



Par projekta

## **“Egles augošu koku atzarošana un mehānisko stumbra aizsardzības pasākumu ietekme uz turpmāko koka augšanu un tā kvalitāti”**

izpildi

Līguma Nr. 5.5.-5.1/000h/101/12/4

Izpildes laiks: 2012. gada aprīlis-2013. gada janvāris

Projekta vadītājs:

/Ā. Jansons/

Salaspils, 2013

## Kopsavilkums

Pārskata periodā veikta projektā plānoto darba uzdevumu izpilde:

- 1) sagatavots un papildināts literatūras apskats, ietverot atzarošanas mērķi, veidus un, saskaņā ar apstiprināto metodiku, tādos praktiskus jautājumus kā:
  - a) atzarošanas tehnika un metodes;
  - b) atzarojamo audžu un koku izvēle;
  - c) koku ekonomiskās vērtības izmaiņas atzarošanas ietekmē un to noteikšana (atzarošanas augstums, zara vietu apaugšanas ilgums, darba laika patēriņš);
  - d) ar atzarošanu saistītie riski un to ietekme;
  - e) bezzaru koksnes izmantošanas iespējas.
- 2) veikta 45 nogabalu ar platību ne mazāku par 0,5ha izvēle AS „Latvijas valsts meži” teritorijā augstāko bonitāšu audzēs izlozes kārtībā pēc taksācijas apraksta no grupām, kas definētas atbilstoši koku vecumam (desmitgade) un atzarošanas laikam (3 periodi: līdz 2005. gadam, 2006.-2008., 2009.-2011.). Katrā nogabalā regulārā tīklā izvietoti 30 punkti un veikti koku mērījumi un pieaugumu urbumi saskaņā ar apstiprināto projekta metodiku;
- 3) veikta iegūto datu analīze, saskaņā ar metodiku vērtējot:
  - a) atzarošanas darbu izpildes rezultātus;
  - b) atzarošanas ietekmi uz koku pieaugumu;
  - c) atzarošanas finansiālos aspektus.

Darba izpildītāji: Endijs Bāders, Andrejs Dreimanis, Andis Adamovičs, Raitis Rieksts-Riekstiņš, Juris Rieksts Riekstiņš, Mārtiņš Puriņš, Kaspars Liepiņš, Jānis Donis, Guntars Šnepsts.

## Secinājumi

Literatūras datu analīze liecina par nepieciešamību atzarošanu veikt tikai vitāliem 1. un 2. Krafta klases kokiem, to uzsākot, kad koka stumbra caurmērs ir 8-12 cm. Pētījuma materiāla analīze liecina, ka atzaroto koku vitalitāte ir augsta un vairākumā gadījumu tie pieder 1. un 2. Krafta klasei, tomēr atzaroti arī 3. un pat 4. Krafta klases koki. Tāpat rezultāti liecina, ka vairākumā gadījumu izvēlēti koki ar atbilstošu caurmēru un iespēju nodrošināt pietiekamu bezzaru koksnes apjomu galvenajā cirtē, tomēr atzaroti arī koki, kas resnāki par 20 cm.

Zaru vietas pārsvarā aizsveķojušās, tikai atsevišķiem kokiem tās galvenokārt apaugušas. Ņemot vērā, ka vairākumam koku atzarošana veikta pirms mazāk nekā 8 gadiem, rezultāti saskan ar literatūras analīze konstatēto, ka vidējais 2 cm resna zara rētas apaugšanas laiks eglei ir 4-12 gadi.

Pārnadžu bojājumi konstatēti nelielai daļai koku, atzarotajiem to ir vairāk nekā neatzarotajiem (attiecīgi 6,1% un 2,7% koku). Kukaiņu bojājumi konstatēti tikai dažiem kokiem, ārēji defekti, kas liecinātu par sēņu bojājumiem atzarotajās vietās, nav konstatēti. Atzarotajiem kokiem relatīvi biežāk konstatētas stumbra plaisas (5,3% salīdzinot ar 3,1% neatzarotajiem). Rezultāti saskan ar literatūras analīzē konstatēto, ka, veicot rūpīgu zaļo zaru atzarošanu (nebojājot zaru valnīti, atzarojot zarus tikai līdz 2-4 cm diametram), trupes ieviešanās risks ir zems. Piemēram, detalizēti izpētot paraugus no kopumā 1297 zaru vietām

90 eglēm, tikai 1,4% gadījumu konstatēta kvalitāti nenozīmīgi samazinoša koksnes iekrāsošanās un trupe konstatēta tikai vienā gadījumā.

Krājas papildus pieaugums aprēķināts katrā nogabalā atzarotajām eglēm salīdzinājumā ar neatzarotajām eglēm, kopumā apstrādājot urbumu serdeņus no 3803 kokiem. Iegūtie rezultāti liecina, ka pēc atzarošanas aritmētiskais vidējais krājas ikgadējais papildus pieaugums ir  $-0,28 \pm 0,05 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  jeb -7% no krājas tekošā faktiskā vidējā periodiskā pieauguma. Šis rādītājs būtiski mazāks par nulli ir 1-2 gadus un 2-3 gadus pēc atzarošanas, t.i., eglēm atzarošana būtiski samazina krājas pieaugumu laika posmā līdz 3 gadiem pēc šī mežsaimnieciskā pasākuma. Turklāt konstatēts, ka atzarošanas ietekme ir būtiska tikai jaunākās (vecumā līdz 17 gadiem), mazāka augstuma (līdz 10,5 metriem) audzēs.

Ņemot vērā, ka nedz Latvijā, nedz citviet nav ievērojama apjoma atzarotas koksnes tirgus un informācija par atzarotas koksnes cenām atrodama fragmentāri, pētījuma ietvaros izvēlēta pieeja aprēķināt nevis finansiālo ieguvumu no koksnes atzarošanas, bet gan nepieciešamo ieguvumu, lai atzarošana pie noteiktiem nosacījumiem (atzarošanas izmaksām, audzes produktivitātes, riska) atmaksātos. Iegūtie rezultāti apkopoti pārskata tabulās. Zinot šos nosacījumus, pasūtītājam ir iespējams vērtēt, vai un kādos gadījumos veikt atzarošanu, veicinot atzarotas koksnes piedāvājumu un līdz ar to tirgus izveidošanos, attīstoties šādas koksnes pārstrādei.

# SATURS

Kopsavilkums .....	2
Secinājumi .....	2
1. Augošu koku atzarošana: literatūras apskats .....	5
1.1. Atzarošanas mērķi .....	5
1.2. Atzarošanas veidi .....	5
1.3. Atzarojamo audžu un koku izvēle .....	6
1.4. Atzarošanas uzsākšana .....	7
1.5. Atzarojamo koku skaits .....	8
1.6. Atzarošanas augstums .....	8
1.7. Zara vietas apaugšana .....	9
1.8. Atzarošanas tehnika un tehnoloģija .....	10
1.9. Darba laika patēriņš .....	15
1.10. Ar atzarošanu saistītie riski .....	16
1.11. Egles bezzaru koksnes izmantošana .....	17
2. Atzaroto audžu inventarizācija .....	19
2.1. Krafte klase .....	20
2.2. Vitalitāte .....	22
2.3. Stumbra kvalitāte .....	22
2.4. Atzarotās daļas garums .....	22
2.5. Atzarošanas kvalitāte .....	23
2.6. Zara vietu apaugšana .....	23
2.7. Biotisko faktoru ietekme .....	24
3. Pieauguma izmaiņas atzarošanas ietekmē .....	25
3.1 Kamerālo darbu metodika .....	25
3.2 Pieauguma izmaiņu novērtējums .....	27
4. Egļu atzarošanas finansiālais novērtējums .....	34
4.1. Kamerālo darbu metodika .....	34
4.2. Rezultāti .....	36
Izmantotā literatūra .....	41

# 1. Augošu koku atzarošana: literatūras apskats

Apskata sagatavošanā izmantoto literatūras avotu klāsts norādīts sadaļā „Izmantotā literatūra”.

## 1.1. Atzarošanas mērķi

Klimatisko apstākļu dēļ Latvijai nav un nebūs iespējams globālajā tirgū konkurēt ar koksnes masu, jo citos reģionos plantācijās to iespējams iegūt ievērojami ātrāk (piemēram, atsevišķām eikaliptu un priežu sugām sasniedzot vidējo pieaugumu 20-60 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> gadā). Tādēļ augstas kvalitātes koksnes ražošana uzskatāma par svarīgu un perspektīvu mērķi. Zarainums ir nozīmīgākā koksnes vaina, kas izraisa koksnes uzbūves nevienādību, jo koksnes šķiedras izliecas ap zaru, kas redzams koksnes tangenciālajā griezumā. Tāpat izliekušās koksnes šķiedras labi saskatāmas pēc zara apaugšanas virs zaru valnīša, kas pirmajos gados pēc apaugšanas redzams uz stumbra virsmas. Izlocītas koksnes šķiedras apgrūtina koksnes apstrādi, pasliktina koksnes mehāniskās īpašības un – vairākumā gadījumu – arī dekoratīvās īpašības. Nesaauguši zari ir īpaši nozīmīga koksnes vaina. Kokiem dabiski atzarojoties, bezzarainu zāgmateriālu iegūšana praktiski ir iespējama tikai no stumbra resgaļa. Daudzām koku sugām (duglāzijai, priedei, eglei, lapeglei, papelēm) pat sabiezinātās audzēs nav iespējams panākt pietiekami labu dabisko atzarošanos. Piemēram, eglei, balteglei un duglāzijai sauso zaru apaugšanas dabiskais process (laiks starp zara atmiršanu un zara vietas apaugšanu) var sasniegt pat 30-90 gadus, salīdzinājumā priedei un lapeglei 27-40 gadus.

Bezzaraina koksne ir vērtīgāka par zarainu neatkarīgi no gadskārtu platuma. Piemēram, literatūrā ir atrodami dati, ka atzarotas egles koksnes cena Vācijā ir vidēji par 175 EUR m<sup>-3</sup> augstāka. Bezzarainās koksnes īpatsvars ir nozīmīgs ne tikai zāgmateriālu un finiera ražošanā, bet arī līmēto materiālu ražošanā, palielinot gala produkta iznākumu. Attīstoties tehnoloģijām, kļuvis iespējams stumbru skanēt, novērtējot ne tikai zarus uz virsmas, bet arī tā iekšējo zarojuma struktūru, un drīzumā šādas tehnoloģijas būs iespējams plašāk izmantot arī praktiskā ražošanā. Tas sniegs iespēju meža īpašniekam saņemt augstāku cenu par augstākas kvalitātes – t.sk. bezzarainu – koksni.

## 1.2. Atzarošanas veidi

Augošu koku atzarošanu veic, lai iegūtu bezzarainu un vērtīgu koksni ar potenciāli lielāku pārdošanas cenu.

Atzarošanu var iedalīt divos veidos:

- 1) sauso zaru atzarošana;
- 2) zaļo zaru atzarošana.

Sauso zaru atzarošanai ir tā priekšrocība, ka netiek bojāts kambijs un tiek izslēgta inficēšanās iespēja ar trupi izraisošām sēnēm. Lai no zāgbaļķa iegūtu vismaz 50% bezzarainu zāgmateriālu, stumbra centrā esošais zarainais koksnes cilindrs nedrīkst aizņemt vairāk nekā 1/3 no stumbra caurmēra. Šo mērķi var sasniegt tikai labāko bonitāšu audzēs,

vienlaicīgi ar atzarošanu veicot intensīvas kopšanas cirtes (samazinot audzes biezumu, īpaši jaunākā vecumā, un veicinot radiālo pieaugumu) vai palielinot ciršanas vecumu. Ar sauso zaru atzarošanu vien var arī nepietikt, lai nodrošinātu nepieciešamo stumbra bezzaru daļas garumu un bezzaru koksnes kopējo apjomu. Tādēļ vairumā gadījumu Eiropas zemēs atzarošanas mērķu sasniegšanai pielieto zaļo zaru atzarošanu. To parasti veic koksnes vērtības uzlabošanai duglāzijai, eglei, balteglei, priedei, lapeglei un papelēm. Zaļo zaru atzarošana palielina bezzarainās stumbra daļas garumu, un vainaga lejasdaļā nav sastopami sausie zari, kā tas ir neatzarotās audzēs.

Kā pretarguments zaļo zaru atzarošanai tiek minēts koka augstuma un radiālā pieauguma samazinājums. Pētījumi rāda, ka vainaga garuma saīsināšana par 20% pēc 10 gadiem nav atstājusi negatīvu ietekmi uz vainaga garumu un pieaugumu, salīdzinājumā ar neatzarotiem kokiem. Vainagu saīsinot par 50%, koku augstums pēc 10 gadiem ir tikai par 1 m mazāks. Intensīva atzarošana ievērojami ietekmē caurmēra un stumbra tilpuma pieaugumu (1.1. tab.).

1.1.tabula

**Priedes, egles un duglāzijas pieaugums pirmajos 2-6 gados pēc zaļo zaru atzarošanas salīdzinājumā ar neatzarotiem kokiem (pēc Mitscherlich, von Gadow, 1968)**

Paliekošais koka vainags, % no sākotnējā garuma	Augstuma pieaugums, %	Caurmēra pieaugums, %
75	100	95
50	93	70
25	76	38

Redzams, ka atzarošana augstuma pieaugumu ietekmē mazāk nekā caurmēra pieaugumu. Zaudētais pieaugums atjaunojas pakāpeniski. Pieauguma zudums un tā atjaunošanās nav saistīti tikai ar zaļā vainaga zaudējumu, to ietekmē arī klimatiskie apstākļi un nodrošinājums ar ūdeni un barības vielām, tādēļ dažādas audzes var reaģēt atšķirīgi. Retās audzēs ar lielu zaļā vainaga garumu pat dažu zaru mieturu atzarošana var izraisīt pieauguma zudumus. Citādi tas ir slēgtās audzēs, kurās apakšējiem zariem pārsvarā ir „ēnas” skujuas, kas tikpat kā neražo organiskās vielas, bet pašas patērē organiskās vielas elpošanai un citu dzīvības procesu uzturēšanai.

Koku dabiskā atzarošanās sākas pēc stumbra lejasdaļā esošo sauso zaru atmiršanas, kas nonākuši nepietiekama apgaismojuma apstākļos. Šis process pakāpeniski virzās uz augšu. To ietekmē audzes biezums, ar to saistītie apgaismojuma apstākļi, augsnes auglība. Lapu koki dabiski atzarojas labāk nekā skuju koki.

### 1.3. Atzarojamo audžu un koku izvēle

Koksnes zarainums atkarīgs no zaru skaita mieturī, to resnuma, zara leņķa attiecībā pret stumbru, kā arī sauso un zaļo zaru mieturu attālumiem uz stumbru.

Skuju koki dabiski atzarojas daudz sliktāk nekā lapu koki, jo to sausie sveķainie zari nokrīt pēc ilgstoša sadalīšanās procesa. Koku sugas tādēļ iedala sauso zaru saglabātājās (paturētājās) un zaudētājās. Skuju koki, kā arī papele un saldaiss ķirsis pieskaitāmi pie sauso zaru saglabātājiem, bet pārējie lapu koki – pie sauso zaru zaudētājiem.

Skuju kokiem vērtīgu, bezzarainu koksni var izaudzēt, tikai pielietojot atzarošanu.

Atzarošanā ieguldītie līdzekļi var atmaksāties tikai tad, ja atzarotie koki arī izmantošanas vecumā ir vainagu klāja augšējā daļā. Tas ir iespējams, ja to augšana audzē tiek savlaicīgi veicināta, izcērtot traucējošos kokus, veicinot pietiekami plata un apgaismota vainaga veidošanos, kas nodrošina fotosintēzi un koksnes pieauguma veidošanos. Atzarotā koka augšanas telpas paplašināšana nepieciešama jau pirmajā atzarošanas reizē.

Audzēs, kurās atzarošanu neveic, dabiskās atzarošanās procesu veicina pietiekama biežuma saglabāšana kopšanas cirtēs.

Atzarošanai paredzētās audzēs sākotnējo biežumu var samazināt, bet jāizpēta, vai nepalielināsies zaru resnums un zaru brūču apaugšanas laiks. Resnāku zaru nozāģēšana aizņem vairāk laika un samazina darba ražīgumu.

