

**Zinātniskā pētījuma**

**Koku stumbra formas veidules un  
sortimentu iznākuma prognožu noteikšana  
*3.etapa starpatskaite***

**Projekta vadītājs: Dr.silv. Dagnis Dubrovskis**

**Projekta izpildes grupa:**

<i>Ziedonis Sarmulis</i>	<i>Dr. sc.ing., LLU Asoc.profesors</i>
--------------------------	----------------------------------------

<i>Salvis Daģis</i>	<i>Mg.sc.ing., LLU doktorants</i>
---------------------	-----------------------------------

<i>Agris Zimelis</i>	<i>Mg.sc.ing., LLU MF lektors, LLU doktorants</i>
----------------------	-------------------------------------------------------

<i>Ingus Šmits</i>	<i>Mg.sc.ing., LLU ITF lektors, LLU doktorants</i>
--------------------	--------------------------------------------------------

<i>Mārtiņš Krūmiņš</i>	<i>Bc.sc.ing., LLU MF maģistrants</i>
------------------------	-------------------------------------------

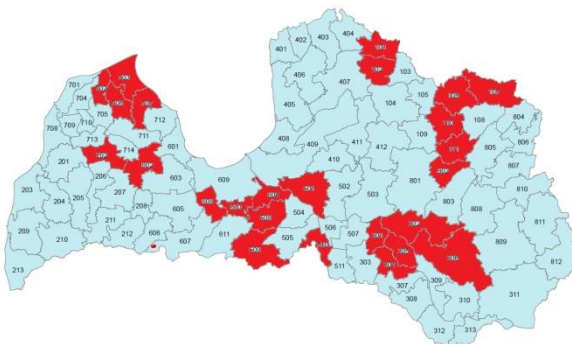
<i>Raivis Baltmanis</i>	<i>Bc.sc.ing., LLU ITF maģistrants</i>
-------------------------	--------------------------------------------

## Saturs

1. Lauku mērījumu datu iegūšana ar harvesteriem izstrādātajās cīrsmās saskaņā ar metodiku .....	3
2. Paraugkoku koksnes vainu uzskaitē ar mērķi noteikt to ietekmi uz sortimentu iznākumu.....	6
3. Precizēt sākotnēji izveidoto algoritmu un izstrādāt algoritmus sortimentu iznākuma prognozēšanai pa reģioniem un koku sugām, ievērtējot sortimentu iznākumu visvairāk ietekmējošos faktorus .....	14

## 1. Lauku mērījumu datu iegūšana ar harvesteriem izstrādātajās cirsmās saskaņā ar metodiku

Lauku darbu mērījumi ir veikti atbilstoši izstrādātajai metodikai. Projekta ietvaros no 2013. gada janvāra mēneša līdz 2013. gada jūnija mēnesim notikusi augošu koku vainu vērtēšana 6380 kokiem. Šis skaits vienmērīgi sadalīts 25 kvartāla apgabalos, kuros norisinājās aktīva mežizstrāde (sk.1.1.att.), parauglaukumi ierīkoti 134 nogabalos.



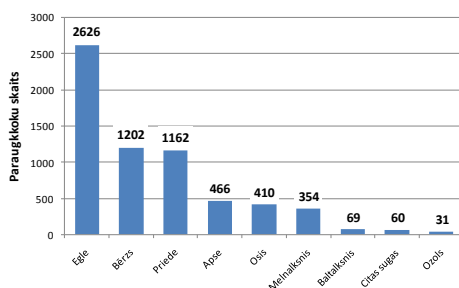
1.1. att. Marķēto cirsmu izvietojums šī gada pirmajos 6 mēnešos.

Starp parauglaukumos apsektajiem kokiem visvairāk ir egles (sk. 1.1. tab. un 1.2 att.), bērzi un priedes. Vismazāk ir baltalkšņu, ozolu un citu koku sugu koku (liepu, kļavu, gobu u.c.).

1.1. tabula

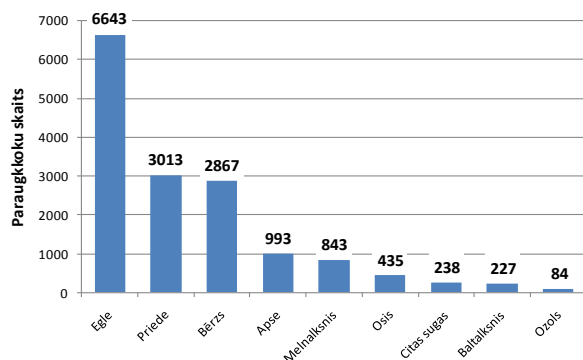
Vainu vērtēšana augošiem kokiem (apsekoto koku skaits)

Suga	Kopā	Šogad
Egle	6643	2626
Priede	3013	1162
Bērzs	2867	1202
Apse	993	466
Melnalksnis	843	354
Baltalksnis	227	69
Osis	435	410
Ozols	84	31
Citi	238	60
<b>Kopā</b>	<b>15343</b>	<b>6380</b>



1.2. att. Apsektoto paraugkoku skaita sadalījums pa koku sugām šī gada pirmajos 6 mēnešos.

Kopējais pētniecības projekta ietvaros parauglaukumos apsekoto koku skaits ir sasniedzis skaitli 15343. Piecu koku sugu apsekoto koku skaitu (sk. 1.3. att.) var uzskatīt par pietiekamu, lai iegūtu statistiski pamatotus datus par kādām pazīmēm, kuras iespējams attiecināt uz visiem sugu pārstāvošajiem kokiem. Pārējām koku sugām koku skaits vēl ir papildināms. Egles, priedes, bērza, apses vai melnalkšņa koku skaitu var nākties papildināt, ja pētījumu turpmākajā norisē rodas nepieciešamība iegūt statistiski ticamākus datus par kādu koku kopumu atsevišķas sugas robežās, piemēram, piederošiem noteiktai izmērus, kvalitāti vai citus aspektus raksturojošai grupai.



1.3. att. Kopējā apsekoto paraugkoku skaita sadalījums pa koku sugām visā pētniecības projekta laikā.

Pēc projektā izvirzītajiem mērķiem paralēli minētajam vēl tiek veikta augošu koku marķēšana ar mērķi iegūt datus, lai precizētu stumbra veiduli (sk. 1.2. tab.).

1.2. tabula

**Kopējais marķēto koku skaits sadalījumā pa sugām**

Suga	Kopā	Šogad
Egle	1293	925
Priede	1035	630
Bērzs	1054	721
Apse	413	317
Melnalkšnis	383	243
Baltalkšnis	68	44
Osis	385	379
Ozols	11	11
Citi	15	11
<b>Kopā</b>	<b>4657</b>	<b>3281</b>

Šādām vajadzībām ir izmantotas 126 cirsmas, kurās marķēto koku kopskaits ir 3281. Pēc šo paraugkoku marķēšanas tiek veikta mežizstrāde (atbilstoši plānotajam), kuras mērķis ir iegūt stumbra detaļus mērījumus sadalījumā pa katriem garuma 10 cm. Uz 26.06.2013. dati ir iegūti no 56 cirmām, kas sastāda 40% no ierīkotajām platībām.

Kā svarīgu un atbildīgu aspektu attiecībā uz lauku mērījumu datu iegūšanu jāatzīmē, ka projekta īstenošanas darbību laikā nav iespējams iztikt bez organizatoriska rakstura starpgadījumiem. Tos var iedalīt trīs grupās:

- 1) Zinātniskā personāla radītie apgrūtinājumi.
- 2) Ražošanu organizējošo meistarų radītie apgrūtinājumi.
- 3) Mežizstrādes operāciju tiešo izpildītāju radītie apgrūtinājumi.

**Zinātnisko darbību pārstāvošās puses radītie apgrūtinājumi** – galvenokārt tā ir savlaicīga ierīkoto platību nepaziņošana mežizstrādes meistariem. Šādi apgrūtinājumi uzliek papildus neplānoto slodzi uz meistariem un mežizstrādātājiem, jo viņiem ierodoties cirmā,

jākonstatē fakts, ka koki ir marķēti. Papildus izdevumi šāda fakta konstatēšanā nav novērojami ne vienai no pusēm, jo paraugkoki cirmā ir jāatstāj, bet pārējā cirmsa ir jāizstrādā. Šādas kļūda kopumā sastāda ap 0.5% no kopējām platībām. Lai samazinātu šāda veida kļūdas procentuālo apjomu, rūpīgāk tiek sekots darbinieku atskaišu saturam par paveiktiem darbiem katras dienas griezumā. Līdz ar to pašlaik jau var apgalvot, ka pēdējā pusgadā šīs kļūdas % ir samazināts gandrīz līdz nullei.

