
 A – audzes vecums, gadi
 H – audzes vidējais augstums, m
 G – audzes šķērslaukums, m^2/ha (no Latvijas PSR Mežsaimniecības..., 1984., 67220. nod.)

6.2.2. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji atbilstoši MSI datiem

6.2.2.1. Modelēšanā izmantojamo datu atlasē principu

MSI datu bāzē ir informācija par vairāk nekā 18000 sektoriem. (viens $500m^2$ parauglaukums var tikt sadalīts sektoros, ja tas atrodas uz dažādu zemju kategoriju robežām, vai dažādu audžu robežām). Tā kā meža statistiskā inventarizācijas metodika ir veidota ar mērķi raksturot ar noteikto precizitāti meža resursus valstī kopumā, atsevišķu parauglaukumu raksturojošo rādītāju izkliede (variācijas koeficienti) ir relatīvi liela. Tādēļ, lai izslēgtu netipiskus gadījumus, modeļu izstrādē izmantoti dati no MSI datu bāzes, kuri atbilst sekojošiem nosacījumiem:

- Parauglaukuma veids – pastāvīgie vai pagaidu (kods 1 vai 2),
- parauglaukumā ir tikai viens sektors, kura platība ir $500 m^2$,
- zemju kategorijas kods ir 10 (mežs),
- valdošās sugas kods 1-11 (P, E, B, A, M, Ba, Oz, Os),
- koku skaits N , kas dots datu bāzē un N , kas tiek aprēķināts, kā f -ja no G un D_g , neatšķiras,
- ikviena 1. stāva meža elementa V , kas aprēķināta kā individuālu koku tilpumu summa, un atbilstošā meža elementa V , kas aprēķināts kā vidējā koka V un datu bāzē dotā koku skaita reizinājums, atšķirības nepārsniedz $\pm 5.0\%$,
- kopējā 1. stāva meža elementu V , kas aprēķināta kā individuālu koku tilpumu summa, un atbilstošo meža elementu V summa, kas aprēķināta kā meža elementa vidējā koka V un konstatēto koku skaitu reizinājums katram elementam, atšķirības nepārsniedz $\pm 5.0\%$.

Kopā izmantoti dati par 4443 parauglaukumiem:

- priedes – 1617,
- egles – 855,
- bērzi – 1172,
- melnalkšņi – 219,
- apses – 313,
- baltalkšņi – 267.

Oz un Os šādu laukumu bija tikai daži desmiti, tādēļ tie tālākos aprēķinos netika izmantoti.

6.2.2.2. Audžu bonitātes atkarībā no meža tipiem, valdošajām sugām un vecuma

Bonitātes aprēķinātas pēc Orlova bonitāšu skalas aproksimētajiem vienādojumiem (skuju kokiem – dižmežs, lapu kokiem – atvasāji).

Datu analīzē iekļauti dati, kas atbilst sekojošām prasībām:

- zemju kategorijas kods – 10 (mežs),
- parauglaukumā ir viens sektors, kura platība ir 500 m²,
- valdošās I stāva koku sugas vecums skuju kokiem lielāks par 20 gadiem, lapu kokiem – 10 gadiem,
- meža tipā vismaz 20 parauglaukumi.

Kopā analizēti 3753 parauglaukumu dati:

- priežu audzēs – 1487 (12 meža tipos),
- egļu audzēs – 623 (7 meža tipos),
- bērzu audzēs – 1141 (11 meža tipos),
- apšu audzēs – 189 (4 meža tipos),
- melnalkšņu audzēs – 137 (4 meža tipos),
- baltalkšņu audzēs – 176 (3 meža tipos).

6.2.2.3. Audzes valdošās koku sugas augstuma un caurmēra aproksimācija izmantojot Richards-Chapman funkciju (6.2)

Vienādojumu koeficienti aprēķināti izmantojot datorprogrammu SPSS-14 for Windows izvēlni Non-linear regression. Koeficientu vērtību aprēķināšanai izmantots noklusētais *Levenberg-Marquardt* algoritms. Ja vienādojums nekonverģēja, tad tika izmantots *sequential quadratic programming* algoritms, koeficientiem definējot to vērtību ierobežojumus ņemot vērā iepriekšējo sekmīgi konverģējušo variantus.

Tā kā izvēloties opciju *loss function* = „klūdas kvadrātu summu svērt pēc lieluma „vecums²”, lielākajā daļā gadījumu vienādojumi koeficienti tika aprēķināti skaitliski, un aprēķināto koeficientu vērtības pārbaudītajos gadījumos iekļāvās koeficientu vērtību 95% ticamības intervālā, ja tie aprēķināti izvēloties opciju *loss function* = „sum of squared residuals”, tad koeficientu vērtību aprēķināšanai daļā gadījumu izmantota pēdējā (noklusētā) opcija.

Vienādojumu koeficienti aprēķināti valdošajām sugām - P, E, B, A, M, Ba pa Orlova bonitātēm un pa meža tipiem, kuros ir pietiekami liels parauglaukumu skaits katrā gradācijas klasē. Tā kā parauglaukumi ir tikai vienreiz uzmērīti, tad šajā gadījumā nav iespējams apgalvot, ka vienādojumi aproksimē reālu augšanas gaitas rindu.

6.2.2.4. Maksimālā koku skaita un šķērslaukuma aproksimācija

No 2.2.1. punktā aprakstītas datu bāzes atlasītas tīraudzes, t.i. I stāvā ir tikai viena suga.

Analīzē iekļauti dati tikai par tiem parauglaukumiem, kuriem I stāva valdošā koku suga ir priede, egle vai bērzs. Kopā analīzē izmantoti dati par 1382 parauglaukumiem:

- priedes – 753,
- egles – 197,
- bērzi – 432.

Analīzē izmantotie rādītāji:

D – vidējais I stāva valdošās koku sugas krūšaugstuma caurmērs (cm),

H – vidējais I stāva valdošās koku sugas augstums (m),

N – I stāva valdošās koku sugas koku skaits (ha^{-1}),

G – I stāva valdošās koku sugas šķērslaukums (m^2ha^{-1}).

Maksimālais koku skaits un šķērslaukums aproksimēts kā:

- maksimālais rādītājs gradācijas klasē;
- aritmētiski vidējais rādītājs gradācijas klasē plus 3 standartnovirzes (S).

Gradācijas klases augstumam ir 2 metri (1.3–2.0m, 2.1-4.0m...28.1-30.0m, 30.1 un vairāk m). Caurmēram gradācijas klases ir 2 cm, izņemot resnākās audzes, kurās gradācijas klase ir 6 cm (1.1-3.0cm, 3.1-5.0cm, ... 27.1-29.0cm, 29.1-35.0 cm, 35.1-41.0cm, 41.1 un vairāk cm).

6.2.2.5. Krāju atšķirība aprēķinot pēc I. Liepas (1996) un R. Ozoliņa (2002) formulām

Kopā izmantoti dati par 4488 parauglaukumiem:

- priedes – 1617,
- egles – 855,
- bērzi – 1170,
- melnalkšņi – 219,
- apses – 311,
- baltalkšņi – 267,
- ozoli – 16,
- oši - 33.

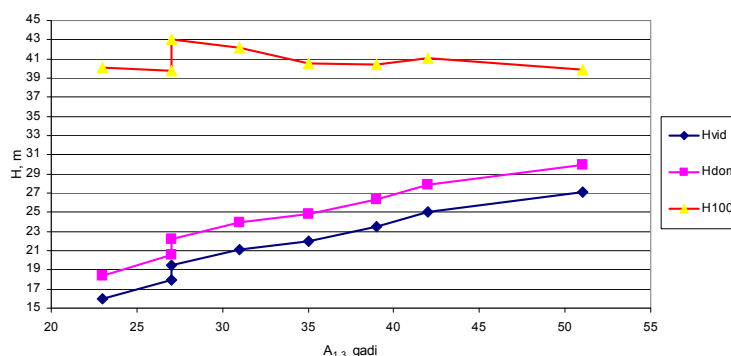
Salīdzinātas aritmētiski vidējās krājas pa desmitgadēm.

6.3. Rezultāti

6.3.1 Agrāk izstrādāto meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju un to izmaiņu normatīvu izvērtējums

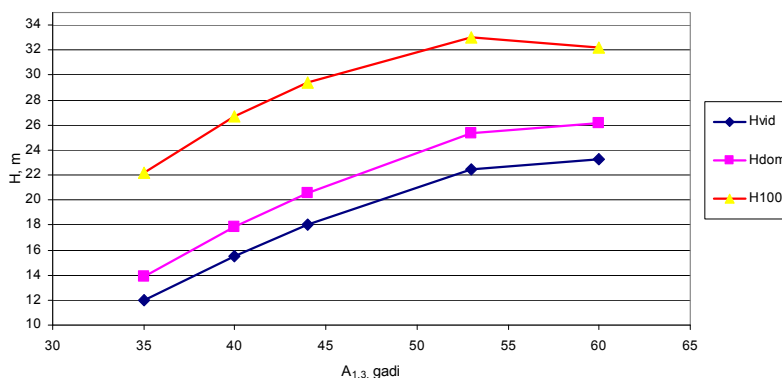
6.3.1.1. Vidējā augstuma, dominējošā augstuma un virsaugstuma bonitātes sakarība

Izvērtējot vairākkārt pārņemto parauglaukumu datus, konstatēts, ka audzes vidējais augstums kopšanas cirtes rezultātā mainās par 1,5 metriem (6.3. attēls). Tādējādi, formāli mainās audzes bonitāte (pēc Orlova skalas) no -0,6 uz -1,2 bonitāti (dižmeža) un arī izmantojot pārveidotās J. Matuzāņa formulas H un H_{dom} sakarību aprēķināšanai (6.8.), virsaugstuma bonitāte H_{100} no $H_{100}=40\text{m}$ uz $H_{100}=43\text{m}$. Tas norāda, ka izmantojot vienu reizi uzņēmītu parauglaukumu datus iespējamas visai nozīmīgas kļūdas augšanas gaitas aprakstīšanā.



6.3. attēls. Vidējā augstuma (H_{vid}), dominējošā augstuma (H_{dom}) un virsaugstuma (H_{100}) bonitātes sakarība egļu audzē šaurlapu ārenī MPS Kalsnava 108.kv.

Savukārt sekojot MPS Kalsnava 104. kv. parauglaukuma augšanas gaitai (6.4. attēls), konstatējams, ka augstuma pieaugums notiek daudz straujāk nekā tas prognozēts atbilstoši J. Matuzāņa virsaugstuma bonitāšu skalai. Parauglaukuma augstuma attīstībā laikā no $A_{1,3}=35$ līdz $A_{1,3}=60$, mainās atbilstoši no $H_{100}=22\text{m}$ uz $H_{100}=32$. Tas norāda, ka arī izstrādātās Virsaugstuma bonitātes skalas atsevišķos gadījumos var neatpoguļot reālo augšanas gaitu vienā nogabalā.



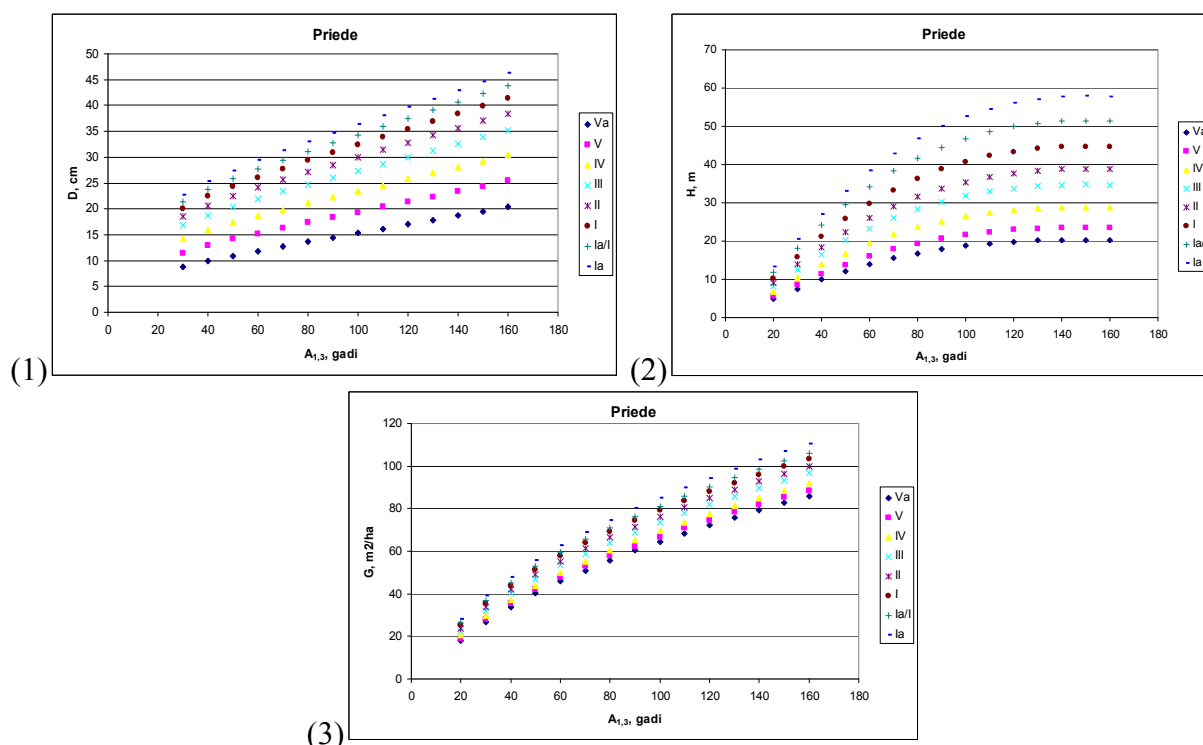
6.4. attēls. Vidējā augstuma (H_{vid}), dominējošā augstuma (H_{dom}) un virsaugstuma (H_{100}) bonitātes sakarība egļu audzē šaurlapu ārenī MPS Kalsnava 104.kv.

6.3.1.2. Priedes, egles un bērza audžu vidējā diametra, vidējā augstuma un šķērslaukuma aktualizācijas modeļu sakarību pārbaude pa bonitātēm un vecumiem

160 gadu vecumā priežu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 20 cm Va bonitātē līdz 46 cm Ia bonitātē (6.5. (1). attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 19,2 un 50,7 cm.

160 gadu vecumā priežu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 20,2 m Va bonitātē līdz 57.7 m Ia bonitātē (6.5.(2). attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 14,9 un 40,6 m.

160 gadu vecumā priežu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 85,9 m²·ha⁻¹ Va bonitātē līdz 110,6 m²·ha⁻¹ Ia bonitātē (6.5.(3).attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 27,2 un 46,5 m²·ha⁻¹.

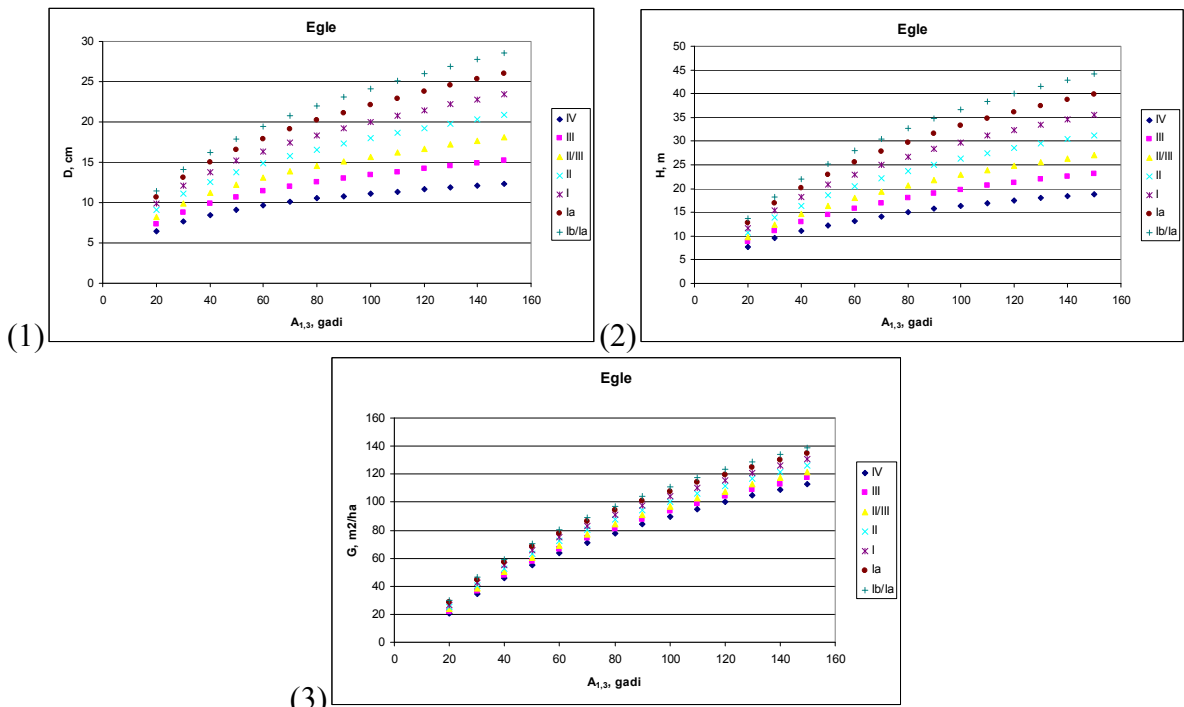


6.5. attēls. 1.Priežu audžu vidējā caurmēra dinamika(1.) vidējā augstuma dinamika(2) un vidējā šķērslaukuma dinamika (3) pa bonitātēm un vecumiem aprēķinot to ar aktualizācijas modeli (VMD rīkojums...,2001)

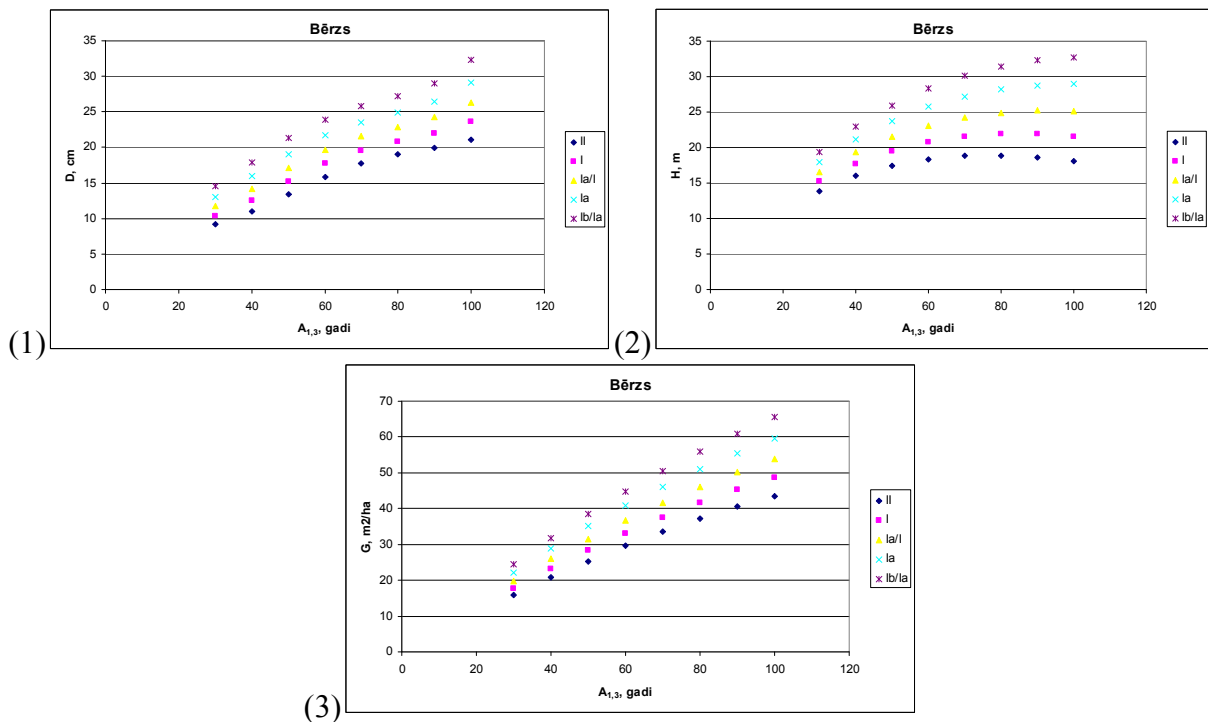
130 gadu vecumā egļu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 11.9 cm IV bonitātē līdz 26.9 cm Ib/Ia bonitātē (6.6.(1) attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 25.0 un 38.2 cm.

130 gadu vecumā egļu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 18.0m IV bonitātē līdz 41.5 m Ib/Ia bonitātē (6.6. (2) attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 20.3 un 41.2 m.

130 gadu vecumā egļu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 104.6 m²·ha⁻¹ IV bonitātē līdz 128.9 m²·ha⁻¹ Ib/Ia bonitātē (6.6. (3) attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 42.5 un 61.1 m²·ha⁻¹.



6.6. attēls. Egļu audžu vidējā caurmēra (1)augstuma (2) un šķērslaukuma (3) dinamika pa bonitātēm un vecumiem aprēķinot to ar aktualizācijas modeli (VMD rīkojums...,2001)



6.7. attēls. Bērza audžu vidējā caurmēra (1), augstuma (2) šķērslaukumam (3) un dinamika pa bonitātēm un vecumiem aprēķinot to ar aktualizācijas modeli (VMD rīkojums...,2001)

80 gadu vecumā bērzu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 19.0 cm II bonitātē līdz 27.2cm Ib/Ia bonitātē (6.7. (1) attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 17.2 un 29.1 cm.

80 gadu vecumā bērzu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 18.9 m II bonitātē līdz 31.4 m Ib/Ia bonitātē (6.7. (2) attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 21.9 un 32.0 m.

80 gadu vecumā bērzu audžu vidējais caurmērs, kas aprēķināts pēc aktualizācijas modeļa, svārstās no 37.2 m²·ha⁻¹ II bonitātē līdz 56.0 m²·ha⁻¹ Ib/Ia bonitātē (6.7. (3) attēls). Atbilstoši optimālo audžu augšanas gaitai šiem lielumiem būtu jābūt 28.6 un 43.9 m²·ha⁻¹.

Aktualizācijas modeļi ir paredzēti no 1 - 10(15) gadu ilgai svarīgāko taksācijas rādītāju D, H, G aktualizācijai. Taču to standartformas (perioda ilgums 10 gadi) nevienai no 3 nozīmīgākajām sugām (P, E, B) nav izmantojamas ilgtermiņa audzes raksturojošo parametru attīstības modelēšanai, jo salīdzinot vairākkārt (8-13 reizes) aktualizētās vērtības ar atbilstošā vecuma optimālo audžu augšanas gaitas tabulās attēlotajām vērtībām, atšķirības atsevišķiem rādītājiem, piem., G (priedei) un G (eglei) pēc pēdējās aktualizācijas pārsniedz vairāk kā 2 reizes.

6.3.1.3. Ikgadējā dabiskā atmiruma funkcijas priedei un eglei

Lai pārbaudītu funkciju adekvātumu un salīdzinātu arī rezultātus savstarpēji aprēķināts ikgadējais dabiskais atmirums 50 gadu vecās priežu, kā arī egļu audzēs ar biežību no 0,4 līdz 1 un bonitāti no 1a līdz 5 (6.1.-6.4.tabula). Tā kā 6.10 un 6.13. funkcija tieši nav atkarīga no audzes biežības un bonitātes, bet no audzes vidējā augstuma un audzes šķērslaukuma, tad, lai aprēķinātu bonitāti, ir izmantota (6.12. funkcija no Нормативы для таксации..., 1988), bet biežības aprēķināšanai izmantota normālo šķērslaukumu funkcija no (Latvijas PSR Mežsaimniecības..., 1984., 67212. nod.).

Salīdzinot savstarpēji vienas sugas ietvaros ar funkciju 6.10. un 6.11., kā arī 6.12. un 6.13. aprēķināto dabisko ikgadējo atmirumu (6.1.-6.4.tabula), redzams, ka ikgadējais dabiskais atmirums ir lielāks pēc 6.11. un 6.13. funkcijas, turklāt, ja pilnas biežības audzēs atšķirība ir mazāka (priežu audzēs pie biežības 1,0 ikgadējais dabiskais atmirums pēc 6.10.funkcijas no 1,11 - 2,48 m³ha⁻¹, pēc 6.11. funkcijas 0,86 – 2,88 m³ha⁻¹), tad retākās audzēs atšķirība palielinās (priežu audzēs pie biežības 0,4 ikgadējais dabiskais atmirums pēc 6.10. funkcijas no 0,36 – 0,79 m³ha⁻¹, pēc 6.11. funkcijas 0,73 – 2,08 m³ha⁻¹), sevišķi egļu audzēs (pie biežības 0,4 ikgadējais dabiskais atmirums pēc 6.12.funkcijas no 0,07 – 0,78 m³ha⁻¹, pēc 6.13. funkcijas 0,74 – 2,76 m³ha⁻¹).

Pēc 6.11. un 6.13. funkcijas aprēķinātais ikgadējais dabiskais atmirums mazāk samazinās retākās audzēs, salīdzinot ar pēc 6.10. un 6.12. funkcijas aprēķināto ikgadējais dabisko atmirumu (6.1.-6.4.tabula) (piemēram, egļu audzēs pie 1. bonitātes ikgadējais dabiskais atmirums pēc 6.12. funkcijas pie biežības no 0,4 - 1 svārstās no 0,64 – 2,11 m³ha⁻¹, bet pēc 6.13. funkcijas no 2,36 -2,72 m³ha⁻¹, kas nešķiet loģiski, lai arī tam nav pašreiz nav faktiskā apstiprinājuma.

Ikgadējā dabiskā atmiruma funkcijas (6.2.apakšnodaļa) ir izstrādātas pēc mežierīkotāju pasūtījuma, lai varētu plānot sanitārās izlases cirtes. Trūkstot reprezentatīvam izejas materiālam, tās balstītas uz patvaļīgu pieņēmumu, ka atmirst 50% no tekošā G pieauguma (J. Bisenieks, pers. komunikācija). Pamatvienādojumi ir 6.11. un 6.13., bet tie divi pārējie ir sekundāri, kas balstīti uz vairākkārtējām transformācijām, lai tajos varētu iekļaut bonitāti un biežību. Tā kā MSI precīzi atmiruma novērtējuma dati pašreizējā datu formātā nav pieejami (tos varēs iegūt izvērtējot atkārtoti pārmērītos parauglaukumus), ieteikums ikgadējā dabiskā atmiruma aprēķināšanai priežu un egļu audzēs kā pagaidu risinājumu izmantot 6.11. un 6.13. funkcijas (Latvijas PSR Mežsaimniecības..., 1984., 67220. nod.).

6.1. tabula

50 gadus vecu priežu audžu ikgadējais dabiskais atmirums $m^3 ha^{-1}$ atkarībā no audzes biežības un bonitātes (pēc Нормативы для таксации..., 1988., 6.10.tab.)

Bonitāte	Biezība						
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Ia	0.79	1.03	1.29	1.56	1.85	2.16	2.48
I	0.67	0.87	1.08	1.31	1.56	1.81	2.08
II	0.56	0.73	0.91	1.10	1.30	1.52	1.75
III	0.47	0.61	0.77	0.93	1.10	1.28	1.47
IV	0.40	0.53	0.66	0.79	0.94	1.10	1.26
V	0.36	0.46	0.58	0.70	0.83	0.97	1.11

6.2. tabula

50 gadus vecu priežu audžu ikgadējais dabiskais atmirums $m^3 ha^{-1}$ atkarībā no audzes biežības un bonitātes (pēc Latvijas PSR Mežsaimniecības..., 1984., 67220. nod.)

Bonitāte	Biezība						
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Ia	2.08	2.21	2.35	2.48	2.61	2.75	2.88
I	1.80	1.91	2.02	2.13	2.24	2.35	2.46
II	1.53	1.61	1.70	1.79	1.87	1.96	2.05
III	1.26	1.32	1.38	1.45	1.51	1.58	1.64
IV	0.99	1.03	1.07	1.12	1.16	1.20	1.24
V	0.73	0.75	0.77	0.79	0.82	0.84	0.86

6.3. tabula

50 gadus vecu egļu audžu ikgadējais dabiskais atmirums $m^3 ha^{-1}$ atkarībā no audzes biežības un bonitātes (pēc Нормативы для таксации..., 1988., 6.11.tab.)

Bonitāte	Biezība						
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Ia	0.78	1.03	1.31	1.60	1.91	2.23	2.58
I	0.64	0.85	1.07	1.31	1.56	1.83	2.11
II	0.50	0.66	0.83	1.02	1.21	1.42	1.64
III	0.35	0.47	0.59	0.73	0.87	1.02	1.17
IV	0.21	0.28	0.36	0.44	0.52	0.61	0.71
V	0.07	0.10	0.12	0.15	0.18	0.21	0.24

6.4. tabula

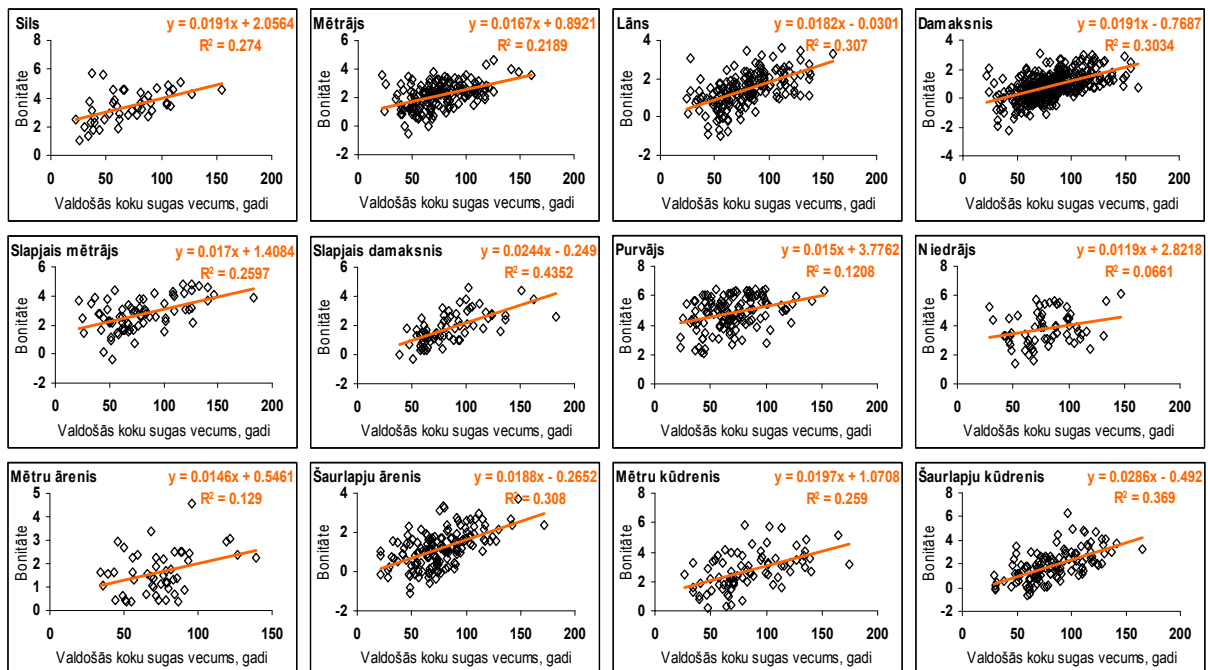
50 gadus vecu egļu audžu ikgadējais dabiskais atmirums $m^3 ha^{-1}$ atkarībā no audzes biežības un bonitātes (pēc Latvijas PSR Mežsaimniecības..., 1984., 67220. nod.)