Koku atzarošana, pieaugot koksnes vērtībai, atmaksājas priedei, lapeglei, duglāzijai un papelēm. Atzarojot egli, koksnes vērtības pieaugums nav tik liels, kas lielā mērā saistīts ar ļoti ierobežotu šīs koku sugas bezzaru koksnes pieprasījumu (skat. 1.11. nodaļu).

Pēc atzarošanas audzē jānodrošina apstākļi, lai veidotos plats bezzarainas koksnes slānis. Atzaroto audžu mērķa caurmēram jābūt lielākam nekā neatzarotajās audzēs. Dažkārt var nākties palielināt mērķa vecumu.

Audzū un koku izvēlē jāņem vērā šādas konsekvences:

- a) jāizvēlas noturīgas audzes, kuras neapdraud vējgāzes, snieglauzes un slimības (ja praktiski iespējams – pārbaudot sakņu trupes klātbūtni audzē/kokos). Risks neiegūt papildus efektu no atzarošanas bezzaru stumbra daļas bojājumu dēļ ir lielāks reģionos, kuros ir liels pārnadžu blīvums;
- b) liela koksnes pieauguma nodrošināšana (brūces ātra apaugšana) ir iespējama tikai Ia-II bonitāšu audzēs piemērotos meža tipos;
- c) audzē jābūt pietiekamam skaitam atzarošanai piemērotu koku (vērtējot dimensijas, citas koka vainas), iespējami vienmērīgam to izvietojumam.

Atzarošanai jāizvēlas tikai veseli koki bez slimību un kukaiņu bojājumiem, padēliem, vairākām galotnēm, ar augstu vitalitāti, kas spējīgi sekmīgi augt daudzus gadus desmitus. Par koka vitalitāti liecina normāla lapu/skuju krāsa, labi izveidots, simetrisks vainags. Koki ar nesimetrisku vainagu biežāk cieš no abiotisko faktoru bojājumiem.

Atzarojami tikai 1.un 2. Krafta klases koki, tādi, kas iespējamās augšanas atpalcības dēļ nenonāktu pakļautajā audzes vainagu klājā ar nepietiekamu apgaismojumu. Kokiem atzarojamā stumbra daļā jābūt taisniem, bez resniem zariem. Zarainajam stumbra cilindram ap serdi, kas paliek pēc atzarošanas, skuju kokiem nevajadzētu būt resnākam par 12 cm, bet lapu kokiem – par 15 cm. Definējot citādi – koka caurmērs atzarošanas brīdī nedrīkst būt lielāks par 1/3 no caurmēra ciršanas vecumā. Šo prasību ievērošana nosaka vajadzību savlaicīgi uzsākt audzes kopšanu, kad virsaugstums ir 8-15 m un vecums 10-30 gadi, kā arī traucējošo koku izciršanu ap atzaroto īpatni.

#### **1.4. Atzarošanas uzsākšana**

Egles, priedes un lapegles atzarošana jāuzsāk, tiklīdz sākas dabiskais zaru atmiršanas process. Labos augšanas apstākļos slēgtās audzēs to uzsāk, kad sauso zaru zonas augšējā robeža sasniedz 2 līdz 2,5 m augstumu, kas atbilst 8-12 cm krūšaugstuma caurmēram. Atzarošana jāuzsāk arī tad, ja audzē tikko iezīmējas koku diferencēšanās process, sākotnēji atzarojot par 25-30% lielāku koku skaitu, nekā plānots saglabāt līdz galvenajai cirtei.

Diemžēl atzarošanas sākums nereti tiek nokavēts, līdz ar to palielinās zarainais cilindrs stumbra centrā. Var atzarot arī resnākus kokus, taču šajā gadījumā jāreķinās ar nepieciešamību palielināt mērķa caurmēru un, iespējams, arī galvenās cirtes vecumu.

Atzarošanu labāk veikt vairākos paņēmienos, atzarojot arī apēnojumā esošos zaru mieturus. Kā mērķis kopējam atzarotās zonas garumam tiek norādīti 6-6,5 m. Jāņem vērā, ka zaru vietu apaugšana līdz 2-4 m augstumam parasti notiek intensīvāk, samazinās arī inficēšanās ar trupes sēnēm iespējas.

Literatūras avotos uzsvērts, ka augošu koku atzarošana jāuzsāk savlaicīgi, lai bezzarainās koksnes īpatsvars stumbra šķērsgrīzumā būtu vismaz 2,5 reizes lielāks nekā zarainās daļas īpatsvars. Lai panāktu šādu attiecību, atzarošanai jāizvēlas koki, kuru diametrs nepārsniedz 15-18 cm. Minimālais atzarojamo koku augstums 5 m, optimālais – 7-9 m. Pēc atzarošanas jā saglabā koka zaļais vainags vismaz  $\frac{1}{2}$  no stumbra garuma.

### **1.5. Atzarojamo koku skaits**

Literatūrā minēts visai atšķirīgs atzarojamo koku skaits. Tas atkarīgs no koku sugas, augšanas apstākļiem, mērķa vecuma, caurmēra un atzarošanas augstuma. Atzarojamo koku skaitam jābūt nedaudz lielākam par audzes koku skaitu ciršanas vecumā. Lai egļu audzēs sasniegtu mērķa caurmēru 45 cm (kas Latvijas apstākļos maz iespējams), iesaka šādu maksimālo koku skaitu: I bonitātes audzēs 350-430, II bonitātes audzēs 330-350 koki ha<sup>-1</sup>. Citos literatūras avotos norādīts lielāks atzarojamo koku skaits: eglei 400-600, priedei 400-550 koki ha<sup>-1</sup>. Auglīgos augšanas apstākļos rekomendē izvēlēties atzarojamo koku skaitu atbilstoši augšējai robežai, bet mazāk auglīgos apstākļos atzarot mazāku koku skaitu. Tiek norādīts, ka egles atzarošanā koksnes vērtības pieaugums nav tik liels kā priedei, lapeglei, duglāzijai un papelēm, tādēļ izvēlēto atzaroto koku skaitu var nozīmīgi ietekmēt ekonomiskie apsvērumi.

### **1.6. Atzarošanas augstums**

Vairumā gadījumu, lietojot rokas darba rīkus, iesaka atzarot stumbru līdz 5-6 m, bet atzarošanas iespējam arī līdz 8 m augstumam, bet, pielietojot mehānismus, līdz 10-16 m augstumam. Atzarošana ar rokām līdz 5-6 m augstumam ir lētāka – ja atzaro augstāk par 6 m, nepieciešams izmantot kokā nokļūšanas palīglīdzekļus – kāpnes. Svarīgi ir salīdzinoši īsākā laikā izaudzēt bezzarainu un vērtīgu koksni.

Maksimālo atzarošanas augstumu ietekmē apstākļi, ka, jo augstāk atzarošana tiek veikta, jo mazāks bezzarainās koksnes īpatsvars stumbra šķērsgrīzumā. Tikai augstāko bonitāšu audzēs ar palielinātu mērķa vecumu un caurmēru atzarošanu izdevīgi veikt līdz 12 m augstumam.

Parasti atzarošanu veic līdz 6-9 m augstumam, visbiežāk līdz 6 m augstumam. Nav lietderīgi veikt atzarošanu mazāk kā 4 m garā posmā.

Literatūrā norādīts, ka atzarota koka stumbra resgaļa nogrieznis 4,2 m garumā, kas atbilst 14% no 30 m garas egles stumbra garuma, nodrošina 50% no stumbra koksnes vērtības. Sakarību starp atzarošanas augstumu, mērķa caurmēru un vecumu, kā arī audzes bonitāti raksturo 1.2 tabula.



Nepieciešamo atzarošanas augstumu parasti nav iespējams sasniegt vienā paņēmienā, jo tādā gadījumā nāktos atzarot ievērojamu zaļā vainaga daļu, kas savukārt kavētu un būtiski samazinātu koksnes pieaugumu, kā arī palielinātu zaru vietas apaugšanas laiku. Atzarošanu parasti veic 2-3 paņēmienos.

Pastāv viedoklis, ka atzarošana jāveic atbilstoši izplatītāko apaļkoksnes sortimentu garumam. Šāda pieeja varētu tikt pielietota, ja mērķa sortiments ir finierkluči lobīšanai, kur iekārtas tradicionāli tiek konstruētas tikai noteiktu garumu finierkluču pārstrādei. Skuju koku baļķiem, kuri galvenokārt tiek izmantoti garenzāģēšanai, baļķu garums var būt, sākot no 3,1 m, ar soli 0,3 m, un atzarošanas augstuma izvēlei atkarībā no sortimentu garuma nav nozīmes.

1.2.tabula

**Sakarība starp atzarošanas augstumu, mērķa caurmēru un vecumu  
(pēc Kramer, 1963)**

Atzarošanas augstums, m	Mērķa caurmērs, cm	Audzes bonitāte	Mērķa vecums, gadi
4	40	1	90
4	40	2	110
4	40	3	130
6	43	1	100
6	43	2	120
8	45	1	110
10	50	1	120

## 1.7. Zara vietas apaugšana

Iespējami ātra zara vietas apaugšana ir nepieciešama divu iemeslu dēļ:

- lai iespējami ātri novērstu koksnes šķiedru neviendabīgumu, kā arī sveķu „kabatu” un mizas ieaugumu rašanās iespējas koksnē;
- lai samazinātu infekciju risku.

Zara vietas apaugšanu ietekmē:

- caurmēra pieaugums – lielāks koka caurmēra pieaugums nozāģētā zara vietā nodrošina ātrāku zara vietas apaugšanu. Pieaugumu savukārt ietekmē koka augšanas telpa, Krafta klase, nodrošinājums ar barības vielām un ūdeni;
- atstātā zara stumbeņa garums – garš zara stumbeņa būtiski palielina zara vietas apaugšanas laiku un liecina par nekvalitatīvu darbu (kas var būt arī nelīdzens zara zāģējums vai aplauzti zari);
- zara diametrs;
- zara stāvoklis – zaļo zaru rētas apaug straujāk nekā sausajiem zariem;
- koku suga – eglei un priedei zaru vietas apaug lēnāk nekā lapeglei un balteglei. Ozolam, osim, saldajam ķirsim, papelēm, bērzam zaru rētas apaug straujāk nekā citiem lapu kokiem;
- atzarošanas laiks – ziemas beigās un pavasarī atzaroto koku zaru vietas apaug ātrāk nekā citos gadalaikos radušās.

Vidējais 2 cm resna zara rētas apaugšanas laiks, kas noskaidrots daudzos pētījumos eglei ir 4-12 gadi, salīdzinājumā ar 8-12gadiem priedei, 5-8 saldajam ķirsim un ozolam. No zaru apaugšanas laika saīsināšanas viedokļa atzarošanu ieteicams veikt augstas bonitātes audzes virsvaldošajiem un valdošajiem kokiem (1.un2.Krafta klase) cik vien iespējams savlaicīgi līdz zari nepārsniedz 2cm resnumu. Nozīme ir izpildītā darba kvalitātei, sevišķi gludam zāgējumam.

## **1.8. Atzarošanas tehnika un tehnoloģija**

Pirmajās atzarošanas reizēs izmanto rokas atzarojamās zāģus, kas nodrošina iespējas darbu veikt līdz 2,2-2,5 m augstumam. Sākot ar 2,5 m augstumu, atzarošanai izmanto kātā iestiprināmus atzarošanas zāģus jeb kāta zāģus. Darbs līdz 4-4,5 m augstumam no zemes ir ļoti saspringts, bet ergonomiski pieļaujams. Sākot no 5 m augstuma, rokas, pleci un sprands tiek īpaši noslogoti.

Lai izvairītos no atzarošanas ar kāta zāģiem, kopš 1996.gada ieteikta saliekamo kāpņu *Heidelberg* lietošana, izmantojot divas 8 un 9 pakāpienu kāpnes ar garumu 2,1 m un 2,4 m, līdz 4,5 m augstumam. Ja izmanto zāģi ar pagarinātu kātu, var atzarot līdz pat 7 m augstumam. Var lietot arī 4,2 m garas kāpnes ar 15 pakāpieniem un atzarot līdz 6,5 m augstumam. Izmantojot kāpnes, nav jālieto kāta zāģi, bet darbu var paveikt ar rokas zāģi, tādējādi darbs ir vieglāks, sasniedzot arī labu atzarošanas kvalitāti.

Kāpnes pie koka nostiprina ar spriegojamo lentu. Kāpņu posmu pacelšanai izmanto speciālu ruleti. Strādniekam jālieto drošības josta ar 2 drošības trosēm. Darba dienai nepieciešami 2-3 atzarojamie zāģi, lai tos var nomainīt, jo tie pārklājas ar sveķiem. Darba pārtraukumos tos notīra ar sveķus šķīdinošu šķidrumu.

Egles atzarošanu līdz 4,5 m augstumam vai vairāk ieteicams veikt 2 paņēmienos. Sausā laikā vēlams strādāt no vēja puses, lai smalkās koksnes skaidas, ķērpju un mizas smalkās daļas neaizsegtu skatu uz zāģēšanas vietu. Egles atzarošanai nepieciešams vairāk laika nekā priedei un lapeglei, jo egles sausie un zaļie zari ar šaurām gadskārtām ir cietāki un grūtāk zāģējami. Tāpat jāņem vērā, ka eglei jāatdala arī tievie starpmieturu zariņi („matu” zari), kas palielina darba apjomu. Pētījumi liecina, ka „matu” zari var saglabāties vairākus gadu desmitus, tādēļ to nenožāģēšana uzskatāma par būtisku kļūdu.

Zāģējumam jābūt gludam. To izdara gar zara valnīša augšējo malu, tas samazina brūces šķērsriezumu un veicina brūces apaugšanu. Resnākus zarus vispirms aizzāģē no apakšas, lai neizplēstu koka dzīvo mizu. Darbu var izpildīt arī divos paņēmienos: vispirms zaru nozāģē, atstājot 10 cm garu zara stubeni, tad otrajā paņēmienā nozāģē līdz ar zara valnīti.

Darbu izpildē vēlams ievērot šādu secību:

- nosprauž pievešanas ceļus, atzīmē uz tiem izcērtamos kokus;
- audzē izvēlas atzarojamās kokus (dzīvotspējīgi – vitāli īpatņi, ar taisniem stumbriem, noturīgi pret sniegliecēm un snieglauzēm, ar atbilstošu slaiduma koeficientu). Atzarojamās kokus neizvēlas pievešanas ceļa malās;
- atzīmē blakus atzarojamajam kokam augošos kokus traucētājus, kas ietekmētu atzarotā koka augšanu tuvākajā nākotnē;
- izcērt kokus traucētājus un izveido (izcērt) pievešanas ceļus;
- veic koku atzarošanu.

Sakarā ar esošo darbarīku daudzveidību nevar ieteikt tikai vienu atzarošanas metodi. Tā ir atkarīga no atzarošanas paņēmieni skaita, atzarošanas rokas zāģu tipa, atzarošanas zāģu kātiem.

Iespējami vairāki darba organizācijas veidi.

#### 1.variants.

Atzarošanu līdz 2,2-2,5 m augstumam veic ar rokas atzarojamo zāģi. Virs 2,5 m augstuma izmanto kāta zāģi, iestiprinātu atbilstoša garuma kātā. Kāta zāģu izmantošana virs 4,5 m augstuma nenodrošina pietiekami gludu zāģējuma virsmu un ir ļoti neergonomiska.

#### 2.variants.

Atzarošanai izmanto tikai rokas atzarošanas zāģus, bet zaru aizsniegšanai virs 2,5 m augstuma izmanto alumīnija kāpnes, kuras vertikāli nostiprina pie atzarojamā koka stumbra. Lietojot divus pieslienamu kāpņu posmus, atzarošanu var veikt līdz 5,5-6 m augstumam.

#### 3.variants.

Atzarošanu līdz 3,5 m augstumam veic ar zāģi ARS UV 47, iestiprinātu 170 cm garā kātā.