**Meistaru radītie apgrūtinājumi** ir savlaicīga nepaziņošana zinātnisko darbību pārstāvošajai pusei par cirmsas izstrādi. Ja cirmsa ir pietiekami liela, tad ļoti bieži par tās darbu uzsākšanu nav nepieciešams paziņot, jo izstrāde ilgst pāris dienas. Toties ir būtiski svarīgi, lai līdz zinātniekiem nonāktu informācija tieši par plānoto paraugkoku zāģēšanu. Ir atsevišķi gadījumi, kad zinātniekiem par to tiek paziņots tikai dienu iepriekš vai arī tiek ziņots, ka izstrāde ir jau gandrīz beigusies un harvesteru operators gaida tālākus norādījumus. Šādos gadījumos zinātniskajiem darbiniekiem nav iespējams pārplānot savus darbus tā, lai viņi varētu paspēt piedalīties datu iegūšanā mežizstrādes procesā. Šādi sarežģījumi nenovēršami rada zaudējumus. Ir arī atsevišķi gadījumi, kuros meistars ziņo par paraugkoku zāģēšanu, bet, ierodoties mežā, šos darbus nav iespējams veikt, jo ne visi marķētie paraugkoki ir pieejami datu ieguvei. Aplūkojot situāciju attiecībā uz kopējo plānoto pētniecības darbu apjomu šādi sarežģījumi sastāda aptuveni 4%.

**Mežizstrādes operāciju tiešo izpildītāju (harvesteru operatoru) radītie apgrūtinājumi** ir visgrūtāk izskaužamie, tos salīdzinot ar tikko iepriekš minētajiem. Šeit pastāv divu veidu problemātika:

- a) Harvesteru paraugkoku ir:
  - 1) pilnībā sastrādājis kokmateriālu sortimentos;
  - 2) sabojājis, padarot nederīgu datu ieguvei.
- b) Harvesteram ir tehniskas problēmas:
  - 1) paredzamas – harvesteram ir radies tehnisks bojājums, vai arī tas ir iestidzis jau iepriekšējā dienā, tāpēc teorētiski ir bijis iespējams par to paziņot;
  - 2) neparedzamas – harvesteram rodas tehnisks bojājums, vai arī tas iestieg tad, kad pētniecisko darbu izpildošais personāls jau ir ieradies cirmā, lai veiktu datu ieguves darbības.

Lai samazinātu šādu kļūdu skaitu, meistariem tiek palūgts harvesteru operatoru telefona numurs. Sazinoties ar viņiem, praktiski ir iespējams samazināt tukšos braucienus uz cirmām.

Lielāki sarežģījumi ir gadījumos ar STM failu izveidošanu pētniecības vajadzībām. Piemēram, apstrādājot vienu koku un tad to palaižot vaļā, bet pēc tam satverot no jauna un turpinot apstrādāt, datu apstrādē nav iespējams atšifrēt izveidoto vairāku failu piederību vienam un tam pašam konkrētam paraugkokam. Sakarā ar šādiem gadījumiem bieži vien ir nepieciešams no datu apstrādes izslēgt visu cirmu.

Neskatoties uz to, ka zinātnes darbinieki regulāri mēģina sekot līdz paraugkoka numuram, lai tas sakristu ar patieso situāciju mežā, joprojām pastāv šāda veida kļūda.

Kā nākamo varētu minēt neapzinātu marķēto paraugkoku sabojāšanu (nolauzta galotne, vai viss koks sastrādāts sortimentos), līdz ar ko, ierodoties cirmā, no aptuveni 25 marķētiem kokiem uzmērīt ir iespējams tikai dažus.

Kopējais šīs grupas zaudējumu īpatsvars sastāda ap 12%. Lai samazinātu šo procentu, zinātnes darbinieki izskaidro mežizstrādes operatoriem marķēto koku nozīmīgumu un to lomu kopējā projektā. Šādu informatīvu darbību atmaksājas veikt, pieņemot iespējamību, ka sadarbība vēl arī nākotnē būs ar vieniem un tiem pašiem operatoriem.

Sasummējot visus zaudējumus kopā var teikt, ka kopējais zaudējums var sastādīt aptuveni vienas koku sugas apjomu, t.i., aptuveni līdzinās 500 koku pētnieciskajai apstrādei. Zaudējumi būtu jāskatās kompleksi, jo tajos ietilpst:

1. Cirmsu apsekošana dabā (degvielas izdevumi + darba alga).
2. Parauglaukumu ierīkošana un paraugkoku marķēšana (degvielas izdevumi + darba alga + citi izdevumi \*2 darbinieki).

3. Paraugkoku uzmērīšana un datu iegūšana no harvestera (degvielas izdevumi + darba alga – galvenajā izmantošanā, bet krājas kopšanas cirtēs \*2 darbinieki).

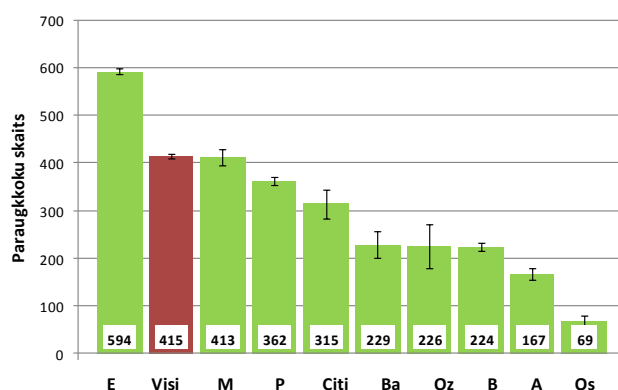
Šeit netiek uzskaitīti viesnīcu izdevumi gadījumos, kad harvesters ir sabojājusies un darbiniekam ir lētāk palikt viesnīcā, nevis atgriezties savā pamata darbavietā.

## 2. Paraugkoku koksnes vainu uzkaite ar mērķi noteikt to ietekmi uz sortimentu iznākumu

Parauglaukumos apsekoto koku skaits to kvalitātes vērtēšanai augošā stāvoklī vispirms sadalāms pa trim kvalitatīvā nozīmē krasi atšķirīgām grupām:

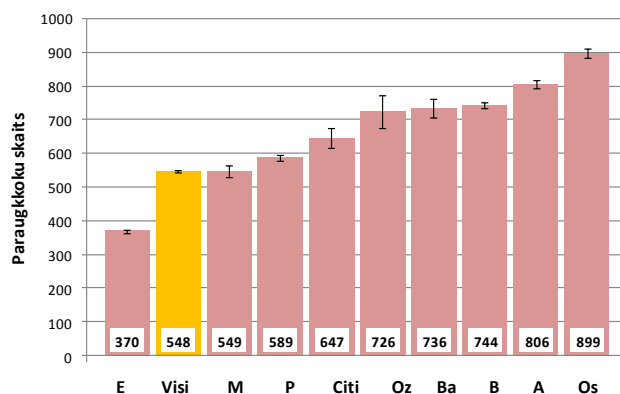
- 1) nebojāti (veseli) koki;
- 2) daļēji bojāti koki;
- 3) pilnībā bojāti (nokaltuši) koki.

Šādā iedalījumā starp visiem apsekotajiem kokiem visvairāk ir daļēji bojātu koku. To kopējais skaits pārsniedz  $\frac{1}{2}$  no visu apsekoto koku kopskaita. Attiecinot uz 1000 apsekotiem kokiem, vidējais daļēji bojāto koku skaits ir  $548 \pm 4$  (sk. 2.2. att.). No tā var secināt, ka augošu koku kvalitātes vērtēšanā ar ārēji saskatāmām koksnes vainām (vai to pazīmēm) vidēji ir jāsastopas nedaudz biežāk kā pie katra otrā koka. Vidējais pilnībā bojāto (nokaltušo) koku skaits nesasniedz pat  $1/10$  no daļēji bojāto koku skaita. Skaitliski uz katriem 1000 kokiem vidēji ir  $37 \pm 2$  nokaltuši koki (sk. 2.3. att.), vai, citiem vārdiem sakot, pētījumu laikā parasti starp katriem 27 apsekotiem kokiem nav konstatēts vairāk kā viens nokaltis.



- 2.1.att. Kopējā apsekoto nebojāto (veselo) paraugkoku skaita sadalījums pa koku sugām visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: E – egle, Visi – visas koku sugas kopā, M – melnalksnis, P – priede, Citi – citas koku sugas, Ba – baltalksnis, Oz – ozols, B – bērzs, A – apse, Os - osis.