Bonitāte	Biezība						
	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
Ia	2.76	2.82	2.89	2.96	3.02	3.09	3.15
I	2.36	2.42	2.48	2.54	2.60	2.66	2.72
II	1.96	2.01	2.07	2.12	2.18	2.23	2.29
III	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.84
IV	1.15	1.19	1.23	1.27	1.31	1.36	1.40
V	0.74	0.77	0.81	0.84	0.88	0.91	0.95

6.3.2. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji atbilstoši MSI datiem

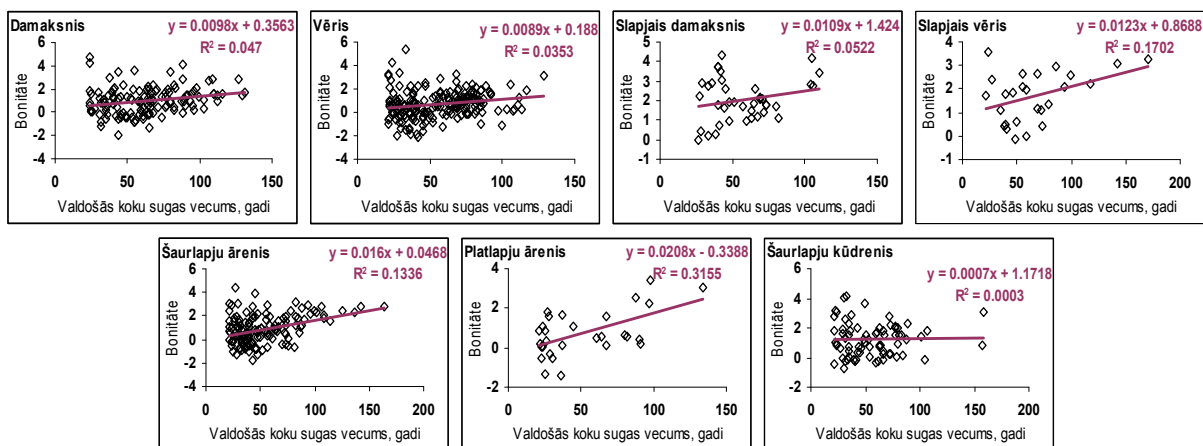
6.3.2.1. Audžu bonitātes atkarībā no meža tiem, valdošajām sugām un vecuma

Parauglaukumos, kuri ierīkoti priežu audzēs, neatkarīgi no meža tipa jaunākajās audzēs aprēķinātā bonitāte ir augstāka nekā vecākajās audzēs (6.8. attēls). Visos gadījumos (visiem meža tiem) lineārās korelācijas koeficients ir lielāks par attiecīgo korelācijas koeficientu kritisko vērtību, kas nozīmē, ka visas korelācijas ir statistiski būtiskas.



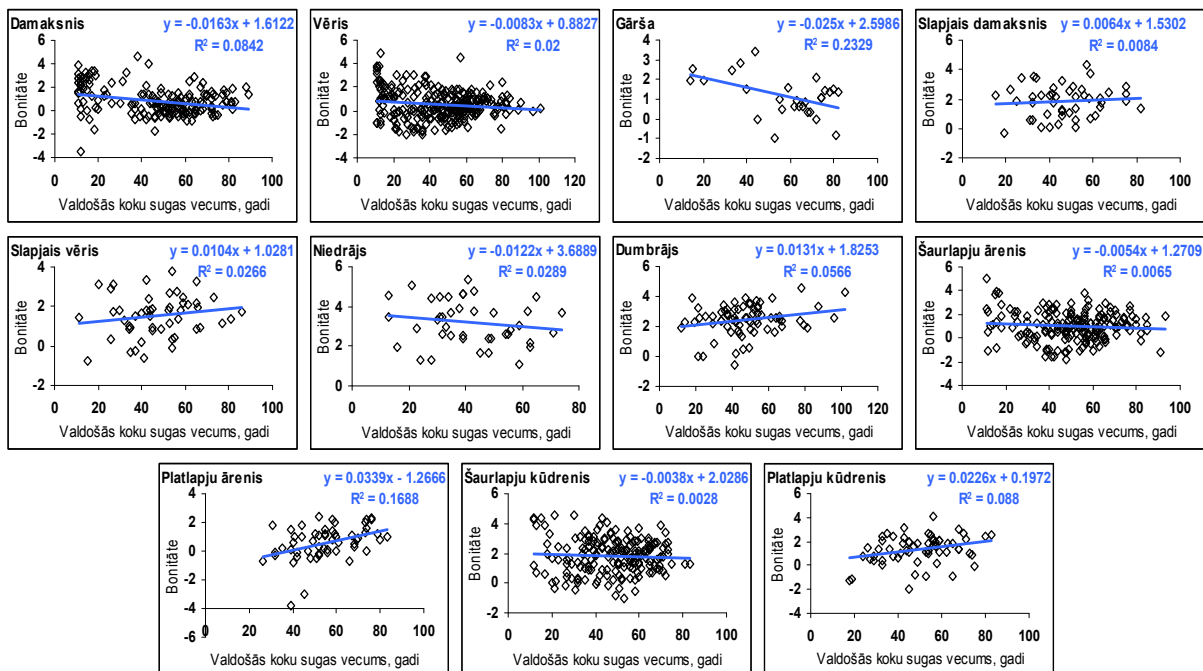
6.8. attēls. Bonitāte atkarībā no I stāva valdošās koku sugas vidējā vecuma un meža tipa parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir priede.

Parauglaukumos, kas ierīkoti egļu audzēs (parauglaukumā I stāva valdošā koku suga ir egle), bonitāte atkarībā no valdošās koku sugas vecuma ir nemainīga (lineārās korelācijas koeficients ir mazāks par attiecīgo korelācijas koeficienta kritisko vērtību) Dms un Ks meža tipos. Pārējos analizētajos meža tipos (Dm, Vr, Vrs, As, Ap) jaunākajās audzēs ir augstāka bonitāte nekā vecākajās audzēs, jo visos gadījumos ir konstatēta statistiski būtiska lineārā korelācija. Lai gan Dm un Vr meža tipos konstatēta statistiski būtiska korelācija, bet tā ir vāja ($R < 0,3$), un vecākajās audzēs bonitāte ir aptuveni tikai par vienu vienību zemāka nekā jaunākajās audzēs (6.9. attēls). Neatkarīgi no meža tipa jaunākajās audzēs ir lielāka datu izkliede nekā vecākajās audzēs, kas principā nebija novērojams parauglaukumos, kuri ierīkoti priežu audzēs (parauglaukumā I stāva valdošā koku suga ir priede).



6.9. attēls. Bonitāte atkarībā no I stāva valdošās koku sugas vidējā vecuma un meža tipa parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir egle.

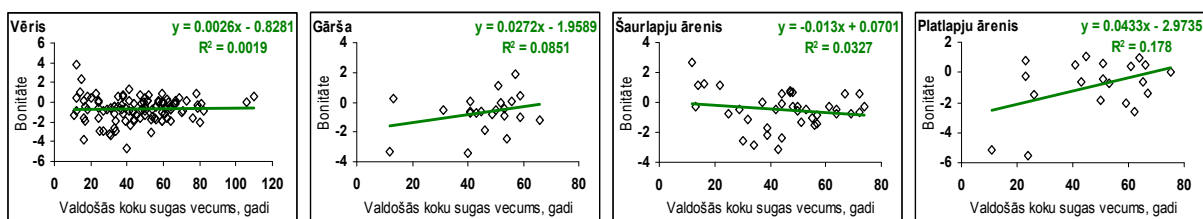
Parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir bērzs, bonitāte nemainās (lineārās korelācijas koeficients mazāks par korelācijas koeficientu kritisko vērtību) Dms, Vrs, Nd, As un Ks meža tipos, pārējos analizētajos meža tipos konstatēta statistiski būtiska lineārā korelācija. Dm, Vr un Gr meža tipos jaunākajās audzēs bonitāte ir zemāka nekā vecākajās audzēs, lai gan visos gadījumos ir statistiski būtiska lineārā korelācija ($R_i > R_{krit}$), Dm un Vr šī korelācija ir vāja un bonitātes atšķirības ir aptuveni vienas vienības robežās. Db, Ap un Kp meža tipos jaunākajās audzēs ir augstāka bonitāte nekā vecākajās audzēs, jo konstatētās korelācijas ir statistiski būtiskas ($R_i > R_{krit}$). Db un Kp meža tipos konstatētās lineārās korelācijas ir vājas, bet Ap meža tipā šī korelācija ir vidēji cieša (6.10. attēls).



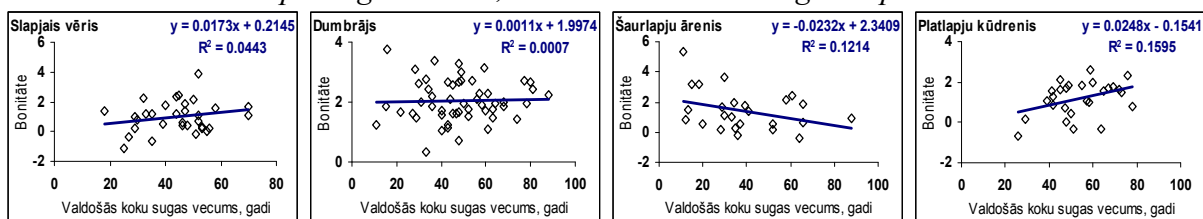
6.10. attēls. Bonitāte atkarībā no I stāva valdošās koku sugas vidējā vecuma un meža tipa parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir bērzs.

Parauglaukumos, kuros I stāva valdošā koku suga ir apse, melnalksnis vai baltalksnis, neatkarīgi no valdošās koku sugas, līdzīgi kā bērzam, arī ir meža tipi, kuros bonitāte nav atkarīga no audzes valdošās koku sugas vecuma, kā arī vecākās audzēs bonitāte ir gan

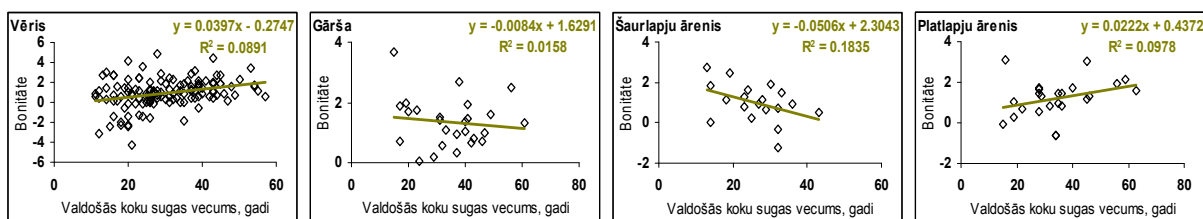
augstāka, gan zemāka nekā jaunākajās audzēs (6.11.–6.13. attēls). Jāatzīmē, ka parauglaukumos, kuros I stāva valdošā koku suga ir apse, aproksimētā lineārās regresijas taisne visos analizētajos meža tipos ir Ia bonitātes robežās.



6.11. attēls. Bonitāte atkarībā no I stāva valdošās koku sugas vidējā vecuma un meža tipa parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir apse.



6.12. attēls. Bonitāte atkarībā no I stāva valdošās koku sugas vidējā vecuma un meža tipa parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir melnalksnis.



6.13. attēls. Bonitāte atkarībā no I stāva valdošās koku sugas vidējā vecuma un meža tipa parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir baltalksnis.

Tātad analizētajos parauglaukumos bonitāte atkarībā no audzes vecuma mainās trīs variantos:

1. jaunākās audzēs bonitāte ir augstāka nekā vecākās audzēs,
2. bonitāte visās vecuma audzēs ir līdzīga,
3. jaunākās audzēs bonitāte ir zemāka nekā vecākās audzēs.

Loģiski būtu, ja dabiskajos meža tipos būtu tikai otrais variants, bet nosusinātajos meža tipos varētu būt arī trešais, jo tajos jaunākas audzes savu augšanu ar lielāku varbūtību ir uzsākušas pēc nosusināšanas, tādējādi to augšanas gaitu atspoguļo „reālā bonitāte”, bet audzēm, kuras nosusinātas vidējā vecumā vai vēlāk, bonitāte būtu rēķināma no saimnieciskā vecuma.

Neatkarīgi no valdošās koku sugas un meža tipa analizētajiem parauglaukumiem bonitātes intervāls ir lielāks nekā 3 vienības, respektīvi, bonitātes atšķiras vairāk nekā par vienu vienību no praksē pieņemtās meža tipam atbilstošās bonitātes.

Nemot vērā iepriekš minēto, jāsecina, ka Orlova bonitāšu skala nav īsti piemērojama jeb atbilstoša pašreizējai Latvijas mežu augšanas gaitai, jo šī 1931. gadā izveidotā bonitāšu skala balstīta uz dabiskām mežaudzēm, kurās nav notikusi intensīva (salīdzinot ar pašreizējo situāciju) mežsaimnieciskā darbība.

6.3.2.2. Audzes valdošās koku sugas augstuma un caurmēra aproksimācija izmantojot Richards-Chapman funkciju (6.2)

Augstumlīknes ir aprēķinātas sadalījuma pa I stāva valdošajām koku sugām un aprēķinātajām bonitātēm pēc Orlova bonitāšu skalas aproksimētajiem vienādojumiem (skuju kokiem – dižmežs, lapu kokiem – atvasāji). (6.5. tabula un 6.14.-6.19. attēls), kā arī pa I stāva valdošajām koku sugām un meža tipiēm (6.6. tabula un 6.20. attēls). Audzes I stāva valdošās koku sugas caurmērs atkarībā no vecuma ir aproksimēts tikai sadalījumā pa bonitātēm (6.5. tabula un 6.14.-6.19. attēls). Pie tam aprēķinot vienādojumus izmantota aproksimētā Orlova bonitāšu skala.

Aproksimācija balstīta uz pieņēmumu, ka audzes attīstības laikā bonitāte nemainās (t.i. bonitātē reprezentē augšanas gaitu) un pieņēmumu, ka paraugkopa reprezentē visu vecumu un atbilstošo augstumu attiecību kopu. Atbilstošos koeficientus ievietojot starpību vienādojuma formā (6.4.) zinot H_1 vai D_1 vecumā A_1 var aprēķināt H_2 vai D_2 vecumā A_2 . Šādā formātā izvēloties jebkurus prognozes posmu garumus aprēķinātās vērtības, ja nenotiek audžu izretināšanās, vai koku bojā eja cita iemesla dēļ, atspoguļo atbilstošo rādītāja izmaiņu laika rindā. Tomēr, jānorāda, ka D mērījumi dažāda vecuma audžu parauglaukumos atspoguļo statistiski vidējo tipisku apsaimniekošanas režīmu rezultātā izveidojušos D izmaiņu. Aproksimējot a, b un c kā funkciju no bonitātes (6.5) ir iespējams iegūt izlīdzinātās līknes, piem., skatīt priedei 6.14 (b) attēlu un 6.6. tabulu. Šeit gan jānorāda, ka koeficientu vērtībām nav nekādas bioloģiskas interpretācijas.

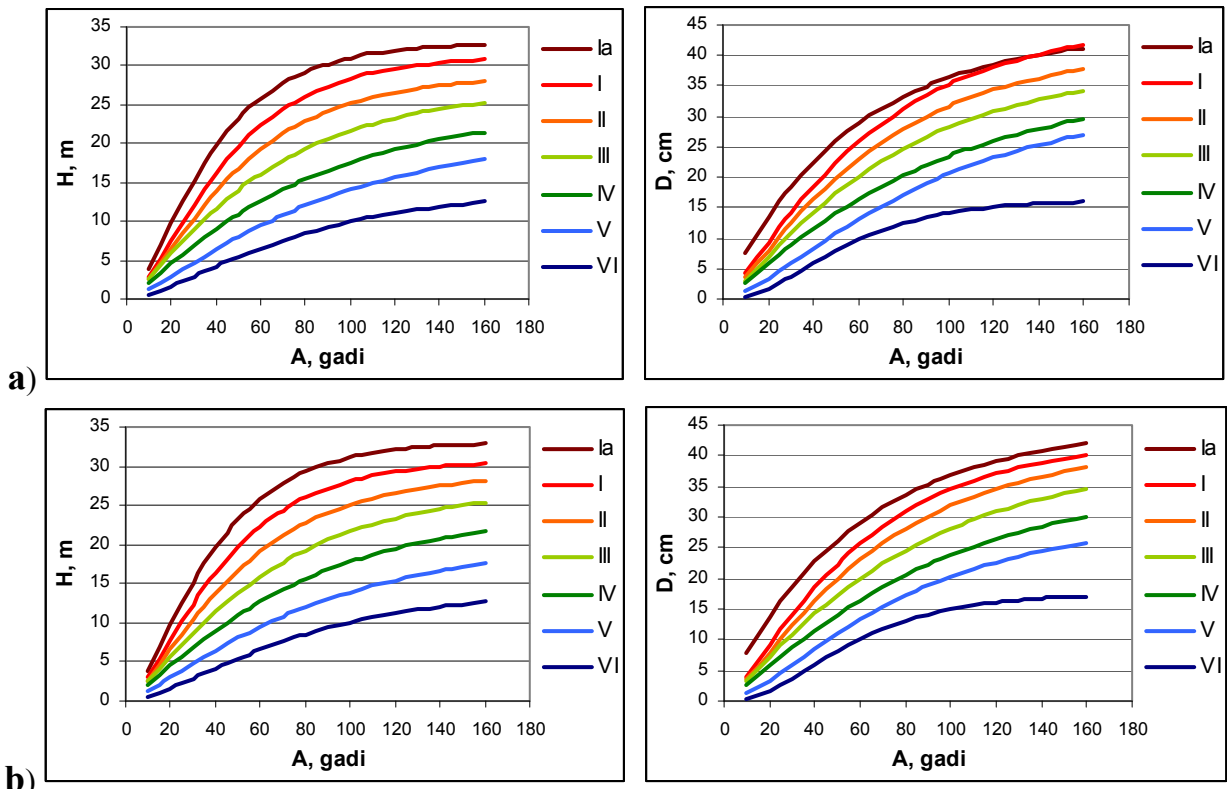
6.5. tabula

Valdošās koku sugas augstuma un caurmēra aproksimēto vienādojumu koeficienti un standartnovirzes.

Suga	Bonitāte	Augstums					Caurmērs				
		a	b	c	StEr	R	a	b	c	StEr	R
Priede	Ia	32,925	0,03342	1,68519	1,410	0,946	43,837	0,01735	0,96425	4,232	0,733
	I	31,382	0,02841	1,70469	1,069	0,984	45,255	0,01737	1,29343	4,403	0,870
	II	28,790	0,02502	1,59490	1,147	0,975	41,090	0,01723	1,32769	4,662	0,829
	III	27,087	0,01831	1,29057	1,055	0,982	37,862	0,01609	1,31057	4,270	0,876
	IV	24,328	0,01451	1,21521	1,118	0,978	35,240	0,01236	1,18492	3,544	0,897
	V	20,982	0,01398	1,41018	1,112	0,959	32,176	0,01417	1,61496	5,040	0,780
Egle	VI	13,969	0,01732	1,73895	1,035	0,896	16,324	0,03039	2,93371	2,049	0,798
	Ia	34,361	0,03039	1,53882	1,586	0,966	48,466	0,02140	1,39141	4,415	0,870
	I	29,107	0,03259	1,71124	1,133	0,989	38,397	0,02443	1,51164	3,529	0,933
	II	28,146	0,02699	1,66899	0,910	0,988	37,622	0,01911	1,39710	3,081	0,920
	III	27,687	0,01857	1,39822	0,957	0,991	35,376	0,01662	1,44338	2,006	0,976
Bērzs	IV	19,802	0,02676	1,89830	1,047	0,975	25,546	0,02783	2,09068	2,077	0,947
	Ia	32,290	0,03944	1,26114	1,833	0,933	59,116	0,01017	0,91801	4,108	0,839
	I	28,822	0,03789	1,41284	1,000	0,994	55,819	0,01199	1,16392	3,646	0,946
	II	29,985	0,02041	0,98541	1,013	0,980	49,531	0,01006	1,02527	2,942	0,906
	III	25,526	0,02239	1,09588	0,753	0,990	39,509	0,01266	1,15375	2,756	0,916
Melnalksnis	IV	20,000	0,02500	1,20000	nav	nav	25,890	0,02040	1,39232	1,569	0,970
	Ia	28,792	0,05548	1,75779	1,456	0,951	82,138	0,00465	0,73025	4,027	0,798
	I	27,381	0,04237	1,47666	0,953	0,991	38,508	0,02341	1,24297	3,190	0,936
	II	25,931	0,03273	1,25217	0,910	0,968	58,271	0,00741	0,85455	3,982	0,775
Apse	III	25,804	0,02008	0,98390	0,884	0,989	42,460	0,01363	1,14890	3,300	0,909
	Ia	34,573	0,03809	1,18260	2,646	0,857	98,891	0,00680	0,89904	7,199	0,742
	I	45,788	0,01337	0,96747	1,411	0,989	76,715	0,00945	1,18060	2,509	0,978
Baltalksnis	Ia	31,307	0,03317	1,08880	1,315	0,972	34,363	0,02495	1,18679	1,931	0,935
	I	48,277	0,01269	0,96509	0,853	0,992	31,615	0,02869	1,42665	1,935	0,960
	II	29,424	0,02421	1,15533	0,728	0,991	29,207	0,02784	1,35955	2,538	0,912
	III	26,779	0,01994	1,00834	0,792	0,986	24,615	0,03438	1,62731	2,100	0,938

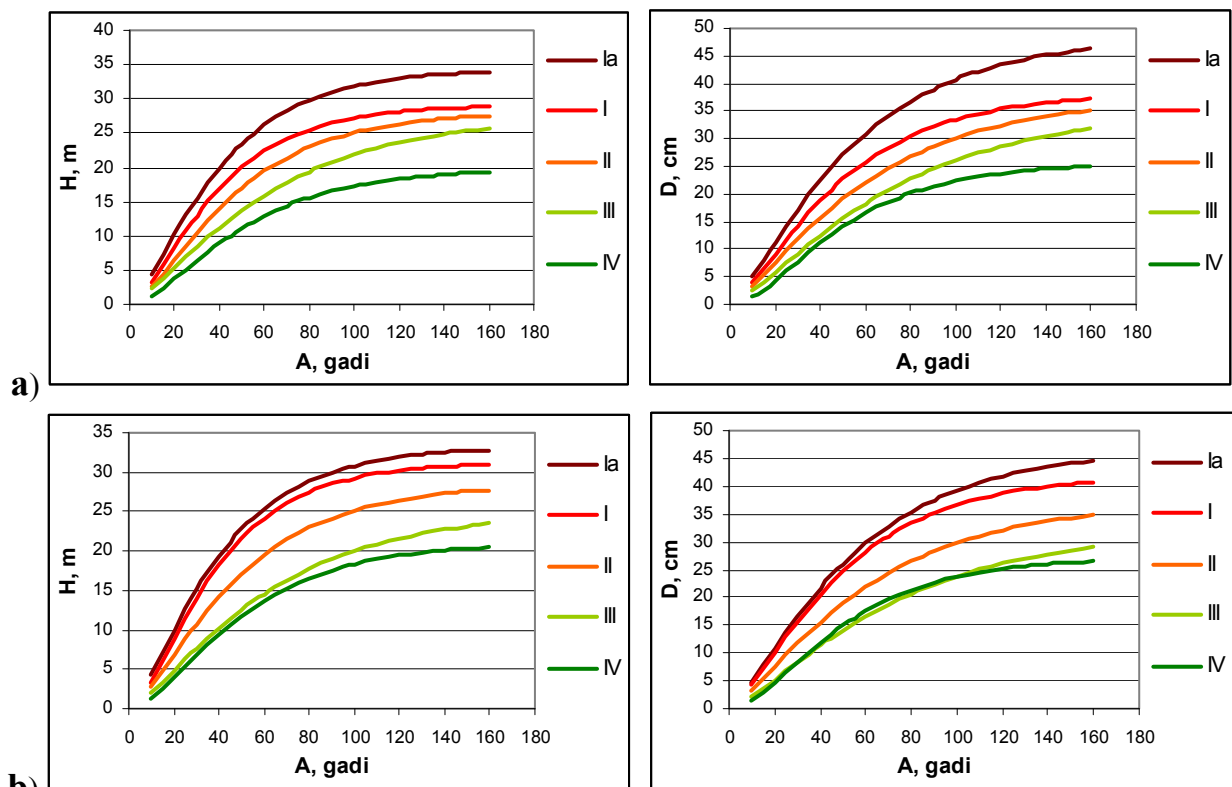
Chapman-Richards funkcijas aproksimēto līkņu koeficienti

Priede						
H	z	x	x ²	x ³	R	StEr
a	33.14122	-2.83339	0.62763	-0.11370	0.99836	0.53027
b	0.03317	-0.00264	-0.00147	0.00025	0.99679	0.00085
c	1.69515	0.12358	-0.13999	0.02022	0.97632	0.06521
D	z	x	x ²	x ³	R	StEr
a	44.93283	-3.17220	1.19812	-0.23846	0.98045	2.73294
b	0.01644	0.00661	-0.00426	0.00059	0.96083	0.00229
c	0.93280	0.74444	-0.36779	0.04974	0.99537	0.08885
Egle						
H	z	x	x ²	x ³	R	StEr
a	33.24841	-1.69431	-0.33987	0.00000	0.93358	2.64375
b	0.03018	0.01275	-0.01155	0.00203	0.98680	0.00173
c	1.52434	0.62495	-0.46228	0.08213	0.94667	0.12110
D	z	x	x ²	x ³	R	StEr
a	46.71150	-4.60199	-0.07104	0.00000	0.94468	3.79400
b	0.02140	0.01083	-0.00965	0.00184	0.99999	0.00004
c	1.39077	0.38488	-0.33111	0.06965	0.99996	0.00533
Bērzs						
H	z	x	x ²	x ³	R	StEr
a	31.50827	-0.00499	-0.69563	0.00000	0.96426	1.78570
b	0.04021	-0.00050	-0.00630	0.00138	0.93241	0.00648
c	1.28488	0.24006	-0.25476	0.04773	0.79145	0.19856
D	z	x	x ²	x ³	R	StEr
a	59.04282	-1.31140	-1.74117	0.00000	0.99997	0.15446
b	0.01117	-0.00256	0.00117	0.00000	0.93780	0.00209
c	0.97903	0.02172	0.01803	0.00000	0.85590	0.13002
Y = f(a)*(1-exp(-f(b)*A))^f(c)						
kur						
Y - augstums (m) vai caurmērs (cm)						
A - vecums (gadi)						
X - bonitāte (Ia-0, I-1, II-2 ... V-5, VI-6)						



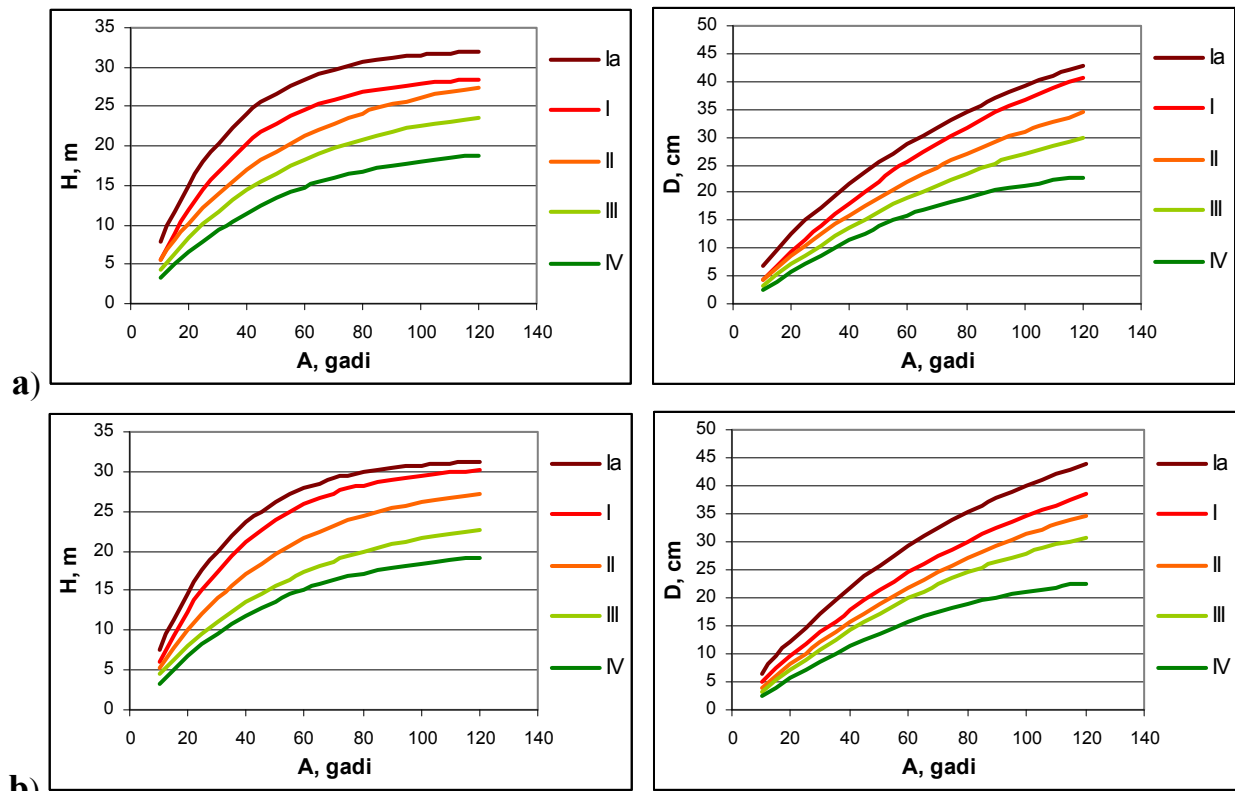
6.14. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums un caurmērs atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa bonitātēm priežu audzēs.

a – Chapman-Richards funkcija, b – izlīdzinātā Chapman-Richards funkcija



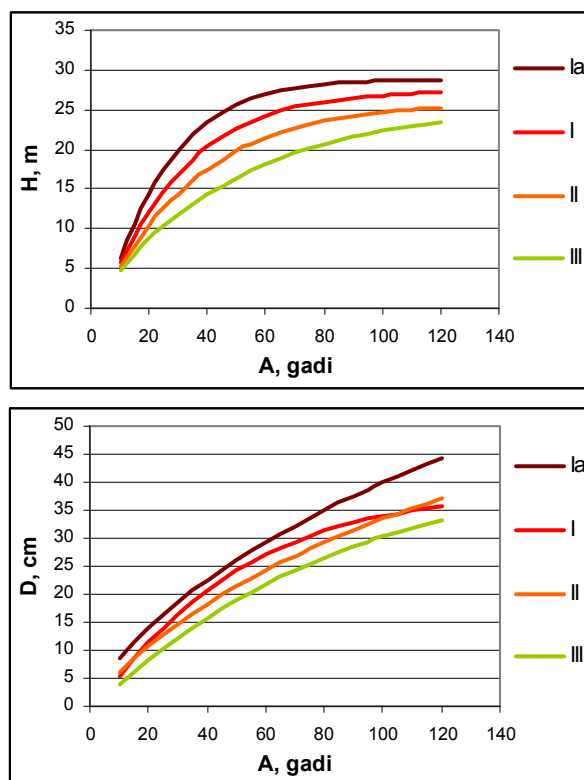
6.15. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums un caurmērs atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa bonitātēm egļu audzēs.

a – Chapman-Richards funkcija, b – izlīdzinātā Chapman-Richards funkcija

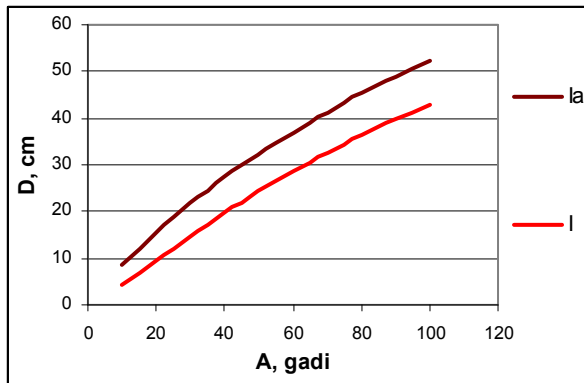
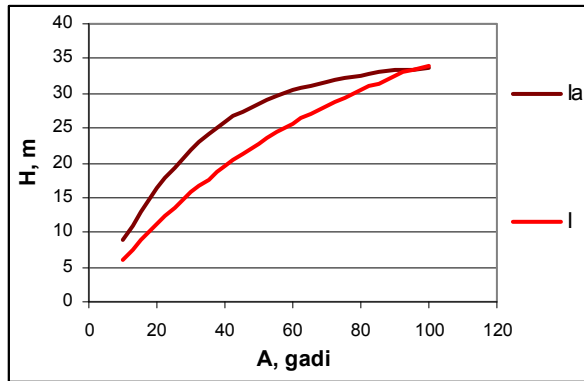


6.16. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums un caurmērs atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa bonitātēm bērzu audzēs.