Virs 3,5 m augstuma izmantot zāģi ar plātnes muguras pastiprinājumu 400 cm garā kātā (170 cm+170 cm+60 cm) vai mazāka augstuma strādniekiem – 455 cm garā kātā (170 cm+170 cm+115 cm). Kāta stabilitāte ir lielāka, ja īsākais posms atrodas augšā. Teleskopiskie kāti un zāģu plātnes bez muguras pastiprinājuma ne vienmēr nodrošina iespējas veikt kvalitatīvu atzarošanu virs 3,5 m augstuma.

Lai vienlaicīgi nav jāpārnēsā divi zāģi, vispirms atzaro apmēram 10 kokus līdz 3,5 m augstumam, atgriežas izejas pozīcijās un sāk atzarošanu no 3,5 m augstuma uz augšu.

#### Atzarošanā pielietojamie zāģi

Atzarošanā pielieto rokas zāģus un kāta zāģus. Izmanto gan Eiropā, gan Japānā izgatavotus atzarošanas zāģus. Zāģu plātnes mēdz būt gan ar atkārtoti uzasināmiem zobiem, gan arī tādas, kas atkārtoti nav asināmas zobu specifiskās formas un asināšanas leņķu dēļ. Uzasināšana bieži vien ir darbietilpīga, prasa specifiskas vīles un palīgīdzekļus, kas var izrādīties dārgāk nekā jaunas zāģa plātnes izmantošana.

#### *Zaru un vīnogulāju rokas zāģis (Ast- und Rebsaege)*

Klasisks vācu zāģis. Gadu desmitiem izmantots atzarošanai no zemes vai atzarošanai no kāpnēm.

- Zāģa plātnes augstums tā vidū 60 mm.
- Izgatavots no darbarīku tērauda, cietība 45 HRC.
- Uzasināšana iespējama bez problēmām.
- Trīsstūrveida zobi, 4,5 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- Zobu izlocījums uz vienu pusi 0,3 mm.
- Zāģa plātnes garums 350 mm, biezums 1,3 mm.
- Masa 150 g.
- Zāģēšanas ražīgums  $0,3 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .

#### *Fišera rokzāģis (Pflegesäge nach Fischer)*

- Zāģa plātnes augstums tā vidū 52 mm.
- Izgatavots no nelegēta darbarīku tērauda, cietība ap 45 HRC.
- Uzasināšana iespējama.
- „Vilka” zobi ar trim zoba skaldnēm, 8 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- Zobu izlocījums uz vienu pusi 0,15 mm.
- Zāģa plātnes garums 350 mm, biezums 1,6 mm.
- Zāģēšanas ražīgums  $0,9 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .

#### *Atzarošanas rokas zāģis Sandvik-Bushman*

- Zāģis sauso un zaļo zaru atzarošanai, pistoles veida rokturis.
- Zāģa plātnes augstums no 20-48 mm.
- Zāģa plātne izgatavota no īpaši norūdīta darbarīku tērauda.
- Uzasināšana ļoti problemātiska.
- Trīsstūrveida zobi ar pamīšu asinājumu, 4,6 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- Zobu izlocījums 0,15 mm uz vienu pusi.
- Zāģa plātnes garums 365 mm, biezums 1,5 mm.
- Zāģēšanas ražīgums  $1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , zāģējuma kvalitāte laba.

#### *Atzarošanas rokas zāģis Oregon*

- Zāģis atzarošanai un jaunaudžu kopšanai ar D veida rokturi.
- Zāģa plātnes augstums tā vidū 52 mm.
- Izgatavots no darbarīku tērauda, cietība ap 45 HRC.
- Uzasināšana iespējama ar 4 mm resnu motorzāģu ķēdes asināšanas vīli.
- Ilkņveda zobi ar apaļu slīpējumu zoba vienā virsotnē, 5,5 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- Zobu izlocījums 0,25 mm uz vienu pusi.
- Zāģa plātnes garums 380-460 mm, biezums 1,5 mm.
- Zāģēšanas ražīgums  $0,5 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , zāģējuma kvalitāte laba.

#### *Atzarošanas zāģis ARS UV 32 X*

- Japānas ražojums, zāģis sauso un zaļo zaru atzarošanai, pistoles veida rokturis.
- Zāģa plātnes augstums no 20-48 mm.
- Zāģa plātne izgatavota no īpaša hroma-niķeļa tērauda.
- Uzasināšana ir iespējama.
- Divu tipu zobi- griešanai un skaidas izvadīšanai, 8,2 mm augsti, ar īpašu asināšanas veidu un lenķiem, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- Zobu izlocījums 0,2 mm uz vienu pusi.
- Zāģa plātnes garums 320 mm, biezums 1,3 mm.
- Zāģēšanas ražīgums  $1,5 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , zāģējuma kvalitāte laba.

## Kāta zāģi - paredzēti nostiprināšanai uz dažāda tipa kātiem.

### *Fišera kāta zāģis*

- ✓ Zāģa plātnes augstums no 30-50 mm.
- ✓ Izgatavots no nelegēta darbarīku tērauda, cietība ap 45 HRC.
- ✓ Uzasināšana iespējama.
- ✓ „Vilk” zobi, 8 mm augsti, zaļo zaru nozāģēšana apgrūtināta, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- ✓ Zobu izlocījums uz vienu pusi 0,15 mm.
- ✓ Zāģa plātnes garums 505 mm, biezums 1,6 mm.
- ✓ Zāģēšanas ražīgums  $1,1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .

### *Atzarošanas kāta zāģis Sandvik-Bushman*

- ✓ Zāģis sauso un zaļo zaru atzarošanai, ar griežējnazi zāģa plātnes apakšējā galā zaļo zaru mizas aizgriešanai, lai novērstu mizas plīsumus zem nozāģētā zara. Zāģa plātnes galā āķis, lai novērstu zāģa izslīdēšanu no zāģējuma. To var izmantot arī aizķērušos zaru novilkšanai.
- ✓ Zāģa plātnes augstums platākajā vietā pie kāta 57 mm.
- ✓ Zāģa plātne izgatavota no īpaši norūdīta darbarīku tērauda.
- ✓ Uzasināšana ļoti problemātiska.
- ✓ Zāģa plātnes zāģējamās daļas garums 360 mm, biezums 1,6 mm.
- ✓ Trīsstūrveida zobi ar pamīšu asinājumu, 4,6 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- ✓ Zobu izlocījums 0,15 mm uz vienu pusi.
- ✓ Zāģa plātnes zāģējamās daļas garums 360 mm, biezums 1,6 mm.
- ✓ Zāģēšanas ražīgums  $0,8 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ , zāģējuma kvalitāte laba.

### *Atzarošanas kāta zāģis Silky-Haynauchi*

- ✓ Japānā izstrādāts zāģis visu koku sugu sauso un zaļo zaru atzarošanai, ar griežējnazi zāģa plātnes apakšējā galā zaļo zaru mizas aizgriešanai. Zāģa plātnes galā āķis, lai novērstu zāģa izslīdēšanu no zāģējuma. Zāģa plātnes augstums platākajā vietā pie kāta 56 mm.
- ✓ Zāģa plātnei zāģēšanas procesā nav pietiekama stabilitāte, kas izsauc tās drebēšanu, strādājot virs 4 m augstuma.
- ✓ Zāģa plātne izgatavota no īpaši norūdīta hroma tērauda, tērauda cietība zoba pamatnē 70, bet smailē 53 HRC.
- ✓ Uzasināšana nav iespējama.
- ✓ Trīsstūrveida zobi ar asinājumu trijās plaknēs, 4,5 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- ✓ Zāģa plātnes zāģējamās daļas garums 470 mm, biezums 1,6 mm.
- ✓ Zobu izlocījums 0,2 mm uz vienu pusi.
- ✓ Zāģēšanas ražīgums ļoti augsts -  $1,3 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .

#### *Atzarošanas kāta zāģis ARS UV 47*

- ✓ Japānā izstrādāts zāģis visu koku sugu sauso un zaļo zaru atzarošanai, ar griežņnazi zāģa plātnes apakšējā galā zaļo zaru mizas aizgriešanai. Zāģa plātnes galā āķis, lai novērstu zāģa izslīdēšanu no zāģējuma. Zāģa plātnes augstums platākajā vietā pie kāta 58 mm.
- ✓ Zāģa plātnei zāģēšanas procesā nav pietiekama stabilitāte, kas izsauc tās drebēšanu, strādājot virs 4-5 m augstuma.
- ✓ Zāģa plātne izgatavota no īpaši norūdīta hroma-niķeļa tērauda.
- ✓ Uzasināšana ir problemātiska, dažkārt iespējama.
- ✓ Trīsstūrveida zobi ar asinājumu trijās plaknēs, 6,5 mm augsti, sagrupēti 9 zobu grupās, specifiski asināti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- ✓ Zobu izlocījums 0,2 mm uz vienu pusi.
- ✓ Zāģēšanas ražīgums  $1 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .

#### *Štercika universālais lokzāģis kātā (Sterzik-Uni Säge mit Stahlrohrbügel)*

- ✓ Universāls zāģis sauso un zaļo zaru atzarošanai līdz 6 m augstumam.
- ✓ Zāģa plātne 0,75 mm biezumā izgatavota no leģēta lentu tērauda ar cietību zāģa plātnē 42-44 HRC, bet zobu smailēs – 67 HRC.
- ✓ Uzasināšana nav iespējama. Rezerves zāģa plātnes viegli nomaināmas.
- ✓ Trīsstūrveida zobi tikai 1,2 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- ✓ Zāģa plātnes zāģēšanas garums 397 mm.
- ✓ Zobu izlocījums 0,1 mm uz vienu pusi.
- ✓ Zāģēšanas ražīgums  $0,3 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .
- ✓ Piemērots duglāzijas un lapegles atzarošanai. Pateicoties lokam, zāģēšanas laikā nevibrē. Zāģējums gluds.

#### *Daunera atzarošanas lokzāģis kātā (Dauner Aestungssäge System Dominicus)*

- ✓ Klasisks vācu atzarošanas zāģis, izgatavots no instrumentu tērauda ar cietību 48 HRC. Piemērots skuju koku atzarošanai.
- ✓ Uzasināšana ir iespējama. Rezerves zāģa plātnes viegli nomaināmas.
- ✓ Trīsstūrveida zobi 3 mm augsti, paredzēti zāģa vilkšanai uz sevi.
- ✓ Zāģa plātnes biezums 0,75 mm, zāģēšanas garums 365 mm.
- ✓ Zobu izlocījums 0,2 mm uz vienu pusi.
- ✓ Zāģēšanas ražīgums  $0,5 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ .

Atzarošanai iespējams izmantot arī motorizētus mehānismus (1.1.att.), kas spēj sasniegt 10-12 m augstumu, tomēr to darbības ātrums nav liels, mehānisma masas dēļ ir minimālā atzarojamā koka caurmēra ierobežojumi, un koka atzarošanas pašizmaksa ir ievērojami augstāka, nekā veicot darbu ar rokas instrumentiem.



1.1. attēls. Atzarošanas instruments (foto: Ā. Jansons, 2012)

## 1.9. Darba laika patēriņš

Darba laika patēriņš atzarošanai līdz 6 m augstumam eglei un duglāzijai vidēji ir 8-12 minūtes, bet priedei un lapeglei 6-9 minūtes vienam kokam (1.3.-1.4.tab.). Darba dienā tīrais zaru zāģēšanas laiks aizņēma 4-5 stundas. Pārējā laikā notika atzarojamo koku izvēle, apzīmēšana. Tika ieturēts vienmērīga un ražīga darba temps un sekots darba rīku stāvoklim. Tā kā darba ražīgums ir atkarīgs no zāģa stāvokļa, vienmēr tika izmantoti asi zāģi, bet sasveļojušies nomainīti ar rezerves zāģiem. Atzarošanai patērētajā laikā tika ieskaitītas arī manipulācijas ar kāpnēm un kāta zāģiem to izmantošanas gadījumā. Tāpat laika patēriņa tabulās 20% apjomā iekļauts sagatavošanās un atpūtas laiks.

1.3.tabula

**Laika patēriņš priedes atzarošanai (pēc Rotert, 2000)**

Atzarošanas veids	D, cm	Laika patēriņš viena koka atzarošanai, min			
		Tīrais atzarošanas laiks līdz 2,5 m augstumam	Tīrais atzarošanas laiks no 2,5-4,5 m augstumam	Sagatavošanās un atpūtas laiks, min kokam	Kopā
Reljefs līdzens, audzes vecums 30 gadi, priede ar vidēji resniem un resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (116 koki)	15	1,2	3,4	0,9	5,5
Kāta zāģis (39 koki)	15	1,1	4,8	1,2	7,1
Reljefs līdzens, audzes vecums 30 gadi, priede ar tieviem un vidēji resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (70 koki)	16	1,0	3,7	0,9	5,6
Kāta zāģis (64 koki)	17	1,1	3,9	1,0	6,0

**Laika patēriņš egles atzarošanai (pēc Rotert, 2000)**

Atzarošanas veids	D, cm	Laika patēriņš viena koka atzarošanai, min			
		Tīrais atzarošanas laiks līdz 2,5 m augstumam	Tīrais atzarošanas laiks no 2,5-4,5 m augstumam	Sagatavošanās un atpūtas laiks, min kokam	Kopā
Reljefs viegli nolaidens, audzes vecums 23 gadi, egle ar tieviem un vidēji resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (67 koki)	15	2,2	4,7	1,4	8,3
Kāta zāģis (40 koki)	14	2,2	6,8	1,8	10,7
Reljefs nolaidens, audzes vecums 25 gadi, egle ar vidēji resniem un resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (77 koki)	17	3,5	6,3	2,0	11,8
Kāta zāģis (31 koks)	16	3,8	9,9	2,7	16,4
Reljefs līdzens un viegli nolaidens, audzes vecums 27 gadi, egle ar vidēji resniem un resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (77 koki)	17	2,5	5,7	1,6	9,8
Kāta zāģis (31 koks)	17	2,5	7,2	1,9	11,6
Reljefs līdzens, audzes vecums 32 gadi, egle ar tieviem un vidēji resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (54 koki)	24	1,3	4,8	2,2	8,3
Reljefs līdzens, audzes vecums 31 gads, egle ar tieviem līdz resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (62 koki)	22	2,1	4,9	1,4	8,4
Reljefs līdzens, audzes vecums 32 gadi, egle ar tieviem līdz resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (52 koki)	23	2,0	4,6	1,3	7,8
Reljefs līdzens, audzes vecums 35 gadi, egle ar tieviem līdz resniem zariem					
Kāpnes, rokas zāģis (40 koki)	23	0,6	5,4	1,5	7,5

### 1.10. Ar atzarošanu saistītie riski

Sauso zaru atzarošana nemaina inficēšanās risku. Jaunākajos literatūras avotos ir norādes uz to, ka sausie zari pēc atzarošanas apaug sliktāk nekā zaļie, un šī iemesla dēļ tiek



uzsvērts, ka ar atzarošanu nevajag vilcināties un to nepieciešams uzsākt pirms vēl egļu audzēs sākuši atmirt apakšējie zari. Eglei arī zaļo zaru atzarošana nerada īpašu apdraudējumu attiecībā uz trapes ieviešanos, kā liecina vairāki 20.gs. 50. un 60.gados veikti pētījumi. Piemēram, pēc 90 egļu atzarošanas (kopumā 1297 zari) tikai 1,4% gadījumu konstatēta nenozīmīga kvalitāti samazinoša koksnes iekrāsošanās un trupe konstatēta tikai vienā gadījumā. Turklāt bojājumi konstatēti tikai tajos gadījumos, kad bojāta stumbra koksne vai zaru valnītis.