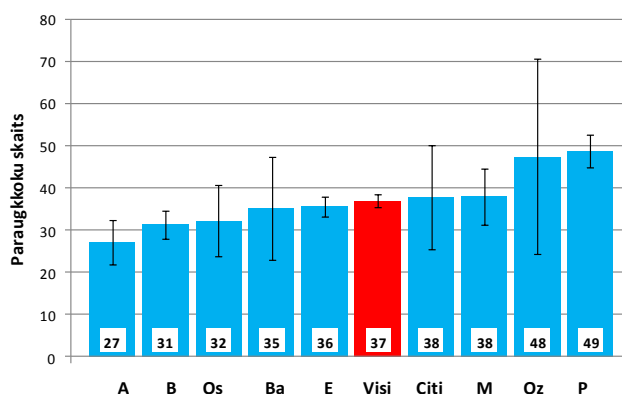
Vienīgā koku suga, kurai nebojāto (veselo) koku skaits ir skaitliskā pārsvarā, ir egle (sk. 2.1. att.). Starp katrām 1000 apsekotām eglēm vidēji  $594 \pm 6$  ir bijušas bez ārēji saskatāmām koksnes vainām vai iekšēju vainu pazīmēm. Kā vidējais nebojāto koku skaits kopēji pa visām apsekotajām koku sugām, tā arī atsevišķi katrai no pārējām sugām, no egles atšķiras statistiski būtiski. Uz to norāda ievērojami zemākās kolonas, ar kurām 4. att. tiek parādīts katras koku sugas apsekošanā konstatētais vidējais nebojāto koku skaits uz katriem 1000 kokiem, attēlojot arī attiecīgās koku sugas kopējam koku skaitam atbilstošo standartklūdas lielumu pozitīvā un negatīvā virzienā. No vidējā nebojāto koku skaita kopēji pa visām apsekotajām koku sugām būtiski neatšķiras starp melnalkšņa kokiem sastopamo nebojāto koku skaits (vidēji  $413 \pm 17$  koki), un tas ir būtiski atšķirīgs arī no priedes (vidēji  $362 \pm 9$  koki). Izņemot melnalksni un ar dažādām lapu koku sugām pārstāvēto citu sugu grupu, pārējām apsekotajām lapu koku sugām nebojāto koku ir ievērojami mazāk nekā tādu ir starp skujkokiem. Statistiski būtiski mazāk nebojāto koku ir apse (vidēji  $167 \pm 12$  koki) nekā bērzam (vidēji  $224 \pm 8$  koki).



2.2. att. Kopējā apsektoto daļēji bojāto paraugkoku skaita sadalījums pa koku sugām visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: E – egle, Visi – visas koku sugas kopā, M – melnalksnis, P – priede, Citi – citas koku sugas, Oz – ozols, Ba – baltalksnis, B – bērzs, A – apse, Os - osis.

Starp pētījumu projektā apsektotajiem kokiem vismazāk nebojāto ir osim, vidēji tikai  $69 \pm 12$  nebojāti koki, rēķinot uz katriem 1000 kokiem, vai, to pašu izsakot citādāk, viens nebojāts koks starp katriem 15 apsektotiem.

Vidējais daļēji bojāto koku skaits kopēji pa visiem kokiem ir  $548 \pm 4$  (sk. 2.2. att.). Var teikt, ka atsevišķu koku sugu sakārtojuma secība skaitliski pieaugoša virzienā no tās sugas, kurai šādu koku ir vismazāk, ir tieši tāda pati, kāda ir redzama 4. att., kur sugu sakārtojums ir dilstošā virzienā, sākot no egles, kurai nebojāto koku ir visvairāk. Vietām ir samainījušies ozols un baltalksnis, bet tam ir formāls raksturs, jo atšķirība starp abām minētajām koku sugām nevienā no abiem gadījumiem nav statistiski būtiska. Tāpat kā attiecībā uz nebojātajiem kokiem, arī daļēji bojāto koku skaita ziņā nepastāv statistiski būtiska atšķirība starp melnalksni (vidēji  $549 \pm 17$  daļēji bojāti koki) un šādu koku skaitu pa visām apsektotajām koku sugām kopā.



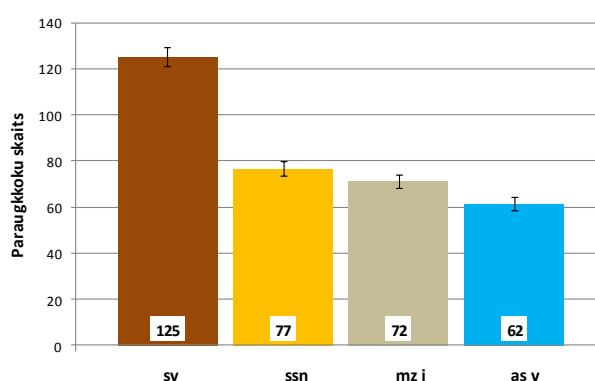
2.3. att. Kopējā apsektoto pilnībā bojāto (nokaltušo) paraugkoku skaita sadalījums pa koku sugām visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: A – apse, B – bērzs, Os – osis, Ba – baltalksnis, E – egle, Visi – visas koku sugas kopā, Citi – citas koku sugas, M – melnalksnis, Oz – ozols, P – priede.

Pilnībā bojāto (nokaltušo) koku vismazāk ir apsei: vidēji  $27 \pm 5$  uz katriem 1000 apsektotiem apses kokiem (sk. 2.3. att.). Visvairāk šādu koku pētniecības projektā konstatēts priedei (vidēji  $49 \pm 4$  nokaltuši koki). Nokaltušo koku skaita palielinājums virzienā no apses uz priedi nav straujš, un krasāka atšķirība no iepriekšējām koku sugām skaitlisko lielumu pieaugošās secības rindā ir tikai priedei. Ozola nokaltušo koku vidējais skaits priedei līdzinās

diezgan formāli, jo samērā nelielā apsekoto ozola koku skaita dēļ ir liela standartklūdas skaitliskā vērtība un tāpēc vidējā rādītāja būtiskuma līmenis ir zems. Līdzīgi, kā novērojams pēc nebojāto un daļēji bojāto koku skaita, arī pēc nokaltušo koku vidējā skaita melnalksnis ir tuvāks priedei nekā citiem lapu kokiem.

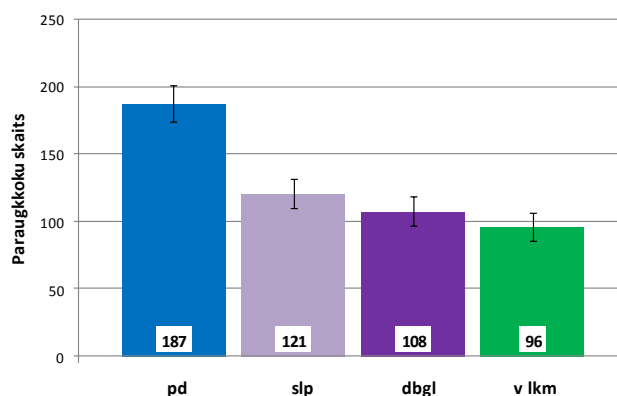
Vismazāk ārēji saskatāmo koksnes vainu konstatēts apsekotajiem egles kokiem (sk. 2.4. att.). Gandrīz divas reizes biežāk nekā citas vainas tas ir bijis sasveķojums (vidēji  $125 \pm 4$  koki ar sasveķojumu uz katriem 1000 apsekotiem kokiem). Vēl no tādām koksnes vainām, kuras eglei bijušas sastopamas vairāk nekā 5 kokiem no 100 apsekotajiem, ir saussāns, mizas ieaugums un asimetrisks zaru vainags. Retāk konstatētās vainas šajā pārskatā nav norādītas.

Pēc konstatēto vainu daudzuma eglei seko melnalksnis (sk. 2.5. att.). Biežāk sastopamā koksnes vaina šajos pētījumos melnalksnim ir padēls (vidēji  $187 \pm 13$  koki ar padēlu uz katriem 1000 apsekotiem kokiem). Savstarpējā izplatības atšķirība starp trim pārējām biežāk melnalksnim sastopamām vainām, koka slīpumu, dubultgalotni un vienpusīgo likumainību, ir vāji izteikta.



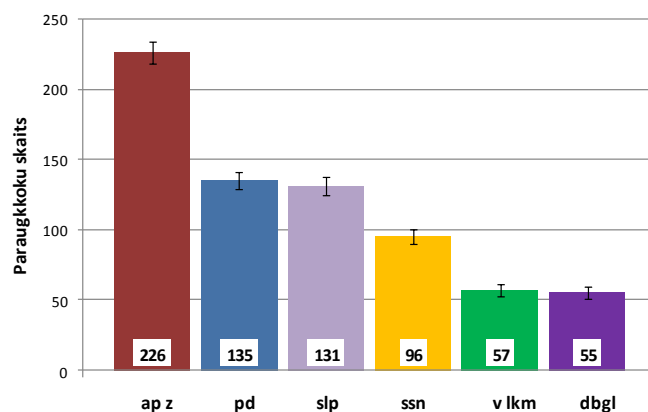
2.4. att. Apsekoto egles paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: sv – sasveķojums, ssn – saussāns, mz i – mizas ieaugums, as v – asimetrisks vainags.

Pēc konstatēto vainu skaita trešajā vietā ierindojas priede (sk. 2.6. att.). Šai koku sugai biežāk sastopamo koksnes vainu dažādība ir lielāka, nekā tas ir tikko iepriekš minētajai eglei un melnalksnim. Pēc sastopamības ir apmēram par 1/3 vairāk priežu ar apaugušu zaru puniem, nekā pēc sastopamības biežuma sekojošo padēla un koka slīpuma gadījumu.