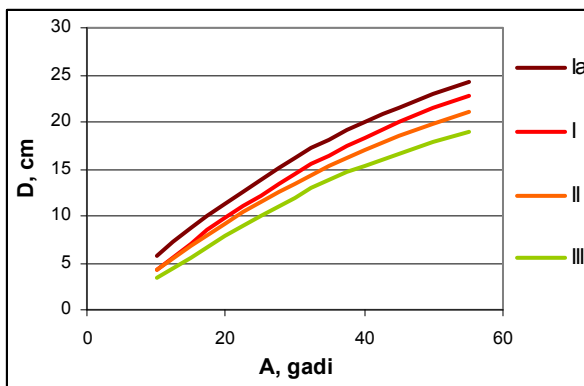
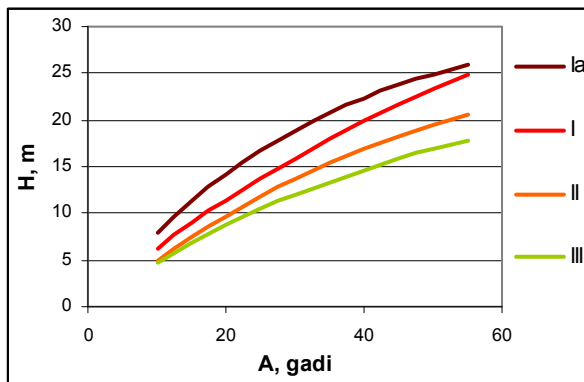
a – Chapman-Richards funkcija, b – izlīdzinātā Chapman-Richards funkcija



6.17. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums un caurmērs atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa bonitātēm melnalkšņu audzēs.



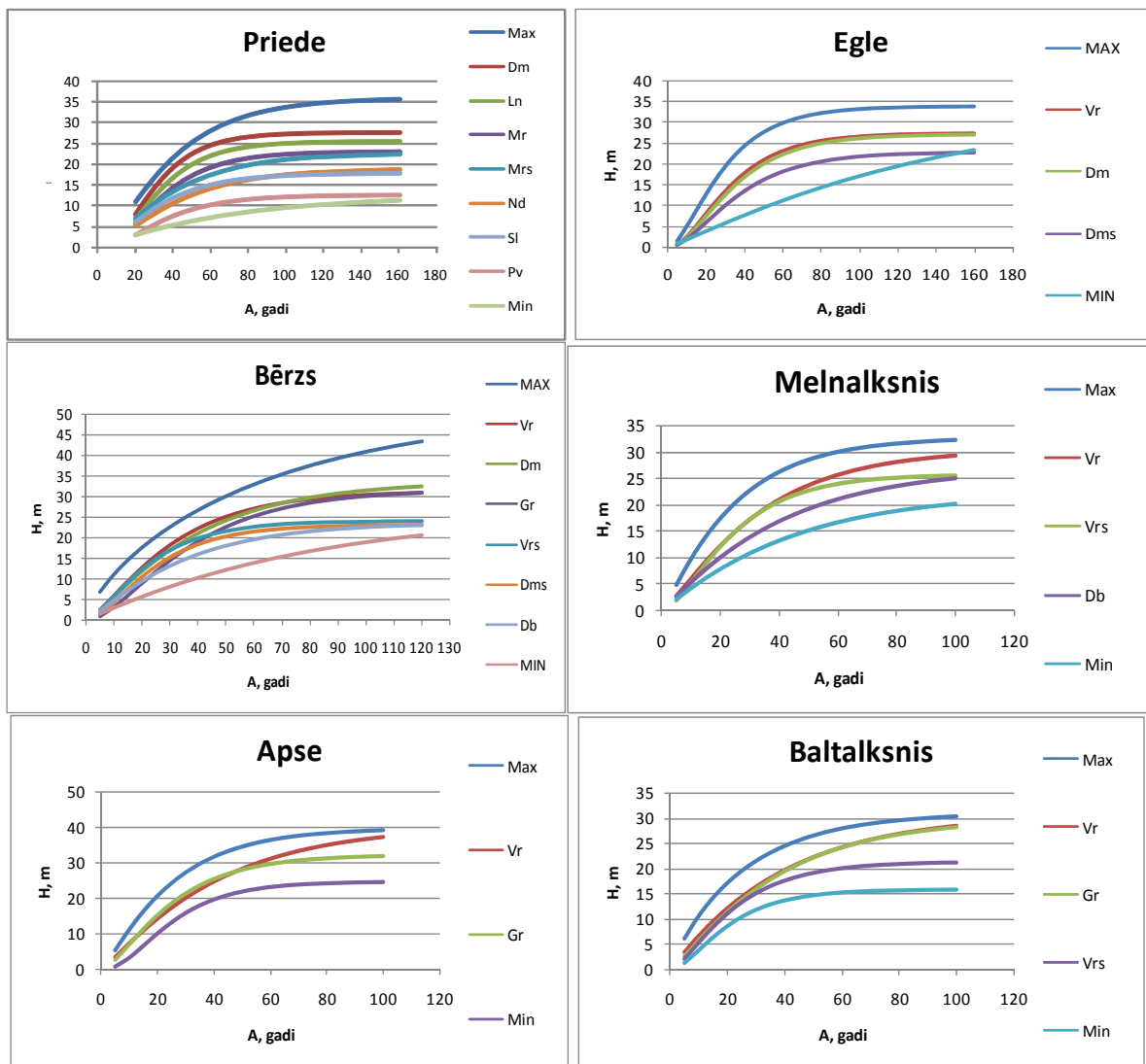
6.18. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums un caurmērs atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa bonitātēm apšu audzēs.



6.19. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums un caurmērs atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa bonitātēm baltalkšņu audzēs.

Valdošās koku sugas augstumlikņu vienādojumu koeficienti un standartnovirzes.

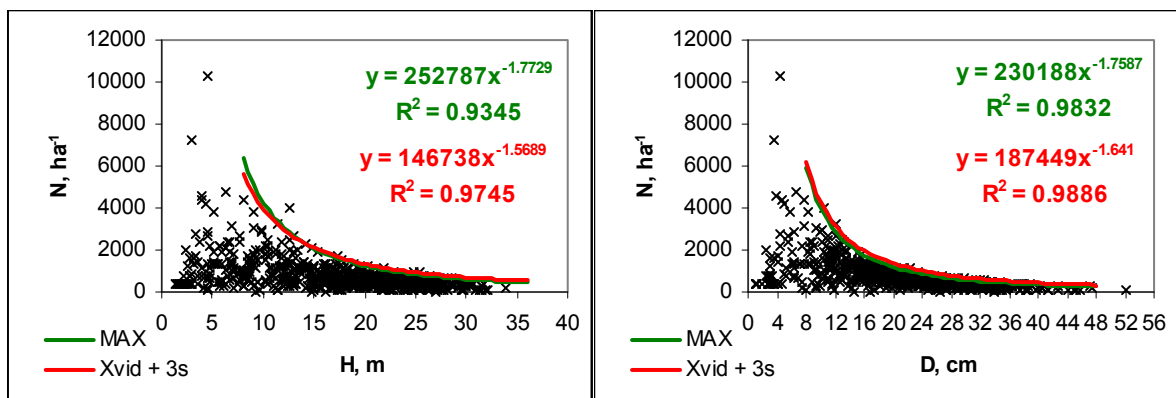
Suga	MT	Koeficienti				
		a	b	c	StEr	R
Priede	Sl	17,793	0,04051	1,82528	2.6075824	0.8644975
	Mr	22,964	0,04581	2,64227	2.5721710	0.8826799
	Ln	25,553	0,05110	2,98336	2.3616326	0.8908585
	Dm	27,586	0,05501	3,06241	2.6307108	0.8605411
	Mrs	22,604	0,03091	1,51115	2.9444979	0.8081799
	Pv	12,497	0,04238	2,44187	3.2162662	0.5698774
	Nd	18,893	0,03048	1,62284	3.5991071	0.7214771
	Max	35,740	0,03263	1,59964	1.2781042	0.9912714
Egle	Min	12,500	0,01500	1,05000		
	Dm	27,094	0,04148	2,27044	3.3248285	0.8844584
	Vr	27,375	0,04373	2,26921	3.0821776	0.9179298
	Dms	22,891	0,03826	2,17920	3.2356504	0.8697865
	Max	33,817	0,04573	1,89892	1.6383796	0.9849178
Bērzs	Min	19,000	0,00779	1,14475	2.7839191	0.9100713
	Dm	33,507	0,03019	1,31883	2.6820841	0.9633246
	Vr	31,324	0,03976	1,50561	2.7681272	0.9499482
	Gr	31,514	0,03654	1,91381	3.3984338	0.8561874
	Dms	23,051	0,05451	1,94635	3.0060178	0.8793366
	Vrs	24,055	0,05568	1,67863	2.6365992	0.9350266
	Db	23,660	0,03281	1,25128	2.9787900	0.8124382
	Max	51,360	0,01298	0,72896	3.0879634	0.9557003
Melnalksnis	Min	26,074	0,01336	1,07071	1.7075474	0.9567250
	Vr	30,438	0,03520	1,34063	3.1150201	0.9388531
	Vrs	25,599	0,05418	1,83432	2.7181977	0.8818447
	Db	27,101	0,02697	1,14448	2.0084099	0.9419297
	Max	32,696	0,04384	1,16353	1.3849401	0.9916091
Apse	Min	22,326	0,02443	1,11634	1.2285255	0.9839420
	Vr	40,493	0,02729	1,20604	2.9203527	0.9667842
	Gr	32,137	0,05013	1,62832	2.7208855	0.9385472
	Max	39,500	0,04500	1,25500		
Baltalksnis	Min	24,741	0,06210	2,62673	2.4569687	0.9618924
	Vr	30,773	0,02666	1,05005	2.0799628	0.9438256
	Gr	29,757	0,03081	1,23603	2.0596943	0.9438537
	Vrs	21,227	0,05428	1,57293	1.5619616	0.8969175
	Max	31,033	0,03686	0,91638	1.9868503	0.9718371
Baltalksnis	Min	16,000	0,06500	1,90000		



6.20. attēls. Audzes valdošās koku sugas augstums atkarībā no krūšaugstuma vecuma pa meža tiem.

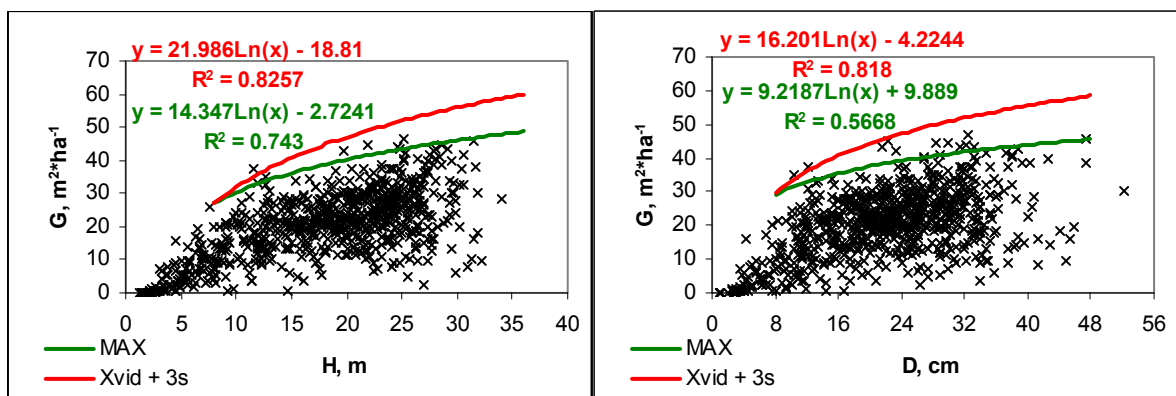
6.3.2.3. Maksimālais koku skaits un šķērslaukums

Neatkarīgi no valdošās koku sugas un aprēķina metodikas (aproximētās maksimālās vai aritmētiski vidējās vērtības) maksimālo koku skaita atkarību no audzes I stāva koku augstuma un caurmēra visciešāk izskaidro pakāpes funkcija, bet maksimālo audzes I stāva šķērslaukumu – logaritmiskā funkcija. Gan maksimālajam audzes I stāva koku skaitam, gan maksimālajam audzes I stāva šķērslaukumam, neatkarīgi no valdošās koku sugas, augstākas vērtības kopumā uzrāda apromimētās aritmētiski vidējās vērtības plus trīs standartnovirzes (6.21. – 6.26. attēls un 6.8-6.9. tabula). Apromimējot koku maksimālo šķērslaukumu un skaitu atkarībā no audzes I stāva valdošās koku sugas augstuma ir 8m minimālā augstuma ierobežojums, bet atkarībā no audzes I stāva valdošās koku sugas krūšaugstuma caurmēra – 8cm minimālā caurmēra ierobežojums.



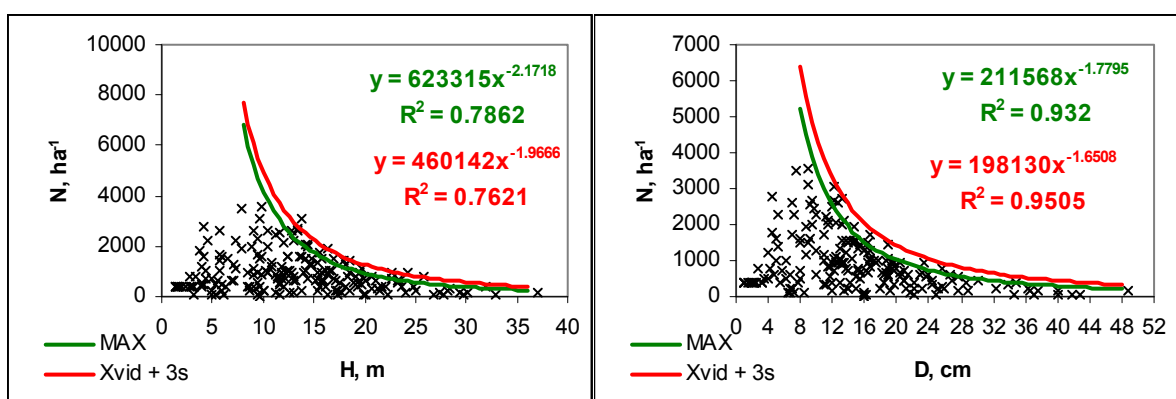
6.21. attēls. Maksimālais I stāva koku skaits atkarībā no audzes I stāva vidējā augstuma un krūšaugstuma caurmēra priežu audzēs.

Xvid+3s – no MSI datiem aproksimētais vidējais I stāva koku skaits + 3 standartnovirzes;
 MAX – no MSI datiem aproksimētais maksimālais I stāva koku skaits.



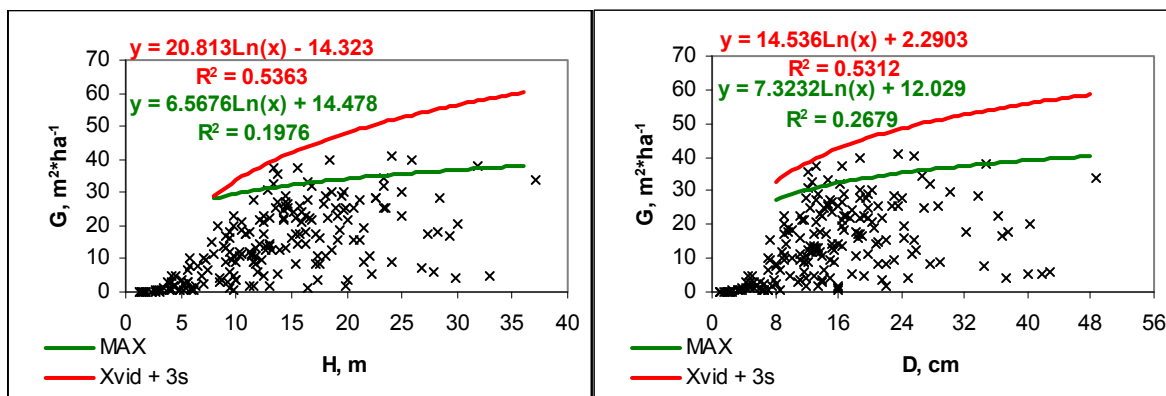
6.22. attēls. Maksimālais I stāva šķērslaukums atkarībā no audzes I stāva vidējā augstuma un krūšaugstuma caurmēra priežu audzēs.

Xvid+3s – no MSI datiem aproksimētais vidējais I stāva koku skaits + 3 standartnovirzes;
 MAX – no MSI datiem aproksimētais maksimālais I stāva koku skaits.



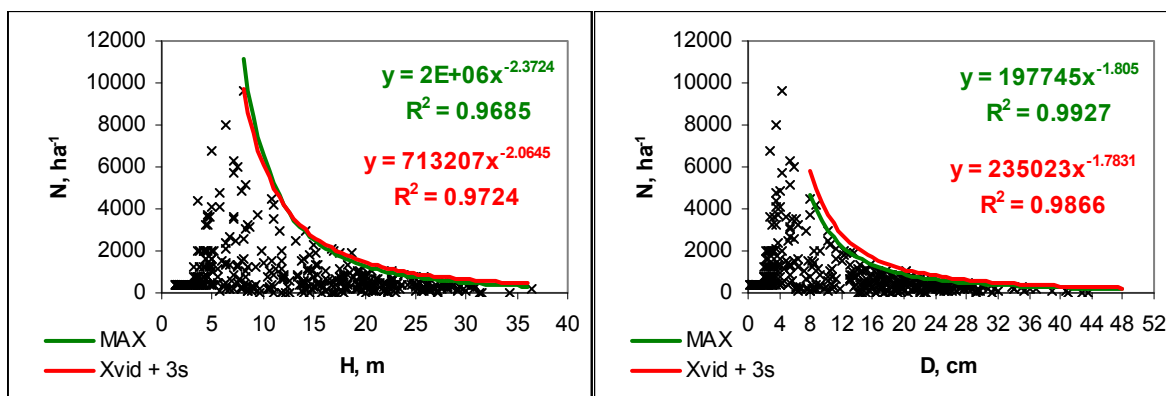
6.23 attēls. Maksimālais I stāva koku skaits atkarībā no audzes I stāva vidējā augstuma un krūšaugstuma caurmēra egļu audzēs.

Xvid+3s – no MSI datiem aproksimētais vidējais I stāva koku skaits + 3 standartnovirzes;
 MAX – no MSI datiem aproksimētais maksimālais I stāva koku skaits.



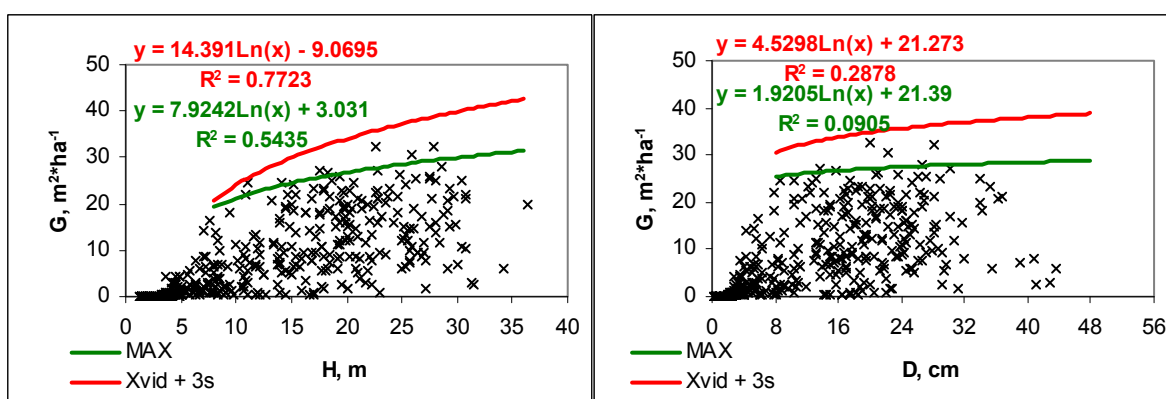
6.24. attēls. Maksimālais I stāva šķērslaukums atkarībā no audzes I stāva vidējā augstuma un krūšaugstuma caurmēra egļu audzēs.

Xvid+3s – no MSI datiem aproksimētais vidējais I stāva koku skaits + 3 standartnovirzes;
 MAX – no MSI datiem aproksimētais maksimālais I stāva koku skaits.



6.25. attēls. Maksimālais I stāva koku skaits atkarībā no audzes I stāva vidējā augstuma un krūšaugstuma caurmērabērzu audzēs.

Xvid+3s – no MSI datiem aproksimētais vidējais I stāva koku skaits + 3 standartnovirzes;
 MAX – no MSI datiem aproksimētais maksimālais I stāva koku skaits.



6.26. attēls. Maksimālais I stāva šķērslaukums atkarībā no audzes I stāva vidējā augstuma un krūšaugstuma caurmēra bērzu audzēs.

Xvid+3s – no MSI datiem aproksimētais vidējais I stāva koku skaits + 3 standartnovirzes;
 MAX – no MSI datiem aproksimētais maksimālais I stāva koku skaits.

Audzes maksimālais koku skaits un šķērslaukums atkarībā no audzes I stāva valdošās koku sugas augstuma

Hvid, m	Priede				Egle				Bērzs			
	N, ha ⁻¹		G, m ² ha ⁻¹		N, ha ⁻¹		G, m ² ha ⁻¹		N, ha ⁻¹		G, m ² ha ⁻¹	
	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s
8	6334	5619	27.1	26.9	6814	7707	28.1	29.0	11182	9745	19.5	20.9
9	5140	4671	28.8	29.5	5276	6113	28.9	31.4	8456	7642	20.4	22.6
10	4264	3960	30.3	31.8	4197	4969	29.6	33.6	6586	6148	21.3	24.1
11	3601	3410	31.7	33.9	3412	4120	30.2	35.6	5253	5050	22.0	25.4
12	3087	2975	32.9	35.8	2825	3472	30.8	37.4	4273	4219	22.7	26.7
13	2678	2623	34.1	37.6	2374	2966	31.3	39.1	3534	3577	23.4	27.8
14	2348	2336	35.1	39.2	2021	2564	31.8	40.6	2965	3069	23.9	28.9
15	2078	2096	36.1	40.7	1740	2239	32.3	42.0	2517	2662	24.5	29.9
16	1853	1894	37.1	42.1	1512	1972	32.7	43.4	2160	2330	25.0	30.8
17	1665	1722	37.9	43.5	1326	1750	33.1	44.6	1870	2056	25.5	31.7
18	1504	1575	38.7	44.7	1171	1564	33.5	45.8	1633	1827	25.9	32.5
19	1367	1446	39.5	45.9	1041	1406	33.8	47.0	1437	1634	26.4	33.3
20	1248	1335	40.3	47.1	931	1271	34.2	48.0	1272	1470	26.8	34.0
21	1144	1236	41.0	48.1	838	1155	34.5	49.0	1133	1329	27.2	34.7
22	1054	1149	41.6	49.1	757	1054	34.8	50.0	1015	1207	27.5	35.4
23	974	1072	42.3	50.1	688	966	35.1	50.9	913	1101	27.9	36.1
24	903	1003	42.9	51.1	627	888	35.4	51.8	825	1009	28.2	36.7
25	840	940	43.5	52.0	574	820	35.6	52.7	749	927	28.5	37.3
26	784	884	44.0	52.8	527	759	35.9	53.5	683	855	28.8	37.8
27	733	833	44.6	53.7	485	705	36.1	54.3	624	791	29.1	38.4
28	687	787	45.1	54.5	449	656	36.4	55.0	573	734	29.4	38.9
29	646	745	45.6	55.2	416	612	36.6	55.8	527	682	29.7	39.4
30	608	706	46.1	56.0	386	573	36.8	56.5	486	636	30.0	39.9
31	574	671	46.5	56.7	360	537	37.0	57.1	450	595	30.2	40.3
32	542	638	47.0	57.4	336	505	37.2	57.8	417	557	30.5	40.8
33	514	608	47.4	58.1	314	475	37.4	58.4	388	523	30.7	41.2
34	487	581	47.9	58.7	294	448	37.6	59.1	361	491	31.0	41.7
35	463	555	48.3	59.4	276	423	37.8	59.7	337	463	31.2	42.1

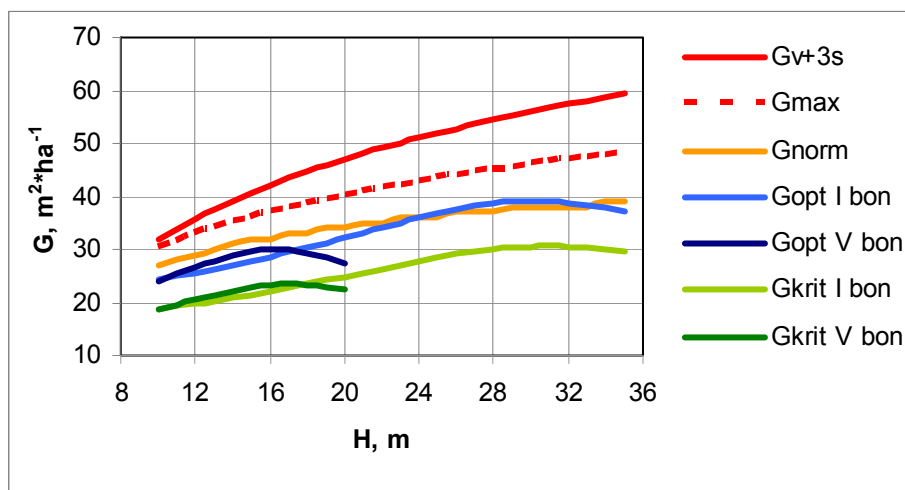
MAX - aproksimētās maksimālās vērtības
Xvid+3s - aproksimētās aritmētiski vidējās vērtības plus trīs standartnovirzes

Audzes maksimālais koku skaits un šķērslaukums atkarībā no audzes I stāva valdošās koku sugas krūšaugstuma caurmēra

Dvid, m	Priede				Egle				Bērzs			
	N, ha ⁻¹		G, m ² ha ⁻¹		N, ha ⁻¹		G, m ² ha ⁻¹		N, ha ⁻¹		G, m ² ha ⁻¹	
	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s	MAX	Xvid+3s
8	5940	6179	29.1	29.5	5229	6399	27.3	32.5	4635	5765	25.4	30.7
10	4012	4284	31.1	33.1	3515	4427	28.9	35.8	3098	3873	25.8	31.7
12	2912	3176	32.8	36.0	2541	3277	30.2	38.4	2229	2798	26.2	32.5
14	2220	2467	34.2	38.5	1932	2541	31.4	40.7	1688	2125	26.5	33.2
16	1755	1981	35.4	40.7	1523	2038	32.3	42.6	1326	1675	26.7	33.8
18	1427	1633	36.5	42.6	1235	1678	33.2	44.3	1072	1358	26.9	34.4
20	1186	1374	37.5	44.3	1024	1410	34.0	45.8	887	1125	27.1	34.8
22	1003	1175	38.4	45.9	864	1205	34.7	47.2	747	949	27.3	35.3
24	860	1018	39.2	47.3	740	1044	35.3	48.5	638	813	27.5	35.7
26	747	893	39.9	48.6	642	914	35.9	49.6	552	705	27.6	36.0
28	656	791	40.6	49.8	563	809	36.4	50.7	483	618	27.8	36.4
30	581	706	41.2	50.9	498	722	36.9	51.7	426	546	27.9	36.7
32	519	635	41.8	51.9	444	649	37.4	52.7	380	487	28.0	37.0
34	466	575	42.4	52.9	398	587	37.9	53.5	340	437	28.2	37.2
36	422	524	42.9	53.8	360	534	38.3	54.4	307	395	28.3	37.5
38	383	479	43.4	54.7	327	489	38.7	55.2	278	358	28.4	37.8
40	350	440	43.9	55.5	298	449	39.0	55.9	254	327	28.5	38.0
42	322	407	44.3	56.3	273	414	39.4	56.6	232	300	28.6	38.2
44	296	377	44.8	57.1	252	384	39.7	57.3	214	276	28.7	38.4
46	274	350	45.2	57.8	233	357	40.1	57.9	197	255	28.7	38.6
48	254	327	45.6	58.5	216	332	40.4	58.6	183	236	28.8	38.8
50	237	305	46.0	59.2	201	311	40.7	59.2	170	220	28.9	39.0
52	221	286	46.3	59.8	187	291	41.0	59.7	158	205	29.0	39.2
54	207	269	46.7	60.4	175	274	41.2	60.3	148	191	29.1	39.3
56	194	254	47.0	61.0	164	258	41.5	60.8	138	179	29.1	39.5
58	182	239	47.3	61.6	154	243	41.8	61.3	130	169	29.2	39.7
60	172	226	47.6	62.1	145	230	42.0	61.8	122	159	29.3	39.8

MAX - aproksimētās maksimālās vērtības
Xvid+3s - aproksimētās aritmētiski vidējās vērtības plus trīs standartnovirzes

6.27. attēlā ir atspoguļoti pēc dažādiem normatīviem aprēķinātie un MSI rezultātā iegūtie maksimāli iespējamie šķērslaukumi (G_{v+3s} ; G_{max} , G_{norm}) kā arī mērķa (G_{opt}) vai minimālie (G_{krit}) šķērslaukumi priedei, bet 6.28. attēlā eglei. To tabulētās vērtības atspoguļotas atbilstoši 6.10. un 6.11. tabulās. Konstatēts, ka reāli MSI parauglaukumos P ir fiksēti šķērslaukumi, kas ievērojami pārsniedz normatīvajos aktos noteiktos standarta lielumus. Savukārt egļu audzēs MSI parauglaukumos maksimāli fiksētais šķērslaukums pārsniedz G_{norm} , taču visai ievērojami atpaliek no optimālā šķērslaukuma (Matuzānis, 1983).