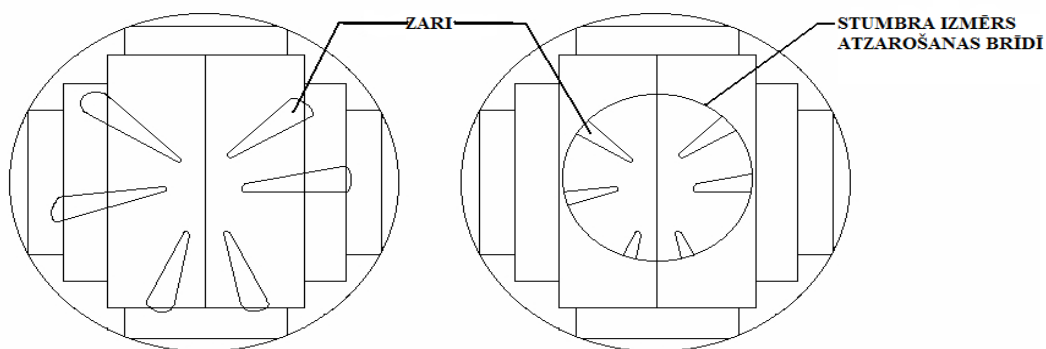
Lai mazinātu inficēšanās risku, ieteicams:

- a) zaļo zaru atzarošanu veikt veģetācijas perioda sākumā, kad skuju kokiem tūlī izdalās sveķi un vienlaicīgi veidojas arī brūču kaluss, kas veicina brūces apaugšanu. Jāatzīmē, ka citos pētījumos secināts: egļu atzarošanas sezonai nav īpašas nozīmes, bet vasarā atzarotiem kokiem ir mazākas iespējas inficēties ar specifisku sēņu izraisītu slimību, kura visbiežāk sastopama zaru rētās (*Nectria fuckeliana*);
- b) nenokavēt atzarošanu, lai nebūtu jāatzaro resni zari, kam jau veidojas koksnes kodols. Aizsargjosla var veidoties tikai dzīvos audos, bet ne fizioloģiski nedzīvā kodolkoksnē, tādēļ šādiem zariem inficēšanās risks ir lielāks. Veicot rūpīgu zaļo zaru atzarošanu, trapes ieviešanās risks ir zems, ja zaru caurmērs nepārsniedz: bērzam 1 cm, eglei, ozolam 2-4 cm, papelei 5 cm;
- c) atzarošanas procesā nebojāt stumbra kambiju pie zaru valnīša.

## 1.11. Egles bezzaru koksnes izmantošana

Stumbra sortimentu sadalījumu un koksnes kvalitāti ietekmē tādi rādītāji kā bezzaru zonas garums (pirmā sausā zara augstums), sauso zaru zonas garums (pirmā zaļā zara augstums), zaru skaits mieturī un to diametrs. Šie faktori nosaka arī koksnes tālākās pārstrādes iespējas, iegūstamo produkciju.

Atzarošanas rezultātā faktiski iegūstamo bezzaru koksnes apjomu nosaka atzarošanas laiks (koka caurmērs – 1.2. att.) un koka augstums.



## 1.2 attēls. Atzarošanas ietekme uz iegūstamo bezzaru koksnes apjomu (Rikala, 2003).

Konstatēts, ka eglēm pat biežās audzēs dabiskā atzarošanās intensīvi nenotiek.

Atzarotas egles koksne piemērota un izmantojama gan plaša pielietojuma, gan specifisku nišas produktu ražošanā. Ņemot vērā koksnes mehāniskās īpašības, egli var

izmantot līdzīgi kā priedi. Impregnētu materiālu sagatavošana abām skuju koku sugām atšķiras: priede, atkarībā no mitruma, aizsarglīdzekli var uzsūkt visā aplievas daļā, savukārt eglē aizsarglīdzeklis var iespiesties maksimāli 2-5 mm dziļi. Egles koksnes šūnas ir noslēgtas un neuzņem impregnējošo šķidrumu, arī apstrādājot zem spiediena. Jāņem vērā, ka egle neuzsūc mitrumu tik stipri kā priede, tāpēc to daudzos gadījumos nemaz nevajag impregnēt, arī izmantojot, piemēram, ārējā apdarē.

Līmētās koksnes (konstrukciju elementu, kas izgatavoti no kopā salīmētiem slāņiem, koksnes šķiedras orientējot elementu garenvirzienā) sagatavošanā plaši izmantota egle, un tikai atsevišķos gadījumos speciāliem mērķiem lieto arī priedes koksni. Līmēšanai izmanto izzāģētus bezzaru koksnes fragmentus. Latvijā egles koksni līmē, piemēram, Rettenmeier Baltic Timber SIA, kur pārstrādā ap 300`000 m<sup>3</sup> zāģbaļķu gadā. Viens no gala produktiem ir līmētās masīvkoksnes plātnes no egles koksnes, un to ražošanas apjoms ir ap 20`000 m<sup>3</sup> gadā.

Egles koksni iespējams izmantot saplākšņa ražošanā, kā tas tiek darīts, piemēram, Somijā. Somijas klimatā augušās egles ir ar mazākiem zaru diametriem, samazinātu zaru īpatsvaru. Latvijā A/S Latvijas finieris ir veikti izmēģinājumi egles finierkluču lobīšanā, bet tieši cieta zaru un to lielā īpatsvara dēļ izmēģinājumi netika turpināti. Tas nozīmē, ka saplākšņa izgatavošana nākotnē varētu būt atzaroto sortimentu pilnvērtīgas izmantošanas iespēja.

Kvalitatīva egles koksne piemērota jumtu segumu plēsto vai griezto skaidu izgatavošanai, kur egle šobrīd tik maz tiek izmantota tikai tāpēc, ka nav piemērota izejmateriāla. Šādu jumta seguma materiālu gatavošana notiek arī Latvijā (piemēram, SIA Ozols LG, SIA ECO Tectum).

Bazzaru egles koksnei ir augstvērtīgas akustiskās īpašības, to izmanto mūzikas instrumentu (piemēram, vijoļu, akustisko ģitāru) izgatavošanā.

Tāpat bezzaru (vai maz zaraina) egles koksne piemērota arī guļbūvju izgatavošanā.

Augstas kvalitātes priedes koksne ir iekarojusi savu vietu tirgū. Tādēļ Ziemeļeiropas valstīs lielāka vērtība tiek veltīta priedes zaru pazīmju pētījumiem un atzarošanai. Lai veicinātu koksnes kvalitātes paaugstināšanu, atsevišķās valstīs, piemēram, Lielbritānijā, kur augošu koku atzarošana ekonomiski neatmaksājas, noteikta piemaksa par skuju koku zāģbaļķiem ar zemu zarainības pakāpi. Šāda pasākuma mērķis ir attīstīt bezzaru koksnes tirgu, kas nākotnē spētu nodrošināt augstāku cenu par bezzaru koksnes sortimentiem un tādējādi jau bez valsts atbalsta stimulēt meža īpašnieku veikt ieguldījumu koksnes kvalitātes uzlabošanā.

Šobrīd Ziemeļeiropā ir noteikts tirgus augstas kvalitātes priedes zāģbaļķiem, bet egles koksne izceļas ar savu zarainību, un tas tiek pieņemts par faktu, līdz ar to tirgū nepastāv nozīmīgs šīs koku sugas bezzaru koksnes piedāvājums un pieprasījums. Ja bezzaru koksni varētu saražot būtiskos apjomos, tad arī parādītos plašākas pielietojuma sfēras un palielinātos pieprasījums pēc šādas koksnes un no tās ražotajiem produktiem. Konsultējoties ar

mežizstrādes kompāniju pārstāvjiem, nākas secināt, ka kvalitatīvu egles bezzaru sortimentu īpatsvars Latvijas cirmās ir tik niecīgs, ka šo sortimentu atsevišķa izdalīšana pagaidām rada vairāk problēmu nekā ieguvumu.

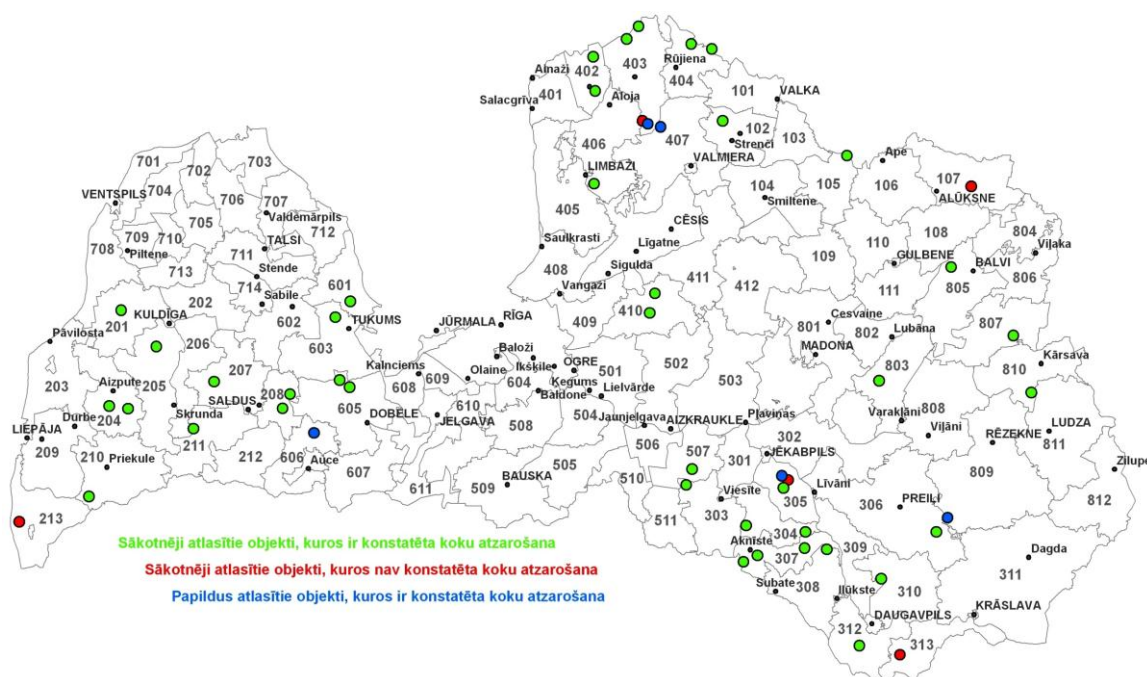
## 2. Atzaroto audžu inventarizācija

Pētījuma ietvaros a/s „Latvijas valsts meži” teritorijā. No visām atzarotajām audzēm atlasīti 45 nogabali, kuru platība nav mazāka par 0,5 ha, izvēloties augstāko bonitāšu audzes izlozes kārtībā no mežaudžu (nogabalu) grupām, kas definētas atbilstoši vecumam saskaņā ar taksācijas aprakstu (desmitgade) un atzarošanas brīdim (3 periodi: līdz 2005. gadam, 2006.-2008., 2009.-2011.), nogabalu skaitu no katras grupas nosakot proporcionāli tās īpatsvaram atzarotajās audzēs. Pēc izlozes tika novērtēts audžu ģeogrāfiskais izvietojums un atsevišķās grupās veikta atkārtota nejauša nogabalu izvēle tā, lai kopumā atlasīto nogabalu teritoriālais izvietojums būtu iespējami vienmērīgs un plašs. Apsekojot dabā, konstatēts, ka 5 audzēs atzarošana nav notikusi, un veikta atkārtota nogabalu izloze. Nogabalu raksturojums sniegts 2.1. tabulā un izvietojums 2.1. attēlā.

2.1. tabula

Apsekoto audžu sadalījums

Bonitāte	Atzarošanas gads							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Ia		1	1	1	2			
I	1	1	5	8	6	5	4	1
II	1		1	1	2	4		



2.1. attēls. Apsekoto audžu izvietojums

Katrā nogabalā regulārā tīklā tika izvietoti 30 punkti, mērījumi veikti punktam tuvākajam atzarotajam kokam un šim kokam tuvākajiem 4 kokiem (neatkarīgi no tā, vai tie ir vai nav atzaroti). Tādējādi tiek nodrošināts pietiekams koku skaits audžu grupu statistiskai raksturošanai un pazīmju sadalījuma novērtējumam katra nogabala ietvaros.

Pieauguma urbumi veikti audzes regulārā tīkla punktiem tuvākajiem (centrālajiem) atzarotajiem kokiem un diviem tiem tuvākajiem blakus kokiem (neatkarīgi no tā, vai šie koki bija vai nebija atzaroti), nodrošinot minimālo nepieciešamo koku skaitu radiālā pieauguma un tā izmaiņu atzarošanas ietekmē raksturošanai audzē.

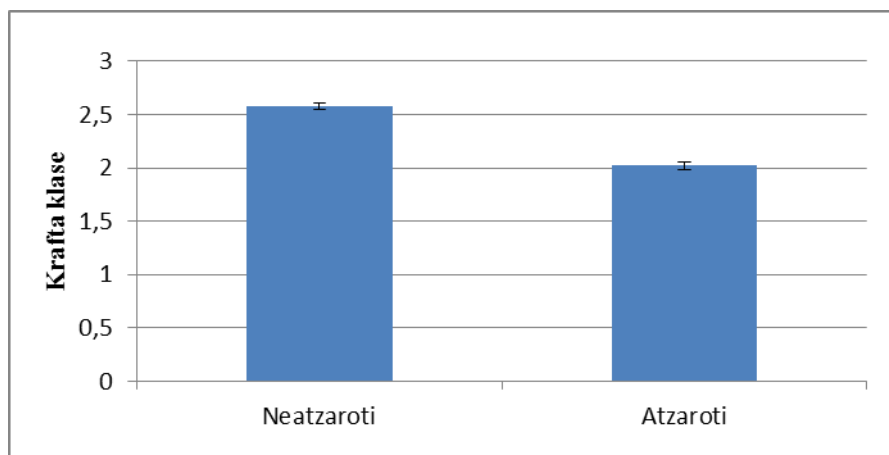
Katrā audzē, atbilstoši projekta metodikai un tās precizējumiem pēc metodikas aprobācijas, izvēlētajiem kokiem uzmērīts vai novērtēts:

- a) augstums un caurmērs;
- b) Krafra klase;
- c) vitalitāte 4 ballu skalā, kā etalonu izvēloties neatzarotu koku tajā pašā audzē, kur 0- koki ar ļoti gariem augstuma pieaugumiem, tumši zaļām skujām, 1- koki ar vidējiem pieaugumiem, 2 koki ar samazinātiem pieaugumiem, atmirstošiem zaru galiem u.tml., 3 – nokaltuši koki;
- d) stumbra kvalitāte (pirmajos 4 metros pa 2 m sekcijām, ir/nav atbilstoša zāģbaļķa kvalitātes kritērijiem un atzīmēta stumbra līkumainība), defekti (saussānis, padēls, vairākas galotnes u.tml.);
- e) atzarotās (neatzarotajiem kokiem – dabiski atzarojušās) daļas garums;
- f) atzarošanas kvalitāte (atzīmējot defektus: palicis zars; t.s. „mata” zars; sasveķojis mizas bojājums)
- g) zara vietu apaugšanas pakāpe (dominējošās situācijas pirmajos stumbra 3m – zara vietās caurums, aizsveķojies caurums, vai tās apaugušas);
- h) dzīvnieku bojājumu apjoms (platība uz mizas) un veiktie stumbra aizsardzības pasākumi;
- i) plaisas un sēņu izraisītu bojājumu pazīmes, kukaiņu bojājumi (atzīmēti, kur konstatēts).

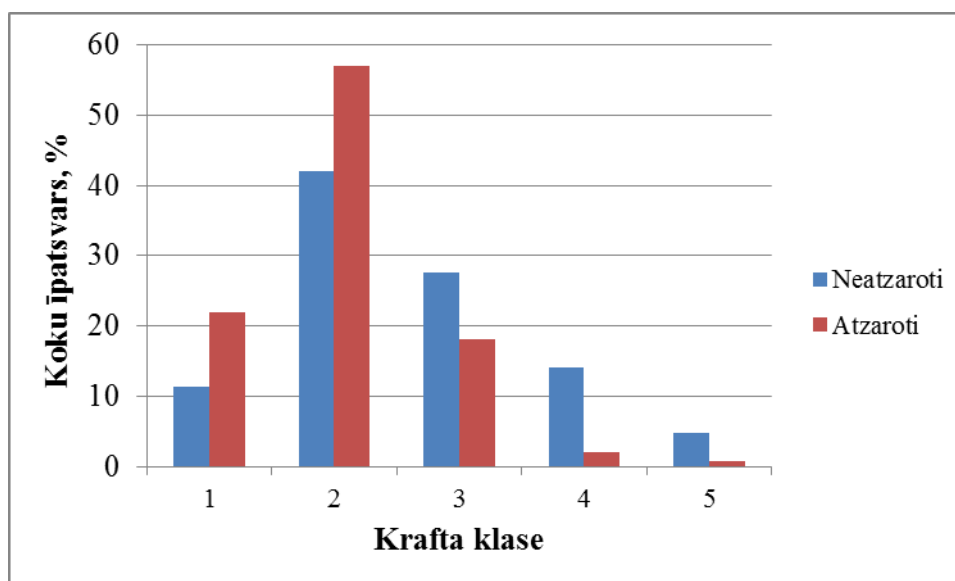
## 2.1. Krafra klase

Rezultāti liecina, ka atzaroto koku izvēle visumā veikta atbilstoši nosacījumiem, to vidējā Krafra klase būtiski augstāka nekā neatzarotajiem (2.2 att.). Par to liecina arī Krafra klašu sadalījums (2.3. att.), tomēr 2,9% gadījumu atzaroti arī 4. un 5. Krafra klases koki, kas uzskatāms par nelietderīgu resursu izlietojumu, un 18% gadījumu atzaroti 3. Krafra klases koki, kuru pieaugumi var nebūt pietiekami lieli, lai attaisnotu atzarošanu, kā arī to saglabašanās iespēja līdz galvenās cirtes vecumam ir mazāka nekā 1. vai 2. Krafra klases kokiem.