2.5. att. Apsekoto melnalkšņa paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: pd – padēls, slp – koka slīpums, dbgl – dubultgalotne, v lkm – vienpusīga likumainība.

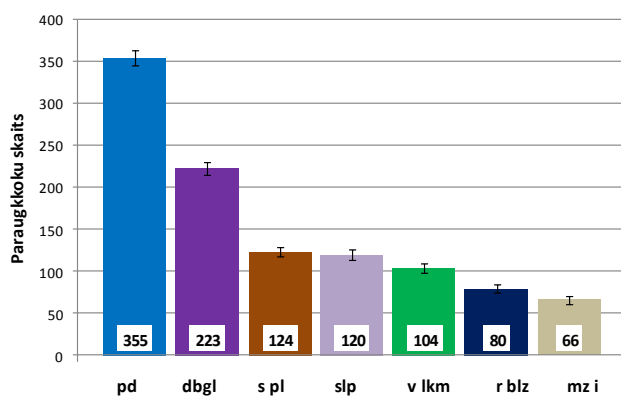




2.6. att. Apsekoto priedes paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: ap z – apaugušu zaru puni, pd – padēls, slp – koka slīpums, ssn – saussāns, v lkm - viļņveidīga līkumainība, dbgl - dubultgalotne.

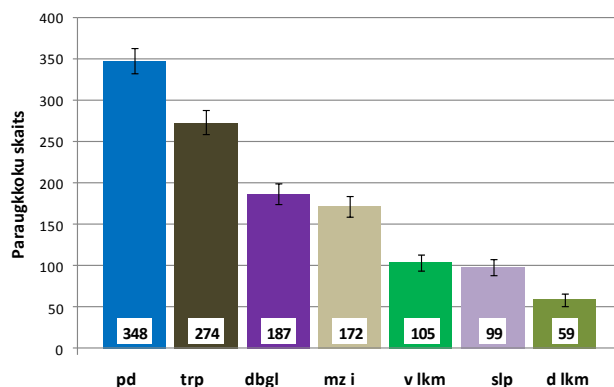
Līdzīgi tam, ka nav būtisku atšķirību starp padēla un koka slīpuma gadījumu izplatību starp priedes paraugkiem, tā savstarpēji būtiski neatšķiras arī viļņveidīgās līkumainības un dubultgalotnes gadījumu skaits. Saussāna izplatība uzrāda vidēju izplatības biežumu starp tikko minētajiem, pēc izplatības līdzīgajiem koksnes vainu pāriem.

Kā bērzam, tā apsei izplatītāko koksnes vainu dažādība ir vēl lielāka nekā priedei (sk. 2.7. att. Un 2.8. att.).



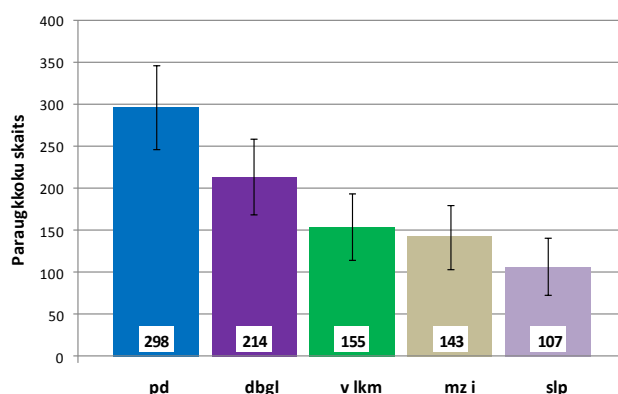
2.7. att. Apsekoto bērza paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: pd – padēls, dbgl – dubultgalotne, s pl - sānu plaisa, slp – koka slīpums, v lkm - viļņveidīga līkumainība, r blz – rievotais blīzums, mzi – mizas ieaugums.

No koksnes vainu sastopamības viedokļa starp bērzu un apsi lielākā līdzība ir daudzie padēla gadījumi, kas abām minētajām koku sugām ne tikai ierindojas pirmajā vietā, bet būtiski neatšķiras arī pēc gadījumu skaita uz katriem 1000 apsekotiem kokiem. Otra abām koku sugām izplatīta koksnes vaina ir dubultgalotne. Savukārt tikai bērzam starp izplatītākajām vainām ir sānu plaisas un rievotais blīzums, bet apsei īpaši izplatīta un kvalitatīvi būtiski samazinoša koksnes vaina ir trupe, ko no ārpusē var konstatēt pēc izraisīto sēņu auglķermeņiem (piepēm).



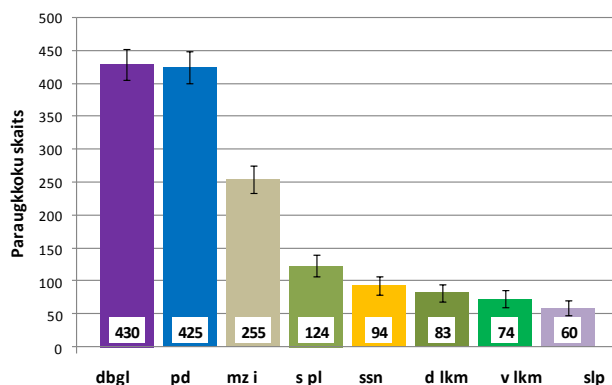
2.8. att. Apsekoto apses paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: pd – padēls, trp – trupe, dbgl – dubultgalotne, mz i – mizas ieaugums, v lkm - viļņusīga līkumainība, slp – koka slīpums, d lkm - daudzpusīga līkumainība.

Pēc koksnes vainu sastopamības biežuma ozolu būtu vajadzējis minēt jau pirms bērza un priedes, bet apsekoto ozola paraugkoku nav daudz un tāpēc rezultātu ticamība ir apšaubāmāka nekā izplatītākajām koku sugām. Pašreizējie dati rāda, ka apsekotajiem ozoliem biežāk sastopamās koksnes vainas ir padēls un dubultgalotne (sk. 2.9. att.). Vēl pie biežāk sastopamajām vainām ir atrodama viļņusīga līkumainība, mizas ieaugums un koka slīpums.



2.9. att. Apsekoto ozola paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: pd – padēls, dbgl – dubultgalotne, v lkm - viļņusīga līkumainība, mz i – mizas ieaugums, slp – koka slīpums.

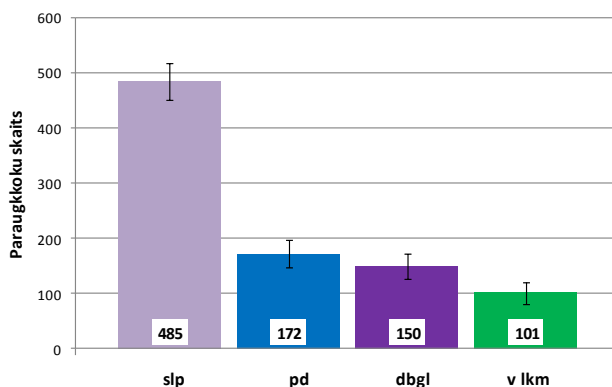
Pētījumā apsekotajiem oša kokiem raksturīga vislielākā biežāk sastopamo koksnes vainu dažādība (sk. 2.10. att.). Divas izplatītākas koksnes vainas ir dubultgalotne un padēls, kas ir praktiski vienādas pēc sastopamības gadījumu skaita un ir tuvu ½ no oša paraugkoku skaita. Apmēram ¼ no oša paraugkokiem konstatēts mizas ieaugums. Ir sastopamas sānu plaisas, saussāns, dažāda veida līkumainība un koka slīpums.



2.10. att. Apsekoto oša paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: dbgl – dubultgalotne, pd – padēls, mz i – mizas ieaugums, s pl – sānu plaisa, ssn – saussāns, d lkm - daudzpusīga līkumainība, v lkm - vienkopusīga līkumainība, slp – koka slīpums.

Apsekotajiem baltalkšņiem bieži atzīmēts koka slīpums (sk. 2.11. att.), kas ir ļoti tuvu ½ no visu apsekoto paraugkoku skaita. Trīs pārējās biežāk sastopamās koksnes vainas ir padēls, dubultgalotne un vienkopusīga līkumainība.