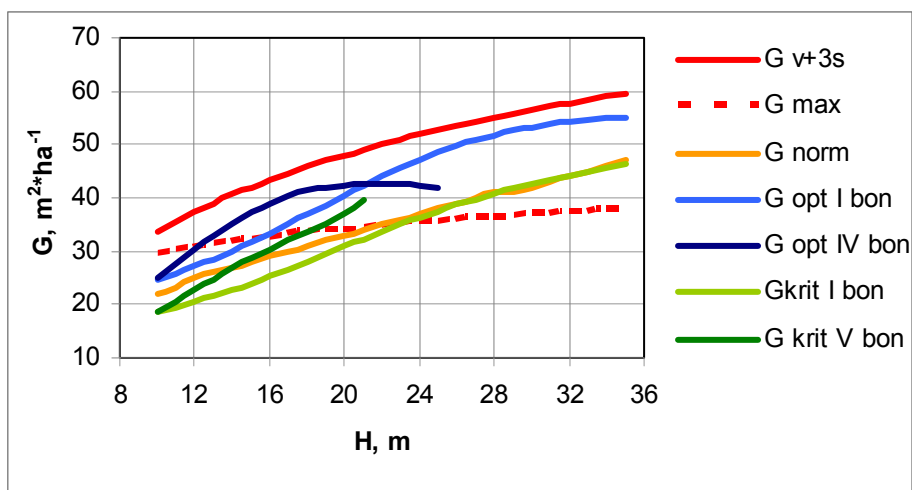
6.27.attēls. Dažādu normatīvo un no MSI datiem iegūto G vērtību salīdzinājums P

6.10. tabula

Dažādu normatīvo un no MSI datiem iegūto G vērtību salīdzinājums P

H vid	Gv+3s	Gmax	Gnorm	Gopt I bon	Gopt V bon	Gkrit I bon	Gkrit V bon
10	31.8	30.3	27	24.3	24.1	18.8	18.6
11	33.9	31.7	28	25.0	25.4	19.3	19.5
12	35.8	32.9	29	25.6	26.6	19.8	20.5
13	37.6	34.1	30	26.3	27.7	20.3	21.4
14	39.2	35.1	31	27.1	28.7	20.9	22.3
15	40.7	36.1	32	27.8	29.5	21.5	22.9
16	42.1	37.1	32	28.7	29.9	22.1	23.4
17	43.5	37.9	33	29.5	29.9	22.8	23.5
18	44.7	38.7	33	30.4	29.4	23.5	23.4
19	45.9	39.5	34	31.3	28.5	24.2	23.0
20	47.1	40.3	34	32.2	27.2	24.9	22.5
21	48.1	41.0	35	33.2		25.6	
22	49.1	41.6	35	34.1		26.4	
23	50.1	42.3	36	35.1		27.1	
24	51.1	42.9	36	35.9		27.8	
25	52.0	43.5	36	36.8		28.5	
26	52.8	44.0	37	37.5		29.1	
27	53.7	44.6	37	38.1		29.6	
28	54.5	45.1	37	38.6		30.0	
29	55.2	45.6	38	38.9		30.3	
30	56.0	46.1	38	39.1		30.5	
31	56.7	46.5	38	39.0		30.6	
32	57.4	47.0	38	38.8		30.5	
33	58.1	47.4	38	38.5		30.3	
34	58.7	47.9	39	38.0		30.0	
35	59.4	48.3	39	37.3		29.7	

Gv+3s - no MSI datiem aproksimētais vidējais šķērslaukums + 3 standartnovirzes
Gmax - no MSI datiem aproksimētais maksimālais šķērslaukums
Gnorm - MK noteikumos Nr. 590 noteiktais audzes normālais šķērslaukums
Gopt - aprēķinātais audzes optimālais šķērslaukums (I vai V bonitātei)
Gkrit - aprēķinātais audzes kritiskais šķērslaukums (I vai V bonitātei)



6.28. attēls. Dažādu normatīvo un no MSI datiem iegūto G vērtību salīdzinājums E

6.11. tabula

Dažādu normatīvo un no MSI datiem iegūto G vērtību salīdzinājums E

Hvid	G v+3s	G max	G norm	G opt I bon	G opt IV bon	Gkrit I bon	G krit V bon
10	33.6	29.6	22.0	24.6	25.1	18.7	18.7
11	35.6	30.2	23.0	25.8	27.6	19.5	20.6
12	37.4	30.8	25.0	27.1	30.2	20.5	22.6
13	39.1	31.3	26.0	28.5	32.7	21.5	24.7
14	40.6	31.8	27.0	30.0	35.1	22.7	26.7
15	42.0	32.3	28.0	31.6	37.2	23.9	28.6
16	43.4	32.7	29.0	33.3	39.0	25.2	30.4
17	44.6	33.1	30.0	35.1	40.4	26.5	32.0
18	45.8	33.5	31.0	36.9	41.4	27.9	33.5
19	47.0	33.8	32.0	38.7	42.0	29.4	35.1
20	48.0	34.2	33.0	40.5	42.4	30.8	36.8
21	49.0	34.5	34.0	42.2	42.6	32.3	39.5
22	50.0	34.8	35.0	43.9	42.6	33.7	
23	50.9	35.1	36.0	45.6	42.5	35.0	
24	51.8	35.4	37.0	47.1	42.3	36.3	
25	52.7	35.6	38.0	48.4	42.0	37.5	
26	53.5	35.9	39.0	49.7		38.7	
27	54.3	36.1	40.0	50.8		39.8	
28	55.0	36.4	41.0	51.7		40.8	
29	55.8	36.6	41.0	52.6		41.7	
30	56.5	36.8	42.0	53.3		42.6	
31	57.1	37.0	43.0	53.8		43.4	
32	57.8	37.2	44.0	54.3		44.2	
33	58.4	37.4	45.0	54.7		45.0	
34	59.1	37.6	46.0	55.0		45.7	
35	59.7	37.8	47.0	55.2		46.5	

Gv+3s - no MSI datiem aproksimētais vidējais šķērslaukums + 3 standartnovirzes
Gmax - no MSI datiem aproksimētais maksimālais šķērslaukums
Gnorm - MK noteikumos Nr. 590 noteiktais audzes normālais šķērslaukums
Gopt - aprēķinātais audzes optimālais šķērslaukums (I vai IV bonitātei)
Gkrit - aprēķinātais audzes kritiskais šķērslaukums (I vai IV bonitātei)

Secinājums - reāli MSI parauglaukumos ir konstatēti šķērslaukumi, kas ir lielāki par normatīvajos aktos noteiktajiem standarta lielumiem.

6.3.2.4. Krāju atšķirība, ja to aprēķināšanā tiek izmantotas I. Liepas (1996) un R. Ozoliņa (2002) formulas

Priežu parauglaukumos aprēķinātā aritmētiski vidējā krāja pēc I. Liepas formulas visās desmitgadēs ir sistemātiski par 2-5% mazāka nekā pēc R. Ozoliņa formulas. Šādas pat sakarības novērojamas bērzu (0-11%), apšu (0-18%) un baltalkšņu (4-12%) parauglaukumos. Savukārt egles parauglaukumos jaunākajās audzēs (līdz 50 gadiem) lielāku krāju uzrāda I. Liepas formula (2-15%), bet vecākajās audzēs R. Ozoliņa formula (1-5%), bet melnalkšņu parauglaukumos šī tendence ir pretēja – audzēs līdz 50 gadiem lielāka krāja par 0-21% ir R. Ozoliņa modelim, bet vecākās audzēs par 1-3% I. Liepas modelim (6.12. tabula). Šis fakts norāda uz to, ka svarīgi ir paturēt prātā pēc kādiem vienādojumiem ir aprēķinātas konkrētās krājas.

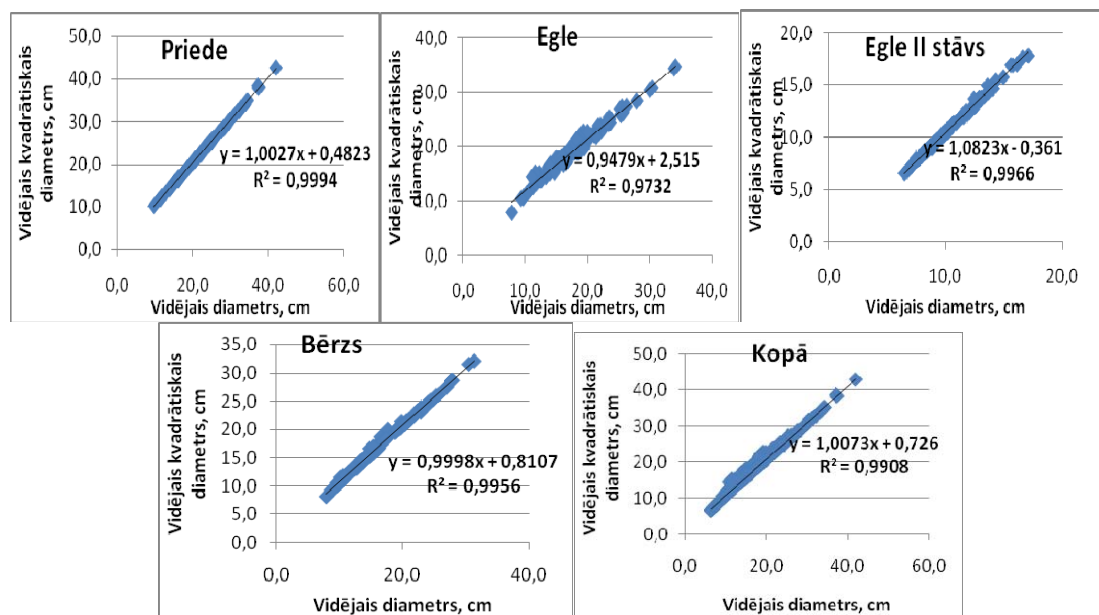
Vidējās krājas pa vecuma desmitgadēm un sugām.

Liepa 1996																	
Suga	1_10	11_20	21_30	31_40	41_50	51_60	61_70	71_80	81_90	91_100	101_110	111_120	121_130	131_140	141_150	150<	Kopā
Priede	1,2	13,8	92,8	131,4	179,0	215,5	241,1	263,4	270,8	276,7	308,3	300,9	301,5	302,8	273,3	266,6	239,9
Egle	4,7	22,6	90,8	172,6	228,7	225,8	282,7	274,4	292,6	296,9	288,8	292,7	285,6	287,9	250,5	271,2	203,4
Bērzs	3,2	31,9	88,1	139,7	188,8	213,9	227,8	253,8	252,2	217,5	177,7		282,4				164,6
Melnalksnis	1,3	23,8	141,3	165,8	227,4	289,9	298,9	312,7	271,4								212,7
Apse	4,5	42,6	163,1	260,2	279,0	351,4	359,4	411,2	328,4	397,2	469,5	171,4					221,8
Baltalksnis	6,5	89,4	170,8	190,1	216,9	225,3	303,1										137,0
Ozols		1,1		11,6	165,0	86,7	119,3	144,0	302,1				193,3			313,3	187,4
Osis	1,0		6,2	94,4	103,6	246,6	187,8	224,7	266,0	300,0			139,5				192,9
Kopā	4,0	35,8	111,7	165,1	206,4	234,0	254,3	268,5	273,5	278,7	304,1	298,5	293,7	301,3	270,9	272,8	204,1
Ozoliņš 2002																	
Suga	1_10	11_20	21_30	31_40	41_50	51_60	61_70	71_80	81_90	91_100	101_110	111_120	121_130	131_140	141_150	150<	Kopā
Priede	1,2	14,1	97,4	136,5	184,0	220,3	245,8	268,0	275,0	281,8	313,9	307,0	306,8	308,5	281,1	274,0	244,7
Egle	4,0	21,8	89,1	169,4	225,2	227,6	284,8	278,2	295,0	300,0	291,7	298,4	299,0	293,4	259,2	275,6	203,5
Bērzs	3,5	34,4	93,3	145,1	194,0	217,3	231,0	255,9	253,3	219,9	181,8		281,9				168,1
Melnalksnis	1,6	25,3	144,8	168,5	227,6	286,9	295,1	304,8	266,3								212,1
Apse	5,3	45,2	167,7	263,8	282,4	354,1	361,2	412,9	333,5	401,5	475,3	170,2					224,2
Baltalksnis	7,3	95,3	180,0	198,6	226,2	234,9	313,0										143,8
Ozols		1,8		11,0	169,5	87,2	122,2	147,7	300,8				189,4			309,4	187,1
Osis	1,0		6,4	95,1	104,5	247,0	188,8	225,6	269,0	301,9			139,2				193,9
Kopā	4,5	37,7	114,8	167,8	209,6	237,1	257,4	272,0	276,9	283,3	309,2	304,5	299,5	306,9	278,8	278,3	207,3
Liepa 1996 - Ozoliņš 2002																	
Suga	1_10	11_20	21_30	31_40	41_50	51_60	61_70	71_80	81_90	91_100	101_110	111_120	121_130	131_140	141_150	150<	Kopā
Priede	0,0	-0,4	-4,6	-5,1	-5,0	-4,8	-4,6	-4,6	-4,2	-5,1	-5,5	-6,1	-5,3	-5,6	-7,8	-7,4	-4,8
Egle	0,7	0,9	1,6	3,2	3,6	-1,8	-2,1	-3,9	-2,4	-3,1	-2,9	-5,8	-13,3	-5,5	-8,7	-4,3	-0,2
Bērzs	-0,4	-2,5	-5,2	-5,3	-5,2	-3,4	-3,2	-2,1	-1,1	-2,4	-4,1		0,5				-3,5
Melnalksnis	-0,3	-1,5	-3,5	-2,7	-0,2	2,9	3,9	7,9	5,2								0,6
Apse	-0,8	-2,6	-4,7	-3,6	-3,4	-2,7	-1,8	-1,7	-5,1	-4,3	-5,8	1,3					-2,4
Baltalksnis	-0,8	-5,9	-9,2	-8,5	-9,3	-9,6	-9,9										-6,8
Ozols		-0,7		0,6	-4,5	-0,6	-2,9	-3,7	1,3				3,9			3,9	0,4
Osis	-0,1		-0,2	-0,8	-0,9	-0,3	-0,9	-0,8	-3,1	-1,9			0,2				-1,1
Kopā	-0,5	-1,9	-3,1	-2,7	-3,2	-3,1	-3,1	-3,5	-3,4	-4,7	-5,1	-6,0	-5,8	-5,6	-7,9	-5,4	-3,2
Liepa 1996 - Ozoliņš 2002 (%)																	
Suga	1_10	11_20	21_30	31_40	41_50	51_60	61_70	71_80	81_90	91_100	101_110	111_120	121_130	131_140	141_150	150<	Kopā
Priede	-4	-3	-5	-4	-3	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-3	-2
Egle	15	4	2	2	2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-2	-5	-2	-3	-2	0
Bērzs	-11	-8	-6	-4	-3	-2	-1	-1	0	-1	-2		0				-2
Melnalksnis	-21	-6	-2	-2	0	1	1	3	2								0
Apse	-18	-6	-3	-1	-1	-1	0	0	-2	-1	-1	1					-1
Baltalksnis	-12	-7	-5	-4	-4	-4	-3										-5
Ozols		-60		5	-3	-1	-2	-3	0				2			1	0
Osis	-9		-3	-1	-1	0	-1	0	-1	-1			0				-1
Kopā	-13	-5	-3	-2	-2	-1	-1	-1	-1	-2	-2	-2	-2	-2	-3	-2	-2

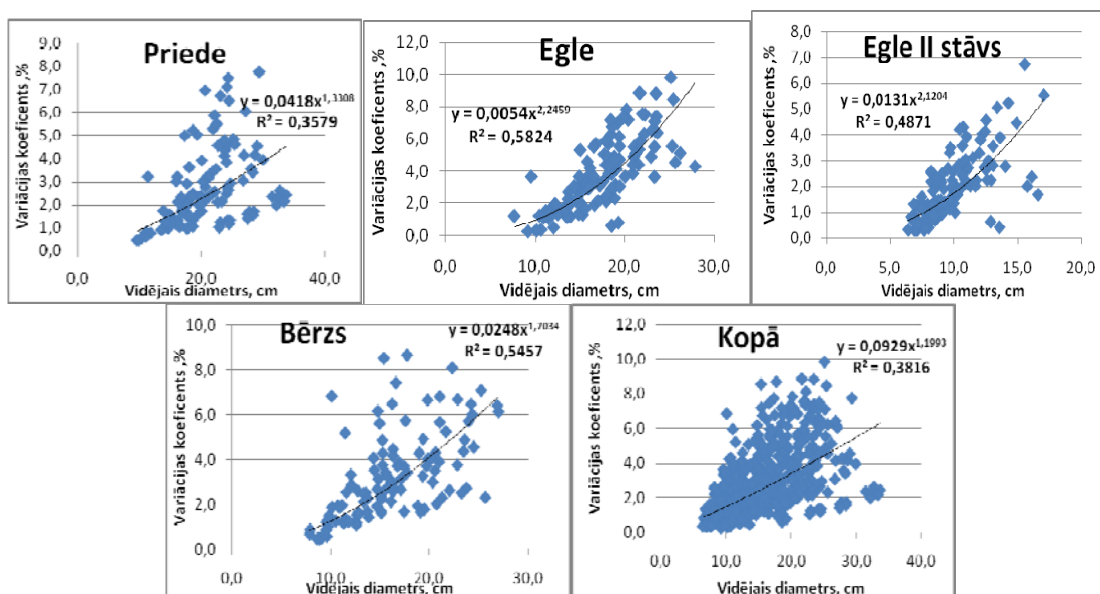
6.3.2.5 Sakarības starp vidējo aritmētisko un vidējo kvadrātisko diametru, variācijas koeficientu ilglaicīgajos parauglaukumos

Lai noteiktu vidējā diametra un vidējā kvadrātiskā diametra sakarību ciešumu kopumā izmantoti 523 pastāvīgo parauglaukumu dati ar koku skaitu lielāku par 80 kokiem parauglaukumā (van Laar, Akça, 1997).

Vidējā diametra un vidējā kvadrātiskā diametra korelācija ir ļoti cieša neatkarīgi no koku sugas (6.29.attēls).



6.29.attēls Sakarība starp vidējo diametru un vidējo kvadrātisko diametru pastāvīgajos parauglaukumos (priežu, egļu, bērzu un egļu otrā stāva meža elementos) (Priede n= 128; Egle n = 123; Bērzs n =123; Egle II stāvs n = 114; Kopā n = 523)



6.30.attēls Sakarība starp vidējo diametru un koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm variācijas koeficientu pastāvīgajos parauglaukumos (priežu, egļu, bērzu un egļu otrā stāva meža elementos)

Lai noteiktu vidējā diametra un koku sadalījuma pa caurmēra pakāpēm variācijas koeficienta sakarību ciešumu kopumā izmantoti 501 pastāvīgo parauglaukumu dati ar koku skaitu lielāku par 80 kokiem parauglaukumā. Konstatēts, ka lielāka vidējā caurmēra gadījumā meža elementa ietvaros visām sugām palielinās variācijas koeficients koku sadalījumam pa caurmēra pakāpēm (6.30. attēls).

Secinājumi

1. Normatīvajos aktos un zinātniskajos pētījumos lietota virkne ne visai precīzi nodefinēti taksācijā lietoti termini.
2. Daļa no meža statistiskajā inventarizācijā (MSI) lietotajiem definējumiem ir atšķirīgi no normatīvajos aktos izmantotajiem definējumiem.
3. Meža statistiskajā inventarizācijā tiek izmantotas no normatīvajos aktos un Meža valsts reģistrā (MVR) izmantotajām atšķirīgas formulas meža taksācijas rādītāju aprēķināšanai.
4. Latvijā pastāv vairākas uz atšķirīgiem pamatpieņēmumiem bāzētas meža augšanas gaitas prognozēšanas un modelēšanas „skolas”.
5. Pašreiz izmantotajā meža resursu attīstības modelēšanas pieejā netiek ņemts vērā selekcijas efekts.
6. Pašreiz modeļos izmantotie sortimentācijas modeļi ir „pārāk optimistiski”, jo netiek ņemta vērā trupes sastopamība egļu audzēs.
7. Vienreiz uzmērīti parauglaukumi nesniedz pietiekami daudz informācijas, lai varētu prognozēt to ilglaicīgu augšanu un attīstību.
8. Mākslīgas izcelsmes egļu audzēs sākotnējā augšanas gaita var būt straujāka nekā to prognozē atbilstoši virsaugstuma bonitāšu sistēmai.
9. MVR aktualizācijas modeļi nav izmantojami ilglaicīgai (vairāki inventarizācijas periodi) mežaudžu augšanas modelēšanai.
10. Pašreizējā MSI iegūtā informācija nav pietiekama atmiruma prognozēšanas modeļa izstrādei, savukārt no agrāk izstrādātajām par pieņemamāko uzskatāma (*Latvijas PSR Mežsaimniecības...*, 1984., 67220. nod.) dotās metodes.
11. MSI parauglaukumos konstatēts, ka meža tipa ietvaros, P un E lielākajā daļā gadījumu jaunākām audzēm ir augstāka bonitāte nekā vecākām audzēm, savukārt lapu kokiem šī sakarība nav tik izteikta.
12. Izstrādāta audzes valdošās sugas H un D aproksimācija pa bonitātēm un sugām (P, E, B, M, A, Ba), kā arī pa meža tipi, izmantojot Ričarda-Čapmana funkciju.
13. Aproksimētas MSI parauglaukumos konstatētās tīraudžu maksimālā koku skaita un šķērslaukumam sakarības atkarībā no koku sugas, D_g un H_g . P, E, B audzēs. Parauglaukumos fiksētas lielākas nekā normatīvajos aktos noteiktās G_{norm} vērtības.
14. Pie vienām un tām pašām H, D, G vērtībām ar atšķirīgām formulām aprēķinātās V vērtības ir atšķirīgas, kas nozīmē, ka, MSI un MVR dati nav viennozīmīgi salīdzināmi.

6.4. Ieteikumi modeļu pilnveidošanai

6.4.1. Meža (koksnes) resursu stāvokli raksturojošie rādītāji

1. Konstatētas nelielas atšķirības starp aprēķinātajām V vērtībām, aprēķinos pie vienām un tām pašām H, D, G, N vērtībām izmantojot I. Liepas metode (1996) un R. Ozoliņa metodi (2002), tādēļ, lai nebūtu jāmaina algoritmi „Meža ekspertā” vajadzētu veikt tilpuma aprēķinus katram meža elementam ar R. Ozoliņa veidaugstuma formulu.

2. Nākotnē izvērtēt relatīvo augstumu aprēķināšanas iespējas izmantojot citas metodes, piem., A. Kulieša izstrādāto relatīvo augstumu skalu (vienādojums 6.14., 6.13. tabula) vai izstrādāt līdzīgu, tomēr pašlaik izmantot „Meža ekspertā” pašreiz realizētos sortimentācijas metodes principus (Ozoliņš, 2002; Arhipova et al. 2007).

A. Kuliešis (1993) relatīvais augstums.

$$h_{ij} = H_i * R_{ij},$$

kur H_i – i sugas atbilstošā stāva vidējais koka augstums;
 R_{ij} – i sugas j koka reducētais augstums.

$$R_h = 1 - (a_0 + a_1 D + a_2 D^2) + \frac{b_0 + b_1 D + b_2 D^2}{R_d + d} + \frac{c_0 + c_1 D + c_2 D^2}{(R_d + d)^2}, \quad (6.14.)$$

kur $R_h = H/H_{vid}$, $R_d = D/D_{vid}$;
 a_i, b_i, c_i, d – regresijas koeficienti.

6.13. tabula

Relatīvā augstuma noteikšana atkarībā no relatīvā diametra regresijas koeficienti

suga	koeficienti										darbības intervāls	
	a0	a1	a2	b0	b1	b2	c0	c1	c2	d0	d vid	d
1	-1.61506	0.059408	-0.0005901	-3.29487	0.142404	-0.0015008	1.30841	-0.079939	0.0009236	0.5	6-44	4<
3	-2.3594	0.109233	-0.0014605	-4.89742	0.259258	-0.0035748	2.03747	-0.142911	0.0020762	0.5	6-44	4<
4	-1.5677	0.069321	-0.0008694	-3.02931	0.159893	-0.0021644	1.01665	-0.083867	0.0012905	0.5	6-36	4<
6	-0.79704	0.007542	0.0003034	-1.2812	0.02187	0.0005271	0.12847	-0.015836	0.0001081	0.5	6-36	4<
8	-0.97754	0.026455	-0.0001122	-1.71826	0.055625	-0.0002023	0.37793	-0.023913	0.0000509	0.5	6-36	4<
9	-1.15266	0.03223	0.0003922	-2.11866	0.066088	0.0010588	0.58451	-0.026614	-0.0007057	0.5	6-24	4<
10	-1.05927	0.042563	-0.000489	-1.80468	0.084581	-0.0009408	0.32366	-0.031105	0.0003111	0.5	6-40	4<
11	-0.601	-0.000715	0.0002792	-0.83195	-0.009868	0.0007665	-0.10432	0.013194	-0.0005216	0.5	6-40	4<

3. Izvērtēt iespēju sortimentācijas aprēķinus papildināt ar modeli, kas egļu audzēs samazina resno sortimentu iznākumu atkarībā no vecuma (A), ņemot vērā trupējušo egļu īpatsvaru. To aproksimē sakarība (6.15.). Trupes vidējo augstumu aproksimē sakarība (6.16.)

$$I = 0.7709 * A^{0.7683}, \quad (6.15.)$$

kur, I trupējušo koku īpatsvars, %;
 A audzes vecums.

$$H_{trupe} = 0.1109 * A^{0.7499}, \quad (6.16.)$$

kur, H_{trupe} – trupes vidējais augstums;
A - audzes vecums.

Kā otru alternatīvu varētu izvēlēties iespēju aprēķināt resno sortimentu iznākuma samazināšanu proporcionāli D vidējam.

4. Nepieciešama papildus diskusija par platību sadalījumu atbilstoši meža tipiēm un valdošajām sugām jaunaudžu vecumā kombinējot MSI un MVR datus.

6.4.2. Meža (koksnes) resursu raksturojošo rādītāju izmaiņās laikā

1. Pašreiz mūsu rīcībā nav pietiekamas un pamatotas informācijas, lai izvairītos no pieņēmuma, ka audžu H attīstība notiek vienas bonitātes ietvaros. Nepieciešams izvērtēt iespēju „Meža ekspertā” audžu H attīstības modelēšanai izmantot ar *Richards-Chapman* funkciju izveidoto augšanas gaitu aproksimāciju, saglabājot jau lietoto proporcionalitātes pieeju. Katrai sugai aproksimēto vienādojumu koeficientu vērtības apkopotas 6.3. nodaļā.

2. Nepieciešams izvērtēt iespēju „Meža ekspertā” audžu D attīstības modelēšanai izmantot ar *Chapman-Richards* funkciju izveidoto augšanas gaitu aproksimāciju. Sugai aproksimētās vērtības apkopotas 6.3. nodaļā.

3. Šķērslaukumu nākamajam periodam aprēķināt, saglabājot līdzšinējo G aprēķināšanas principus.

4. Saglabāt līdzšinējos krājas aprēķināšanas principus.

5. Izvērtēt iespēju paredzēt ne tikai N un G, bet arī D, H maiņu kopšanas rezultātā un attiecīgi paredzot iespēju „simulēt”:

1) Neitrāla atlase, kad kopšanas rezultātā D vidējais un H vidējais saglabājas tāds pats, samazinās G un N.

2) Kopšana no apakšas, kad H vidējais un D vidējais pieaug, G un N samazinās.

3) Kopšana no augšas, kad H vidējais, D vidējais, G un N samazinās.

4) 1) un 2) kombinācija -1) uz pievešanas ceļiem (līdz 20% no platības) un 2) pārējā platībā (šī pieeja gan nav attiecināma uz MSI parauglaukumiem)

Kopšanas cirtes veida un intensitātes raksturošanai izmantot sekojošus rādītājus (von Gadow, Hui, 1999):

Kopšanas cirtes intensitāte $rG = G_{\text{nocirstie}} / G_{\text{kopējais}}$

Kopšanas tips NG_{attiec}

$$NG_{\text{attiec}} = \frac{N_{\text{nocirstie}} / N_{\text{kop}}}{G_{\text{nocirstie}} / G_{\text{kop}}}, \quad (6.17.)$$

Ja neitrāla atlase, tad $NG=1.0$,

Ja kopšana no apakšas, tad $NG > 1.0$,

Ja kopšana no augšas, tad $NG < 1.0$

$$D_{g(\text{pēc cirtes})} = (40000 * (G_{kop} - G_{kop} * rG) / (3.14159 * (N_{kop} - N_{kop} * rG * NG_{attiec})))^{0.5}, \quad (6.18.)$$

kur, $D_{g(\text{pēc cirtes})}$, cm – paliekošās audzes daļas vidējais kvadrātiskais caurmērs pēc cirtes.

Savukārt $H_{g(\text{pēc cirtes})} = f(R_h)$ (skat. 6.14.)

6. Pēc kailcirtes simulācijas mākslīgās atjaunošanas gadījumā, paredzēt, ka priedei un bērzam H un D vērtību izmaiņa ir 1.1 reizes lielāka, bet eglei un melnalksnim 1.06 lielāka nekā atbilstošās vērtības dabiskai audzei.

7. Nosusinātās platībās atjaunošanas gadījumā paredzēt augšanas gaitas simulācijai izmantot normatīvi noteikto tekošo bonitāti.

7. Augšanas gaitas simulatora struktūras definēšana (J.Donis, J.Jansons)

Par pamatu izmantota pieeja, kādu izmantojuši Meža apsaimniekošanas plānošanas procesa informācijas sistēmas objektu modeļa izveidei LLU pētnieku grupa I. Arhipovas vadībā (Arhipova, 2007).

Normatīvajā plānošanā meža apsaimniekošanai koksnes audzēšanas vajadzībām var tikt noteikti sekojoši mērķi: 1) maksimizēt mežaudžu produktivitāti (kvantitatīvā gatavība), 2) maksimizēt ienākumus no koksnes realizācijas, 3) maksimizēt meža vērtību, un 4) maksimizēt zemes tīro tagadnes vērtību (Dubrovskis, 2007). Līdzīgi mērķus vajadzētu izvēlēties arī ekoloģisko un sociālo aspektu novērtēšanai. Tas būtu jādara vai nu meža apsaimniekotājam pašam vai arī iesaistot attiecīgās interešu grupas.

Stratēģiskajā plānošanas līmenī tiek noteikts optimālais ciršanas apjoms (arī citi izvirzītie mērķi), taču sīkāka informācija (piem., izmaksas) tiek vispārināta, lietojot vidējos skaitļus. Arī telpiskā informācija parasti netiek lietota (Arhipova, 2007). Ciršanas apjomi tiek plānoti ikgadējās (5 gadu) tāmes līmenī, nevis atsevišķai audzei (parauglaukumam).

Informācijas sistēmas prototipa datu ieguves bloka imitācija

Bloks sevī ietver informācijas t.sk. inventarizācijas datu iegūšanu ar dažādām mērierīcēm vai metodēm, kā arī šo datu pirmsapstrādi un pēcapstrādi. Datu pirmsapstrādē no inventarizācijas pamatdatiem tiek aprēķināti sekundārie dati – audzes krāja, šķērslaukums, biežība, valdošā suga, sugu sastāva koeficients, sadalījumā pa stāviem un kopā.

Šie dati un inventarizācijas pamatdati tiek izmantoti plānošanas (simulācijas) uzdevumos.

Inventarizācijas procesa datu apraksts

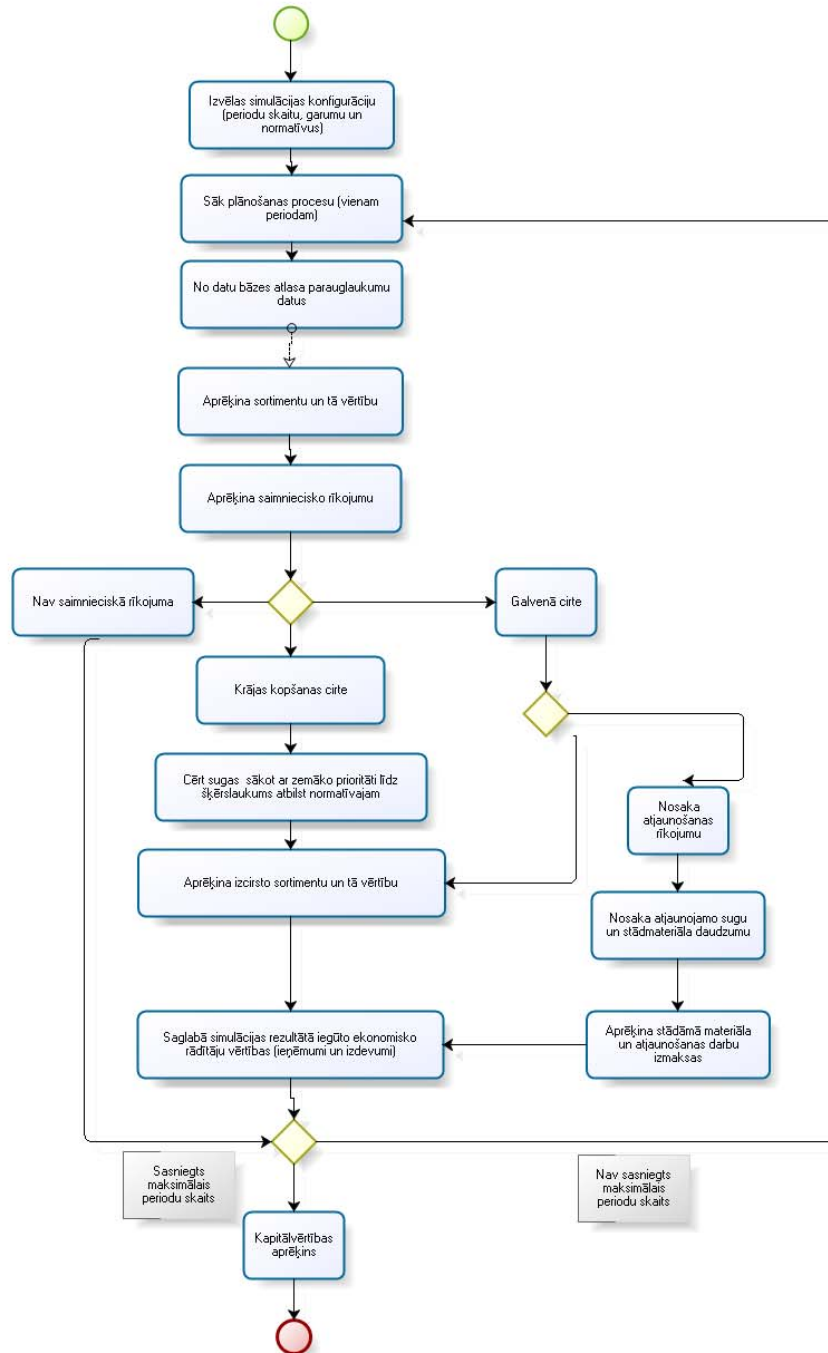
MSI informācijas gadījumā pašreiz tiek izmantots papīru datu ievades scenārijs. Datu ieguves kārtība ir aprakstīta LR Zemkopības ministrijas 2003. gada meža statistiskās

inventarizācijas instrukcijā. Šajā pārskatā diagramma nav veidota, jo tā tieši neattiecas uz simulatora struktūru.