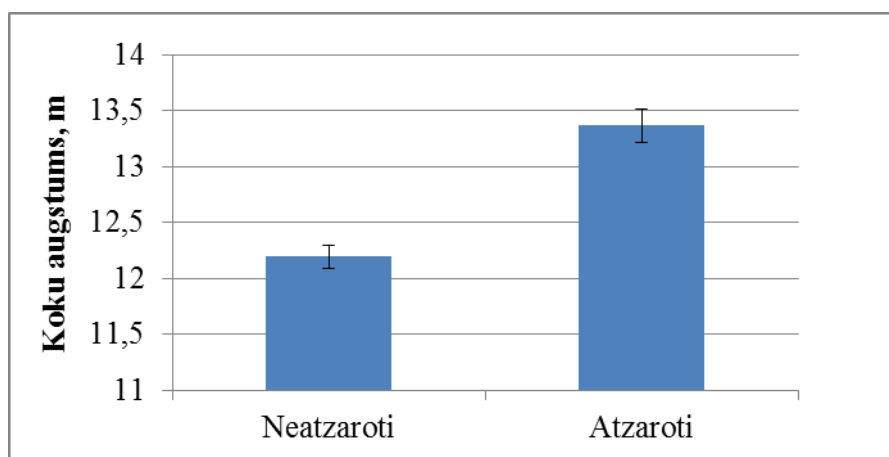
Atzaroto un neatzaroto koku vidējā augstuma un caurmēra attiecība tāpat liecina, ka atzarošanai vairumā gadījumu izvēlēti lielākie koki (2.4. att.). Tomēr daudzos gadījumos atzarošanai izvēlēti koki ar samērā lielu diametru: 31% gadījumu lielāku par 16 cm, 10% gadījumu pat lielāku par 20 cm.



2.2. attēls. Vidējā Krafta klase atzarotajiem un neatzarotajiem kokiem



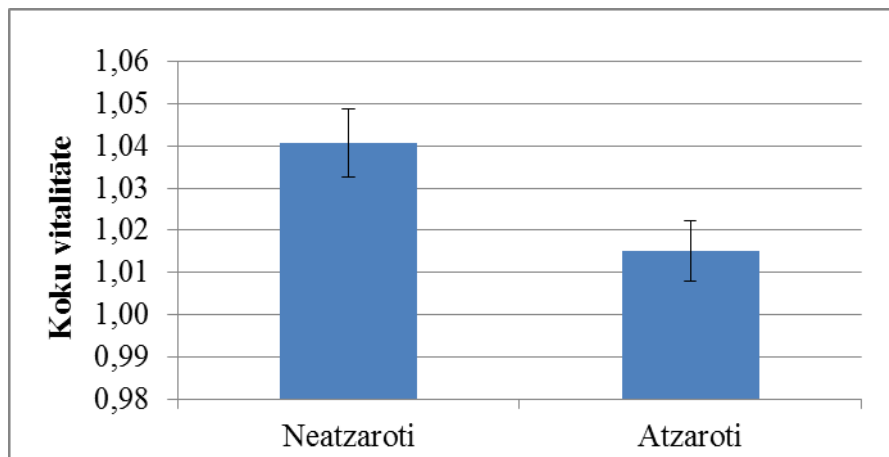
2.3. attēls. Atzaroto un neatzaroto koku sadalījums pa Krafta klasēm



2.4. attēls. Atzaroto un neatzaroto koku augstuma atšķirības

## 2.2. Vitalitāte

Konstatēts, ka neatzaroto koku vitalitāte statistiski būtiski augstāka nekā atzaroto, tomēr starpības absolūtā vērtība ir neliela un neliecina par zemākas vitalitātes koku izvēli atzarošanai (2.5. att.).



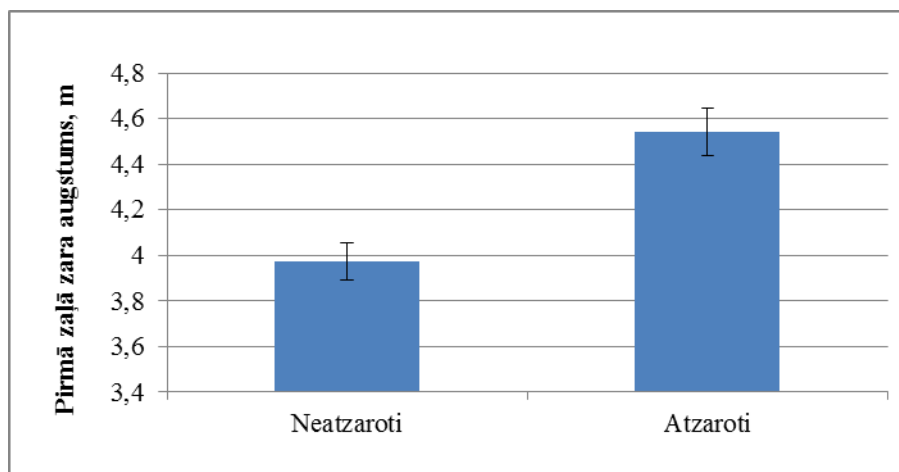
2.5. attēls. Atzaroto un neatzaroto koku vitalitātes

## 2.3. Stumbra kvalitāte

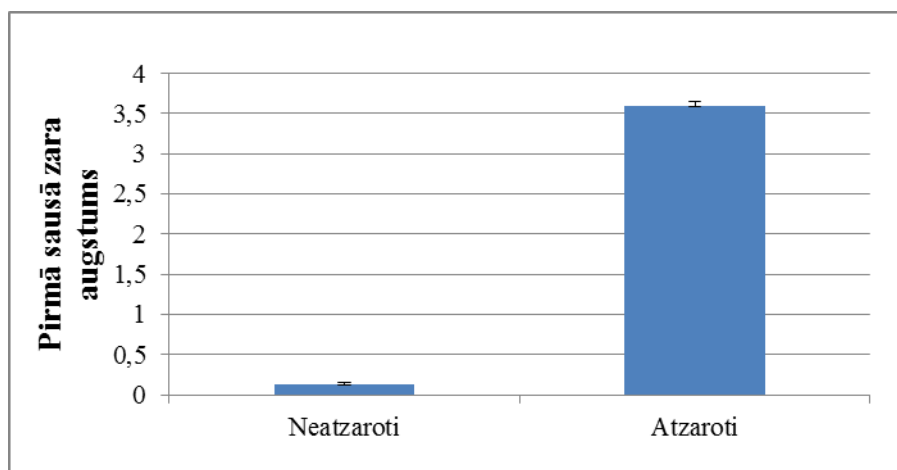
Līkumainība konstatēta tikai 0,4% koku, mazāks to īpatsvars ir atzarotajiem kokiem. 1,3% gadījumu koki bijuši laužti, statistiski būtiski mazāk šādu koku ir starp atzarotajiem, kas norāda, ka atzarošana nav nozīmīgi izmanījusi koku vēja noturību.

## 2.4. Atzarotās daļas garums

Augstums līdz pirmajam zaļajam zaram atzarotajiem kokiem sasniedz 4,5m, kas ir saskaņā ar rekomendācijām un ir statistiski būtiski vairāk nekā neatzarotajiem kokiem (2.6. att.). Ievērojami lielākas atšķirības vērojamas augstumā līdz pirmajam sausajam zaram – redzams, ka analizētajā kopā egļu dabiskā atzarošanās faktiski nav notikusi (2.7. att.), tādēļ neveidojas arī bezzaru koksne. Interpretējot šo rezultātu, gan jāņem vērā arī koku augstuma un Krafsta klašu sadalījuma atšķirības. Tāpat konstatēts, ka 22% atzaroto koku pirmā zaļā zara augstums ir zem 3 m.



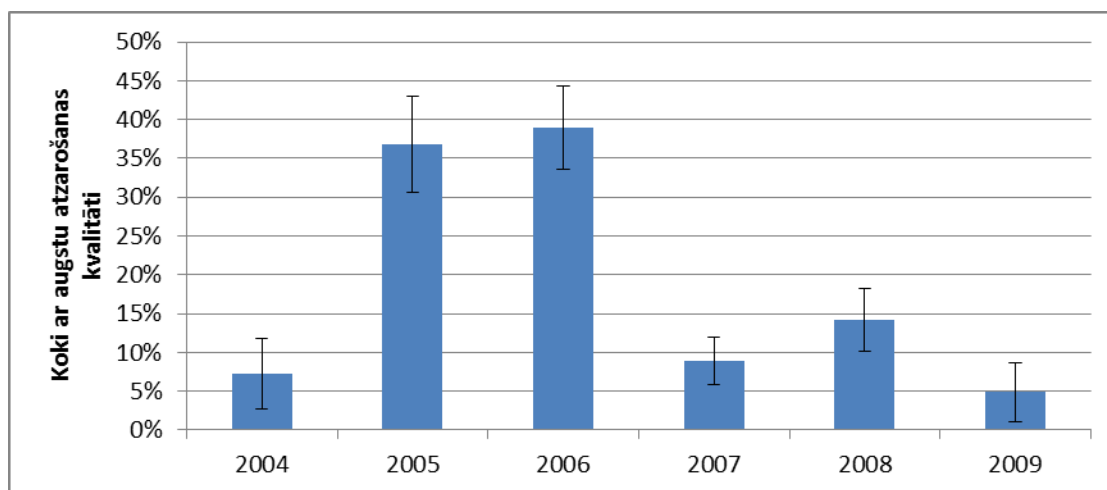
2.6. attēls. Pirmā zaļā zara augstums atzarotajiem un neatzarotajiem kokiem



**2.7. attēls. Pirmā sausā zara augstums atzarotajiem un neatzarotajiem kokiem**

## 2.5. Atzarošanas kvalitāte

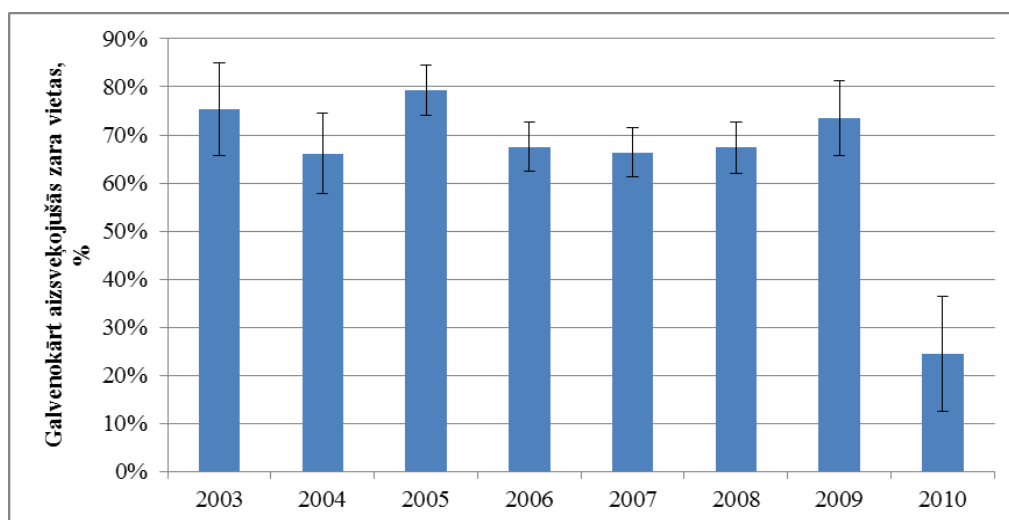
Atzarošana pilnībā sasniedz savu mērķi tikai tajos gadījumos, kad atzarotajā daļā nav konstatējams neviens zars. Šādu koku ar augstu atzarošanas kvalitāti īpatsvars dažādos gados atzarotajās audzēs atspoguļots 2.8. attēlā. Konstatēts, ka visbiežāk palikušie zari ir samērā zemu (iespējams, var nebūt pamanīti bieža sniega apstākļos), kā arī neliela diametra.



**2.8. attēls. Koku ar augstu atzarošanas kvalitāti īpatsvars**

## 2.6. Zara vietu apaugšana

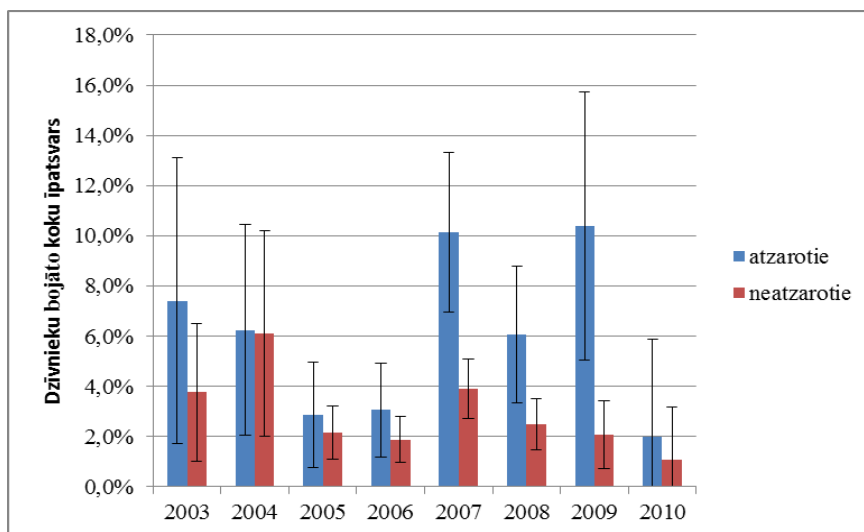
Vairumam koku konstatēts, ka atzarotās vietas ir galvenokārt aizsveķojušās (2.9. att.), un tikai dažos gadījumos (1,2%) nogabalos, kas atzaroti no 2004. līdz 2008. gadam pārsvarā ir apaugušas zara vietas.



**2.9. attēls. Koku, kam zaru vietas galvenokārt aizsveķojušās, īpatsvars**

## 2.7. Biotisko faktoru ietekme

Dzīvnieku bojājumu apjoms ir nedaudz augstāks atzarotajiem nekā neatzarotajiem kokiem (attiecīgi 6,1% un 2,7% koku), starpības ir statistiski būtiskas tikai atsevišķos gadījumos (2.10. att.).



**2.10. Pārnadžu bojāto koku īpatsvars**

Kukaiņu bojājumi konstatēti tikai dažiem kokiem, ārēji defekti, kas liecinātu par sēņu bojājumiem atzarotajās vietās nav konstatēti. Atzarotajiem kokiem relatīvi biežāk konstatētas stumbra plaisas (5,3%, salīdzinot ar 3,1% neatzarotajiem), kas var veicināt sēņu infekciju iekļuvu stumbros. Šie faktori palielina risku neiegūt plānoto peļņu no atzarošanas galvenajā cirtē.



### 3. Pieauguma izmaiņas atzarošanas ietekmē

#### 3.1 Kamerālo darbu metodika

Pētījuma objektos iegūtie urbumu serdeņi (kopumā no 3803 kokiem) pielīmēti plāksnītēm un noslīpēti. Gadskārtas uz urbumu serdeņiem skaitītas, izmantojot gadskārtu platumu mērīšanas ierīci LINTAB-IV un datorprogrammu TSAP-Win™ Scientific.