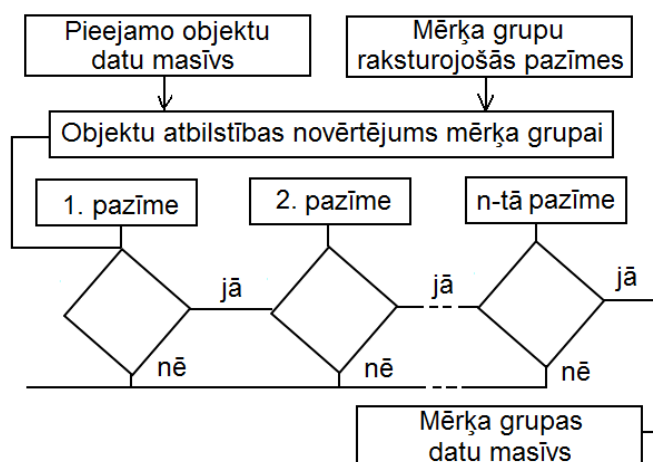
Koksnes vainu savstarpēji atšķirīgie veidi un to sastopamības biežums ir koksnes izejvielu sagaidāmo kvalitāti nosakoši faktori, tāpēc pilnīgāks priekšstats par tiem dod iespēju iegūt drošāku pamatojumu mežsaimnieciskās ražošanas plānošanā. Kokmateriālu izmantošanas galvenie virzieni laika gaitā nemainās strauji, tāpēc mežsaimnieciskās ražošanas plānošanas vajadzībām nepieciešamais sadalījums pa apaļo kokmateriālu sortimentu veidiem ne tikai operatīvajos (īstermiņa), bet arī taktiskajos (vidēja ilguma) plānos parasti daudz neatšķiras no jau iepriekšējos plānošanas periodos izmantotā sadalījuma.



2.11. att. Apsekoto baltalkšņa paraugkoku skaita sadalījums atkarībā no biežāk konstatēto koksnes vainu sastopamības visā pētniecības projekta laikā, rēķinot uz katriem 1000 kokiem: slp – koka slīpums, pd – padēls, dbgl – dubultgalotne, v lkm - vienkopusīga līkumainība.

Zinot galvenās kvalitātes prasības dažāda veida sortimentiem un ņemot vērā iespējamo slēpto koksnes vainu klātbūtni, kas nav konstatējama pirms koka stumbra atdalīšanas no celma un sadalīšanas pa īsākiem nogriežņiem, uz augošu koku kvalitātes vērtēšanā iegūtās informācijas pamata var prognozēt sagaidāmo kokmateriālu sortimentu iznākumu sadalījumā pa koku sugām, sortimentu veidiem un izmēru grupām. Šī projekta pētījumos lielākais ievāktu datu apjoms attiecas tieši uz ārēji saskatāmām koksnes vainām (arī iekšējo koksnes vainu ārējām pazīmēm), kuras ir konstatējamas, kokiem vēl esot augošā

stāvoklī. Tādi dati ir izmantojami aprēķiniem, lai noteiktu apaļo kokmateriālu sortimentu sagaidāmo relatīvo apjomu, kāds atbilst konstatēto ārēji saskatāmo vainu raksturojumam. Aprēķinu gaita ir līdzīga jebkuram gadījumam, lai no kāda savstarpēji atšķirīgu objektu kopuma atlasītu noteiktām prasībām atbilstošos (sk. 2.12. att.).



2.12. att. Vispārēja shēma noteiktai mērķa grupai atbilstošu objektu atlasei no pieejamo objektu masīva.

Šī pētījuma ietvaros aprēķini kāda noteikta apaļo kokmateriālu sortimenta iespējamā relatīvā apjoma atrašanai izdarīti līdzīgā secībā.

1) No apsekoto augošu koku datu masīva tiek atlasīti attiecīgās koku sugas paraugkoku dati, kuru stumbru izmēri atbilst, lai būtu iespējams sagatavot vismaz vienu pieļaujamā minimālā garuma un caurmēra nogriezni. Procentos izteikts atlasīto paraugkoku skaita īpatsvars no kopējā šīs sugas koku kopskaita rāda ideālo lielumu, kāds iespējams vienīgi tad, ja starp pēc izmēriem atbilstošajiem paraugkokiem nav neviena, kuram būtu konstatējama kāda no šim sortimentam nepieļaujamām koksnes vainām.

2) No sortimenta izmēriem atbilstošo paraugkoku grupas atlasa tos, kuriem sortimenta sagatavošanai piemērotajā stumbra daļā nav sastopamas šim sortimentam nepieļaujamās koksnes vainas. Tādā veidā tiek iegūts to paraugkoku kopums, kuri ir piemēroti kā pēc izmēriem, tā arī pēc ārēji saskatāmo koksnes vainu klātbūtnes vērtējuma, un no šo koku kopuma stumbriem var sagatavot izraudzītā sortimenta veida apaļos kokmateriālus. Atbilstošo paraugkoku kopskaitu attiecinot pret attiecīgās koku sugas koku kopskaitu, iegūst relatīvo apjomu pēc koku skaita, ko var norādīt procentu veidā.

Tālāk doti daži iegūto rezultātu piemēri, pielietojot augstāk aprakstītos metodiskos principus.

#### 1. piemērs

Mērķa grupa: Priedes 1.šķiras zāģbaļķi.

Vērtēšanas pazīmes: minimālais garums – 3,1m;

minimālais caurmērs – 28 cm (bez mizas);

nepieļaujamās koksnes vainas – atbilstoši AKKP LVM 2013 prasībām.

Vērtēšanas rezultāti: atbilstība mērķa grupas sortimenta izmēriem – 30,9 %;

atbilstība mērķa grupas prasībām, ievērtējot kvalitātes prasības – 21,6 %.

Slēdziens: no apsekotajiem priedes paraugkokiem 21,6 % ir piemēroti, lai no tiem sagatavotu 1.šķiras zāģbaļķus, ja šiem kokiem nav nepieļaujamu iekšēju koksnes vainu.

2. piemērs

Mērķa grupa: Bērza 1.šķiras finierkluči.

Vērtēšanas pazīmes: minimālais garums – 2,8m;  
minimālais caurmērs – 22 cm (bez mizas);  
nepieļaujamās koksnes vainas – atbilstoši AKKP LVM 2013 prasībām.

Vērtēšanas rezultāti: atbilstība mērķa grupas sortimenta izmēriem – 39,8 %;  
atbilstība mērķa grupas prasībām, ievērtējot kvalitātes prasības – 22,4 %.

Slēdziens: no apsekotajiem bērza paraugkiem 22,4 % ir piemēroti, lai no tiem sagatavotu 1.šķiras finierklučus ar norādītajiem izmēriem, ja šiem kokiem nav nepieļaujamu iekšēju koksnes vainu.

3. piemērs

Mērķa grupa: Egles 2.šķiras zāģbaļķi.

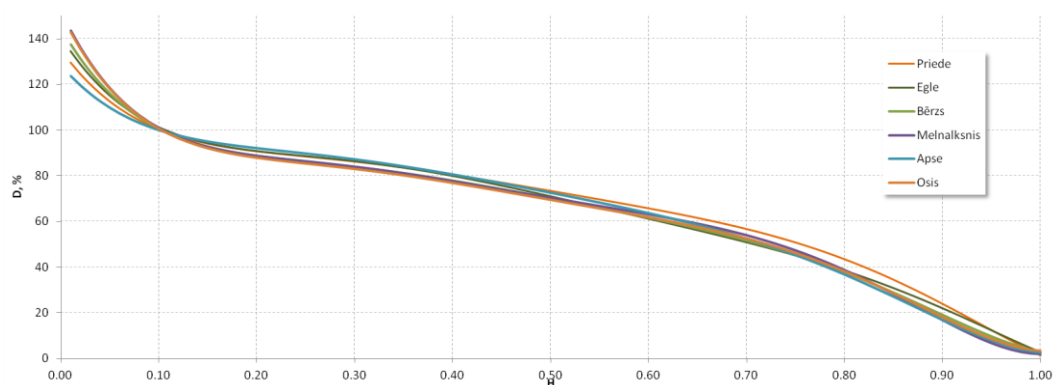
Vērtēšanas pazīmes: minimālais garums – 3,1m;  
minimālais caurmērs – 18 cm (bez mizas);  
nepieļaujamās koksnes vainas – atbilstoši AKKP LVM 2013 prasībām.

Vērtēšanas rezultāti: atbilstība mērķa grupas sortimenta izmēriem – 37,5 %;  
atbilstība mērķa grupas prasībām, ievērtējot kvalitātes prasības – 29,7 %.

Slēdziens: no apsekotajiem egles paraugkiem 29,7 % ir piemēroti, lai no tiem sagatavotu 2.šķiras zāģbaļķus ar norādītajiem izmēriem, ja šiem kokiem nav nepieļaujamu iekšēju koksnes vainu.

### 3. Precizēt sākotnēji izveidoto algoritmu un izstrādāt algoritmus sortimentu iznākuma prognozēšanai pa reģioniem un koku sugām, ievērtējot sortimentu iznākumu visvairāk ietekmējošos faktorus

Koka stumbra tilpuma aprēķināšana un apaļo kokmateriālu iznākuma precīza prognozēšana saistīta ar stumbra formas veidules izpēti. Iepriekš izveidoto stumbra formu veiduļu precizēšanai ir papildināts ievākto datu apjoms - kopā iegūti 1293 koku mērījumi, no kuriem 426 priedes, 385 egles, 249 bērza, 104 apses un 82 melnalkšņa mērījumi.