Citu, ārējo datu ieguves procesa apraksts pašreiz nav veikts, jo projekta gaitā tikai tiek pētītas iespējas izmantot ārējos datus.

Saimniecisko rīkojumu imitāciju modelis

Pašreizējā brīdī principiāli tiek saglabāta kārtība, kādā saimnieciskie rīkojumi tiek imitēti datorprogrammā „Meža eksperts” skat. 7.1. attēlu. Nākotnē paredzēts, ka saimniecisko rīkojumu un atbilstošās apsaimniekošanas programmas varētu ģenerēt izmantojot dinamisko programmēšanu (Bongiorno, Gilless, 2003), vai arī atbilstoši sastādītam apsaimniekošanas programmu sarakstam līdzīgi kā tas tika darīts 2007. g. projekta gaitā (Wikstrom, 2007)



7.1. attēls. Saimniecisko rīkojumu imitāciju modelis

Augšanas gaitas imitācija

Mežaudzes vecums – izmaiņas vecumā tiek imitētas, pieskaitot perioda garumu pašreizējam vecumam. (vecums tiek aprēķināts, katra perioda vidū).

Mežaudzes vidējais augstums - atbilstoši 6.3.2.2. nodaļā aprakstītajiem vienādojumiem.

Mežaudzes vidējais caurmērs – atbilstoši 6.3.2.2. nodaļā aprakstītajiem vienādojumiem.

Šķērslaukums - atbilstoši elementa koku skaita un vidējā caurmēra sakarībai. Ja tiek paredzēta koku ciršana, tad tiek samazināts šķērslaukums līdz definētajam lielumam. Sākotnēji pieņemot, ka izcērtamo un paliekošo koku dimensijas ir vienādas, bet algoritmu attīstot, paredz iespēju iekļaut kopšanas intensitāti un veidu (skat. 6.4. nodaļu).

Koku skaita sadalījums pa caurmēra pakāpēm - pagaidām atbilstoši R. Ozoliņa algoritmam (2002), nākotnē paredzot iespēju izveidot koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm imitēt atbilstoši Veibula sadalījumam.

Koku sadalījums pa augstumiem – pagaidām atbilstoši R. Ozoliņa algoritmam (2002), nākotnē izmantojot vispārējās augstumlīknes.

Stumbru skaits – atbilstoši uzmērītajam, pašizretināšanos pagaidām neparedzot, nākotnē nepieciešams izstrādāt atmiruma aproksimāciju.

Sugu sastāvs - atbilstoši krāju (skaita) sadalījumam pa sugām un stāviem. Sākotnēji pieņemts, ka sugu sastāvs nemainās (modelē valdošās sugās sugas attīstību).

Koksnes kvalitāte - kvalitātes pazeminājums eglei trupes dēļ. Skat. 6.4. nodaļu.

Sugu maiņa – prioritātes atbilstoši meža tipam.

8. Augšanas gaitas simulatora prototipa izveide (J.Donis)

2009. gadā, maksimāli pieļaujamo galvenās cirtes apjomu modelēšanai, plānots izmantot datorprogrammu „Meža eksperts”, kurš izveidots LLU, un paredzēts uzņēmuma stratēģiskās, taktiskās un operatīvās darbības plānošanai.

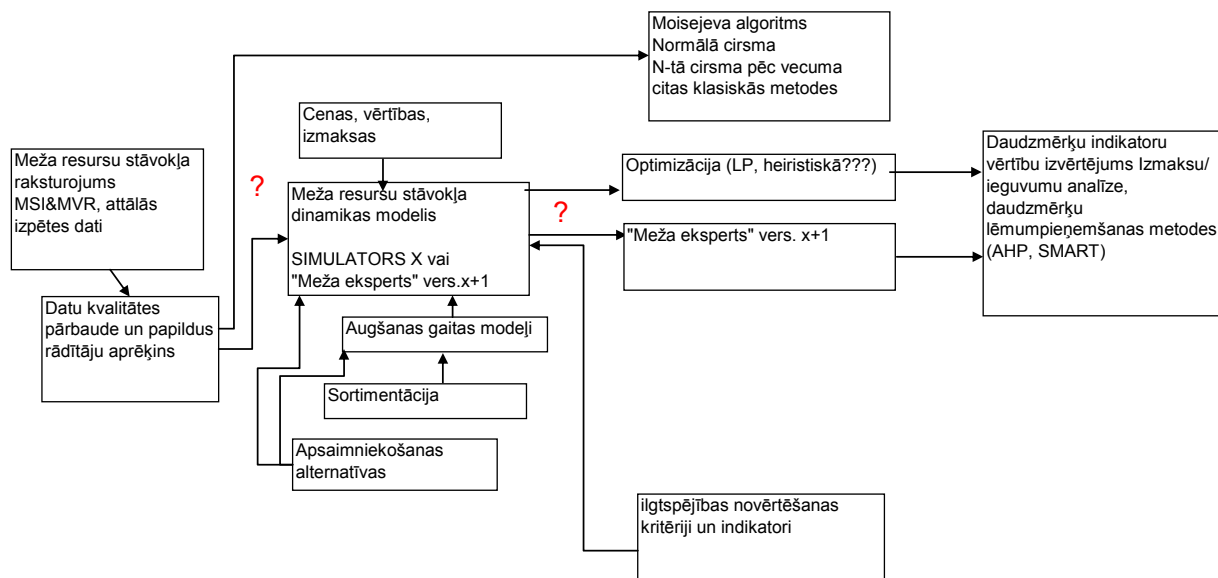
Augšanas gaitas simulatora prototips izveidots MS Excel vidē kā saistīto failu (lapu) sistēma.

Simulators sagatavots 2 variantos: 1) kā audžu valdošās sugas vidējo datu izmaiņu simulators, balstot uz izvēlētās saimnieciskās vienības vecumklatu struktūru un atbilstošo MSI parauglaukumu datu vidējām vērtībām (matricveida modelis), un 2) atsevišķa parauglaukuma meža elementu augšanas gaitas simulators. Otrais modelis paredzēts izmantot izveidoto vienādojumu pārbaudei.

9. Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas struktūras definēšana (J.Donis)

Lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas struktūra definēta balstot uz pieņēmumu, ka tiek ievērota sekojoša vispārējā pieeja problēmas risinājumam (skat. 9.1. attēls):

1. Datu ieguve un pašreizējā stāvokļa novērtējums;
2. Lēmumpieņēmēja un citu ieinteresēto pušu definētie kritēriji, indikatori un preferences;
3. Alternatīvu audžu (parauglaukumu) apstrādes režīmu ģenerēšana un seku paredzēšana;
4. Efektīvas apsaimniekošanas programmas izstrāde platībai;
5. Labākās apsaimniekošanas programmas izvēle atbilstoši 2. punkta kritērijiem un indikatoriem.



? Nepieciešama pasūtītāja izvēle, kuru "ceļu iet"

9.1. attēls. Meža resursu apsaimniekošanas lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas modeļa vispārējā shēma

1. Datu ieguve un pašreizējā stāvokļa novērtējums.

Pašreizējā stāvokļa novērtējums tiek balstīts uz meža statistiskās informācijas bāzi (nākotnē paredzot, to papildināt ar ārējiem datiem, piem., attālās izpētes dati).

2. Lēmumpieņemēja un citu ieinteresēto pušu definētie kritēriji, indikatori un preferences.

Tiek paredzēta citu ieinteresēto pušu iesaiste lēmuma pieņemšanas procesā, sākot ar kritēriju un indikatoru definēšanu, beidzot ar līdzdalību alternatīvu izvērtēšanā.

3. Alternatīvu audžu (parauglaukumu) apstrādes režīmu ģenerēšana un seku paredzēšana.

Alternatīvu audžu (parauglaukumu) apsaimniekošanas režīmu ģenerēšana tiek balstīta uz vairākceļu pieejas izmantošanu.

4. Efektīvas apsaimniekošanas programmas izstrāde platībai.

Efektīvas apsaimniekošanas programmas izstrāde tiek balstīta uz lineārās optimizācijas vai heuristisko optimizāciju.

5. Labākās apsaimniekošanas programmas izvēle atbilstoši 2. punkta kritērijiem un indikatoriem.

Programma tiek izvēlēta izvērtējot daudzkritēriju lēmumpieņemšanas metodes, iesaistot vairākus lēmumpieņemējus. Piem., izmantojot vienkāršo daudzatribūtu ranžēšanas tehniku (SMART) vai analītisko hierarhisko procesu (AHP).

10. Resursu pieejamības telpiskā analīze attiecībā pret infrastruktūras objektiem, reljefu u.c. aspektiem

10.1. Materiāls un metodika (J.Zariņš)

Attālums no satiksmes ceļiem pēc LĢIA datiem

Papildus pazīmes – attālums līdz tuvākajam satiksmes ceļam, ceļa veids nepieciešami loģistikas ietekmes uz resursu pieejamību pēc MSI datiem novērtēšanai.

No MSI datiem nepieciešama parauglaukumu sektoru kopsavilkuma datu bāze (izmantoti pirmā cikla dati - 2004. līdz 2008. gads) ar parauglaukuma identifikatoriem (*unikāli*) un parauglaukumu centru digitālo punktu slāni ar identiskiem identifikatoriem. Ar telpisko analīzi digitālajam punktu slānim iegūtās pazīmes pievieno kopsavilkuma datu bāzei izmantojot datu bāzu apvienošanu (*join*) pēc minētajiem unikālajiem identifikatoriem.

No LĢIA topogrāfiskās kartes M 1:50000 izmantots satiksmes ceļu (*infra*) slānis, kas telpiski savietojams ar parauglaukumu centru digitālo punktu slāni. Ceļu informācijas pievienošana MSI parauglaukumu digitālajam slānim veikta ar ArcGIS datorprogrammas funkcijas telpiskā apvienošana (*Spatial Join*) palīdzību. Rezultāts – jauns digitālais parauglaukumu punktu slānis, kur papildus pievienota ceļu informācija, kuri atrodas vistuvāk katram konkrētam parauglaukumam, kā arī attālums līdz šim ceļam metros. Rezultāti analizēti valstī kopumā un atsevišķi LVM mežiem.

Aizsardzības pazīmes no Meža Valsts reģistra

Papildus saimniecisko ierobežojumu pazīmju pievienošana MSI datiem nepieciešama, lai no kopēja resursu novērtējuma izslēgtu izmantošanai nepieejamos resursus. Šim nolūkam izmantota SILAVA rīcībā esošā Meža Valsts reģistra (MVR) datu bāze – nogabalu poligoni un datu bāzes informācija ar aizsardzības pazīmēm. Aizsardzības pazīmju ietekme uz saimniecisko darbību iedalīta:

- aizliegta mežsaimnieciskā darbība;
- aizliegta galvenā cirte;
- aizliegta kailcirte;
- aizliegta kopšanas cirte;
- sezonāls aizliegums.

No MSI datiem nepieciešama parauglaukumu sektoru kopsavilkuma datu bāze (izmantoti pirmā cikla dati - 2004. līdz 2008. gads) ar parauglaukuma identifikatoriem (*unikāli*) un parauglaukumu centru digitālo punktu slāni ar identiskiem identifikatoriem. Ar telpisko analīzi digitālajam punktu slānim iegūtās pazīmes pievieno kopsavilkuma datu bāzei izmantojot datu bāzu apvienošanu (*join*) pēc minētajiem unikālajiem identifikatoriem.

MVR informācija pievienošana MSI parauglaukumu digitālajam slānim veikta ar ArcGIS datorprogrammas funkcijas telpiskā apvienošana (*Spatial Join*) palīdzību. Rezultāts – jauns digitālais parauglaukumu punktu slānis, kur papildus pievienota MVR nogabalu poligoni, kuros tie telpiski iekrīt, datu bāzes informācija.

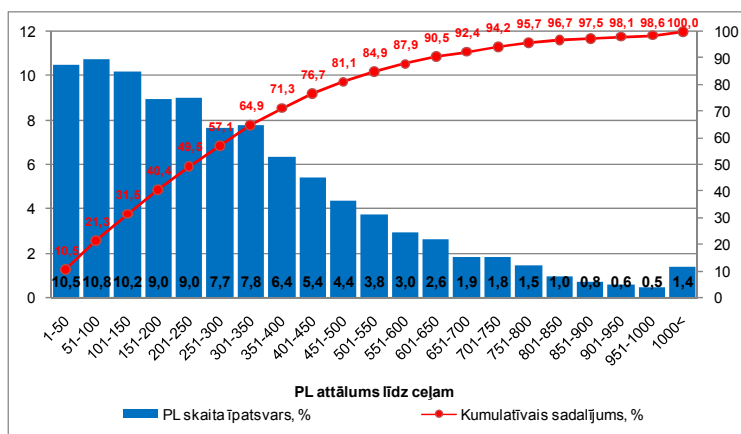
10.2. Rezultāti (G.Šņepsts, J.Zariņš)

10.2.1. MSI parauglaukumu izvietojums (visi meži) attiecībā pret dažādas kategorijas ceļiem balstot uz LĢIA datiem

Parauglaukuma attālumu no ceļa ņem kā minimālo attālumu no parauglaukuma centra līdz ceļam. Aritmētiski vidējais attālums ar mežu klātajām platībām līdz ceļam (mežaudzēm, izcirtumiem un mežiem lauksaimniecības zemēs) ir 303 m, bet minimālais un maksimālais attālums attiecīgi ir 0 un 2165 m. Mežaudzēm aritmētiski vidējais attālums ir 308 m, izcirtumiem – 274 m un mežiem lauksaimniecības zemēs – 227 m.

Tālākajā analizē izmanto tikai datus par mežaudzēm (zemju kategorijas kods 10). Kopā izmantoti dati par 10797 parauglaukumiem.

Gandrīz puse (49.5%) no parauglaukumiem atrodas tuvāk par 250 m, bet aptuveni 2/3 no parauglaukumiem atrodas tuvāk par 350 m no ceļa (10.1. attēls).



10.1. attēls. Parauglaukumu sadalījums atkarībā no attāluma līdz ceļam (metros).

Ceļiem tuvāk atrodas sausākie meža tipi, bet jo slapjāks un purvaināks meža tips, jo vidējais aritmētiskais attālums ir lielāks. Piemēram, silā parauglaukuma aritmētiski vidējais attālums līdz ceļam ir 177 m, bet purvājā – 513 m (10.2. attēls). Aptuveni $\frac{2}{3}$ no parauglaukumu skaits sausieņu meža tipos ir 300 m attālumā no ceļa, slapjajos – 400 m, purvajos – 500 m, āreņos – 350 m, kūdreņos – 450 m (10.1. tabula).

Sausieņi	263				
SI	Mr	Ln	Dm	Vr	Gr
177	173	182	248	303	285
Slapjaini	342				
Gs	Mrs	Dms	Vrs	Grs	
281	348	333	334	429	
Purvaini	416				
Pv	Nd	Db	Lk		
513	417	345	319		
Āreņi	301				
Av	Am	As	Ap		
268	263	294	332		
Kūdreņi	387				
Kv	Km	Ks	Kp		
461	359	394	370		

10.2. attēls. Parauglaukuma aritmētiski vidējais attālums līdz ceļam (metros) atkarībā no meža tipa

Vidējais aritmētiskais attālums no parauglaukuma līdz ceļam principā visos audzes vecumos (valdošās koku sugas vecumos) ir līdzīgs:

- 1-20 gadi – 302 m,
- 21-40 gadi – 305 m,
- 41-60 gadi – 320 m,
- 61-80 gadi – 308 m,
- 81-100 gadi – 301 m,
- 101 un vairāk gadi – 301 m.

Neatkarīgi no vecuma grupas aptuveni puse parauglaukumu ir tuvāk par 250 m, bet $\frac{2}{3}$ ir tuvāk par 350 m (10.2. tabula).

Arī visām koku sugām (valdošā koku suga parauglaukumā) aritmētiski vidējais attālums no parauglaukuma līdz ceļam ir līdzīgs:

- priede – 281 m,
- egle – 317 m,
- bērzs – 339 m,
- melnalksnis – 328 m,
- apse – 313 m,
- baltalksnis – 292 m.

Priedei aptuveni puse (49.1%) no parauglaukumiem ir 200 m attālumā no ceļa, bet pārējām sugām (egle, bērzs, melnalksnis, baltalksnis un apse) – 250-300 m (10.3. tabula).

10.1. tabula

Parauglaukumu skaita sadalījums (%) atkarībā no attāluma līdz ceļam un meža tipa rindas

Attāluma grupa	Sausieņi		Slapjieņi		Purvaieņi		Arieņi		Kūdreņi		Kopā	
	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %
1-50	14,1	14,1	6,1	6,1	5,2	5,2	9,6	9,6	5,3	5,3	10,5	10,5
51-100	12,9	27,0	8,8	14,9	6,4	11,6	10,3	19,9	8,0	13,4	10,8	21,3
101-150	10,5	37,5	10,2	25,1	7,9	19,5	11,4	31,3	8,6	21,9	10,2	31,5
151-200	9,2	46,7	9,5	34,6	8,0	27,6	9,3	40,6	8,2	30,1	9,0	40,4
201-250	9,7	56,3	9,2	43,8	7,5	35,1	9,6	50,2	6,9	37,0	9,0	49,5
251-300	7,6	63,9	7,9	51,7	6,4	41,5	8,4	58,6	7,4	44,4	7,7	57,1
301-350	7,9	71,8	8,0	59,6	7,0	48,5	7,5	66,1	8,2	52,6	7,8	64,9
351-400	5,5	77,3	6,6	66,3	7,0	55,5	7,2	73,2	7,8	60,4	6,4	71,3
401-450	5,0	82,3	5,2	71,4	6,8	62,2	5,4	78,7	6,4	66,9	5,4	76,7
451-500	4,3	86,6	5,0	76,4	5,9	68,1	3,7	82,4	4,5	71,3	4,4	81,1
501-550	3,3	89,9	4,9	81,3	4,8	73,0	3,4	85,8	4,5	75,8	3,8	84,9
551-600	2,4	92,3	4,2	85,5	3,0	76,0	2,8	88,6	4,3	80,0	3,0	87,9
601-650	2,0	94,2	3,9	89,4	4,6	80,6	2,3	91,0	3,4	83,5	2,6	90,5
651-700	1,3	95,5	2,9	92,3	3,4	84,0	1,6	92,6	2,7	86,1	1,9	92,4
701-750	1,5	97,0	1,5	93,8	2,5	86,5	2,3	94,8	2,4	88,5	1,8	94,2
751-800	0,8	97,8	1,2	94,9	3,3	89,8	1,5	96,3	3,2	91,7	1,5	95,7
801-850	0,6	98,5	1,2	96,1	2,1	92,0	0,8	97,1	1,6	93,3	1,0	96,7
851-900	0,4	98,8	0,5	96,6	1,8	93,8	0,7	97,8	1,9	95,2	0,8	97,5
901-950	0,3	99,1	1,1	97,7	1,2	95,0	0,5	98,3	1,0	96,2	0,6	98,1
951-1000	0,2	99,4	0,5	98,1	0,8	95,7	0,5	98,8	1,2	97,5	0,5	98,6
1001-1100	0,3	99,7	0,5	98,6	1,6	97,3	0,6	99,3	1,0	98,4	0,6	99,1
1101-1200	0,1	99,8	0,6	99,2	0,5	97,9	0,5	99,8	0,4	98,8	0,3	99,5
1201-1300	0,1	99,9	0,1	99,3	0,8	98,6	0,0	99,8	0,1	99,0	0,1	99,6
1301-1400	0,0	99,9	0,3	99,6	0,4	99,0	0,1	100,0	0,3	99,3	0,2	99,7
1401-1500	0,0	99,9	0,2	99,8	0,2	99,2	0,0	100,0	0,0	99,3	0,0	99,8
1501-1600	0,0	99,9	0,0	99,8	0,1	99,4	0,0	100,0	0,4	99,7	0,1	99,9
1601-1700	0,0	99,9	0,0	99,8	0,3	99,7	0,0	100,0	0,1	99,8	0,0	99,9
1701-1800	0,0	99,9	0,0	99,8	0,0	99,7	0,0	100,0	0,1	99,9	0,0	99,9
1801-1900	0,0	100,0	0,0	99,8	0,2	99,9	0,0	100,0	0,0	99,9	0,0	99,9
1901-2000	0,0	100,0	0,1	99,9	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	99,9	0,0	99,9
2000+	0,0	100,0	0,1	100,0	0,1	100,0	0,0	100,0	0,1	100,0	0,1	100,0
Kopā	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	

10.2. tabula

Parauglaukumu skaita sadalījums (%) atkarībā no attāluma līdz ceļam un audzes valdošās koku sugas vecuma

Attāluma grupa	1-20 gadi		21-40 gadi		41-60 gadi		61-80 gadi		81-100 gadi		100< gadi	
	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %
1-50	10,2	10,2	10,3	10,3	9,1	9,1	10,8	10,8	12,9	12,9	14,0	14,0
51-100	10,8	21,0	10,1	20,3	10,0	19,1	10,5	21,2	13,7	26,6	13,1	27,1
101-150	9,8	30,9	10,9	31,2	10,5	29,6	9,7	30,9	10,0	36,6	8,9	36,0
151-200	9,1	39,9	9,3	40,5	8,4	38,0	10,1	41,0	7,1	43,7	9,2	45,2
201-250	10,1	50,1	9,2	49,8	8,6	46,6	9,0	50,1	8,0	51,7	8,5	53,7
251-300	7,3	57,4	8,2	57,9	8,3	54,8	7,4	57,4	6,7	58,4	6,2	59,9
301-350	7,8	65,2	7,7	65,6	7,5	62,3	8,9	66,3	7,6	66,0	6,5	66,4
351-400	6,9	72,1	6,7	72,3	6,8	69,2	5,3	71,6	6,1	72,1	5,1	71,5
401-450	5,5	77,6	5,4	77,7	5,9	75,1	5,0	76,6	5,4	77,5	4,7	76,1
451-500	3,8	81,4	4,5	82,2	5,4	80,4	4,2	80,8	3,9	81,4	3,5	79,7
501-550	4,2	85,6	3,4	85,6	3,6	84,0	4,4	85,2	3,1	84,5	4,2	83,9
551-600	2,8	88,4	2,7	88,2	3,1	87,1	2,9	88,1	3,9	88,3	2,8	86,7
601-650	2,7	91,1	2,7	91,0	2,8	89,9	2,7	90,8	1,9	90,2	2,3	89,0
651-700	1,9	93,0	1,7	92,7	2,0	91,9	1,7	92,5	1,7	91,8	2,5	91,5
701-750	2,3	95,4	1,7	94,4	1,8	93,7	1,4	94,0	1,7	93,5	2,5	94,1
751-800	1,2	96,5	1,6	96,0	1,6	95,3	1,7	95,6	1,4	94,9	1,4	95,5
801-850	1,1	97,7	1,0	96,9	1,0	96,3	1,0	96,6	0,8	95,7	0,8	96,3
851-900	0,6	98,3	0,7	97,6	1,0	97,3	0,7	97,4	0,6	96,3	0,8	97,2
901-950	0,5	98,8	0,7	98,3	0,6	97,9	0,6	98,0	0,4	96,7	0,7	97,9
951-1000	0,5	99,2	0,4	98,7	0,6	98,5	0,5	98,5	0,8	97,5	0,3	98,2
1001-1100	0,3	99,5	0,3	99,0	0,8	99,3	0,4	98,9	1,2	98,7	0,8	99,0
1101-1200	0,4	99,9	0,3	99,4	0,3	99,6	0,2	99,1	0,6	99,2	0,3	99,3
1201-1300	0,0	99,9	0,1	99,5	0,1	99,7	0,3	99,4	0,2	99,4	0,0	99,3
1301-1400	0,0	99,9	0,2	99,7	0,1	99,8	0,2	99,5	0,3	99,8	0,3	99,6
1401-1500	0,0	99,9	0,0	99,7	0,0	99,8	0,2	99,7	0,0	99,8	0,0	99,6
1501-1600	0,0	99,9	0,2	99,9	0,0	99,9	0,1	99,7	0,0	99,8	0,3	99,9
1601-1700	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	99,9	0,1	99,8	0,1	99,9	0,0	99,9
1701-1800	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	99,9	0,0	99,8	0,0	99,9	0,0	99,9
1801-1900	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	99,9	0,1	99,9	0,1	100,0	0,0	99,9
1901-2000	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	99,9
2000+	0,1	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,1	100,0	0,0	100,0	0,1	100,0
Kopā	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	

10.3. tabula

Parauglaukumu skaita sadalījums (%) atkarībā no attāluma līdz ceļam un audzes valdošās koku sugas

Attāluma grupa	Priede		Egle		Bērzs		Melņakšņi		Apse		Baltakšņi		Citi	
	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars	Kumulatīvais sadalījums, %
1-50	15,9	15,9	9,3	9,3	7,4	7,4	5,5	5,5	8,7	8,7	9,1	9,1	13,6	13,6
51-100	13,6	29,5	9,6	19,0	8,7	16,1	8,1	13,6	10,8	19,4	10,0	19,1	16,3	29,8
101-150	10,0	39,5	10,1	29,1	10,5	26,5	10,2	23,8	9,8	29,3	10,2	29,3	10,3	40,1
151-200	9,6	49,1	8,7	37,8	8,5	35,1	11,2	35,1	6,4	35,7	9,3	38,6	10,3	50,4
201-250	8,6	57,8	8,3	46,0	8,7	43,8	10,2	45,3	10,1	45,8	11,3	50,0	8,7	59,1
251-300	5,9	63,6	8,9	54,9	7,6	51,3	9,2	54,4	9,4	55,2	8,3	58,3	8,4	67,5
301-350	6,3	69,9	8,3	63,2	8,2	59,5	8,8	63,2	9,0	64,2	8,2	66,5	7,9	75,3
351-400	4,8	74,7	6,4	69,7	7,3	66,8	6,7	69,9	6,6	70,7	8,3	74,8	4,9	80,2
401-450	4,6	79,3	5,3	74,9	5,7	72,5	5,9	75,8	7,3	78,0	5,6	80,5	5,4	85,6
451-500	3,2	82,6	4,8	79,7	5,3	77,8	5,9	81,7	3,5	81,5	4,7	85,2	3,8	89,4
501-550	3,1	85,7	4,3	84,1	4,5	82,3	2,8	84,5	4,0	85,5	3,1	88,2	3,8	93,2
551-600	2,6	88,2	3,3	87,3	3,2	85,5	3,1	87,6	3,4	88,9	2,8	91,0	1,6	94,9
601-650	2,3	90,5	2,8	90,1	3,3	88,8	3,1	90,7	2,0	90,9	2,3	93,3	1,4	96,2
651-700	1,8	92,4	2,3	92,4	2,0	90,8	1,7	92,4	1,3	92,2	2,0	95,3	0,0	96,2
701-750	1,6	93,9	2,3	94,7	1,9	92,8	1,6	94,0	2,5	94,6	1,5	96,8	0,8	97,0
751-800	1,6	95,5	1,7	96,4	1,7	94,5	1,4	95,3	1,1	95,7	1,3	98,1	0,5	97,6
801-850	0,6	96,1	1,1	97,5	1,4	95,9	1,0	96,4	1,4	97,1	0,5	98,6	0,3	97,8
851-900	0,9	97,0	0,5	98,0	1,0	97,0	0,9	97,2	0,4	97,4	0,5	99,1	0,5	98,4
901-950	0,6	97,6	0,4	98,4	0,7	97,6	0,7	97,9	1,1	98,5	0,3	99,4	0,8	99,2
951-1000	0,5	98,1	0,4	98,8	0,6	98,3	0,5	98,4	0,9	99,4	0,0	99,4	0,3	99,5
1001-1100	0,8	98,9	0,5	99,3	0,8	99,0	0,2	98,6	0,1	99,5	0,2	99,5	0,5	100,0
1101-1200	0,3	99,2	0,4	99,7	0,2	99,2	0,7	99,3	0,2	99,8	0,3	99,8	0,0	100,0
1201-1300	0,2	99,4	0,0	99,7	0,2	99,4	0,3	99,7	0,0	99,8	0,0	99,8	0,0	100,0
1301-1400	0,2	99,6	0,2	99,8	0,2	99,6	0,2	99,8	0,1	99,9	0,0	99,8	0,0	100,0
1401-1500	0,1	99,7	0,0	99,8	0,0	99,7	0,0	99,8	0,0	99,9	0,0	99,8	0,0	100,0
1501-1600	0,1	99,9	0,0	99,8	0,1	99,8	0,2	100,0	0,1	100,0	0,0	99,8	0,0	100,0
1601-1700	0,1	99,9	0,0	99,8	0,1	99,8	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	99,8	0,0	100,0
1701-1800	0,0	99,9	0,0	99,8	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	99,8	0,0	100,0
1801-1900	0,0	100,0	0,1	99,9	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	100,0	0,1	99,9	0,0	100,0
1901-2000	0,0	100,0	0,0	99,9	0,0	99,9	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	99,9	0,0	100,0
2000+	0,0	100,0	0,1	100,0	0,1	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,1	100,0	0,0	100,0
Kopā	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	

10.2.2. MSI parauglaukumu izvietojums (LVM meži) attiecībā pret dažādas kategorijas ceļiem balstot uz LĢIA datiem

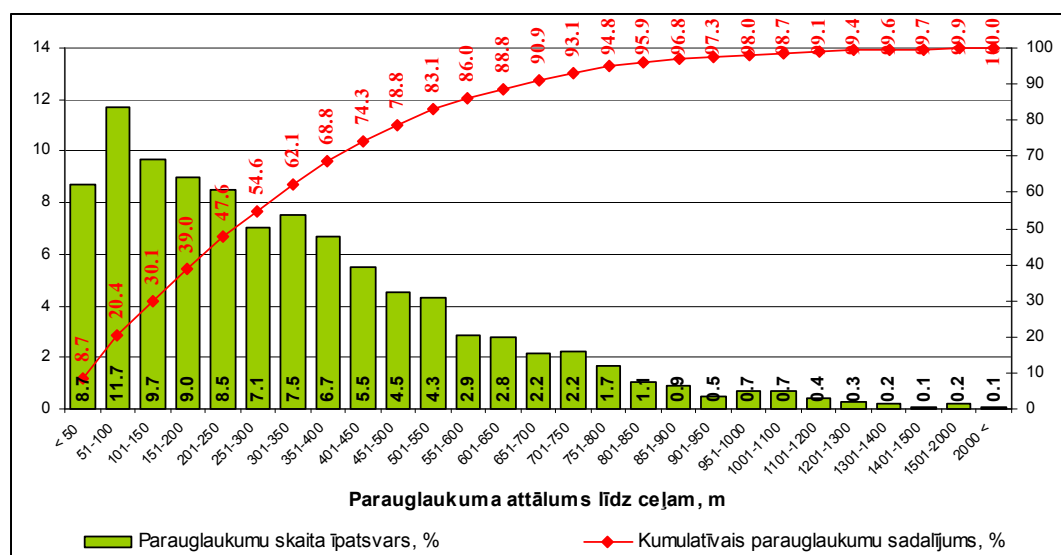
Kopā izmantoti dati par 3003 MSI ierīkotajiem parauglaukumiem, kuri atbilst sekojošām prasībām:

- ģeometriskā formas kods – 1 (VAS LVM meži),
- zemju kategorijas kods – 10 (mežs),
- parauglaukumā ir viens sektors, kura platība ir 500 m².

Parauglaukuma attālumu no ceļa ņem kā minimālo attālumu no parauglaukuma centra līdz ceļam.

Aritmētiski vidējais attālums ir 326 m, bet minimālais un maksimālais attālums ir attiecīgi 0 m un 2165 m.

Tuvāk par 100 m no ceļa atrodas aptuveni $\frac{1}{5}$ (20,4%) no parauglaukumiem, bet aptuveni $\frac{2}{3}$ atrodas tuvāk par 400 m (10.3. attēls).



10.3. attēls. Parauglaukumu sadalījums atkarībā no attāluma līdz ceļam.