Krājas papildus pieaugums aprēķināts katrā nogabalā atzarotajām eglēm salīdzinājumā ar neatzarotajām eglēm.

Krājas papildus pieaugumu aprēķina pēc profesora I. Liepas (Liepa, 1996) izstrādātās metodikas:

$$Z_M^{kp} = 1.2732.4\psi \left( GH^\alpha D^{\beta 1gH-\varphi-2} - G_t H_t^\alpha D_t^{\beta 1gH-\varphi-2} \right) \quad (1)$$

kur  $Z_M^{kp}$  - krājas kumulatīvais papildus pieaugums,  $m^3 ha^{-1}$ ;

$\Psi, \alpha, \beta, \varphi$  - koeficienti (3.1. tab.);

$t$  – vērtēšanas intervāls, gadi;

$G, G_t$  – audzes krūšaugstuma šķērslaukums un tā prognostiskā vērtība intervāla  $t$  beigās,  $m^2 ha^{-1}$ :

$$G_t = \frac{D_t^2 G}{D^2} \quad (2)$$

$D, D_t$  – audzes vidējais krūšaugstuma caurmērs un tā prognostiskā vērtība intervāla  $t$  beigās, cm:

$$D_t = D - 0.1Z_D^{kp} \quad (3)$$

$Z_D^{kp}$  - audzes vidējā caurmēra kumulatīvais papildus pieaugums, mm:

$$Z_D^{kp} = 2u(\sum_j^t i_j + \sum_j^{t'} i'_j) \quad (4)$$

$u$  – mizas biezuma koeficients (3.1. tab.);

$i_j$  – audzes gadskārtu vidējo vērtību rinda, mm. Tā satur  $t+t'$  locekļus, kas ir aprēķināti no vērtējamās audzes uzskaites koku urbumu datiem.

$t'$  – retrospekcijas periods, gadi;

$i'_j$  – vērtējamās audzes gadskārtu korigēto platumu rinda, mm. Korekcijas vienādojums:

$$\dot{i}_j = \eta \dot{i}_{kj}^\rho \quad (5)$$

$\eta, \rho$  - koeficienti

$i_k$  – kontroles koku gadskārtu platumu vidējās vērtības, mm. *Gadskārtu platumu rindas pakļauj statistiskai pārbaudei. No neatzarotajiem kokiem atlasa tos, kuri ar vērtējamās audzes gadskārtu platumu vidējo vērtību rindu retrospekcijas intervāla laikā uzrāda līdzīgu augšanas gaitu. Divas vērtību rindas uzskata par līdzīgām, ja to svārstības ir paralēlas, t.i., līdzīgi vides apstākļi izsauc relatīvi vienādu gadskārtu*

paplašināšanos vai sašaurināšanos (Liepa, 1996). Par līdzības kritēriju izmanto korelācijas koeficientu  $r$ . Pieņem, ka vērtējamā un pārbaudāmā uzskaites koka augšanas gaita ir līdzīga, ja  $r$ , kas aprēķināts pēc retrospekcijas perioda gadskārtu platumiem, ir statistiski būtisks ( $r > r_{\alpha; t}$ ;  $\alpha = 0,05$ , bet, ja adekvātās kontroles koku ( $k$ ) skaits mazāks par 10, tad būtiskuma līmeni samazina līdz 0,2;  $t' = 5-10$ ). No atlasītajiem  $k$  derīgajiem kontroles kokiem sastāda gadskārtu platumu vidējo vērtību rindu. Tālāk pēc vērtējamās audzes un kontroles koku intervāla  $t'$  gadskārtu platumu vidējo vērtību rindām ar mazāko kvadrātu metodi izskaitļo koeficientus  $\eta$  un  $\rho$  un aprēķina visas  $i_j$  vērtības (Liepa, 1996).

$H$ ,  $H_t$  – audzes vidējais augstums un tā prognostiskā vērtība intervāla  $t$  beigās, m:

$$H_t = H - Z_H^{kp} \quad (6)$$

$Z_H^{kp}$  – audzes vidējā augstuma kumulatīvais papildus pieaugums, m:

$$Z_H^{kp} = \frac{HZ_D^{kp}(aD+b)}{u(cD+100)} \quad (7)$$

$a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $u$  – koeficienti (3.1. tab.).

Pēc aprakstītā algoritma tiek aprēķināts krājas kumulatīvais papildus pieaugums ar mizu. Šī rādītāja vērtība bez mizas,  $m^3 ha^{-1}$ :

$$Z_{M;bm}^{kp} = \frac{Z_M^{kp}}{s} \quad (8)$$

$s$  – mizas tilpuma koeficients, kas aprēķināms pēc formulas:

$$s = \frac{pD+q}{wD+100} \quad (9)$$

kur  $p$ ,  $q$ ,  $w$  – koeficienti (1. tabula).

3.1. tabula

**Koeficientu vērtības krājas kumulatīvā papildus pieauguma aprēķināšanai**

u	a	b	c	$\psi$	$\alpha$	$\beta$	$\varphi$	p	q	w
1,046	-0,0256	1,693	5,794	$2,3106 \cdot 10^{-4}$	0,78193	0,34175	1,18811	5,25	117,6	5

Audzes koku skaits aprēķināts kā aritmētiskais vidējais koku skaits no parauglaukumiem, kuriem koku skaitu aprēķina sekojoši:

$$N = \frac{10000}{L^2 K^2} \quad (10)$$

kur  $N$  – koku skaits uz hektāra;

$L$  – attālums no centra līdz 3. tuvākajam kokam + puse no centra koka diametra, m;

$K$  – korekcijas koeficients:  $K = 0.0034L^3 - 0.0184L^2 - 0.0456L + 1.2173$  (11)

### 3.2 Pieauguma izmaiņu novērtējums

Ņemot vērā, ka pētījuma ietvaros nav pieejama informācija par precīzu atzarošanas laiku (veģetācijas perioda sākumā vai beigās), analizē krājas kumulatīvo papildus pieaugumu rēķina, sākot ar gadu pēc norādītā atzarošanas gada un šo atzarošanas laika nenoteiktību ņem vērā arī apzīmējot laika periodus pēc atzarošanas (1-2 gadi, 2-3 gadi utt., nevis 1 gads, 2 gadi, 3 gadi utt.)

Periodos līdz 5-6 gadiem pēc atzarošanas aritmētiskais vidējais krājas kumulatīvais papildus pieaugums mainās no  $-0,46 \pm 0,10$  (standartklūda)  $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  līdz  $-1,38 \pm 0,69\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  un tas ir būtiski ( $\alpha=0,05$ ) mazāks (atšķiras vairāk nekā 1,96 standartklūdas) par nulli (3.2.tab.).

Pēc atzarošanas aritmētiski vidējais krājas ikgadējais papildus pieaugums ir  $-0,28 \pm 0,05\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  jeb 7% no krājas tekošā faktiskā vidējā periodiskā pieauguma. Šis rādītājs būtiski mazāks par nulli ir 1-2 gadus un 2-3 gadus pēc atzarošanas (3.2. tab.). Tātad eglēm atzarošana būtiski samazina krājas pieaugumu laika posmā līdz 3 gadiem pēc šīs mežsaimnieciskā pasākuma.

3.2. tabula

**Atzaroto egļu krājas kumulatīvais papildus pieaugums ( $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ) un ikgadējais krājas papildus pieaugums ( $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$  gadā) atkarībā no perioda pēc atzarošanas**

Pieauguma veids	Rādītāji	1-2 gadi	2-3 gadi	3-4 gadi	4-5 gadi	5-6 gadi	Kopā
Krājas kumulatīvais papildus pieaugums $Z^{\text{kp}}_{\text{M}}$	<b>Aritmētiski vidējais</b>	<b>-0,46</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,83</b>	<b>-0,93</b>	<b>-1,38</b>	
	<b>Relatīvais pieaugums (<math>Z^{\text{kp}}_{\text{M}}/Z^{\text{p}}_{\text{Mf}}</math>)</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,12</b>	<b>-0,08</b>	<b>-0,06</b>	<b>-0,07</b>	
	Minimums	-1,86	-3,16	-4,19	-6,45	-9,05	
	Maksimums	1,42	2,51	4,20	5,92	7,78	
	Standartklūda	0,10	0,17	0,25	0,42	0,69	
	Standartnovirze	0,66	1,10	1,56	2,29	3,10	
	Skaits	44	43	39	30	20	
	Skaits $Z^{\text{kp}}_{\text{M}} > 0$	11	7	9	8	4	
Krājas tekošais faktiskais periodiskais pieaugums $Z^{\text{p}}_{\text{Mf}}$	<b>Aritmētiski vidējais</b>	<b>3,21</b>	<b>6,72</b>	<b>10,96</b>	<b>15,28</b>	<b>18,75</b>	
	Minimums	1,05	2,31	4,33	6,30	7,67	
	Maksimums	6,76	13,71	22,02	31,53	28,78	
	Standartklūda	0,19	0,35	0,59	1,00	1,38	
	Standartnovirze	1,24	2,29	3,71	5,47	6,17	
	Skaits	44	43	39	30	20	
Ikgadējais krājas papildus pieaugums $Z^{\text{ip}}_{\text{M}}$	<b>Aritmētiski vidējais</b>	<b>-0,46</b>	<b>-0,38</b>	<b>-0,05</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,29</b>	<b>-0,28</b>
	<b>Relatīvais pieaugums (<math>Z^{\text{ip}}_{\text{M}}/Z^{\text{p}}_{\text{Mf}}</math>)</b>	<b>-0,14</b>	<b>-0,10</b>	<b>-0,01</b>	<b>-0,02</b>	<b>-0,07</b>	<b>-0,07</b>
	Minimums	-1,86	-2,27	-1,68	-2,26	-2,61	-2,61
	Maksimums	1,42	1,09	1,68	1,72	1,86	1,86
	Standartklūda	0,10	0,09	0,10	0,15	0,20	0,05
	Standartnovirze	0,66	0,60	0,64	0,82	0,87	0,71
	Skaits	44	43	39	30	20	191
	Skaits $Z^{\text{ip}}_{\text{M}} > 0$	11	6	17	12	6	56

3.2. tabulas turpinājums

Pieauguma veids	Rādītāji	1-2 gadi	2-3 gadi	3-4 gadi	4-5 gadi	5-6 gadi	Kopā
Krājas tekošais faktiskais vidēji periodiskais pieaugums $Z^p_{Mf}$	Aritmētiski vidējais	3,21	3,59	4,24	4,45	4,41	3,86
	Minimums	1,05	1,24	1,85	1,54	1,38	1,05
	Maksimums	6,76	6,95	8,30	9,52	6,48	9,52
	Standartklūda	0,19	0,20	0,23	0,31	0,36	0,11
	Standartnovirze	1,24	1,33	1,45	1,71	1,61	1,48
	Skaitis	44	43	39	30	20	191

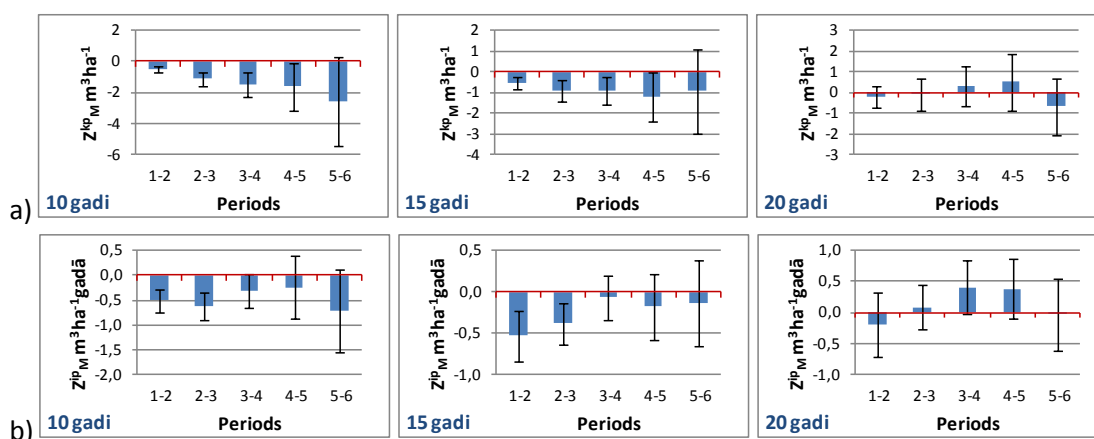
### Krājas kumulatīvais papildus pieaugums atkarībā no audzes vecuma

Audzes sadalītas 3 vecuma grupās atkarībā no to krūšaugstuma vecuma atzarošanas gadā:

- 10-gadīgās audzes – audzes, kuru vecums krūšaugstumā ir 7-12 gadi (14 audzes);
- 15-gadīgās audzes – audzes, kuru vecums krūšaugstumā ir 13-17 gadi (22);
- 20-gadīgās audzes – audzes, kuru vecums krūšaugstumā ir 18-24 gadi (8).

Grupās “10-gadīgās audzes” un “15-gadīgās audzes” krājas kumulatīvais papildus pieaugums un krājas ikgadējais papildus pieaugums laika periodā līdz 6 gadiem ir negatīvs. Šajās vecuma grupās krājas kumulatīvais papildus pieaugums būtiski ( $\alpha=0,05$ ) mazāks par nulli ir laika periodā līdz 5 gadiem pēc atzarošanas, bet krājas ikgadējais papildus pieaugums - laika periodā līdz 2 gadiem. Savukārt grupā „20-gadīgās audzes” abi šie krājas pieauguma veidi dažādos gados pēc atzarošanas ir gan pozitīvi, gan negatīvi un būtiski no nulles neatšķiras (3.1. att.).

Tātad jaunākajās audzēs (vecumā līdz 17 gadiem) eglēm atzarošana būtiski samazina ikgadējais krājas pieaugumu laika posmā 2-3 gadus pēc to atzarošanas, bet vecākajās audzēs atzarošana būtiski nesamazina krājas pieaugumu.



3.1. attēls. Krājas kumulatīvais papildus pieaugums (a) un krājas ikgadējais papildus pieaugums (b) atkarībā no audzes krūšaugstuma vecuma (atzarošanas gadā) un perioda ilguma pēc atzarošanas.

### Krājas kumulatīvais papildus pieaugums atkarībā no audzes augstuma

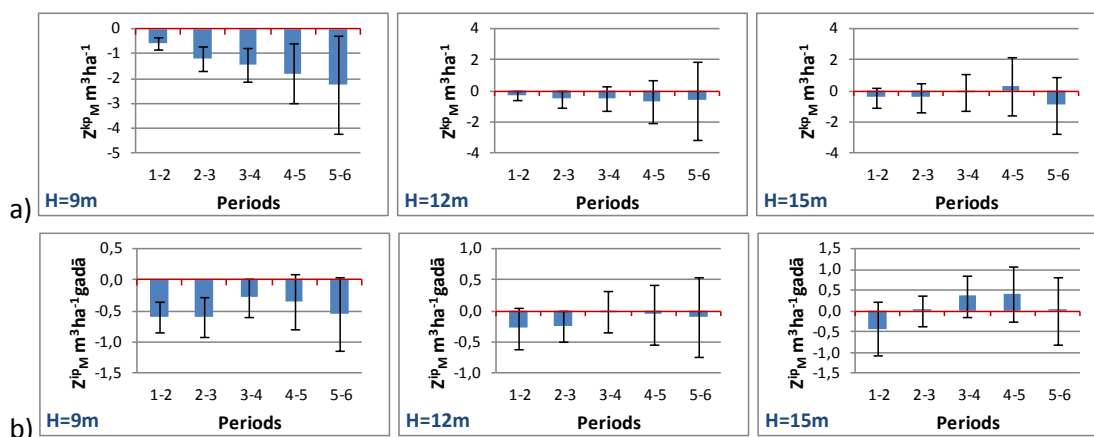
Papildus pieauguma izmaiņu atkarībā no audzes parametriem novērtēšanai tās sadalītas 4 augstuma grupās atkarībā no to augstuma atzarošanas gadā:

- 6 m audzes – audzes, kuru augstums ir 4,5-7,5 m (3 audzes);
- 9 m audzes – audzes, kuru augstums ir 7,6-10,5 m (17);
- 12 m audzes – audzes, kuru augstums ir 10,6-13,5 m (17);
- 15 m audzes – audzes, kuru augstums ir 13,6-16,5 m (7).