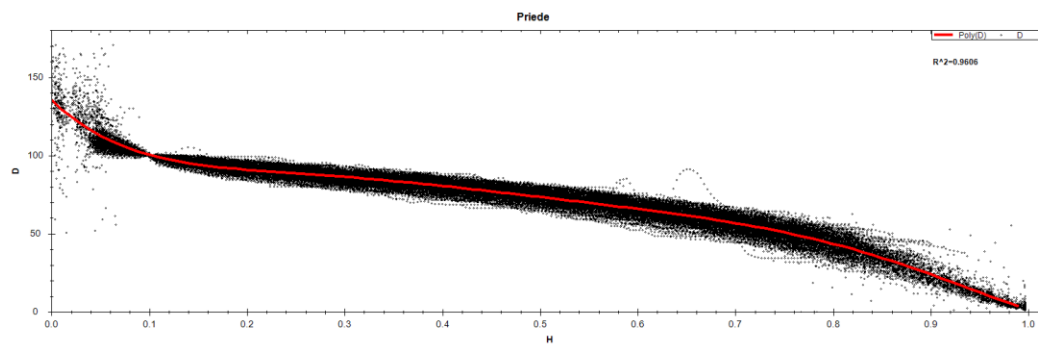
3.1 att. Visu sugu aprēķinātās stumbra formu veidules

Stumbru mērījumi veikti dažādu sugu, dažāda vecuma, dimensiju un augšanas apstākļos augušiem kokiem, lai noteiktu, kā šie faktori ietekmē stumbra veiduli. Pētījuma ietvaros tika izveidotas koku grupas atbilstoši iepriekšminētajiem faktoriem. Grupās savstarpēji tika salīdzinātas stumbra veidules un tās tika salīdzinātas ar citu grupu rezultātiem. Koku grupēšanai un atlasei tika pielietots datu filtrs ar 2 standartnoviržu apgabalu. No tālākas datu apstrādes tika atmesti koki, kuru mērījumu dati bija ārpus šīm robežām. Filtrs tika pielietots 30, 50 un 70% attālumā no stumbra garuma. Pēc datu filtrēšanas tika apstrādāti 930 stumbru mērījumi un iegūti 6.kārtas polinoma koeficienti (3.1.tabula).

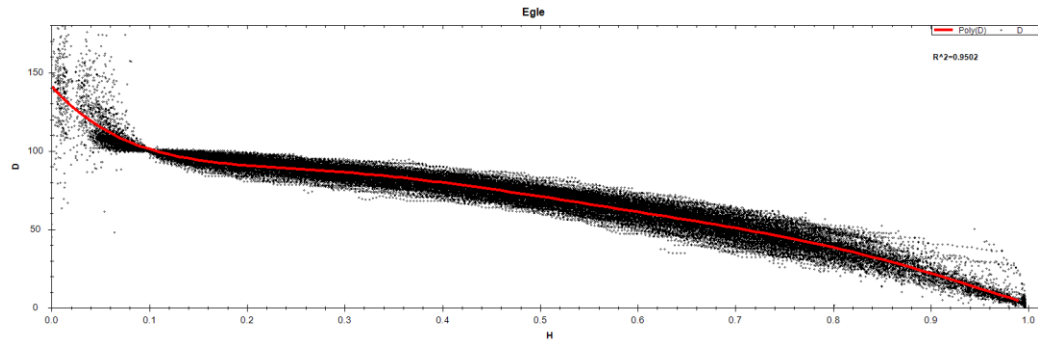
3.1.tabula

Stumbra formas veidules 6.kārtas polinoma koeficienti

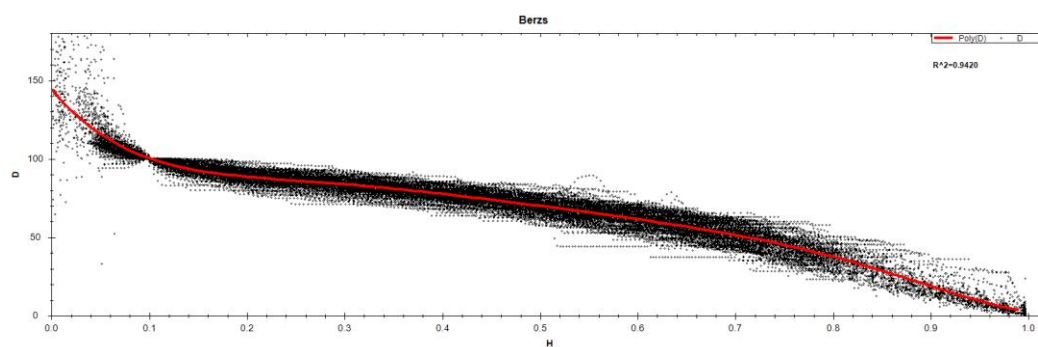
Suga	Skaitis	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	R <sup>2</sup>
Priede	301	135.36	-597.16	3327.64	-9875.16	15197.87	-11696.47	3509.30	0.96
Egle	293	140.97	-680.35	3757.65	-10765.05	15721.80	-11424.88	3252.55	0.95
Bērzs	176	144.55	-754.31	4181.79	-12248.05	18738.46	-14450.15	4390.39	0.94
Melnalksnis	66	152.04	-904.07	5320.63	-16396.57	26381.34	-21232.17	6680.78	0.95
Apse	70	128.29	-495.84	2906.88	-9222.10	15072.26	-12338.17	3951.15	0.95
Osis	24	150.94	-875.47	4999.09	-15020.49	23643.71	-18701.63	5807.26	0.93



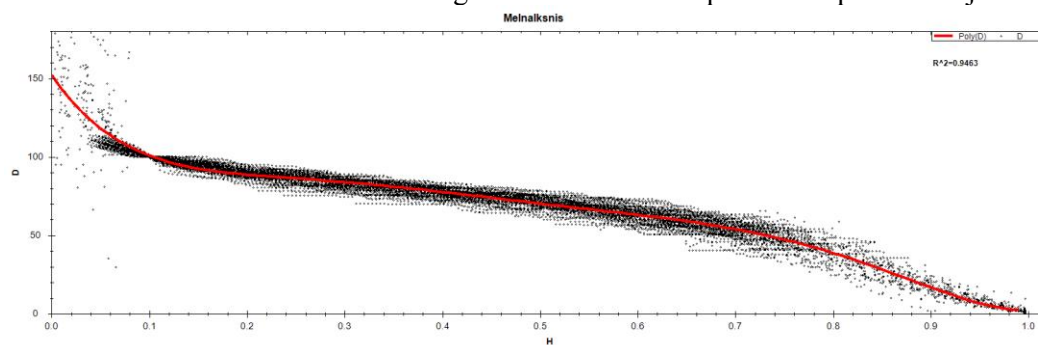
3.2. att. Priedes stumbru mērogotie dati un 6.kārtas polinoma aproksimācija



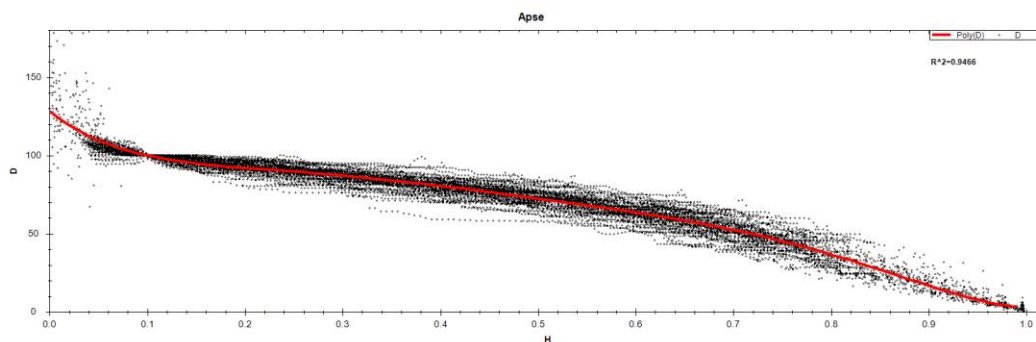
3.3. att. Egles stumbru mērogotie dati un 6.kārtas polinoma aproksimācija



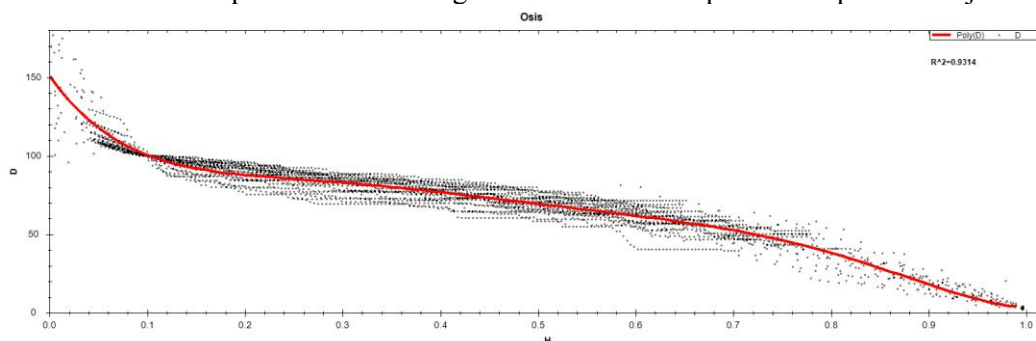
3.4. att. Bērza stumbru mērogotie dati un 6.kārtas polinoma aproksimācija