Tuvāk ceļiem atrodas sausieņu meža tipi, bet vistālāk purvaiņu meža tipi. Aritmētiski vidējais attālums no parauglaukuma centra līdz ceļam atkarībā no mežu tipu rindas ir:

- sausieņos – 270 m (s=234),
- slapjajņos – 362 m (s=272),
- purvaiņos – 453 m (s=321),
- āreņos – 303 m (s=227),
- kūdreņos – 392 m (s=276).

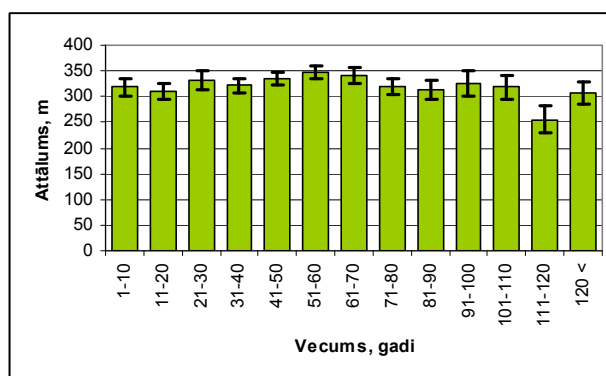
Aptuveni puse no MSI parauglaukumiem sausieņu meža tipos atrodas tuvāk par 200m, slapjajņu meža tipos – 300m, purvaiņu meža tipos – 400m, āreņu meža tipos – 250m un kūdreņu meža tipos – 350m (10.4. tabula).

10.4. tabula.

Parauglaukumu sadalījums atkarībā no meža tipu rindas un attāluma līdz ceļam

Attāluma grupa	Sausieņi		Slapjaini		Purvaini		Āreņi		Kūdreņi	
	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %
< 50	13.2	13.2	3.1	3.1	5.1	5.1	8.7	8.7	3.9	3.9
51-100	14.5	27.7	10.1	13.1	4.7	9.8	11.6	20.3	10.3	14.2
101-150	10.7	38.4	7.8	20.9	6.4	16.2	11.6	31.9	7.8	22.1
151-200	10.8	49.2	8.9	29.9	6.8	23.0	8.4	40.3	6.6	28.7
201-250	8.3	57.5	10.3	40.2	8.1	31.1	9.7	50.0	6.4	35.1
251-300	6.1	63.7	9.2	49.4	6.4	37.5	7.5	57.5	7.6	42.7
301-350	7.0	70.6	8.1	57.5	7.4	44.9	7.6	65.1	8.2	50.9
351-400	4.8	75.4	7.5	65.1	8.1	53.0	7.2	72.2	9.3	60.2
401-450	4.9	80.2	5.6	70.7	5.7	58.8	6.0	78.2	6.2	66.4
451-500	4.4	84.6	5.0	75.7	6.4	65.2	3.4	81.6	4.9	71.3
501-550	4.3	88.9	4.7	80.4	5.7	70.9	3.9	85.5	3.7	75.1
551-600	2.3	91.1	4.7	85.2	2.7	73.6	2.4	87.9	3.7	78.8
601-650	2.1	93.2	2.5	87.7	1.7	75.3	3.6	91.5	4.3	83.1
651-700	1.2	94.4	3.6	91.3	3.0	78.4	1.8	93.3	3.5	86.6
701-750	2.1	96.5	2.2	93.6	3.7	82.1	1.6	94.9	2.3	88.9
751-800	1.0	97.5	0.3	93.9	4.1	86.1	1.3	96.3	3.5	92.4
801-850	0.8	98.2	1.1	95.0	3.0	89.2	0.7	97.0	1.0	93.4
851-900	0.2	98.4	0.6	95.5	2.0	91.2	1.0	98.1	2.1	95.5
901-950	0.1	98.5	1.7	97.2	0.3	91.6	0.1	98.2	1.0	96.5
951-1000	0.3	98.8	0.6	97.8	1.0	92.6	1.0	99.3	1.0	97.5
1001-1100	0.4	99.2	0.6	98.3	2.0	94.6	0.6	99.9	0.8	98.4
1101-1200	0.3	99.6	0.8	99.2	1.4	95.9	0.1	100.0	0.2	98.6
1201-1300	0.2	99.7	0.0	99.2	2.0	98.0	0.0	100.0	0.2	98.8
1301-1400	0.0	99.7	0.0	99.2	1.4	99.3	0.0	100.0	0.6	99.4
1401-1500	0.0	99.7	0.3	99.4	0.3	99.7	0.0	100.0	0.0	99.4
1501-2000	0.2	99.9	0.3	99.7	0.3	100.0	0.0	100.0	0.6	100.0
2000 <	0.1	100.0	0.3	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0

Parauglaukumu attālums līdz ceļam nav atkarīgs no audzes valdošās koku sugas vecuma, jo visās vecuma desmitgadēs (izņemot 12.) aritmētiski vidējais attālums ir līdzīgs un iekļaujas vienas standartklūdas robežās (10.4. attēls).



10.4. attēls. Parauglaukumu aritmētiski vidējais attālums un standartklūda atkarībā no valdošās koku sugas vecuma.

Arī parauglaukumu kumulatīvais sadalījums nav atkarīgs no valdošās koku sugas vecuma. Visās vecuma grupās (vienu vecuma grupu ir 20 gadi) aptuveni puse no parauglaukumiem ir tuvāk par 250-300 metriem no ceļa, $\frac{2}{3}$ no parauglaukumiem ir tuvāk nekā 400 metri no ceļa (10.5. tabula).

**Parauglaukumu sadalījums atkarībā no valdošās koku sugas vecuma un
attāluma līdz ceļam**

Attāluma grupa	1-20 gadi		21-40 gadi		41-60 gadi		61-80 gadi		81-100 gadi		101 un vairāk gadi	
	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %
< 50	6.6	6.6	8.5	8.5	7.4	7.4	9.0	9.0	9.7	9.7	12.3	12.3
51-100	10.4	17.0	11.1	19.6	10.6	18.1	9.7	18.6	15.4	25.1	16.4	28.7
101-150	9.2	26.2	12.4	32.0	8.1	26.2	9.8	28.5	11.7	36.8	6.8	35.5
151-200	8.1	34.3	9.9	41.9	8.2	34.4	9.8	38.3	7.0	43.9	10.5	46.0
201-250	11.2	45.5	6.2	48.2	8.8	43.2	9.0	47.3	7.8	51.7	8.6	54.6
251-300	9.5	55.0	7.2	55.3	9.2	52.3	6.2	53.5	4.4	56.1	4.3	59.0
301-350	6.9	62.0	7.8	63.1	6.6	59.0	9.1	62.6	8.4	64.5	5.2	64.2
351-400	7.5	69.5	7.6	70.7	7.3	66.3	5.1	67.7	6.8	71.3	6.2	70.4
401-450	6.9	76.4	4.1	74.8	6.0	72.2	5.7	73.4	5.0	76.2	5.2	75.6
451-500	4.9	81.3	3.7	78.4	5.4	77.7	5.1	78.6	3.1	79.4	3.7	79.3
501-550	5.8	87.0	2.5	81.0	4.4	82.1	5.1	83.7	3.1	82.5	4.9	84.3
551-600	2.0	89.0	2.5	83.5	3.1	85.1	3.1	86.8	3.7	86.2	2.5	86.7
601-650	2.6	91.6	4.1	87.6	3.1	88.2	2.9	89.7	1.6	87.7	1.5	88.3
651-700	1.7	93.4	2.3	89.9	2.0	90.2	1.8	91.5	2.3	90.1	3.4	91.7
701-750	3.2	96.5	2.1	92.0	2.3	92.4	1.5	93.0	1.8	91.9	3.1	94.8
751-800	0.9	97.4	2.1	94.2	1.9	94.3	2.1	95.0	1.3	93.2	1.2	96.0
801-850	0.6	98.0	1.4	95.5	1.1	95.4	1.0	96.0	1.0	94.3	1.2	97.2
851-900	0.3	98.3	1.6	97.1	1.2	96.5	0.9	96.9	0.8	95.0	0.0	97.2
901-950	0.0	98.3	0.4	97.5	0.8	97.3	0.1	97.1	0.0	95.0	1.5	98.8
951-1000	0.9	99.1	0.6	98.1	0.7	98.0	0.6	97.7	1.3	96.3	0.3	99.1
1001-1100	0.6	99.7	0.2	98.3	1.2	99.2	0.4	98.1	1.3	97.7	0.3	99.4
1101-1200	0.3	100.0	0.8	99.0	0.3	99.5	0.1	98.2	1.0	98.7	0.3	99.7
1201-1300	0.0	100.0	0.4	99.4	0.1	99.6	0.6	98.8	0.5	99.2	0.0	99.7
1301-1400	0.0	100.0	0.2	99.6	0.1	99.7	0.4	99.3	0.5	99.7	0.0	99.7
1401-1500	0.0	100.0	0.2	99.8	0.0	99.7	0.1	99.4	0.0	99.7	0.0	99.7
1501-2000	0.0	100.0	0.2	100.0	0.3	100.0	0.3	99.7	0.3	100.0	0.3	100.0
2000 <	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.3	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0

Priežu audzēm aritmētiski vidējais attālums no parauglaukuma centra līdz ceļam ir mazāks nekā 300 metri, bet pārējām koku sugām tas ir lielāks par 300 metriem:

- priede – 296 (s=267),
- egļe – 322 (s=233),
- bērzs – 375 (s=285),
- apse – 365 (s=238),
- melnalksnis – 343 (s=233),
- baltalksnis – 322 (s=205).

Aptuveni puse no parauglaukumiem priežu audzēs no ceļa atrodas tuvāk par 250 metriem, egļu un alkšņu audzēs – 300 metriem, bērzu un apšu audzēs – 350 metriem (10.6. tabula).

10.5. tabula.

Parauglaukumu sadalījums atkarībā no valdošās koku sugas vecuma un attāluma līdz ceļam

Attāluma grupa	1-20 gadi		21-40 gadi		41-60 gadi		61-80 gadi		81-100 gadi		101 un vairāk gadi	
	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %
< 50	6.6	6.6	8.5	8.5	7.4	7.4	9.0	9.0	9.7	9.7	12.3	12.3
51-100	10.4	17.0	11.1	19.6	10.6	18.1	9.7	18.6	15.4	25.1	16.4	28.7
101-150	9.2	26.2	12.4	32.0	8.1	26.2	9.8	28.5	11.7	36.8	6.8	35.5
151-200	8.1	34.3	9.9	41.9	8.2	34.4	9.8	38.3	7.0	43.9	10.5	46.0
201-250	11.2	45.5	6.2	48.2	8.8	43.2	9.0	47.3	7.8	51.7	8.6	54.6
251-300	9.5	55.0	7.2	55.3	9.2	52.3	6.2	53.5	4.4	56.1	4.3	59.0
301-350	6.9	62.0	7.8	63.1	6.6	59.0	9.1	62.6	8.4	64.5	5.2	64.2
351-400	7.5	69.5	7.6	70.7	7.3	66.3	5.1	67.7	6.8	71.3	6.2	70.4
401-450	6.9	76.4	4.1	74.8	6.0	72.2	5.7	73.4	5.0	76.2	5.2	75.6
451-500	4.9	81.3	3.7	78.4	5.4	77.7	5.1	78.6	3.1	79.4	3.7	79.3
501-550	5.8	87.0	2.5	81.0	4.4	82.1	5.1	83.7	3.1	82.5	4.9	84.3
551-600	2.0	89.0	2.5	83.5	3.1	85.1	3.1	86.8	3.7	86.2	2.5	86.7
601-650	2.6	91.6	4.1	87.6	3.1	88.2	2.9	89.7	1.6	87.7	1.5	88.3
651-700	1.7	93.4	2.3	89.9	2.0	90.2	1.8	91.5	2.3	90.1	3.4	91.7
701-750	3.2	96.5	2.1	92.0	2.3	92.4	1.5	93.0	1.8	91.9	3.1	94.8
751-800	0.9	97.4	2.1	94.2	1.9	94.3	2.1	95.0	1.3	93.2	1.2	96.0
801-850	0.6	98.0	1.4	95.5	1.1	95.4	1.0	96.0	1.0	94.3	1.2	97.2
851-900	0.3	98.3	1.6	97.1	1.2	96.5	0.9	96.9	0.8	95.0	0.0	97.2
901-950	0.0	98.3	0.4	97.5	0.8	97.3	0.1	97.1	0.0	95.0	1.5	98.8
951-1000	0.9	99.1	0.6	98.1	0.7	98.0	0.6	97.7	1.3	96.3	0.3	99.1
1001-1100	0.6	99.7	0.2	98.3	1.2	99.2	0.4	98.1	1.3	97.7	0.3	99.4
1101-1200	0.3	100.0	0.8	99.0	0.3	99.5	0.1	98.2	1.0	98.7	0.3	99.7
1201-1300	0.0	100.0	0.4	99.4	0.1	99.6	0.6	98.8	0.5	99.2	0.0	99.7
1301-1400	0.0	100.0	0.2	99.6	0.1	99.7	0.4	99.3	0.5	99.7	0.0	99.7
1401-1500	0.0	100.0	0.2	99.8	0.0	99.7	0.1	99.4	0.0	99.7	0.0	99.7
1501-2000	0.0	100.0	0.2	100.0	0.3	100.0	0.3	99.7	0.3	100.0	0.3	100.0
2000 <	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.3	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0

10.6. tabula.

Parauglaukumu sadalījums atkarībā no valdošās koku sugas un attāluma līdz ceļam

Attāluma grupa	Priede		Egļe		Bērzs		Melnalksnis		Apse		Baltalksnis	
	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %	PL skaita īpatsvars, %	Kumulatīvais sadalījums, %
< 50	13.0	13.0	6.9	6.9	5.4	5.4	4.3	4.3	3.1	3.1	0.0	0.0
51-100	15.1	28.1	10.3	17.1	8.1	13.4	5.1	9.4	9.4	12.5	8.6	8.6
101-150	8.9	37.0	11.2	28.3	10.0	23.4	8.0	17.4	9.4	21.9	17.1	25.7
151-200	10.4	47.4	9.7	38.0	6.5	29.9	11.6	29.0	4.2	26.0	8.6	34.3
201-250	9.0	56.5	7.3	45.3	8.1	37.9	13.0	42.0	8.9	34.9	11.4	45.7
251-300	5.2	61.6	7.3	52.6	8.5	46.4	12.3	54.3	9.9	44.8	8.6	54.3
301-350	6.6	68.2	8.5	61.1	7.4	53.9	9.4	63.8	8.9	53.6	5.7	60.0
351-400	4.8	73.0	7.9	69.0	9.0	62.9	5.1	68.8	7.3	60.9	8.6	68.6
401-450	4.6	77.6	5.5	74.5	5.4	68.2	7.2	76.1	9.4	70.3	8.6	77.1
451-500	3.0	80.7	5.7	80.2	6.3	74.6	4.3	80.4	4.2	74.5	5.7	82.9
501-550	3.8	84.5	3.6	83.8	4.9	79.5	2.9	83.3	7.3	81.8	5.7	88.6
551-600	2.4	86.9	2.5	86.3	3.8	83.3	2.9	86.2	3.6	85.4	5.7	94.3
601-650	2.5	89.3	3.9	90.2	2.5	85.8	3.6	89.9	2.6	88.0	0.0	94.3
651-700	2.2	91.5	2.2	92.4	2.5	88.3	1.4	91.3	2.1	90.1	0.0	94.3
701-750	1.9	93.3	2.8	95.2	2.2	90.5	1.4	92.8	3.6	93.8	0.0	94.3
751-800	1.6	95.0	1.3	96.6	2.2	92.7	0.7	93.5	2.6	96.4	0.0	94.3
801-850	0.9	95.8	1.0	97.6	1.4	94.2	2.2	95.7	1.0	97.4	0.0	94.3
851-900	0.7	96.5	0.6	98.2	1.6	95.7	0.7	96.4	0.0	97.4	5.7	100.0
901-950	0.5	97.1	0.0	98.2	0.3	96.1	2.2	98.6	1.0	98.4	0.0	100.0
951-1000	0.7	97.8	0.7	99.0	0.8	96.8	0.0	98.6	0.5	99.0	0.0	100.0
1001-1100	0.5	98.3	0.7	99.7	1.3	98.1	0.0	98.6	0.0	99.0	0.0	100.0
1101-1200	0.6	98.9	0.1	99.9	0.3	98.4	0.7	99.3	0.5	99.5	0.0	100.0
1201-1300	0.4	99.3	0.0	99.9	0.5	98.9	0.7	100.0	0.0	99.5	0.0	100.0
1301-1400	0.3	99.6	0.0	99.9	0.5	99.4	0.0	100.0	0.0	99.5	0.0	100.0
1401-1500	0.2	99.8	0.0	99.9	0.0	99.4	0.0	100.0	0.0	99.5	0.0	100.0
1501-2000	0.2	100.0	0.1	100.0	0.3	99.7	0.0	100.0	0.5	100.0	0.0	100.0
2000 <	0.0	100.0	0.0	100.0	0.3	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0

10.2.3. MSI parauglaukumu izvietojums (visi meži) dažādās saimnieciskās darbības kategorijās balstot uz VMD datiem

Kopā analizē izmantoti 6190 meža resursu monitoringa datu bāzes parauglaukumi, izmantoti tikai tie parauglaukumi, kuros zemju kategorija ir 10 – mežs un kuros ir tikai viens sektors.

Parauglaukumi pēc aizsardzības pazīmēm iedalīti 6 grupās atkarībā no saimnieciskās darbības aizlieguma veida un to apzīmējumi tālāk sekojošajās tabulās ir:

- 0 – nav saimnieciskās darbības aizliegumi,
- 1 – aizliegta saimnieciskā darbība,
- 2 – aizliegta galvenā cirte,
- 3 – aizliegta kailcirte,
- 4 – aizliegta kopšanas cirte,
- 5 – sezonālie aizliegumi.

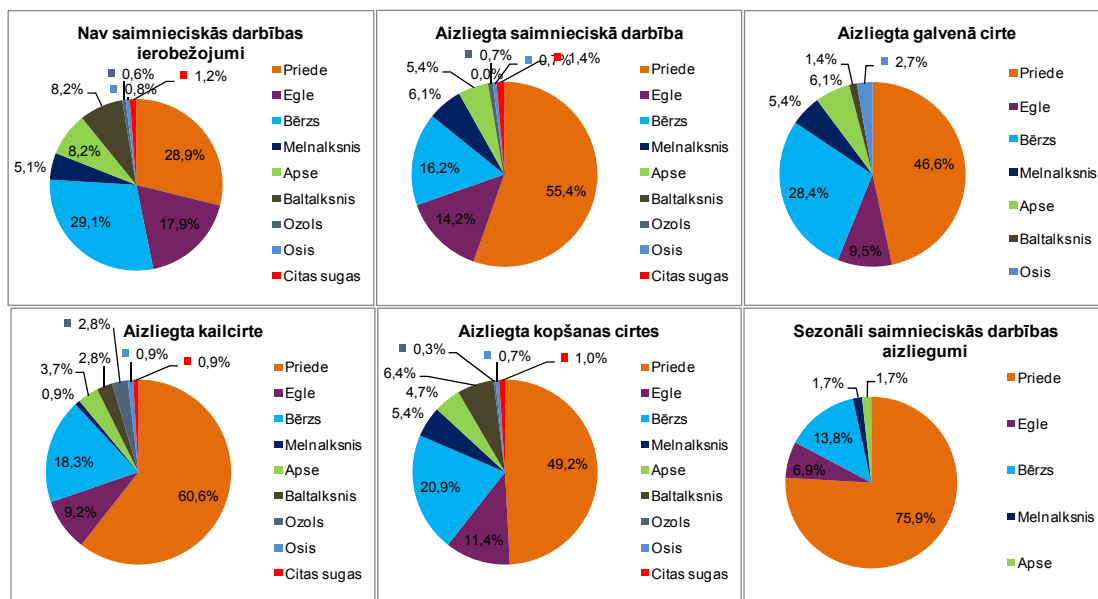
Kopā 87.7% no parauglaukumiem ir bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem, 2.4% parauglaukumu ir aizliegta saimnieciskā darbība, bet 9.9% saimnieciskā darbība ir ierobežota (10.7. tabula).

10.7. tabula

Parauglaukumu sadalījums (%) atkarībā no aizsardzības pazīmes

Rādītāji	Aizsardzības pazīme						Kopā
	0	1	2	3	4	5	
Skaitis	5430	148	148	109	297	58	6190
Īpatsvars	87,7	2,4	2,4	1,8	4,8	0,9	100,0

Bez saimnieciskās darbības aizliegumiem un ierobežojumiem visizplatītākās valdošās koku sugas ir bērzs un priede, bet parauglaukumos, kuros ir saimnieciskās darbības aizliegums vai ierobežojumi, lielāko daļu sastāda priežu audzes (10.5. attēls).



10.5. attēls. Parauglaukumu sadalījums pa valdošajām koku sugām atkarībā no aizsardzības pazīmes.

Parauglaukumos, kuros saimnieciskās darbība ir aizliegta vai ierobežota (1;2;3;4;5 aizsardzības grupa), izplatītākā valdošā koku suga ir priede:

- ✓ priežu audzes – 53.6%,
- ✓ egļu audzes – 10.9%,
- ✓ bērzu audzes – 20.5%,
- ✓ melnalkšņu audzes – 4.2%,
- ✓ apšu audzes – 4.6%,
- ✓ baltalkšņu audzes – 3.9%,
- ✓ citas audzes – 2.5%.

Priežu un ošu audzēs aptuveni $\frac{1}{5}$ daļa parauglaukumi ir bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem, bet pārējās audzēs parauglaukumu skaits bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem svārstās ap 90% (10.8. tabula). Saimnieciskā darbība ierobežota (aizsardzības pazīmes no 2-5) vairāk kā 10% no parauglaukumiem ir priežu audzēs (16.4%), ozolu audzēs (10.3%) un ošu audzēs (13.7%).

10.8. tabula

Parauglaukumu sadalījums (%) pa aizsardzības pazīmēm atkarībā no valdošās koku sugas

Valdošā koku suga	Aizsardzības pazīme					
	0	1	2	3	4	5
Priede	79,4	4,1	3,5	3,3	7,4	2,2
Egļe	92,1	2,0	1,3	0,9	3,2	0,4
Bērzs	91,0	1,4	2,4	1,2	3,6	0,5
Melnalksnis	88,7	2,9	2,6	0,3	5,2	0,3
Apse	92,5	1,7	1,9	0,8	2,9	0,2
Baltalksnis	94,9	0,0	0,4	0,6	4,1	0,0
Ozols	87,2	2,6	0,0	7,7	2,6	0,0
Osis	84,3	2,0	7,8	2,0	3,9	0,0
Citas sugas	91,4	2,9	0,0	1,4	4,3	0,0
Kopā	87,7	2,4	2,4	1,8	4,8	0,9

Visizplatītākie meža tipi bez saimnieciskās darbības aizlieguma vai ierobežojumiem ir vēris (21%), damaksnis (15.7%) un šaurlapu ārenis (14.2%), bet damaksnis (10.8%), vēris (10.8%) un purvājs (10.1%) ir izplatītākie meža tipi, kuros saimnieciskā darbība ir aizliegta. Gandrīz $\frac{1}{5}$ no parauglaukumiem (17.3%), kuros ir saimnieciskās darbības ierobežojumi (aizsardzības pazīme 2,3,4 un 5), meža tips ir damaksnis (10.9. tabula).

Saimnieciskās darbības aizliegums un ierobežojumi visvairāk ir parauglaukumos, kuri ierīkoti sausieņu meža tipos (10.10. tabula).

Bez saimnieciskās darbības aizlieguma vai ierobežojumiem purvaiņu meža tipos ir 77.4% parauglaukumi, bet visās citās meža tipu rindās parauglaukumu skaits svārstās ap 90 %, savukārt parauglaukumi, kuros ir saimnieciskās darbības ierobežojumi (2-5 aizsardzības pazīme), visvairāk ir purvaiņu meža tipu rindā (17%), bet vismazāk āreņos (5.6%), pārējās mežu tipu rindās tie ir robežās no 9.4% – 10.4% (10.11. tabula).

10.9. tabula

Parauglaukumu sadalījums (%) pa meža tipi atkarībā no aizsardzības pazīmes

Meža tips	Aizsardzības pazīme						
	0	1	2	3	4	5	2;3;4;5
Sl	0,5		4,7	10,1	2,4	5,2	4,6
Mr	2,9	6,1	6,1	6,4	5,1	15,5	6,5
Ln	3,5	4,1	0,7	3,7	8,8	12,1	6,2
Dm	15,7	10,8	12,2	5,5	26,3	6,9	17,3
Vr	21,0	10,8	10,1	6,4	11,4	3,4	9,5
Gr	3,0	3,4	7,4	5,5	3,7		4,6
Gs	0,0						0,0
Mrs	2,1	6,1	4,7	0,9	0,7	6,9	2,3
Dms	4,2	7,4	7,4	3,7	5,1	1,7	5,1
Vrs	3,7	2,7	4,7	2,8	1,3		2,3
Grs	0,6		0,7		0,7		0,5
Pv	2,5	10,1	6,1	26,6	3,0	6,9	8,3
Nd	2,6	8,1	4,1	8,3	2,4	5,2	4,1
Db	3,1	3,4	4,1	0,9	4,7		3,4
Lk	0,2	0,7			0,7	1,7	0,5
Av	0,1						0,0
Am	1,5	0,7			2,0	6,9	1,6
As	14,2	3,4	6,8	2,8	9,8	1,7	7,0
Ap	4,6	3,4	0,7	3,7	2,7		2,1
Kv	0,4	2,0	2,7	1,8	0,7	3,4	1,6
Km	2,0	3,4	6,1	3,7	1,3	10,3	3,8
Ks	9,2	9,5	8,1	6,4	5,1	10,3	6,5
Kp	2,4	4,1	2,7	0,9	2,4	1,7	2,1
Kopā	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

10.10. tabula

Parauglaukumu sadalījums (%) pa meža tipu rindām atkarībā no aizsardzības pazīmes

Meža tipu rinda	Aizsardzības pazīme						
	0	1	2	3	4	5	2;3;4;5
sausieņi	46,6	35,1	41,2	37,6	57,6	43,1	48,7
slapjaini	10,6	16,2	17,6	7,3	7,7	8,6	10,1
purvaini	8,4	22,3	14,2	35,8	10,8	13,8	16,3
āreņi	20,4	7,4	7,4	6,4	14,5	8,6	10,8
kūdreņi	14,0	18,9	19,6	12,8	9,4	25,9	14,1
Kopā	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

10.11. tabula

Parauglaukumu sadalījums (%) pa aizsardzības pazīmēm atkarībā no meža tipu rindas

Meža tipu rinda	Aizsardzības pazīme						
	0	1	2	3	4	5	2;3;4;5
sausieņi	87,8	1,8	2,1	1,4	5,9	0,9	10,4
slapjaini	87,0	3,6	3,9	1,2	3,5	0,8	9,4
purvaini	77,4	5,6	3,6	6,6	5,4	1,4	17,0
āreņi	93,5	0,9	0,9	0,6	3,6	0,4	5,6
kūdreņi	87,0	3,2	3,3	1,6	3,2	1,7	9,8
Kopā	87,7	2,4	2,4	1,8	4,8	0,9	9,9

Visvairāk parauglaukumi, kuros nav saimnieciskās darbības aizliegums vai ierobežojumi, ir 31-70 gadus vecās audzēs, bet saimnieciskās darbības aizliegums visizplatītākais ir 61-90 gadus vecās audzēs. Saimnieciskās darbības ierobežojumi visvairāk ir parauglaukumos, kuri ierīkoti 31-80 gadus vecās audzēs (10.12. tabula).

Parauglaukumu sadalījums (%) pa valdošās koku sugas vecumiem atkarībā no aizsardzības pazīmes

Valdošās koku sugas vecums	Aizsardzības pazīme						
	0	1	2	3	4	5	2;3;4;5
1-10	10,6	1,4	0,0	4,6	3,4	10,3	3,4
11-20	6,5	0,7	0,0	4,6	3,7	5,2	3,1
21-30	9,3	2,0	0,0	11,9	5,1	5,2	5,1
31-40	12,0	6,8	5,4	15,6	11,4	8,6	10,5
41-50	13,1	10,8	10,1	11,9	12,5	6,9	11,3
51-60	13,6	8,8	16,9	11,9	13,1	8,6	13,4
61-70	11,5	14,2	23,0	14,7	11,4	13,8	15,0
71-80	7,8	12,8	15,5	6,4	11,8	3,4	10,9
81-90	5,5	12,8	8,1	5,5	10,8	17,2	9,8
91-100	3,3	7,4	8,1	3,7	4,0	13,8	5,9
101-110	2,5	8,8	2,0	1,8	5,4	1,7	3,6
111-120	1,7	1,4	4,7	1,8	3,4	0,0	3,1
121-130	1,2	3,4	1,4	0,9	1,0	1,7	1,1
131-140	0,7	3,4	2,0	2,8	0,7	0,0	1,3
141-150	0,3	2,0	1,4	0,0	1,0	0,0	0,8
151-160	0,1	0,7	0,7	0,9	1,3	1,7	1,1
160<	0,3	2,7	0,7	0,9	0,0	1,7	0,5
Kopā	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Jo lielāks audzes valdošās koku sugas vecums, jo lielāks parauglaukumu īpatsvars, kuros ir aizliegta vai ierobežota saimnieciskā darbība (10.13. tabula). Pie tam, ja audzes valdošās koku sugas vecums ir lielāks par 80 gadiem, tad vairāk kā $\frac{1}{5}$ no parauglaukumiem ir aizliegta vai ierobežota saimnieciskā darbība.

Parauglaukumu sadalījums (%) pa aizsardzības pazīmēm atkarībā no valdošās koku sugas vecuma

Valdošās koku sugas vecums	Aizsardzības pazīme						
	0	1	2	3	4	5	2;3;4;5
1-20	95,6	0,3	0,0	1,0	2,2	0,9	4,1
21-40	91,5	1,0	0,6	2,4	3,9	0,6	7,5
41-60	89,0	1,8	2,5	1,6	4,7	0,6	9,3
61-80	84,0	3,2	4,6	1,8	5,5	0,8	12,8
81-100	79,2	5,0	4,0	1,7	7,3	3,0	15,9
100<	77,9	7,0	4,0	2,1	8,1	0,8	15,1
Kopā	87,7	2,4	2,4	1,8	4,8	0,9	9,9

Vidējais aritmētiskais attālums no parauglaukuma centra līdz ceļam ir:

- ✓ 303 m – parauglaukumos, kuros nav saimnieciskās darbības aizliegumi,
- ✓ 387 m – parauglaukumos, kuros aizliegta saimnieciskā darbība,
- ✓ 445 m – parauglaukumos, kuros aizliegta galvenā cirte,
- ✓ 423 m – parauglaukumos, kuros aizliegta kailcirte,
- ✓ 266 m – parauglaukumos, kuros aizliegta kopšanas cirte,
- ✓ 365 m – parauglaukumos, kuros ir sezonālie aizliegumi.

10.2.4. MSI parauglaukumu izvietojums (LVM meži) dažādās saimnieciskās darbības kategorijās balstot uz VMD datiem

Kopā izmantoti dati par 3003 MSI ierīkotajiem parauglaukumiem, kuri atbilst sekojošām prasībām:

- ģipšuma formas kods – 1 (VAS LVM meži),
- zemju kategorijas kods – 10 (mežs),
- parauglaukumā ir viens sektors, kura platība ir 500 m².

Parauglaukumi pēc aizsardzības pazīmēm iedalīti 6 grupās atkarībā no saimnieciskās darbības aizlieguma veida:

- 0 – nav saimnieciskās darbības aizliegumi,
- 1 – aizliegta saimnieciskā darbība,
- 2 – aizliegta galvenā cirte,
- 3 – aizliegta kailcirte,
- 4 – aizliegta kopšanas cirte,
- 5 – sezonālie aizliegumi.