Analīzē nav ietverts objekts Nr. 3 (3.3. att.), kura pieauguma izmaiņu trends neatzarotajiem kokiem būtiski un neizskaidrojamu iemeslu dēļ atšķiras no citos objektos konstatētā. Tāpat analīzē nav iekļauta augstuma grupā „6 metri”, kurā ir tikai trīs audzes.

Audzēs augstuma grupā „9 metri” aritmētiskais vidējais atzaroto egļu krājas kumulatīvais papildus pieaugums visos periodos pēc atzarošanas ir negatīvs un būtiski mazāks par nulli, savukārt, aritmētiskais vidējais atzaroto egļu ikgadējais krājas papildus pieaugums visos periodos pēc atzarošanas arī ir negatīvs, bet būtiski mazāks par nulli tas ir tikai laika periodā līdz 2 gadiem. Audzes augstuma grupā „12 metri” aritmētiskais vidējais atzaroto egļu krājas kumulatīvais papildus pieaugums un aritmētiskais vidējais atzaroto egļu ikgadējais krājas papildus pieaugums visos periodos pēc atzarošanas ir negatīvs un būtiski no nulles neatšķiras. Audzes augstuma grupā „15 metri” aritmētiskais vidējais atzaroto egļu krājas kumulatīvais papildus pieaugums un aritmētiskais vidējais atzaroto egļu ikgadējais krājas papildus pieaugums atkarībā no perioda pēc atzarošanas ir pozitīvs vai negatīvs un būtiski no nulles neatšķiras (3.2. att.).

Tātad audzēs līdz 10,5 metru augstumam eglēm atzarošana būtiski samazina ikgadējo krājas pieaugumu laika posmā 2-3 gadus pēc to atzarošanas, bet augstākās audzēs atzarošana būtiski nesamazina krājas pieaugumu.



**3.2. attēls. Krājas kumulatīvais papildus pieaugums (a) un krājas ikgadējais papildus pieaugums (b) atkarībā no audzes augstuma grupas (atzarošanas gadā) un perioda ilguma pēc atzarošanas.**

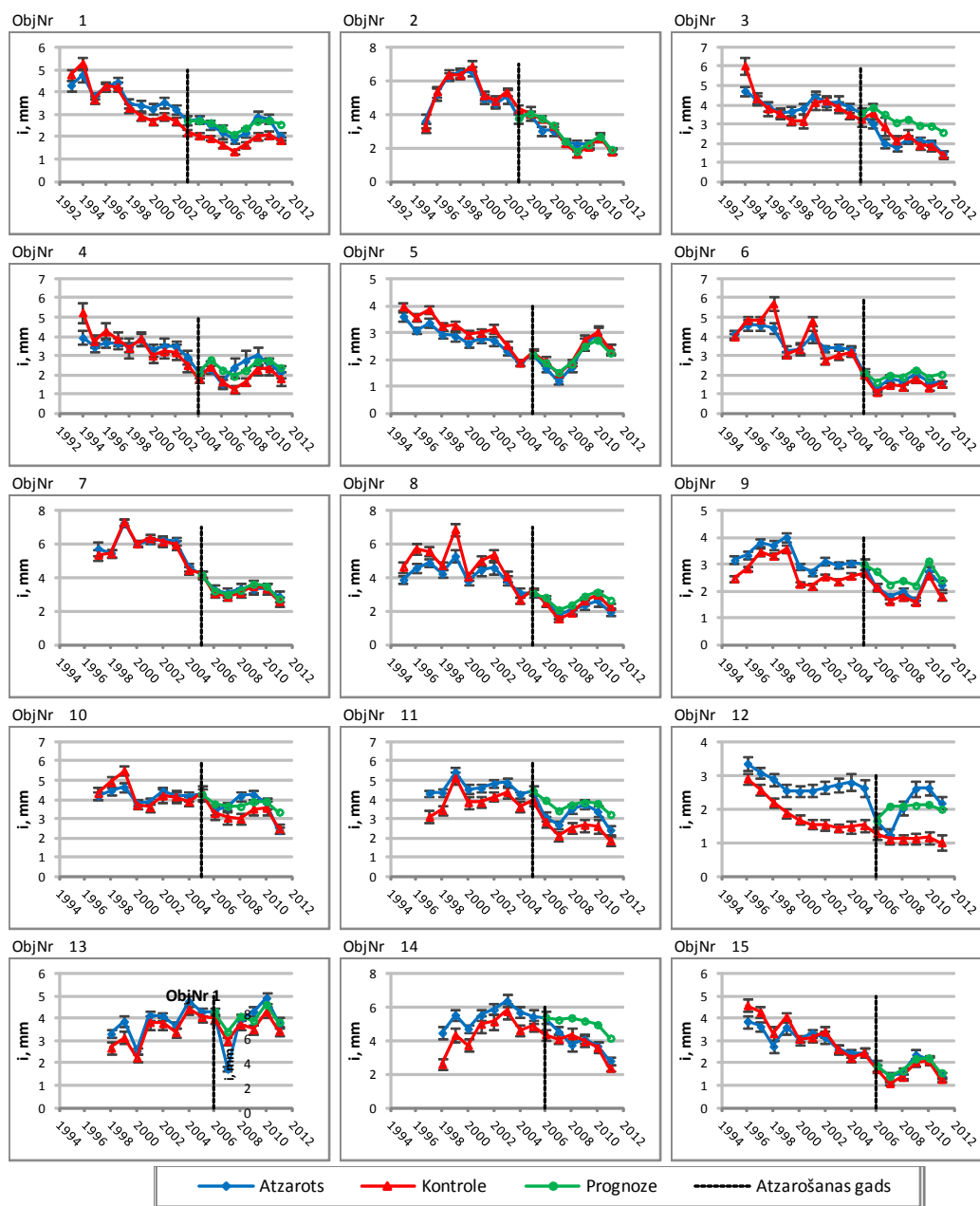
### Atzaroto egļu radiālais pieaugums

Atzarotajām eglēm radiālais pieaugums pirmajos gados pēc atzarošanas salīdzinājumā ar prognozēto gadskārtu platumu (5. formula) ir ievērojami mazāks (3.3.-3.5. att.). Laika periodos 1-2 un 2-3 gadus pēc atzarošanas aritmētiskais vidējais relatīvais gadskārtu platums ( $i_{uzm}/i_{prognoze}$ ) ir  $0,88 \pm 0,03$  un  $0,91 \pm 0,02$ , bet vēlākos periodos pēc atzarošanas radiālais pieaugums no prognozētajām vērtībām būtiski ( $\alpha=0,05$ ) neatšķiras (3.3. tab.). Tas paliecina, jau iepriekš analizē konstatēto, ka eglēm atzarošana būtiski krājas pieaugumu samazina tikai laika posmā līdz 3 gadiem pēc atzarošanas.

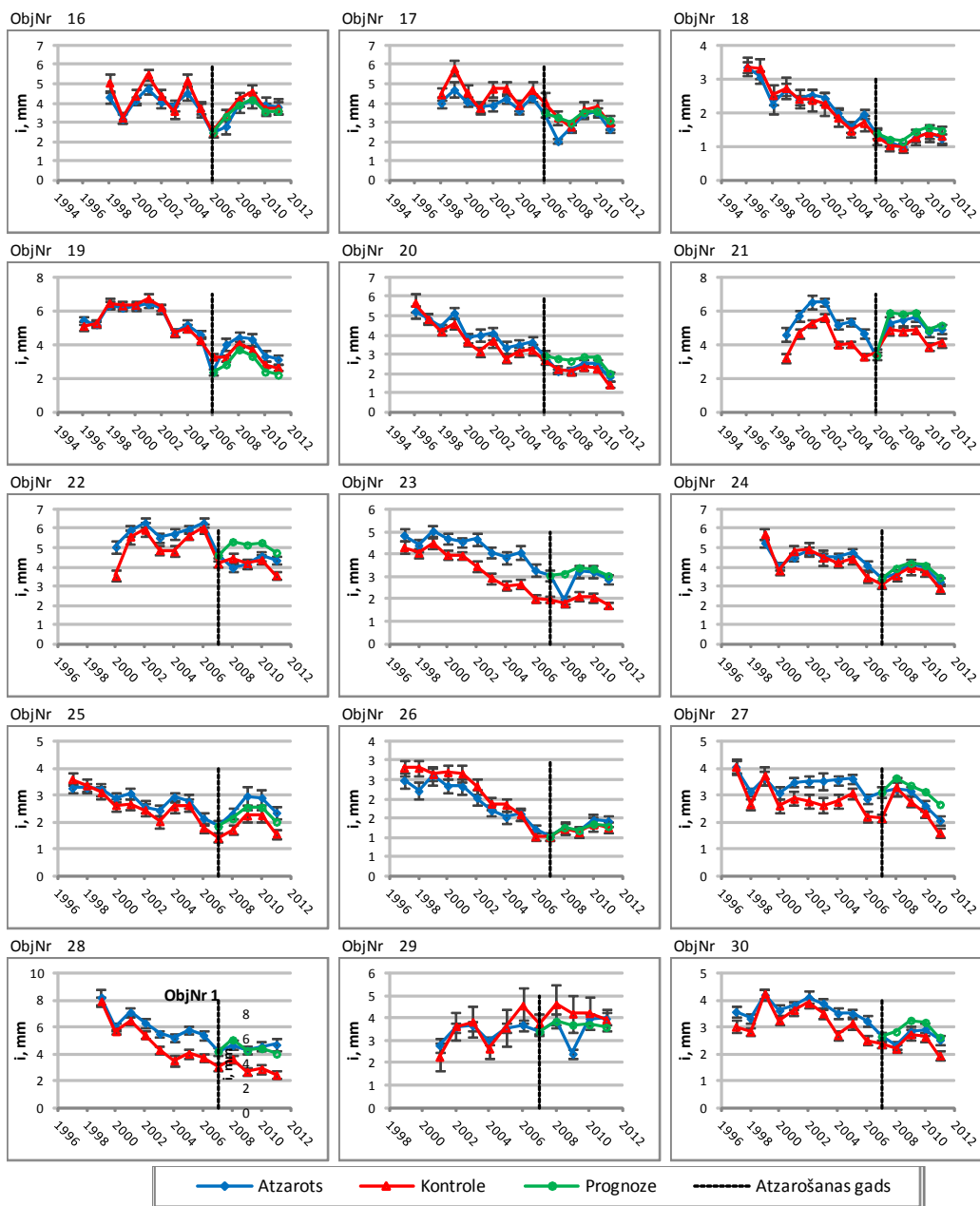
3.3. tabula

**Atzaroto egļu relatīvais gadskārtu platums ( $i_{uzm}/i_{prognoze}$ ) atkarībā no perioda ilguma pēc atzarošanas**

Rādītāji	1-2 gadi	2-3 gadi	3-4 gadi	4-5 gadi	5-6 gadi
<b>Aritmētiski vidējais</b>	<b>0,88</b>	<b>0,91</b>	<b>1,01</b>	<b>1,01</b>	<b>0,97</b>
Minimums	0,42	0,53	0,79	0,74	0,67
Maksimums	1,43	1,20	1,30	1,39	1,42
Standartklūda	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04
Standartnovirze	0,18	0,14	0,13	0,16	0,16
Skaitis	44	43	39	30	20
Skaitis <1,0	33	35	21	18	14

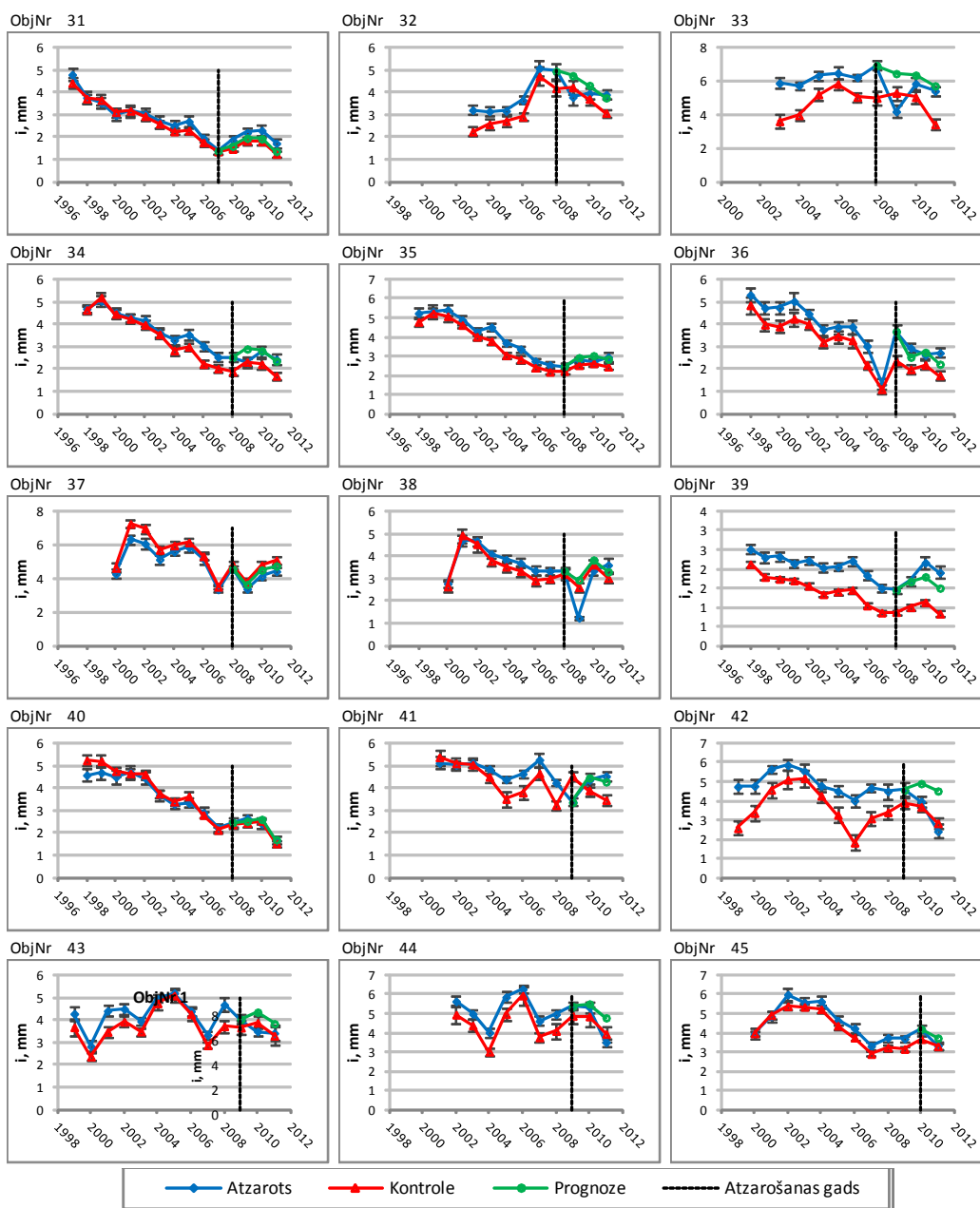


**3.3. attēls. Gadskārtu platumi objektiem Nr. 1-15**



**3.4. attēls. Gadskārtu platumi objektiem Nr. 16-30**





**3.5. attēls. Gadskārtu platumi objektiem Nr. 31-45**

Kopumā var secināt, ka aritmētiskais vidējais atzaroto egļu krājas ikgadējais papildus pieaugums analizētajās audzēs ir  $-0,28 \pm 0,05 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ gadā}$  un eglēm atzarošana būtiski ikgadējo krājas pieaugumu samazina laika posmā līdz 3 gadiem pēc šī mežsaimnieciskā pasākuma.