3.5. att. Melnalkšņa stumbru mērogotie dati un 6.kārtas polinoma aproksimācija



3.6. att. Apses stumbru mērogotie dati un 6.kārtas polinoma aproksimācija



3.7. att. Oša stumbru mērogotie dati un 6.kārtas polinoma aproksimācija

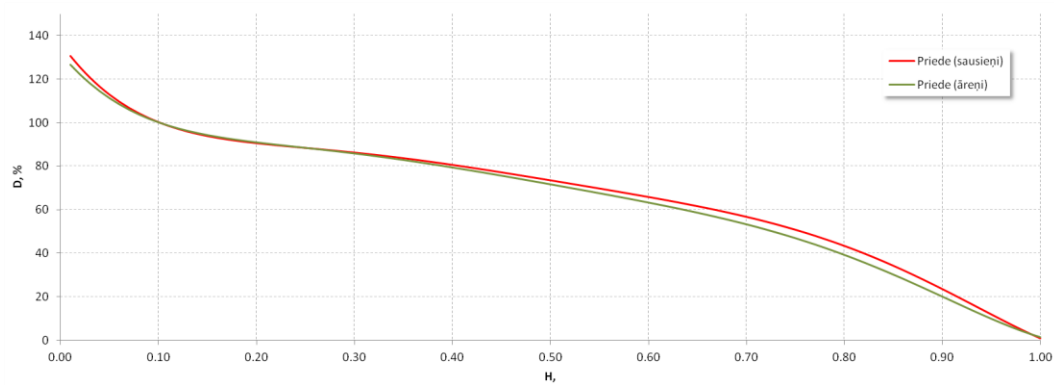
Lai novērtētu meža tipu ietekmi uz stumbra formu, dati tika sadalīti pa augšanas apstākļu tipu grupām - sausieņos, slapjajņos, purvainos, āreņos un kūdreņos. Datu bāzē ne visām cirsmām tika pievienota informācija par meža tiem (tas tiks izdarīts papildinot datu bāzes informāciju), tāpēc pagaidām šajā datu analīzē informācija tika izmantota ne no visiem uzmērītajiem koku stumbriem.

3.2.tabula

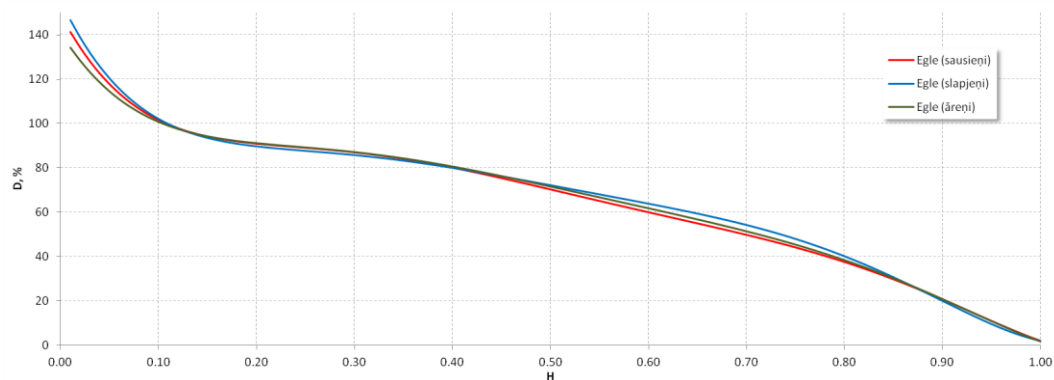
Stumbra formas veidules 6.kārtas polinoma koeficienti dažādos meža tipos

Suga	AAT grupa	Skaits	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	R <sup>2</sup>
Priede	Sausieņi	114	136.55	-625.62	3522.03	-10471.68	16129.22	-12417.90	3728.40	0.97
Priede	Āreņi	48	131.79	-540.57	3031.95	-9223.97	14531.36	-11464.58	3535.42	0.96
Egle	Sausieņi	66	149.22	-840.63	4875.13	-14327.33	21359.20	-15759.50	4545.88	0.95
Egle	Slapjaini	9	155.63	-936.47	5380.93	-15906.48	24424.58	-18798.21	5681.92	0.95
Egle	Āreņi	47	140.85	-702.37	4035.74	-11902.24	17856.61	-13310.81	3883.97	0.97
Bērzs	Sausieņi	56	148.12	-809.32	4417.78	-12668.45	19001.07	-14406.01	4318.87	0.94
Bērzs	Slapjaini	8	137.07	-613.40	3165.09	-9069.12	14095.88	-11380.45	3666.46	0.96
Bērzs	Purvaini	5	161.60	-1152.70	7453.35	-24073.48	39358.31	-31545.16	9799.09	0.90
Bērzs	Āreņi	16	141.16	-720.68	4114.14	-12360.90	19401.68	-15395.33	4821.74	0.95

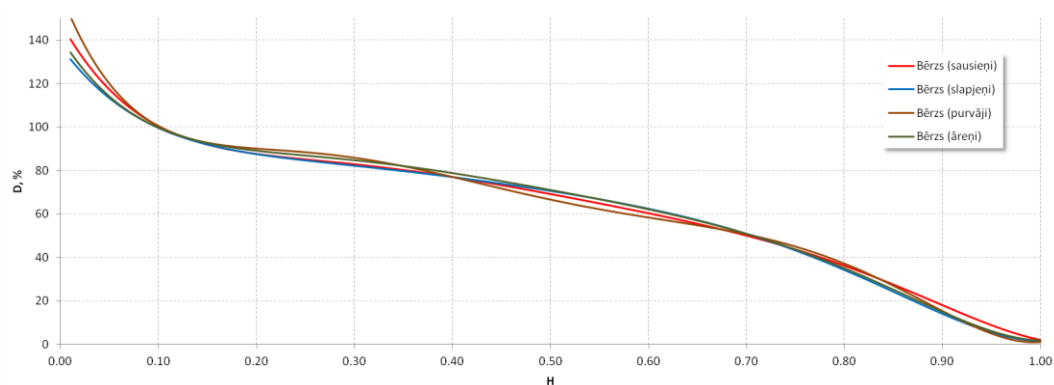




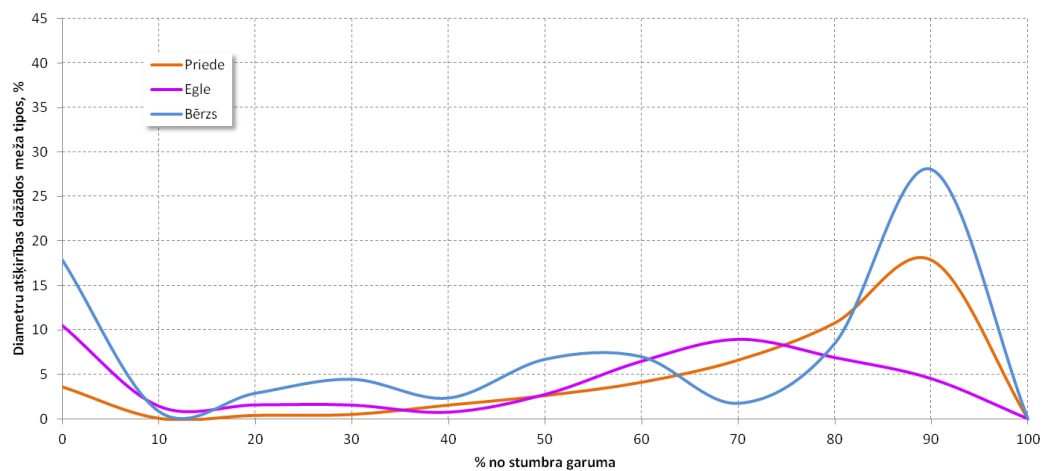
3.8. att. Priedes stumbru veidules atšķirības sausieņos un āreņos



3.9. att. Egles stumbru veidules atšķirības sausieņos, slapjajos un āreņos



3.10. att. Bērza stumbru veidules atšķirības sausieņos, slapjajos, purvajos un āreņos



3.11. att. Koku stumbru veidu maksimālās atšķirības procentos dažādos meža tipos

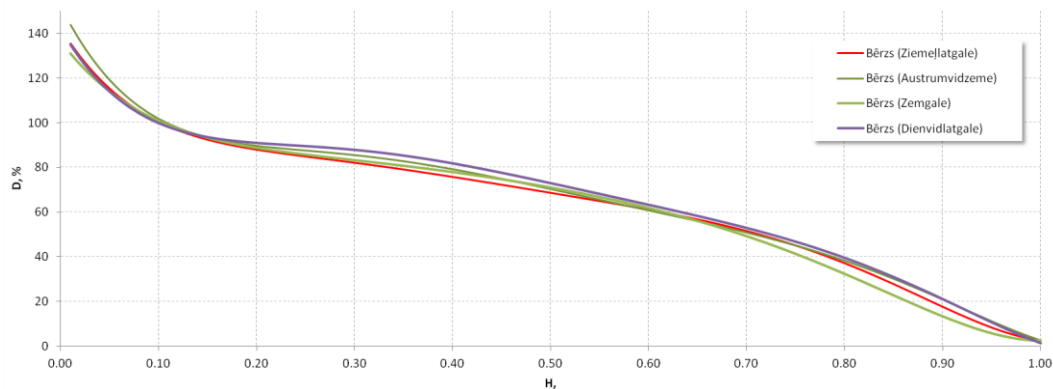
Lai novērtētu meža tipa ietekmi uz stumbra formas veiduli katrai sugai tika aprēķinātas maksimālās stumbra formas atšķirības dažādos meža tipos (3.11 attēls). Šīs maksimālās atšķirības analizētas katrā stumbra desmitdaļā. Vidēji šīs atšķirības ir 5% priei, 4% eglei un 7% bērzam.