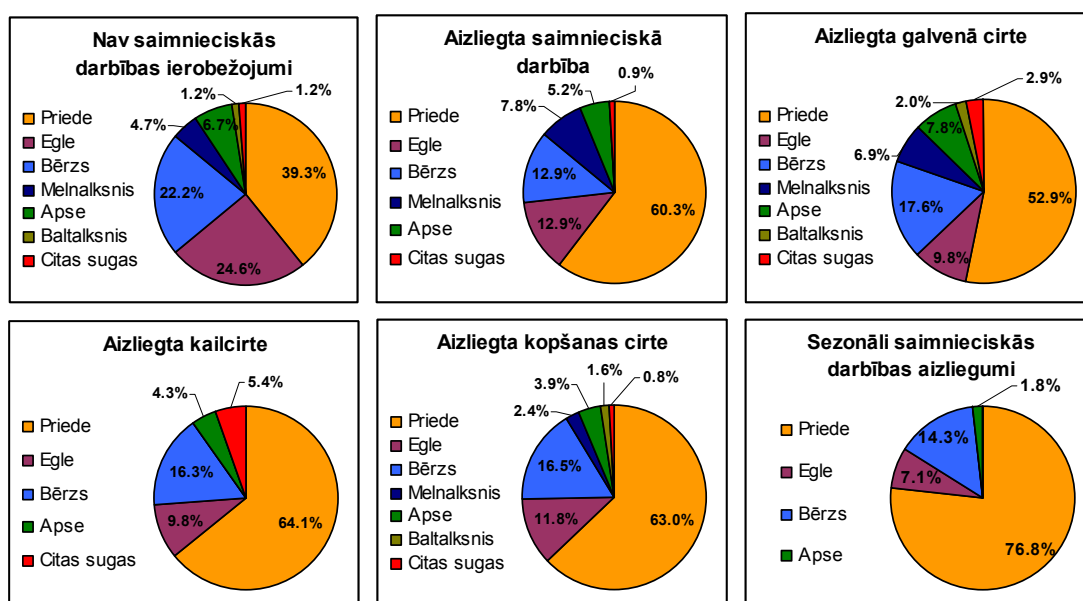
VAS LVM mežos 83,6% MSI ierīkotie parauglaukumi ir bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem, 3,9% ir aizliegta saimnieciskā darbība, bet 12,6% ir saimnieciskās darbības ierobežojumi (10.14. tabula).

10.14. tabula.

Parauglaukumu skaita sadalījums atkarībā no aizsardzības pazīmes

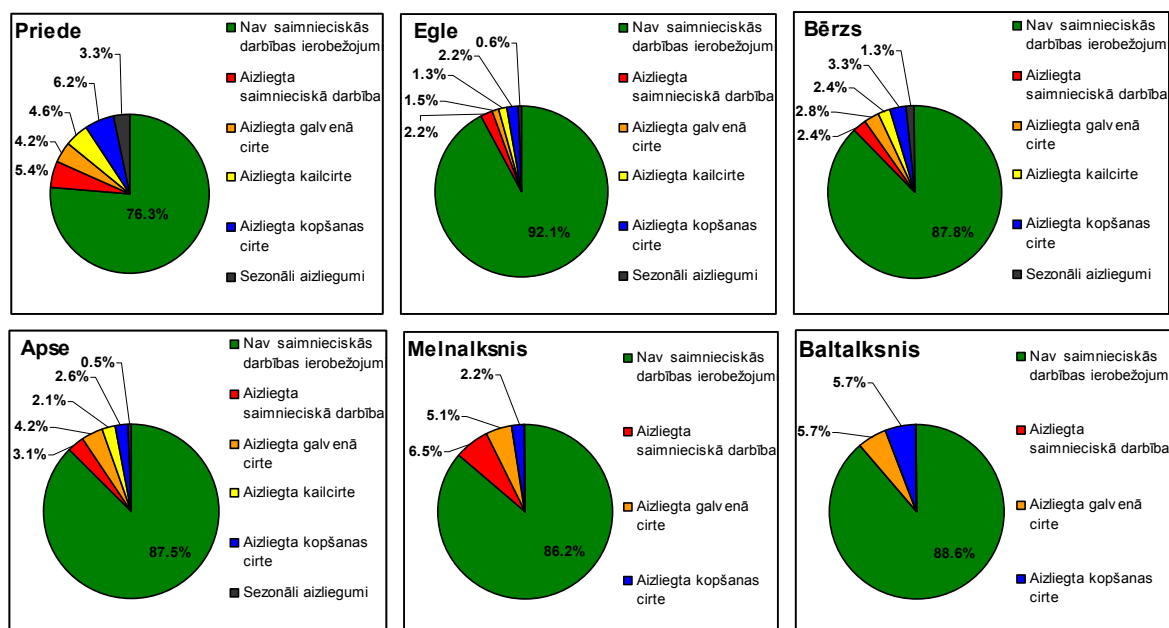
Rādītāji	Aizsardzības pazīme						Kopā
	0	1	2	3	4	5	
Skaitis	2509	116	102	92	127	56	3002
Īpatsvars, %	83.6	3.9	3.4	3.1	4.2	1.9	100.0

Parauglaukumos, kuros ir saimnieciskās darbības aizliegums vai ir saimnieciskās darbības ierobežojumi, neatkarīgi no aizsardzības pazīmes vairāk nekā pusē no parauglaukumiem valdošā koku suga ir priede (10.6. attēls).



10.6. attēls. Parauglaukumu sadalījums pa valdošajām koku sugām atkarībā no aizsardzības pazīmes.

Aptuveni ceturtajā daļā parauglaukumos, kuros valdošā koku suga ir priede, ir saimnieciskās darbības aizliegums jeb ierobežojumi, bet pārējām saimnieciski nozīmīgākajām un izplatītākajām sugām (egle, bērzs, apse, melnalksnis un baltalksnis) šāda veida parauglaukumu īpatsvars ir līdzīgs un tas svārstās robežās no 7,9% līdz 13,8% (10.7. attēls).



10.7. attēls. Parauglaukumu sadalījums pa aizsardzības pazīmes atkarībā no valdošajām koku sugām.

Sadalījums pa meža tipu rindām parauglaukumos, kuros nav saimnieciskās darbības ierobežojumi, ir līdzīgs kā visiem parauglaukiem kopā. Parauglaukumos, kuros ir saimnieciskās darbības ierobežojumi, vislielākais īpatsvars ir sausieņu meža tiptiem. Purvaiņu meža tiptiem parauglaukumu īpatsvars ir aptuveni 2 reizes lielāks parauglaukumos, kuros ir saimnieciskās darbības ierobežojumi vai aizliegumi, nekā parauglaukumos bez saimnieciskās darbības ierobežojuma (10.15. tabula).

10.15. tabula.

Parauglaukumu skaita īpatsvars (%) pa meža tipu rindām atkarībā no aizsardzības pazīmes

MT grupa	Aizsardzības pazīme								Kopā
	0	1	2	3	4	5	1-5	2-5	
Sausieņi	39.4	30.2	42.2	34.8	55.9	44.6	41.8	45.4	39.8
Slapjaini	11.8	19.8	18.6	7.6	7.1	8.9	12.8	10.6	11.9
Purvaini	8.1	22.4	14.7	35.9	9.4	12.5	18.9	17.8	9.9
Āreņi	24.4	8.6	7.8	7.6	20.5	8.9	11.4	12.2	22.3
Kūdreņi	16.3	19.0	16.7	14.1	7.1	25.0	15.2	14.1	16.2
Kopā	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
0 - nav saimnieciskās darbības ierobežojumi									
1 - aizliegta saimnieciskā darbība									
2 - aizliegta galvenā cirte									
3 - aizliegta kailcirte									
4 - aizliegta kopšanas cirte									
5 - sezonāli saimnieciskās darbības aizliegumi									

Vislielākais parauglaukumu skaita īpatsvars ar saimnieciskās darbības aizliegumu vai ierobežojumiem ir purvaiņu meža tipos (aptuveni $\frac{1}{3}$ no parauglaukumiem), bet vismazākais šādu parauglaukumu īpatsvars ir āreņu meža tipos (10.16. tabula).

10.16. tabula.

Parauglaukumu skaita īpatsvars (%) pa aizsardzības pazīmēm atkarībā no meža tipu rindas

MT grupa	Aizsardzības pazīme								Kopā
	0	1	2	3	4	5	1-5	2-5	
Sausieņi	82.7	2.9	3.6	2.7	5.9	2.1	17.3	14.3	100.0
Slapjaini	82.4	6.4	5.3	2.0	2.5	1.4	17.6	11.2	100.0
Purvaiņi	68.6	8.8	5.1	11.1	4.1	2.4	31.4	22.6	100.0
Āreņi	91.6	1.5	1.2	1.0	3.9	0.7	8.4	6.9	100.0
Kūdreņi	84.5	4.5	3.5	2.7	1.9	2.9	15.5	10.9	100.0
Kopā	83.6	3.9	3.4	3.1	4.2	1.9	16.4	12.6	100.0
0 - nav saimnieciskās darbības ierobežojumi									
1 - aizliegta saimnieciskā darbība									
2 - aizliegta galvenā cirte									
3 - aizliegta kailcirte									
4 - aizliegta kopšanas cirte									
5 - sezonāli saimnieciskās darbības aizliegumi									

Jo lielāks audzes I stāva valdošās koku sugas vecums, jo lielāks uzmērīto parauglaukumu skaita īpatsvars, kuros ir aizliegta vai ierobežota saimnieciskā darbība (10.17. tabula). Pie tam, ja audzes valdošās koku sugas vecums ir lielāks par 70 gadiem, tad vairāk kā $\frac{1}{5}$ no parauglaukumiem ir aizliegta vai ierobežota saimnieciskā darbība.

10.17. tabula.

Parauglaukumu skaita īpatsvars (%) pa aizsardzības pazīmēm atkarībā no valdošās koku sugas vecuma

Vecuma 10-gade	Aizsardzības pazīme								Kopā
	0	1	2	3	4	5	1-5	2-5	
1	93.0	0.0	0.0	2.2	1.6	3.2	7.0	7.0	100.0
2	91.9	0.0	0.0	3.1	3.1	1.9	8.1	8.1	100.0
3	89.6	0.9	0.0	5.0	3.2	1.4	10.4	9.5	100.0
4	85.7	1.7	1.4	5.5	4.4	1.4	14.3	12.6	100.0
5	84.7	4.0	2.3	2.6	5.2	1.2	15.3	11.3	100.0
6	86.2	2.7	4.4	3.0	2.5	1.2	13.8	11.1	100.0
7	83.0	3.8	5.1	2.3	3.8	2.0	17.0	13.2	100.0
8	78.8	5.6	6.9	2.4	5.6	0.7	21.2	15.6	100.0
9	76.6	6.8	4.3	2.1	6.4	3.8	23.4	16.6	100.0
10	77.0	7.4	5.4	2.7	2.0	5.4	23.0	15.5	100.0
11	76.7	9.5	1.7	1.7	9.5	0.9	23.3	13.8	100.0
12	80.8	1.4	6.8	2.7	8.2	0.0	19.2	17.8	100.0
13<	74.1	10.4	5.2	4.4	3.7	2.2	25.9	15.6	100.0
Kopā	83.6	3.9	3.4	3.1	4.2	1.9	16.4	12.6	100.0
0 - nav saimnieciskās darbības ierobežojumi									
1 - aizliegta saimnieciskā darbība									
2 - aizliegta galvenā cirte									
3 - aizliegta kailcirte									
4 - aizliegta kopšanas cirte									
5 - sezonāli saimnieciskās darbības aizliegumi									

Secinājumi

1. Aritmētiski vidējais attālums no MSI ierīkoto parauglaukumu centra līdz ceļam ir 303 metri.
2. Aritmētiski vidējais attālums no parauglaukuma centra līdz ceļam MSI parauglaukumiem, kuriem zemju kategorijas kods ir 10 (mežaudze), valstī kopumā ir 308 m, bet VAS LVM mežos (īpašuma formas kods ir 1) – 326 m.
3. Kopā 87.7% no MSI parauglaukumiem ir bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem, 2.4% parauglaukumu ir aizliegta saimnieciskā darbība, bet 9.9% saimnieciskā darbība ir ierobežota.
4. VAS LVM mežos 83,6% MSI ierīkotie parauglaukumi ir bez saimnieciskās darbības ierobežojumiem, 3,9% ir aizliegta saimnieciskā darbība, bet 12,6% ir saimnieciskās darbības ierobežojumi.

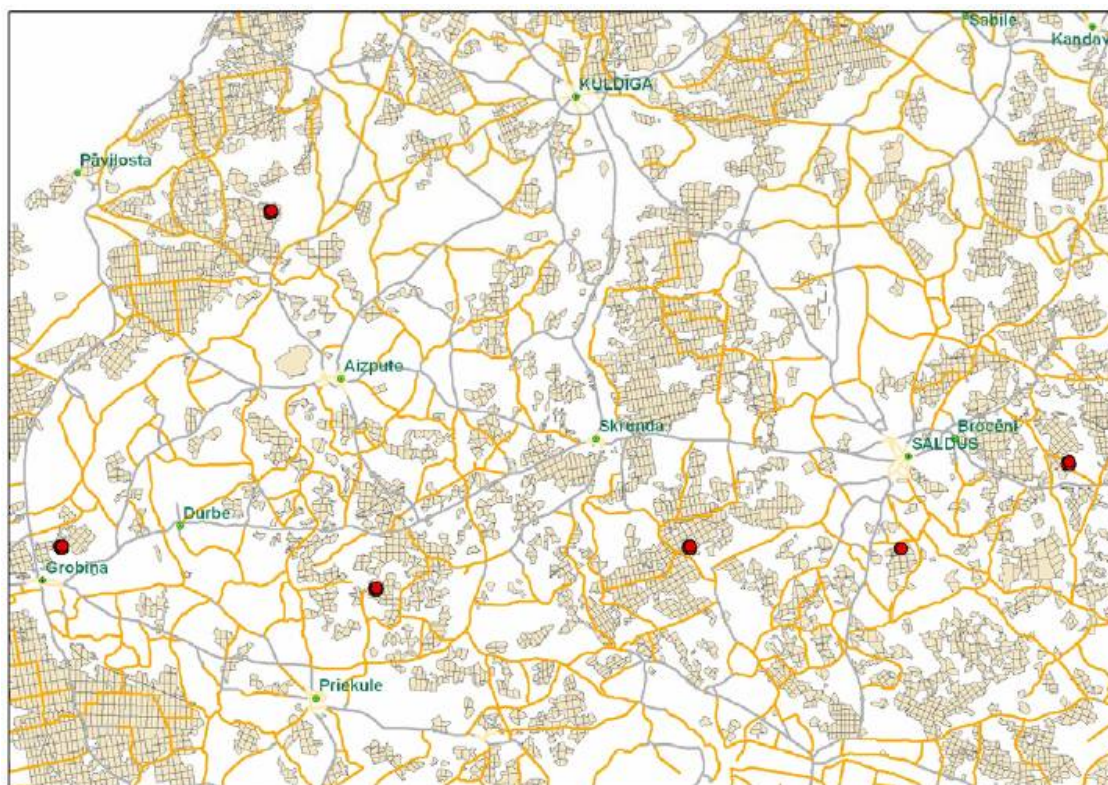
11. 3D datu analīze (J.Zariņš)

3D skenera, meža resursu monitoringa parauglaukumu un LIDAR dati

Meža statistiskās inventarizācijas dati sniedz precīzu statistisko informāciju par resursu stāvokli valstī, balstot uz atsevišķu punktu (parauglaukumu) mērījumiem. Šāda informācija ir ierobežotu izmantojamību datu telpiskā analīzē.

11.1. Materiāls un metodika

Pēc 2008. gada projekta „3D skenera tehnoloģiskā procesa testēšana” īstenošanas SILAVA rīcībā ir no Kuldīgas, Saldus un Liepājas rajonu teritorijās atlasītiem MRM parauglaukumiem (11.1. att.) to pārklājoši 3D skenera (uz zemes virsmas bāzēts) un LIDAR (aero platforma) izejas dati.



11.1. attēls Parauglaukumu traktu izvietojums.

3D skenera dati sagatavoti pēc pasūtījuma Treemetrics kompānijai no Īrijas ar FARO 3D skeneri. Dati satur punktu mērījumu mākonu no 3D skenera atrašanās vietas. Dati satur Δx , Δy un Δz (delta – nobīde no skenera atrašanās vietas).

No 3D skenera izejas datiem papildus apkopota mērījumu interpretācija ar Treemetrics kompānijas programmatūru, rezultātus izsakot digitālā koku punktu slāni ar atribūtu informāciju koka diametrs, koka augstums.

LIDAR dati izejas dati saņemti no SIA „Foran Baltic” pēc valsts mežu inventarizācijas AS Latvijas valsts meži Dienvidkurzemes mežsaimniecībā. Izejas dati saņemti nozares standarta LAS formātā.

No LIDAR izejas datiem papildus saņemta mērījumu interpretācija, rezultātus izsakot digitālā koku punktu slānī (*single tree*) ar atribūtu informāciju koka suga, koka diametrs, koka augstums.

No atbilstošo MRM parauglaukumu mērījumu datu bāzes izveidots digitālais koku punktu slānis ar atribūtu informāciju koka suga, koka diametrs, koka augstums.

Visa iepriekš minētā informācija ir ģeotelpiski piesaistīta un savstarpēji pārklājās atlasīto MRM parauglaukumu teritorijās.

Lai apvienotu minētos 3D skenera un LIDAR datus ar atbilstošo informāciju no MRM parauglaukumiem, nepieciešami papildinājumi MRM parauglaukumu datu ievadīšanas datu bāzē. Sākotnēji izveidota esošās datu bāzes uzbūves shēma un noteikti sākotnēji nepieciešamie papildinājumi (11.2. att.)



11.2. attēls. Esošā MRM parauglaukumu datu bāze.

Sākotnēji nepieciešamie MRM datu bāzes papildinājumi.

0 Galva

Papildināt ar laukiem

X – int;

Y – int.

Parauglaukuma centra koordinātes, kas nepieciešamas, lai telpiski varētu novietot parauglaukumus un tajos pēc azimuta un attāluma no centra reģistrētos kokus.

1 Parauglaukuma sadalījums sektoros

Papildināts ar laukiem.

Transsekta ID – smalint.

Parauglaukuma sadalījuma transsekta sektoros līnijas objekta reģistrēšanai.

10 Sadalījuma transsektu līnijas

Transsekta ID – smalint.

Att_PL_c – float;

Azim – float.

Papildus tabula transsektu līniju objektu reģistrēšanai.

Saite ar 1_Parauglaukuma_sadalijums_sektoros.

11 Sektoru ģeometrijas

Shape – ģeometrija;

Sekt_Nr – smalint.

Sektoru poligonu ģeometriju uzturēšanai un dalīšanai.

Saite ar 1_Parauglaukuma_sadalijums_sektoros.

3 Koku uzskaitē parauglaukuma

Sadalīt tabulu pamata tabulā: 3_Koku_uzskaite_parauglaukuma un koku raksturojuma tabulā Koku_apraksts_parauglaukum. Uz pēdējo pārceļ koku aprakstošo informāciju, pamattabulai atstājot ģeometrisko novietojumu pret centru un koku sugu. Papildus pievieno lauku:

Apsekošanas gads – data.

12 3D skenera dati

deltaX – int;

deltaY – int;

deltaZ – int.

3D skenējumu punktu mākoņa mērījumu datiem.

Saite ar 0_Galva.

13 LIDAR dati

X – int;

Y – int;

Z – int;

Return – smalint;

Intensity – smalint.

LIDAR skenējumu punktu mākoņa mērījumu datiem.

Saite ar 0_Galva.

Saņemtie LIDAR single tree dati pārklāj 23 MRM parauglaukumus ar P (~ 300 koki), E (~ 930 koki), B (~930 koki), Mn (~130 koki) un A (~450 koki) pārstāvniecību. Ņemot vērā iespējamās parauglaukumu noteikšanas ar GPS kļūdas, kas pamatojamas ar uzmērīšanas aprūtinājumiem meža apstākļos, LIDAR dati pārklāj ~ 2 reizes lielāku teritoriju par MRM parauglaukuma 12,62 m radiusu. MRM dati attiecīgajos MRM parauglaukos pārstāv P (~ 30 koki), E (~ 360 koki), B (~90 koki), Ma (~50 koki) un A (~100 koki). Treemetrics dati un MRM dati ir telpiski savietoti iepriekšējā gada 3D projekta īstenošanas laikā. Projekta turpinājumā nepieciešama LIDAR datu savietošana ar MRM un ortofoto datiem vienotas datu bāzes iegūšanai, kā arī MRM un LIDAR precizitātes novērtēšanai. Datu tālākas analīzes izvērtēšanas iespējām projekta turpinājumā paredzēts apskatīt programmas LP360 un Lidar Analyst for ArcGIS

2008. gada projektā salīdzinot 3D skenera un meža resursu monitoringa datus pēc uzmērīto parauglaukuma koku novietojuma secinājumi bija, ka 3D skenera tehnoloģija nodrošina precīzu koku izvietojuma iegūšanu parauglaukumā. Salīdzinājumā ar 3D skenējuma iegūto informāciju ar meža resursu monitoringa mērījumiem, vidējā novirze bija 23 cm. Uz 2008. gada projekta izpildes laiku tā rīcībā nebija reprezentatīva apjoma LIDAR datu kopa, lai veiktu no LIDAR skenējuma interpretēto rezultātu – koku novietojuma datu salīdzināšanu ar meža resursu monitoringa datiem. Patreizējā brīdī ir pieejami visu parauglaukumu LIDAR skenējumu dati.

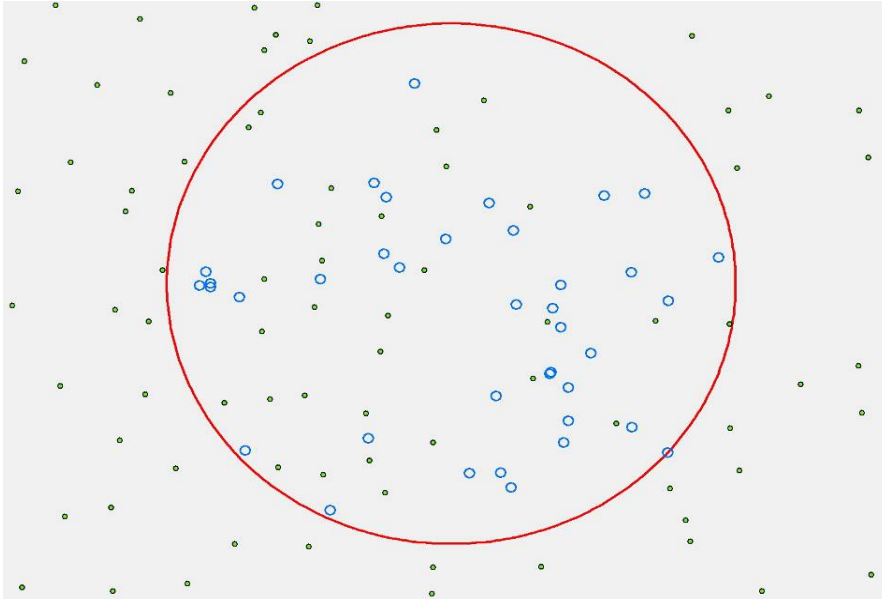
LIDAR un MRM savietošana.

Meža resursu monitoringa dati sagatavoti „single tree” datu formātā. No 23 parauglaukumiem analizēts 21. Katram parauglaukumam ir noteikta sava koordināte LKS-92 (Latvijas koordinātu sistēma) koordinātu sistēmā. Meža resursu monitoringa datu bāzē ir noteikta katra uzmērītā koka novietojums no parauglaukuma centra, kas izteikts attālumā no centra un azimutā pret ziemeļiem. Parauglaukuma centra koordinātēm pēc ģeodēzijas aprēķina formulām izejot no attāluma un azimuta, pierēķina katra koka koordinātu nobīdi. Rezultāts „single tree” datiem ir punktveida ĢIS datu slānis parauglaukuma kokiem. Aprēķinos nav ņemta vērā magnētiskā deklinācija, kas Kurzemes pusē ir ~ 2 grādi un nozīmīgu, vizuāli neatšifrējamu nobīdi nedod.

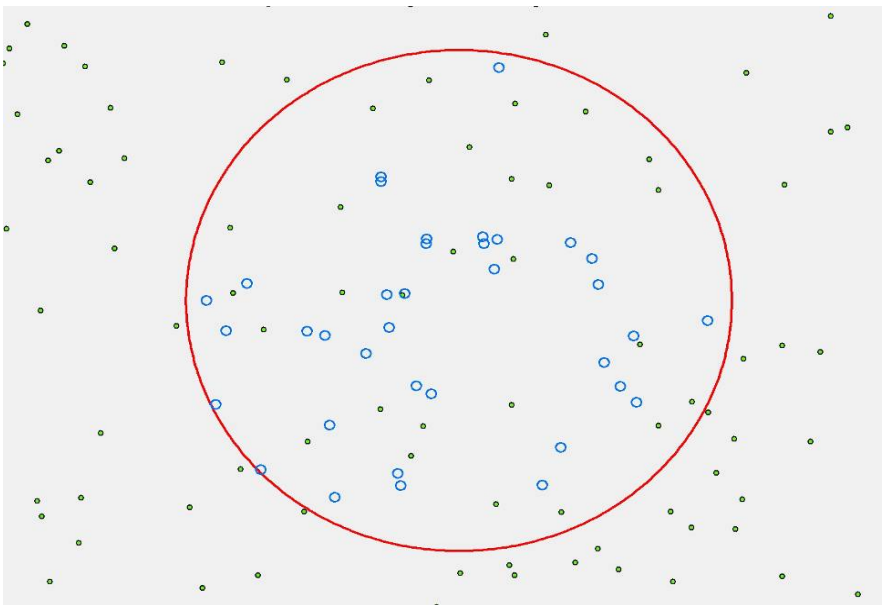
11.2. Rezultāti

Meža resursu monitoringa parauglaukumu centrs tiek ierīkots ar profesionālo GPS uztvērēju - Trimble GeoXT. Minētais Trimble GeoXT ir no profesionālajiem GPS uztvērējiem, kas, atbilstoši ražotāju tehniskajai specifikācijai, nodrošina uzmērīšanas kvalitāti pie labiem vides apstākļiem, satelītu ģeometrijas zem 6 PDOP, metra precizitāti 1 RMSE līmenī (63% no 1000 mērījumiem). Zem koku vainagiem mērījumu kvalitāte tomēr saglabājas ar ~ 2m precizitāti, ko apstiprina tas, ka apskatītie parauglaukumi atkārtoti apsekoti 2008. gada 3D skenera projekta laikā, meklējot tos pēc noteiktām parauglaukuma centra koordinātēm, tiek viegli atrasts ar dzelzs stieni atzīmētais parauglaukuma centrs. Parauglaukuma centru atrada visiem apsekotajiem parauglaukumiem, pie kam to veica cita meža resursu monitoringa mērītāju grupa, ne kura tos tika ierīkojusi.

Sākotnējā savietošana nevienā no parauglaukumiem vizuāli nav identificējami LIDAR un meža resursu monitoringa datus sakrītoši koki vai to izvietojumu konfigurācija (att.11.3.,11.4.)



11.3.attēls. LIDAR un meža resursu monitoringa datu savietošanas piemērs



11.4.attēls. LIDAR un meža resursu monitoringa datu savietošanas piemērs

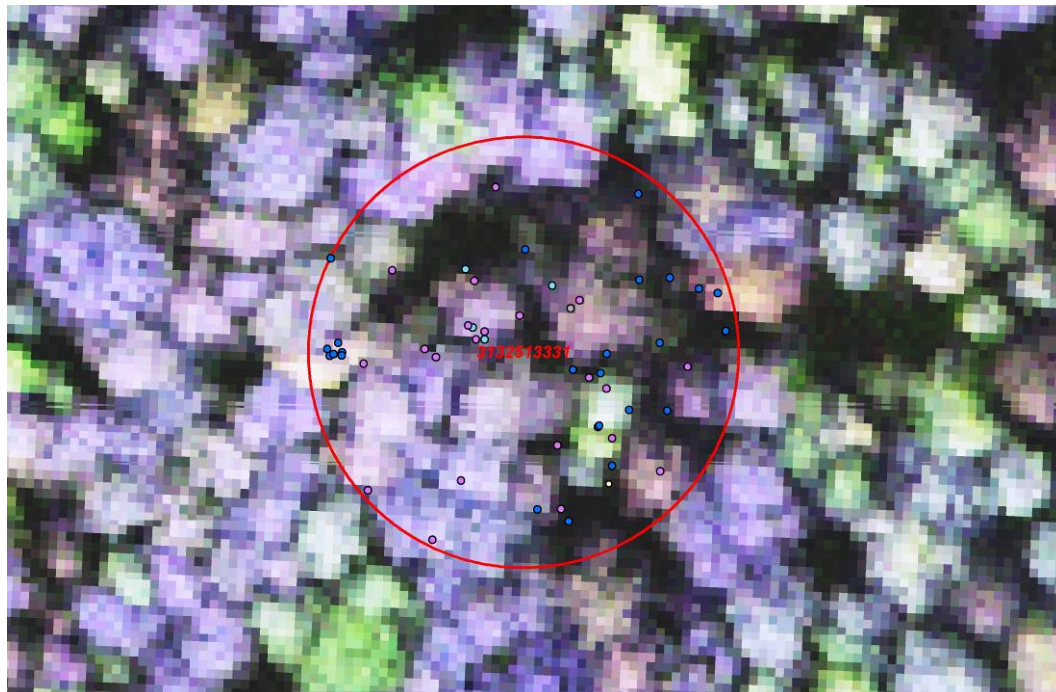
11.3.,11.4. attēlos zaļie ir LIDAR „single tree” koki ar diametru 1,3m augstumā (interpretēto) virs 6 cm. Ar zilu apzīmēti meža resursu monitoringa uzmērītie koki parauglaukuma platībā. Abos gadījumos tie ir pirmā stāva koki.

Arī GPS mērījuma meža apstākļos iespējamās kļūdas attālumā nav atrasta sakrītoša koku izvietojuma konfigurācija. Tas varētu būt saistīts ar to, ka MRM parauglaukumos, koku izvietojums tiek fiksēts pēc to virziena un attāluma celmu augstumā, savukārt LIDAR datos koki ir identificēti pēc to vainaga laukuma koordinātēm.

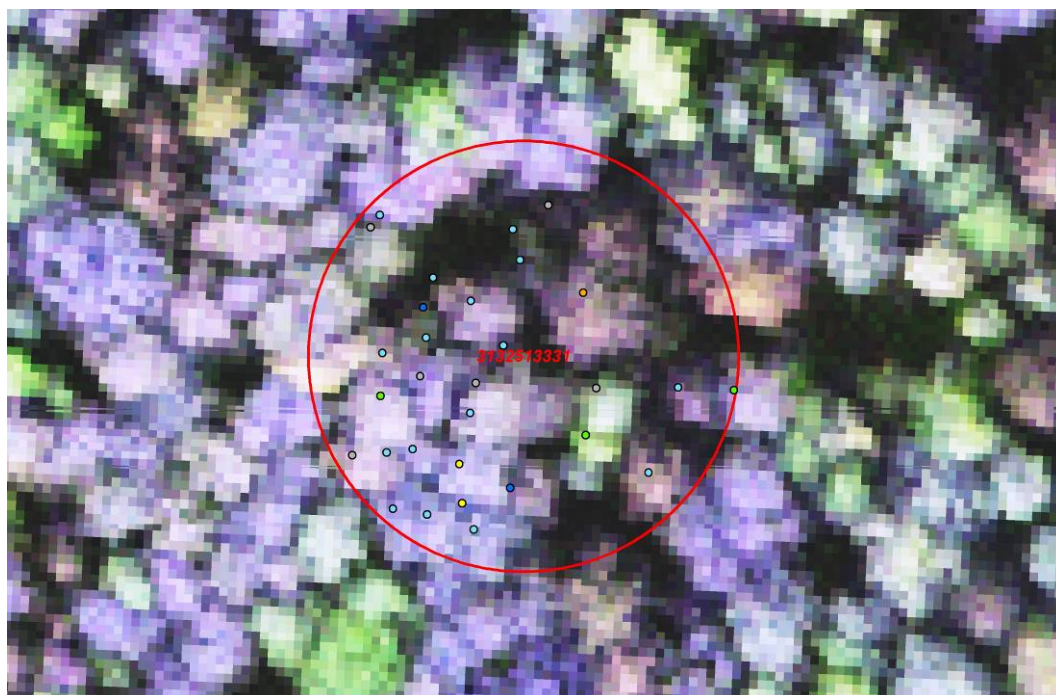
Lai papildus novērtētu LIDAR vai meža resursu monitoringa novietojuma precizitāti, novietojuma identificēšanai izmantoti reizē ar LIDAR skenējumu iegūti multispektrālie

aerofoto attēli apskatīto parauglaukumu teritorijām. Attēlu spektru sadalījums paplašinātā (virs 255) RGB skalā.

Papildus izmantotie aerofoto attēli atbalstu LIDAR vai meža resursu monitoringa datu novietojumam nedod (att. 11.5.un 11.6.).



11.5. attēls. Meža resursu monitoringa dati un aerofoto.



11.6. attēls. LIDAR „Single tree” dati un aerofoto.

Attēlos 11.5. un 11.6. (LIDAR un Meža resursu monitorings vienā parauglaukumā) koki iekrāsoti atbilstoši mežaudžu plāna koku sugām.

Izvērtējot apskatīto parauglaukumu pieejamos datus konstatēts, ka bez lokalizācijas (papildus uzmērījumiem mežā ar precīzu GPS uztvērēju) neiespējama MRM un LIDAR datu savietošana.

Izvērtējot literatūras avotus par LIDAR un aerofoto datu savietošanas problēmām, kā arī piemēru par LIDAR datu interpretāciju mikroaudžu veidā (*Petteri Packalén, Matti Maltamo, Timo Tokol*) iepretim Latvijas piemēram „single tree” formātā, datu salīdzināšanai tie sagatavoti sastāva formulas veidā. LIDAR dati pārrēķināti pēc parauglaukumā atrodošos noteikto koku tilpuma nosakot parauglaukumā valdošo sugu un sugu sastāvu (tabula 11.1.). Koeficienti noteikti priedei, eglei, bērzam, melnalksnim un apsei. Parauglaukumos, kuros sekojošajās tabulā koeficientu summa ir mazāka par 10, sastāvā ir citas bez iepriekš minētajām apskatītajām koku sugām.

11.1. tabula

Parauglaukumos aprēķinātie sugu īpatsvara koeficienti

Parauglaukums	Priede	Egle	Bērzs	Melnalksnis	Apse
3132513331			3		1
3132513332	2	4	3	1	
3132513333			6	4	
3132513334			2	4	
3141424331		6	1		2
3141424332		6	1		2
3141424333	1	2	4		4
3141424334	1	3	4		
3142533331		2	7		
3142533332	3	7			
3142533333	1	1	8		
3142533334		1			
3231523333	6	2	2		
3231523334	1	4	1		3
3233251431		6	2		1
3233251432		9	1		
3233251433		1	6		3
3233251434		1	3		7
4112155331	5	4			
4112155332					
4112155334	2	8			

Līdzīga tabula sagatavota pēc meža resursu monitoringa parauglaukumu datiem, sastāva sugu koeficientus nosakot pēc parauglaukumā noteiktās koku sugu krājas. Koeficienti tāpat kā LIDAR datiem noteikti priedei, eglei, bērzam, melnalksnim un apsei (tabula 11.2.).

Parauglaukumi pēc MRM valdošās sugas mikroaudzē.

Parauglaukums	Priede	Egle	Bērzs	Melnalksnis	Apse
3132513331			1	4	
3132513332		4	5		1
3132513333		3	1		
3132513334		1	1		8
3141424331					
3141424332		8			1
3141424333		3			7
3141424334		9	1		
3142533331		6	2		
3142533332	4	5	1		
3142533333			7		
3142533334		9	1		
3231523333			1		
3231523334		6	1		2
3233251431		9			
3233251432		8			1
3233251433		3	4		4
3233251434		3	3		5
4112155331	5	5			
4112155332	8	2			
4112155334		8	2		

No 21 apskatītā parauglaukuma 11 parauglaukumos valdošā suga LIDAR un meža resursu monitoringa parauglaukuma datus sakrīt, lai arī īpatsvars visbiežāk ir atšķirīgs. Rezultāts atkārtoti apstiprina parauglaukumu lokalizācijas problēmas, kas bez atkārtota parauglaukumu lauku apmeklējuma ar jau interpretētu LIDAR informāciju, pašreizējā brīdī nedod iespējas reprezentatīvai datu salīdzināšanai.

Secinājumi

1. Atsevišķu koku novietojumu mežaudzē, kas izteikts absolūtās koordinātēs, izvērtējot pašreiz iegūtos datus Latvijā, nosakāma un salīdzināma ar parauglaukuma un 3D skenera metodēm iegūtā informācijā.
2. Tā kā 3D skenera un meža resursu reģistra iegūtā informācija telpiski labi savietojama, katra no šīm tehnoloģijām atsevišķi izmantojama, lai tālāk izvērtētu LIDAR tehnoloģiju.
3. LIDAR datu interpretācija „single tree” formātā pēc patlaban pieejamās datu kopas izvērtēšanas ar telpisko savietošanu, nav tieši izmantojama atsevišķu koku novietojuma audzē analīzei.
4. LIDAR mikroaudžu izmantošana salīdzināšanai ar meža resursu monitoringa vai 3D skenera datiem ar augstāku pielietojamību nekā „single tree”.
5. Nepieciešama atkārtota parauglaukumu apmeklēšana, lai ar šobrīd jau pieejamajiem LIDAR interpretētajiem „single tree” datiem, lokalizētu katru koku parauglaukumā vizuāli, no zemes noteiktu vainaga projekciju, stumbra formu, slīpuma faktoru.

Nobeigums

Projekts „Latvijas Meža resursu ilgtspējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas un prognozēšanas modeļu izstrāde” uzsākts 2008.g. septembrī un plānots kā ilglaicīgs pētījums. Citu valstu pieredze liecina, ka pietiekami precīza prognozēšanas modeļa izstrādei ir nepieciešami ilglaicīgie parauglūkumi vai kā minimums intervālu parauglūkumi, kuri uzmērīti ar pietiekami lielu (vismaz 5 gadu) intervālu. Kā viens no piemērotākajiem informācijas avotiem tiek uzskatīts Meža resursu monitoringa dati. Latvijā šogad ir uzsākts otrais inventarizācijas cikls, t.i., šogad tiek pārmērīti 2004.g. parauglūkumi. Šo parauglūkumu dati digitālā formā būs pieejami tikai 2010. gadā. Būtiski atgādināt, ka 2005. g. janvāra vētra nav tipisks dabisks traucējums (iepriekšējā šāda mēroga vētra Latvijā bija 1969.g.), tādēļ atmiruma modeļu izveidei faktiski pilnībā var izmantot tikai 2006.- 2008. g. mērīto parauglūkumu pārmērījumu datus, kuri tiks iegūti ne ātrāk kā 2011.gadā. Šādu mērījumu nepieciešamība ir objektīva. Tādēļ meža augšanas gaitas modeļu izstrāde nevar būt 1 vai 2 gadu pētījums. Ņemot vērā ierobežotos laika resursus, lai palielinātu pieejamās informācijas apjomu uzsākta agrāk iekārtoto parauglūkumu atkārtota pārmērīšana, un papīra formātā pieejamo parauglūkumu datu ievadīšana datorā, kā arī ielānota paraugkoku stumbru analīžu veikšana.

Pēc pasūtītāja iniciatīvas veikta augšanas gaitas modeļu izstrāde, balstot tos uz vienreizēji uzmērītu parauglūkumu datiem. Šie vienādojumi var tikt izmantoti kā labākie pieejami, bet darba izstrādes gaitā konstatēts, ka viena meža tipa ietvaros, virknē gadījumu jaunaudžu bonitātes ir augstākas nekā pieaugušo audžu bonitātes, kam varētu būt divi skaidrojumi, vai nu pašreiz izmantotā bonitāšu skala neatspoguļo reālo augšanas gaitu, vai nu tiešām ir vērojamas izmaiņas audžu augšanas gaitā, kas, iespējams, saistītas ar klimata izmaiņām.

Savukārt lēmumpieņemšanas atbalsta sistēmas izveide, kas ir šī projekta galvenais uzdevums, prototipa stadijā ir uzsākama, vienlaikus vai pēc tam, kad pasūtītājs ir definējis viņaprāt svarīgākos kritērijus un indikatorus, kuru vērtības būtu aprēķināmas modeļa ietvaros.

Šajā gadā ievākts ievērojams informācijas apjoms, kura apstrāde ir turpmāko pētījuma periodu darba uzdevums.

Literatūra

Alvarez Gonzalez, J. G., Ruiz Gonzalez, A.D., Rodriguez Soalleiro, R., Barrio Anta, M. 2005. Ecoregional site index models for *Pinus pinaster* in Galicia (northwestern Spain). *Ann. For. Sci.* 62: 115-127.

Anon. (1984) Latvijas PSR Mežsaimniecības un Mežrūpniecības ministrijas nozares automatizētās vadības sistēmas apakšsistēmas „Meža resursu inventarizācija, kontrole un plānošana” normatīvi. Latvijas PSR MMM Latvijas mežierīcības uzņēmums.

Arhipova (2007) Meža apsaimniekošanas plānošanas procesa informācijas sistēmas objektu modeļa aprobācija. http://www.zm.gov.lv/doc_upl/41.pdf

Baumanis, I., Gailis, A., Liepiņš, K. (2002) Priežu sēkļu plantāciju pēcnācēju novērtējums. *Mežzinātne*, 12, 46.-59. lpp.

Bisenieks (1997) Mežsaimniecisko pasākumu un meža struktūras prognozēšana. *Mežzinātne* (7(40), 3.-16. lpp.

Buongiorno, J., Gilles, K.J. 2003. Decision methods for forest resource management. Academic Press. 439p.

Bušs K. (1960) Meža nosusināšanas ietekmes ilgums nosusinātā niedrājā. *Mežsaimniecības jautājumi. Mežsaimniecības problēmu un Koksnes ķīmijas institūta raksti*, Nr. 20, 253.-266. lpp.

Calama, R. et al. 2003. Inter-regional variability in site index models for even-aged stands of stone pine (*Pinus pinea* L.) in Spain. *Ann. For. Sci.* 60: 259-269.

Castedo Dorado, F., Barrio Anta, M., Pareresol, B.R., Alvarez Gonzalez, J. G. 2005. A stochastic height-diameter model for maritime pine ecoregions in Galicia (northwestern Spain). *Ann. For. Sci.* 62: 455-465.

Castedo Dorado, F., Dieguez Aranda, U., Alvarez Gonzalez, J. G. 2007. A growth model for *Pinus radiata* D. Don stands in north-western Spain. *Ann. For. Sci.* 64: 453-456.

Ceļi un meliorācijas sistēmas. Latvijas Republikas Valsts meža dienests, 2009 [tiešsaiste]: <http://www.vmd.gov.lv/?sadala=177> – Resurss aprakstīts 2009. gada 29. septembrī

Ceļi un meliorācijas sistēmas. Skaitļi un fakti. Latvijas Republikas Valsts meža dienests, 2009 [tiešsaiste]: <http://www.vmd.gov.lv/?sadala=504> - Resurss aprakstīts 2009. gada 29. septembrī

Chapin, F.S., Whiteman, G., 1998 Sustainable development of the boreal forests: interaction of ecological, social, and business feedbacks. *Conservation Ecology* [online] 2(2):12

Clutter, J.L., Fortson, J.S., Pienaar, L.V., Brister, G.H., Bailey, R.L. Timber management. A quantitative approach. New York/ Chichester/ Brisbane/ Toronto/ Singapore, John Wiley & Sons, 1983, 333 p.

Colander D. 2005. Complexity, mudding through, and sustainable forest management. In (eds.) Kant S., Berry R.A. Economics, sustainability and natural resources. *Economics of sustainable forest management*. Springer, 23-37p.

Dieguez- Aranda, U., Alvarez Gonzalez, J. G., Barrio Anta, M., Rojo Alboreca, A. 2005. Site quality equations for *Pinus sylvestris* L. plantations in Galicia (northwestern Spain). *Ann. For. Sci.* 62: 143-152.

Dubrovskis D., (2007) Bilancspējīgas mežierīcības metodes teorētiskais pamatojums un ieviešanas modeļi. Zinātniskā darba kopsavilkums Dr. Silv. Zinātniskā grāda iegūšanai. Jelgava. LLU 55 lpp.

Fabrika, M., Āurskys, J. 2005. Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. *Journal of forest science*, 51, 2005 (10):431-445

- Hārvestera un forvardera operatora rokasgrāmata. Palīgs stumbra un apaļo kokmateriālu sortimentu kvalitātes novērtēšanā. AS „Latvijas valsts meži”, 2007, 78 lpp.
- Hasenauer (ed) 2006. Sustainable forest management. Growth models for Europe. Springer. 398p.
- Hilborn, R., Walters, C.J., Ludwig D.1995. Sustainable exploitation of renewable resources. *Annu.Rev. Ecol. Syst.* 1995.26:45-67.
- Indriksons A., Palejs M. (2005) Dabas vērtību ilgtspējīga uzturēšana un jaunu attīstīšana. No: Ceļvedis Latvijas privāto mežu īpašniekiem, Rīga, 189.-196. lpp.
- Jalkanen, A., Makipaa, R., Stahl, G., Lehtonen, A., Petersson, H. 2005. Estimation of the biomass stock of trees in Sweden: comparison of biomass equations and age-dependent biomass expansion factors. *Ann. For. Sci.* 62: 845-851.
- Jansons, Ā. (2008) Parastās priedes (*Pinus Sylvestris L.*) selekcijas teorētiskie pamati un attīstības perspektīvas Latvijā: Promocijas darba kopsavilkums:Dr.silv. zinātniskā grāda iegūšanai.Theoretical basis and perspectives of Scots pine (*Pinus Sylvestris L.*) breeding in Latvia: Summary of academic dissertation for acquiring the Doctor,s degree of Forest sciences. LLU. Jelgava., 48 lpp.
- Kalniņš A. (1930) Latvijas priedes tehniskās īpašības. Rīga. 133 lpp.
- Kangas A., Kangas, J., Kurttila, M. 2008. Decision support for forest management. Springer 222 p..
- Kimmins J.P. Forest ecology. A foundation for sustainable management. Prentice Hall, Inc. 596 p.
- Klemperer W.D.1996. Forest resource economics and finance. McGraw-Hill, Inc.
- Kronītis J. (1965) Latvijas mežu apsaimniekošana. Rīga: Liesma. 116 lpp.
- Kuliesis A. 1993. Lietuvos medinu prieaugio ir jo panaudojimo normatyvai. Lietuvos mišku institutas. Kaunas 383 l.
- Laiva, I. Krājas parauglaukumu izmantošanas iespējas galvenās izmantošanas cirsmu fonda vērtēšanā. *Mežsaimniecība un mežrūpniecība*. Nr. 1, 1979, 17 - 22 lpp.
- Latvijas PSR Mežsaimniecības un mežrūpniecības ministrijas nozares automatizētās vadības sistēmas. Apakšsistēmas „Meža resursu inventarizācija, kontrole un plānošana” normatīvi. LPSR Mežsaimniecības un mežrūpniecības ministrija Latvijas mežierīcības uzņēmums, 1984, 95 lpp.
- Liepa, I. (1968) Jauna metode audzes masas tekošā pieauguma noteikšanai. Jaunākais mežsaimniecībā, X, Rīga., 59-66 lpp.
- Liepa, I. (1975) Latvijas PSR mežaudžu krājas tekošā pieauguma tabulas. Rīga, LatRZTIZPI, , 9 lpp.
- Liepa, I. Laiva, I. Metodika cirsmas novērtēšanai bez dastošanas. *Mežsaimniecība un mežrūpniecība*. Nr. 1, 1979, 34 - 37 lpp.
- Liepa, I. Latvijas PSR mežaudžu krājas tekošā pieauguma tabulas. Rīga, LatRZTIZPI, 1975, 9 lpp.
- Līpiņš, L. Stumbra racionāla sagarumošana. Rīga, Liesma, 1999, 76 lpp.
- Lopez Sanchez, C. A. et al. 2003. A height-diameter model for *Pinus radiata* D. Don in Galicia (Northwest Spain). *Ann. For. Sci.* 60: 237-245.
- LVS 80:1997. Kokmateriālu sortimenti mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 43 lpp.
- LVS 81:1997. Koksnes vainas kokmateriālu sortimentiem mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 23 lpp
- LVS 82:1997. Kokmateriālu uzmērīšanas un tilpuma noteikšanas noteikumi mežizstrādē. Latvijas nacionālais standartizācijas un meteoroloģijas centrs, 1997, 23 lpp
- Markus R. (1967) Ostwald`s Relative Forest Rent Theory. Bayerischer Landwirtschaftsverlag GmbH, Munchen. 128p.
- Matuzānis J. (1983) Audžu augšanas gaitas un produktivitātes modeļi. Apskats, Rīga, LatZTIZPI, 1983. 32 lpp

Matuzānis J. (1985) Audžu augšanas gaitas un produktivitātes modeļi. Jaunākais mežsaimniecībā. Rīga, Zinātne. 17-24 lpp

Matuzānis J., (1984). Audžu taksācijas rādītāju aktualizācijas modeļi: Latvijas PSR Mežsaimniecības un Mežrūpniecības ministrijas nozares automatizētās vadības sistēmas apakšsistēmas „Meža resursu inventarizācija, kontrole un plānošana” normatīvi. Latvijas PSR MMM Latvijas mežierīcības uzņēmums. 56.-67.lpp.

Matuzānis, J. (1975). Egļu audžu augšanas gaita. Apskats. Rīga, LRZTIPI, 1975, 64 lpp.

McKeand, S.E., Bridgwater, F.E. (1998) A Strategy for the Third Breeding Cycle of Loblolly Pine in Southeastern U.S. *Silvae Genetica*, 47 (4), pp. 223-234.

Metodiskie norādījumi meža zemju meliorācijas projektu sastādīšanai Latvijas republikā. Rīga, LatZTIZPI, 1978, 83. lpp.

Meža Enciklopēdija. I sējums. (2003) Zelta Grauds. 130., 233., 234. lpp.

Meža platība. Latvijas Republikas zemkopības ministrija, 2009 [tiešsaiste]: http://www.zm.gov.lv/doc_upl/6_1_1_platiba_07.pdf - Resurss aprakstīts 2009. gada 29. septembrī

Meža statistika 2007. Latvijas Republikas Valsts meža dienests, CD formātā

Mežsaimniecības tabulas. Sast. Sacenieks, R., Matuzānis, J. Rīga, Latvijas valsts izdevniecība, 1964, 208 lpp.

Odiņš J. (1971) Meža zemju hidrotehniskā meliorācija. Rīga: Zvaigzne. 362 lpp.

Odiņš J., Bušs K., Kļaviņš J., Maike P. (1960) Meža nosusināšana. Rīga: Latvijas Valsts izdevniecība. 284 lpp.

Ozoliņš R., (1997) Priedes stumbra tilpuma tabulas. Valsts mežu dienests

Ozoliņš R., 2002 Forest stand assortment structure analysis using mathematical modeling. – *Metsanduslikud uurimused XXXVII*, 33-42. ISSN 1406-9954

Ozoliņš, R. (1981) Lietkoku stumbru sortimentu struktūras analīze. Apskats. Rīga, LatZTIZPI, 1981, 28 lpp.

Ozoliņš, R. Lietkoku stumbru sortimentu struktūras analīze. Apskats. Rīga, LatZTIZPI, 1981, 28 lpp.

Ozols J., 1926. Rokasgrāmata mežkopjiem. Meža taksācija un ierīcība. Rīga. Mežu departamenta izdevums. 173 lpp.

Palahí M., Pukkala, T., Miina, J., Montero, G. 2003. Individual-tree growth and mortality models for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in north-east Spain. *Ann. For. Sci.* 60: 1-10.

Palahí M., Trasobares A., Pukkala. Using individual-tree models for optimizing the management of even-and uneven-aged Scots pine and Black pine forests in north-east Spain.[skatīts 2009.g. jūlijā]. Pieejams: www.medforex.net/papers/forest/paper_Navarra.pdf

Palahí, M., and Pukkala, T., 2003. Optimising the management of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in Spain based on individual-tree models. *Ann. For. Sci.* 60: 105-114.

Papildinātie norādījumi par kopšanas cirtēm Latvijas PSR mežos. 1985. Latvijas PSR Mežsaimniecības un mežrūpniecības ministrija, 45 lpp.

Pauwels, D., Lejeune, P., Rondeux, J. 2007. A decision support system to simulate and compare silvicultural scenarios for pure even-aged larch stands. *Ann. For. Sci.* 64: 345-353.

Pretzsch, H., Biber, P., Dursky, J., von Gadow, K., Hasenauer, H., Kandler, G., Kenk, G., Kublin, E., Nagel, J., Pukkala, T., Skovsgaard, J.P., Sotke, R., Sterba, H. 2002. Recommendations for Standardized Documentation and Further Development of Forest Growth Simulators. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 121 (2002), 138-151.

Rodriguez Soalleiro, R. et al. 2000. Simulation and comparison of silvicultural alternatives for even-aged *Pinus pinaster* Ait stands in Galicia (Northwestern Spain). *Ann. For. Sci.* 57: 747-754.

Ruseckas J. (2000) Root abundance of pine, spruce, birch and black alder in the peat soils. *Baltic Forestry*, Vol 6-2(11), p. 10-15

- Sacenieks, R., Matuzānis, J. 1964 Mežsaimniecības tabulas. Rīga, Latvijas Valsts izdevniecība lpp.208
- Sales Luis, J.F., Fonseca, T.F. 2004. The allometric model in the stand density management of *Pinus pinaster* Ait. in Portugal. *Ann. For. Sci.* 61: 807-814.
- Sarma, P., (1948). Meža taksācija. Latvijas Valsts izdevniecība, Rīga, 590 lpp.
- Schmoldt, D.L., Kangas, J., Mendoza, G. A., Pesonen, M. (eds.). The analytic hierarchy process in natural resource and environmental decision making. Dordrecht/ Boston/ London, Kluwer academic publishers, 2001, 305 p.
- Sharma, M., Smith, M., Burkhart, H.E., Amateis, R.L. 2006. Modeling the impact of thinning on height development of dominant and codominant loblolly pine trees. *Ann. For. Sci.* 63: 349-354.
- Siliņš A. (sast.) 1984. Medības Latvijas PSR. Rīga: Avots, 327 lpp
- Skovsgaard P., Vanclay J. K Forest site productivity: a review of the evolution of dendrometric concepts for even-aged stands. *Forestry*, January 2008; 81: 13 - 31.
- Skovsgaard, J.P. (2004). Forest measurements. *Encycl. For. Sci.* 2,550-566.
- Soares ,P., Tome, M., Skovsgaards, J.P., Vanclay, J.K. evaluating a growth model for forest management using continuous forest inventory data. *Forest ecology and management* 71 (1995) 251-265.
- Thurig, E., Kaufmann, E., Frisullo, R., Bugmann, H. 2005. Evaluation of the growth function of an emirical forest scenario model. *Forest ecology and management.* 204: 51-66.
- Trasobares A., Pukkala, T. 2004a. Optimising the management of uneven-aged *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arn. mixed stands in Catalonia, north-east Spain. *Ann. Sci. For.* 61 (8): 747-759.
- Trasobares A., Pukkala, T. 2004b. Using past growth to improve individual-tree diameter growth models for uneven-aged mixtures of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arn. in Catalonia, north-east Spain. . *Ann. Sci. For.* 61 (8): 409-417.
- Trasobares, A., Pukkala, T., Miina, J.2003. Growth and yield model for unevenaged mixtures of *Pinus sylvestris* L. and *Pinus nigra* Arn. in Catalonia, northeast Spain. *Ann. Sci. For.* 61 (1), 9-24
- Ustin S. (Ed) 2004. Remote sensing for natural resource management and environmental monitoring. John Wiley & sons, Inc. 736p.
- van Laar,A., Akça A. (1997). Forest mensuration. Cuvillier Verlag. Göttingen. 418p.
- Vanclay J.K., Skovsgaard, J.P., 1997. Evaluating forest growth models. *Ecological modeling* 98 (1997) 1-12.
- Vanclay, J.K., Skovsgaard, J.P., Pilegaard Hansen, C. (1995). Assessing the quality of permanent sample plot databases for growth modelling in forest plantations. *Forest ecology and management*, 71, p.177-186
- VMD rīkojums Nr.23.. Par klasifikatoru un normatīvu apstiprināšanu., 2001
- Von Gadow, K, Hui, G., 1999, Modelling forest development. Kluwer academic publishers. 213 pp.
- von Gadow, K., Kurttila, M., Leskinen, P., Leskinen, L., Nuutinen, T., Pukkala, T. 2007. Designing forested landscapes to provide multiple services. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, 2007, 2, No. 038, 15 pp. [skatīts 2009.g. jūlijā]. Pieejams:www.cababstractsplus.org/cabreviews
- Wang, GG., Klinka, K. 1995. Site-specific height curves for white spruce (*Picea glauca* [Moench] Voss) stands based on stem analysis and site classification. *Ann. For. Sci.* 52: 607-618.
- White, T.L., Huber, D.A., Powel, G.L. (2003) Third-Cycle Breeding Strategy for Slash Pine by the Cooperative Forest Genetic Research Program. 27th Southern Forest Tree Improvement Conference, 27, pp. 17-29.

- Wikstrom, P. (2007) Latvijas meža resursu ilgsptējīgas, ekonomiski pamatotas izmantošanas modeļa izstrāde. MAF pārskats. http://www.zm.gov.lv/doc_upl/51.pdf
- Wong J.L.G., Thornber K., Baker N. Resource assessment of non-wood forest products. / UN FAO, Non-wood forest products No.13, 2001.
- Zālītis P. (1971) Meža nosusināšanas sistēmu bojāšanās cēloņi un to novēršana. Mežsaimniecība un Mežrūpniecība, Nr.2, 36.-37. lpp.
- Zālītis P. (1976) Augsnes pārmitrinājuma ietekme uz priedes un egles augstuma pieaugumu. Jaunākais Mežsaimniecībā, Nr. 19, 55.-58.lpp.
- Zālītis P. (1978) Izcirtumu pārpurvošanās Latvijas PSR mežos. Jaunākais Mežsaimniecībā, Nr. 20, 3.-7.lpp.
- Zālītis P. (1991) Nosusināto mežu ražība. Mežsaimniecība un Mežrūpniecība, Nr. 6(146), 28.-31.lpp.
- Zālītis P. (2006) Mežkopības priekšnosacījumi. Rīga: Et Cetera. 217 lpp.
- Zālītis P. (2008). Mērķtiecīgi izveidotu kokaudžu augšans gaita un strukturēšanās. MAF pārskats. http://www.zm.gov.lv/doc_upl/9_Silava_P.Zalitis.pdf
- Zālītis P., Muižzemiece I. (2005) Priedes un egles stumbra gadskārtu struktūra kūdreņos. Mežzinātne, Nr. 15(48), 3.-13.lpp.
- Zālītis P., Vuguls G. (1995) Hidroloģisko parametru izmaiņas nosusinātajos priežu mežos. Mežzinātne, Nr. 5(38), 3.-15.lpp.
- Zianis, D. Aspects of tree allometry. In: New research on forest ecosystems. Editor: Burk, A. R. Nova science publisher Inc., 2005, 113- 144 p.
- Аболинь А.А. (1977) Сукцессия растительности на торфяных почвах под влиянием осушения. В: Торф в лесном хозяйстве, Рига, с. 27-44
- Бисениекс, Я. П. Некоторые закономерности изменения текущего прироста в культурах ели. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 3.-6. с.
- Буш К.К., Клявиньш Я.Я., Майке П.М., Сабо Е.Д. (1960) Осушение лесных земель. Москва-Ленинград, Гослесбумиздат, 158 с.
- Буш К.К. (1958) Влияние осушения на прирост избыточно увлажненных типов леса Латвийской ССР: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Рига. 25 с.
- Буш К.К. (1968) Взаимосвязь между продуктивностью древостоев и интенсивностью осушения. В: Вопросы гидролесомелиорации, Рига, с. 5-50
- Буш К.К. (1972) Использование текущего прироста в высоту при бонитировке осушенных лесов. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве, Рига, с. 178-181
- Буш К.К., Залитис П. П. (1968) О режиме грунтовых вод осушенных лесов. В: Вопросы гидролесомелиорации, Рига, с. 51-69
- Буш, К. К. Использование текущего прироста в высоту при бонитировке осушенных лесов. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 178.-182. с.
- Винарт, А., Дрике, А. Проверка адекватности формулы И. Лиепы методом повторных перечетов пробных площадей. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 14.-19. с.
- Вомперский С. Э. (1968) Биологические основы эффективности лесоосушения. Москва, изд-во „Наука”, 294 с.
- Грозин А.Н. (2003) Влияние осушения и выборочных рубок в елово-лиственных древостоях на состояние и рост подроста ели в условиях Среднего Урала: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Екатеринбург. 21 с.

- Дрейманис, А.А. (1990) Внутрипопуляционная изменчивость и стабильность роста сосны обыкновенной. На: Пирагс, Д.М., Бауманис, И.И., Роне, В.М. (ред.) Роль селекции в улучшении Латвийских лесов. Зинатне, Рига, с. 78-83.
- Залитис П. (1963) Диамика сезонного прироста еловых молодняков в зависимости от степени осушения. В: Повышение продуктивности леса, Рига, с. 53-58
- Залитис П. (1967) Диамика сезонного прироста деревьев в осушенных сосняках и ельниках осоково-тростниковых: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Елгава. 25 с.
- Залитис П. (1968) Диамика среднесуточного прироста сосны и ели в осушенном осоково-тростниковом типе лесорастительных условий. В: Вопросы гидролесомелиорации, Рига, с.127-165
- Залитис П. (1983) Основы рационального лесосоушения в Латвийской ССР Рига, изд-во Зинатне, 230 с.
- Зейде, Б. Б., Инкасаров, Г. Э., Семевский, Ф. Н. Влияние возраста на текущий прирост ели. . В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 29.-32. с.
- Иматова И. А., Чиндяев А. С., Залесов С. В. (1997) Особенности роста корневых систем подростов сосны на осушенных сфагновых болотах. В: Гидротехническая мелиорация земель, ведение лесного хозяйства и вопросы экологии, Санкт-Петербург, с. 82
- Карманова, И. В. Математические методы изучения роста и продуктивности растений. Москва, Наука, 1976, 224 с.
- Кенставичюс, И. Расчет размера главного лесопользования при устройстве лесов на почвенно типологической основе. Методические рекомендации. Каунас, Литовский научно-исследовательский институт лесного хозяйства, 1982, 40 с.
- Кивисте, А. К. Функции роста леса. Учебно- справочное пособие (приложение). Тарту, Эстонская сельскохозяйственная академия, 1988, 171 с.
- Кивисте, А. К. Функции роста леса. Учебно- справочное пособие. Тарту, Эстонская сельскохозяйственная академия, 1988, 108 с.
- Кожевников, А.М., Фефилов, В.А. Закономерности изменение текущего прироста в еловых насаждениях разной степени изреживания. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 51.-57. с.
- Кричун, В. М. О точности определения текущего прироста древостоев. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 67.-72. с.
- Кулешис, А. А. Унификация бонитирования древостоев с учетом их типового многообразия роста в высоту. Каунас, Литовский научно-исследовательский институт лесного хозяйства Гослесхоза СССР, 1984, 28 с.
- Лиела, И.Я. Практический метод определения дополнительного прироста по запасу. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 162.-167. с.
- Лиела, И.Я., Бутенас, Ю. К., Матузанис, Я. К. Таблицы текущего прироста древостоев прибалтики. Рига, ЛатНИИТИ, 1980, 52 с.
- Логвинов, И. В. Прирост и его применение при установлении рамера пользования. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 162.-167. с.
- Манкус, Р. Закономерности отдельных деревьев. В: Закономерности лесной таксации. Методическое пособие. Под ред. В. Антанайтиса. Каунас, ЛитСХА, 1976, 128 с.

Матузанис, Я. К., Тауриньш, Я. К. Модель роста еловых древостоев. В: Текущий прирост древостоев и его применение в лесном хозяйстве. Доклады совещания 27-29 сентября 1972 г. Рига, 1972, 135.-138. с.

Матюшкин В.А. (1997) Изменение густоты и породного состава сосновых насаждений в связи с осушением. В: Гидротехническая мелиорация земель, ведение лесного хозяйства и вопросы экологии, Санкт-Петербург, с. 57-58

Нормативы для таксации леса Латвийской ССР. Ред. Я.К. Матузанис. Рига, 1988 г.

Спалвинь И.Р. (1970) Динамика содержания основных элементов минерального питания в почвенно-грунтовых и дренажных водах. В: Гидролесомелиоративные исследования: Материалы расширенного пленума ВАСХНИЛ, Рига, с. 305-315

Столяров Д.П., Ананьев В.А. (1986) Строение и рост ельников после осушения . В: Ведение хозяйства на осушенных землях, Ленинград, с. 19-34