Līdzīgi meža tipa ietekmes novērtēšanai, tika veikta stumbru formu veidules analīze dažādos Latvijas reģionos. Pašreiz ne visām cīsmām bija norādīts atrašanās reģions (tas tiks izdarīts papildinot datu bāzi vēlāk), tāpēc pagaidām šajā datu analīzē informācija tika izmantota ne no visiem uzmērītajiem koku stumbriem.

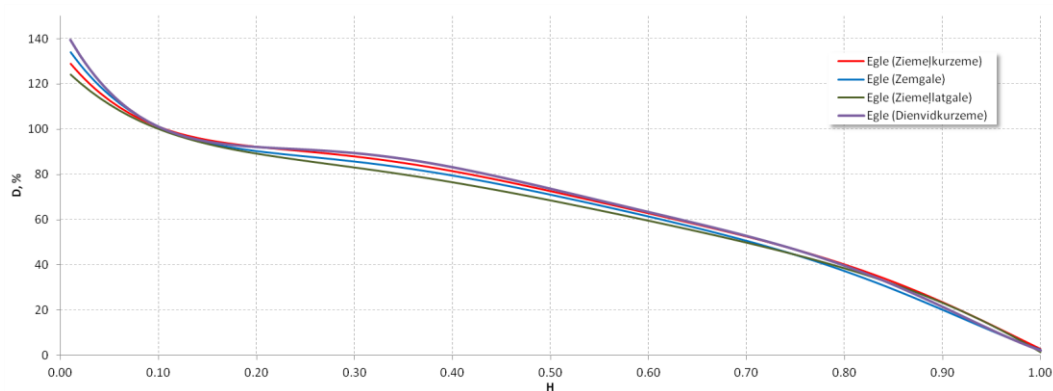
3.3.tabula

Stumbra formas veidules 6.kārtas polinoma koeficienti dažādos Latvijas reģionos

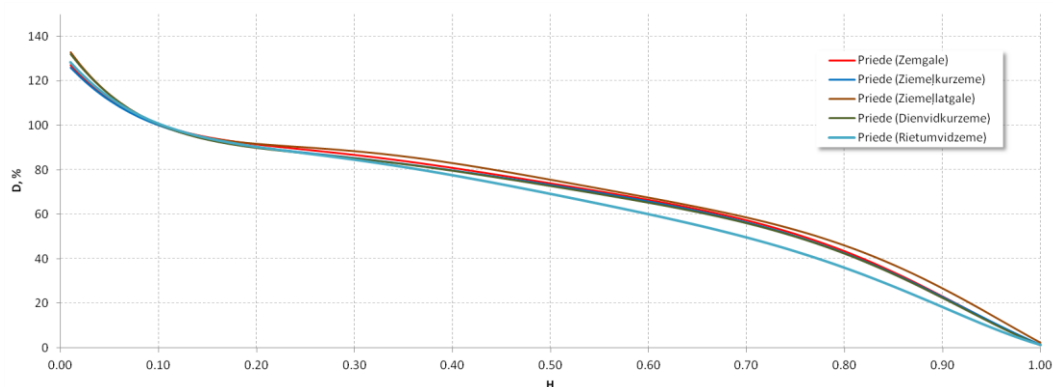
Suga	Reģions	Skaits	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	P <sub>4</sub>	P <sub>5</sub>	P <sub>6</sub>	R <sup>2</sup>
Bērzs	Ziemeļlatgale	38	142.08	-705.05	3851.30	-11495.42	18167.54	-14513.31	4555.38	0.95
Bērzs	Austrumvidzeme	19	152.18	-874.38	4934.82	-14275.28	21216.04	-15728.27	4577.35	0.93
Bērzs	Zemgale	14	136.52	-573.16	2836.55	-7837.45	11793.32	-9359.72	3006.25	0.96
Bērzs	Dienvidlatgale	11	142.05	-754.89	4461.32	-13275.73	20054.60	-15038.50	4412.38	0.94
Egle	Ziemeļkurzeme	68	134.44	-574.52	3211.97	-9333.26	13692.92	-9941.84	2813.08	0.96
Egle	Zemgale	56	140.46	-664.88	3612.66	-10305.80	15154.41	-11200.96	3266.71	0.96
Egle	Ziemeļlatgale	51	128.47	-439.91	2027.98	-5264.51	6984.87	-4591.85	1156.38	0.94
Egle	Dienvidkurzeme	20	147.54	-837.09	5024.18	-14984.74	22581.89	-16841.19	4911.69	0.97
Priede	Zemgale	99	132.21	-544.72	3066.33	-9321.58	14726.31	-11634.70	3577.37	0.97
Priede	Ziemeļkurzeme	67	130.95	-512.87	2734.32	-8042.98	12461.51	-9760.01	2990.56	0.96
Priede	Ziemeļlatgale	59	139.27	-679.08	3924.37	-11592.35	17501.33	-13109.90	3818.76	0.96
Priede	Dienvidkurzeme	27	138.16	-641.20	3533.46	-10414.80	16062.58	-12459.01	3781.90	0.97
Priede	Rietumvidzeme	18	133.64	-548.02	2942.22	-8696.22	13349.06	-10307.74	3128.42	0.96



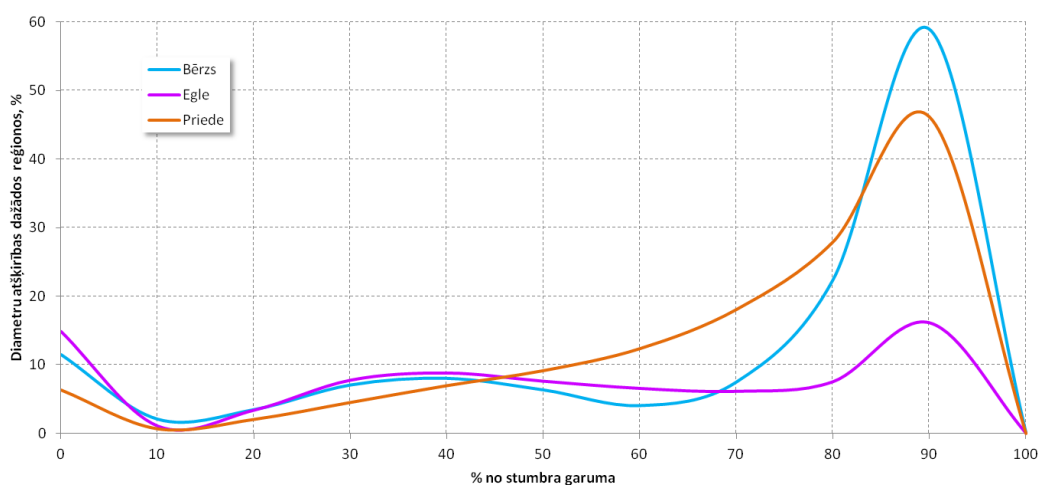
3.12. att. Bērza stumbu veidules dažādos Latvijas reģionos



3.13. att. Egles stumbu veidules dažādos Latvijas reģionos



3.14. att. Priedes stumbu veidules dažādos Latvijas reģionos



3.15. att. Koku stumbu veiduļu maksimālās atšķirības procentos dažādos Latvijas reģionos

Attēlā 3.15 uzskatāmi parādīts, ka pastāv stumbra veiduļu reģionālas atšķirības. Vismazākās vidējās atšķirības vērojamas eglei, līdz 7%. Priedei un bērzam stumbra resgaļa daļā ir mazākas atšķirības 5-6%, bet vērtējot visu stumbu kopumā, atšķirības sastāda līdz pat 13-14%. Pagaidām salīdzinātas tika uzņēmēto koku veidules reģionos, tās nedalot sīkāk pēc augšanas apstākļiem, jo mērījumu skaits pagaidām ir nepietiekams kvalitatīvas statistiskās analīzes veikšanai.