## 4. Egļu atzarošanas finansiālais novērtējums

### 4.1. Kamerālo darbu metodika

Nemot vērā, ka egles Latvijā nav bezzaru egles koksnes tirgus un augstāka cena par ļoti augstas kvalitātes (no zarojuma viedokļa) egles zāgbaļķiem, kā arī to, kā tikai fragmentāri un nelielā apjomā atrodama informācija no citām valstīm par iespējamo atzarotas koksnes cenu, kas liecina par nozīmīga apjoma šādas koksnes tirgus trūkumu, pētījuma ietvaros izvēlēta pieeja aprēķināt nevis finansiālo ieguvumu no koksnes atzarošanas, bet gan nepieciešamo ieguvumu, lai atzarošana pie noteiktiem nosacījumiem (atzarošanas izmaksām, audzes produktivitātes, riska) atmaksātos. Zinot šos nosacījumus pasūtītājam ir iespējams vērtēt, kādos gadījumos un vai vispār veikt atzarošanu, veicinot atzarotas koksnes piedāvājumu un tirgus izveidošanos.

Potenciālo ieguvumu no atzarošanas nozīmīgi var samazināt sēņu un pārnadžu izraisīti koksnes bojājumi atzarotajā stumbra daļā. Trupes sastopamība (bojāto egļu īpatsvars un trupes izplatība stumbrā) atzarotiem kokiem netika pētīta, un pieņemts, ka trupes sastopamība atzarotām eglēm ir atbilstoša „Silavas” iepriekš veikto pētījumu rezultātiem: galvenās cirtes vecumā ar sakņu trupes pazīmēm ir vidēji 22% egļu, tomēr atsevišķā audzēs inficēto koku īpatsvars ir robežās no 0% līdz 68%. Sakņu trupes augstums egles stumbrā vidēji ir 6m (robežās no 4 līdz 8m) un tas saistīts ar koku caurmēra pakāpi – lielākiem kokiem trupes cilindra augstums ir lielāks nekā mazākiem. Biežāk konstatētie trupes izraisītāji ir *Heterobasidion parviporum*, un *Stereum sanguinolentum*. Šo sēņu maksimālais konstatācijas augstums attiecīgi 11.4 m un 12.4 m.

Trupes sastopamība var būt atšķirīga audzēs ar dažādu vēsturi – audzes bijušā lauksaimniecības zemē, audze izveidojusies meža zemē, dažādu kopšanas režīmu utt., taču šī ietekme pētījumā nav vērtēta.

Pārnadžu bojātiem kokiem, pirmkārt, tiek radīts mehānisks bojājums, kas rada saussānu un atbilstoši pazemina apaļkoku kvalitāti, taču būtiskākais ir fakts, ka mehāniskie bojājumi ir infekcijas vārti tādām sēnēm kā *Stereum sanguinolentum*, *Amylostereum areolatum* un *Amylostereum chailletii*. Skotijā veiktā pētījumā briežu radītajos bojājumos parastai eglei konstatēta arī *Heterobasidion* spp. Bez tam konstatēta arī *Ophiostoma piceae*, *Nectria fuckeliana*, kas ir koksnes zilējumu izraisošā sēnes. Parastajai eglei pārnadžu radīti stumbra mizas bojājumi visbiežāk konstatēti 10-38 gadus vecās audzēs, kas atbilst atzarošanas mērķa vecumam.

#### Koku taksācijas rādītāji atzarošanas gadā un prognozējamās dimensijas ciršanas vecumā

Informācija par atzarotajiem parauglaukumiem, kas aprēķināta uz atzarošanas brīdi no to mērījumu datiem projekta ietvaros, apkopota 4.1.tabulā.

4.1. tabula

**Atzaroto egļu audžu vidējie taksācijas rādītāji atzarošanas brīdī**

<b>Bonitāte</b>	<b>Ia</b>	<b>I</b>	<b>II</b>
Audžu skaits	37	5	3
A, gadi	21	21	20
D, cm	12,1	9,7	7,2
H, m	12,3	9,0	7,1
G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	16,4	8,5	7,3
N, gab. ha <sup>-1</sup>	1399	1172	1889
M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	115,7	45,9	37,9
G <sub>norm</sub> , m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	24,7	20,4	17,6
Biezība	0,7	0,4	0,4

Atzarošana veikta audzēs, kurās egļu vidējais vecums ir 21 gads un vidējais caurmērs ir 12cm.

Pieņemts, ka īslaicīgais u nelielais pieauguma samazinājums pēc atzarošanas neatstāj būtisku ietekmi uz audzes attīstības gaitu un audzes taksācijas rādītāji galvenās cirtes vecumā atbilst parametriem, kādi ir vidējie Ia, I un II bonitātes audzēm meža statistiskās inventarizācijas (MSI) parauglaukumos 71 - 90 gadu vecumā (4.2. tab.).

4.2. tabula

**Egļu audžu taksācijas rādītāji 71-90 gadu vecumā atkarībā no bonitātes  
atbilstoši MSI datiem**

<i>Rādītāji</i>	<i>Bonitāte</i>		
	<i>Ia</i>	<i>I</i>	<i>II</i>
Pl. skaits	38	68	63
A, gadi	80	82	82
D, cm	36,2	31,0	27,8
H, m	29,4	26,0	23,0
G, m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	28,2	25,8	23,4
N, gab ha <sup>-1</sup>	306	367	441
M, m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	380	317	255
G <sub>norm</sub> , m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	41,8	38,9	36,1
Biezība	0,7	0,7	0,6

## 4.2. Rezultāti

Finansiālajos aprēķinos jāņem vērā, ka atzarošanai, salīdzinājumā ar citām zaru skaita un dimensiju samazināšanas alternatīvām, piemēram, paaugstinātu sākotnējo audzes biežumu, ir sekojošas priekšrocības:

- laika intervāls starp investīciju un „palielinātiem” ieņēmumiem ir saīsināts, jo atzarošanu veic vēlāk salīdzinājumā ar investīcijām meža atjaunošanā;
- atzaro tikai izvēlētos kokus, kuriem ir vislielākā varbūtība sasniegt galvenās cirtes vecumu;
- atzarošanu var veikt elastīgāk laika plānojumā;
- darbību ir iespējams labāk kontrolēt.

Papildus ieņēmumi ir saistīti ar atzaroto koku skaitu uz platības vienību, kā arī atzarošanas augstumu.

Taču, tā kā ieguldījums tiek veikts uz ilgāku laiku (līdz galvenās cirtes vecumam), tad nepieciešams veikt ieguldījumu diskontēšanu, lai aprēķinātu, vai prēmija (papildus ieņēmumi) par atzarotajiem kokiem atmaksājas.

Šobrīd augstas kvalitātes egles zāgbaļķiem nav prēmijas par zarojuma kvalitāti un nav prēmijas par gadskārtu platumu (šaurumu), un visas novērtētās egles (gan atzarotās, gan neatzarotās) pēc šī rādītāja atbilst Latvijas standartā (LVS-80) augstākajai kvalitātei noteiktajām prasībām. Atbilstoši AS “Latvijas valsts meži” sniegtajai informācijai cenu atšķirību nosaka tikai dimensiju atšķirības (4.3. tab.).

4.3. tabula

**Egles zāgbaļķu cenas atkarībā no tievgaļa caurmēra (LVM dati)**

Tievgaļa caurmērs, cm	Cena, LVL/m <sup>3</sup>
10-13,9	31,88
14-17,9	42,21
18-27,9	49,99
28<	55,75
6-9,9	26,73

Taču, ja pieļauj, ka augstas kvalitātes bezzaru egles zāgbaļķu tirgus nākotnē varētu veidoties, tad iespējams aprēķināt, cik jānopelna katram atzarošanā ieguldītajam latam, līdz audze sasniedz galvenās cirtes vecumu.

Atbilstoši paraugkopas datiem, egļu audzes tiek atzarotas vidēji 21 gada vecumā (aprēķinos izmantotā jaunākā audze atzarošanas brīdī bijusi 12 gadus veca, bet vecākā 31 gadu veca). Tādējādi, pieņemot, ka galvenās cirtes vecums tiek sasniegts 81 gada vecumā, ieguldījuma termiņš ir 60 gadi (50-69 gadi).

AS “Latvijas valsts meži” savos plānos un prognozēs izmanto interešu likmi 4,25%, taču kompondētā vērtība aprēķināta arī pie 2% likmes, ko bieži vien izmanto meža ekonomiskās pētījumos, kā arī citiem ieguldījumiem ar garu atmaksāšanās termiņu.

Bezriskā ieguldījuma gadījumā pieņemot, ka atzarošanas izmaksas ir 50; 75; 100; 125 vai 150 LVL ha<sup>-1</sup> un interešu likme 4,25%, atbilstošā prēmija (papildus ieņēmumi) par

augstas kvalitātes sortimentiem atkarībā no ieguldījuma apjoma un termiņa būtu jābūt no 401 līdz 2763 LVL ha<sup>-1</sup> (4.4.tab.).

4.4. tabula

**Kompondētā vērtība atkarībā no ieguldījuma apjoma, laika perioda un interešu likmes, LVL ha<sup>-1</sup>**

Intereses likme, r %	Ieguldījuma apjoms LVL ha <sup>-1</sup>	Ieguldījuma ilgums, gadi		
		50	60	70
2,00%	50	135	164	200
	75	202	246	300
	100	269	328	400
	125	336	410	500
	150	404	492	600
4,25%	50	401	607	921
	75	601	911	1382
	100	801	1215	1842
	125	1002	1519	2303
	150	1202	1822	2763

Pieņemot, ka „Augstas kvalitātes egles zāģbaļķi” (turpmāk tekstā „A klases zāģbaļķi”) atbilst sekojošām dimensijām – tievgaļa caurmērs bez mizas 28 cm un sortimenta garums 3,1 m, 4,2 m, 4,9m vai 6,0 m, un atbilstoši atzarošanas augstums 6,6 m, 4,5 m, 5,4m vai 6,4 m, iespējams aprēķināt A klases zāģbaļķu iznākumu, atbilstoši taksācijas rādītājiem (4.5.tab.). Pieņemot koku stumbra formu atbilstoši R. Ozoliņa veidulei (ņemot vērā korekcijas koeficientus), bet koku sadalījumu pa caurmēra pakāpēm atbilstoši Veibula sadalījumam, Ia bonitātes audzē, atzarojot līdz 4,5m augstumam iespējams iegūt 70m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, I bonitātes audzē 39m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, bet II bonitātes audzē 20m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> A klases zāģbaļķus. Savukārt pieņemot, ka atzaro līdz 6,6 m augstumam un iegūst vienu vai divus 3,1 m garus A klases zāģbaļķus, tad attiecīgi var iegūt 100 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, 56 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> un 30 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup> A klases zāģbaļķu.

4.5. tabula

**Augstas kvalitātes zāģbaļķu iznākums atkarībā no sortimenta garuma un audzes bonitātes, m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>**

Atzarošanas augstums, m	Zāģbaļķa garums, m	Bonitāte		
		Ia	I	II
6,6	3,1	100,2	56,4	30,5
4,5	4,2	70,4	39,1	20,4
5,4	4,9	82,8	45,7	23,4
6,5	6	88,9	43,4	19,1

Ņemot vērā iepriekš minētos nosacījumus, aprēķināts, cik daudz LVL m<sup>-3</sup> jānopelna, atkarībā no audzes bonitātes, ieguldījuma apjoma un ieguldījuma termiņa (4.6.tab.), lai atzarošana atmaksātos. Aprēķinā izmantota diferenciālā pieeja: pieņemts, ka citas izmaksas

un ieņēmumi (piemēram, no krājas kopšanas cirtēm) starp alternatīvām (atzarots vai neatzarots) nav atšķirīgas.

4.6. tabula

**Minimālā atzarošanas ieguldījuma prēmija pie 4,25% interešu likmes,  $\text{LVLm}^{-3}$  „A klases zāģbaļķu”**

	Ia bonitāte			I bonitāte			II bonitāte		
Ieguldījuma periods, gadi	50	60	70	50	60	70	50	60	70
Ieguldījuma apjoms, $\text{LVLha}^{-1}$	Zāģbaļķa garums, 3,1m								
50	4,00	6,06	9,19	7,10	10,77	16,33	13,15	19,94	30,24
75	6,00	9,09	13,79	10,66	16,16	24,50	19,73	29,91	45,35
100	8,00	12,12	18,38	14,21	21,54	32,66	26,30	39,88	60,47
	Zāģbaļķa garums, 4,2m								
50	5,69	8,63	13,09	10,23	15,52	23,53	19,61	29,73	45,08
75	8,54	12,95	19,63	15,35	23,28	35,29	29,41	44,60	67,62
100	11,39	17,26	26,18	20,47	31,04	47,06	39,22	59,46	90,16
	Zāģbaļķa garums, 4,9m								
50	4,84	7,33	11,12	8,77	13,28	20,15	17,14	25,94	39,36
75	7,26	11,00	16,69	13,15	19,93	30,24	25,68	38,93	59,06
100	9,67	14,67	22,25	17,53	26,59	40,31	34,23	51,92	78,72
	Zāģbaļķa garums, 6,0 m								
50	4,51	6,83	10,36	9,24	13,99	21,22	20,99	31,78	48,22
75	6,76	10,25	15,55	13,85	20,99	31,84	31,47	47,70	72,36
100	9,01	13,67	20,72	18,46	28,00	42,44	41,94	63,61	96,44

atmaksājas, ja A klases zāģbaļķu cena par 10% augstāka, nekā II šķiras

atmaksājas, ja A klases zāģbaļķu cena par 20% augstāka, nekā II šķiras

atmaksājas, ja A klases zāģbaļķu cena par 40% augstāka, nekā II šķiras

Tātad bezriskā ieguldījuma gadījumā būtu papildus jāiegūst vairāk nekā  $4,0 \text{ LVL m}^{-3}$ , ja sākotnējais ieguldījums atzarošanā ir  $50 \text{ LVL ha}^{-1}$  uz 50 gadiem Ia bonitātes audzē, vai  $13,5 \text{ LVL m}^{-3}$  II bonitātes audzēs.

Salīdzinot cenas, kādas tiek piedāvātas par II klases un A klases priedes zāģbaļķiem mājaslapā [www.mezi.lv](http://www.mezi.lv), konstatēts, ka cena patērīna vietā A klases zāģbaļķiem ir 1,1-1,4 reizes augstāka nekā II šķiras zāģbaļķiem, taču, kā jau minēts, šāds salīdzinājums nav iespējams. Tādēļ tabulās iekrāsotā daļā, ņemot vērā AS “Latvijas valsts meži” sniegto informāciju par sortimentu cenām 2010./2011. gadā (4.3. tab.), atzīmēti nosacījumi, pie kādiem atzarošana atmaksātos, ja bezzaru koksnes cena būtu par 10%, ( $4,18 \text{ LVL m}^{-3}$ ), 20% ( $8,36 \text{ LVL m}^{-3}$ ) vai 40% ( $16,70 \text{ LVL m}^{-3}$ ) dārgāka, nekā koksne ar zariem.

Ja ieguldījuma interešu procentu likme ir 2% gadā, kas samērā plaši tiek lietota ar meža apsaimniekošanu saistītos aprēķinos Skandināvijas valstīs, tad atzarošana atmaksājas jau pie ievērojami augstākām atzarošanas izmaksām (4.7. tab.).

4.7. tabula

**Minimālā atzarošanas ieguldījuma prēmija pie 2% interešu likmes  $LVLm^{-3}$  „A klases zāgbaļķu”**

	Ia bonitāte			I bonitāte			II bonitāte		
Ieguldījuma periods, gadi	50	60	70	50	60	70	50	60	70
Ieguldījuma apjoms, $LVLha^{-1}$	Zāgbaļķa garums, 3,1 m								
50	1,34	1,64	2,00	2,39	2,91	3,55	4,42	5,39	6,56
75	2,01	2,46	2,99	3,58	4,36	5,32	6,63	8,08	9,85
100	2,69	3,27	3,99	4,77	5,82	7,09	8,84	10,77	13,13
	Zāgbaļķa garums, 4,2 m								
50	1,91	2,33	2,84	3,44	4,19	5,11	6,59	8,03	9,79
75	2,87	3,50	4,26	5,16	6,29	7,66	9,88	12,04	14,68
100	3,82	4,66	5,68	6,88	8,38	10,22	13,17	16,06	19,57
	Zāgbaļķa garums, 4,9 m								
50	1,63	1,98	2,42	2,95	3,59	4,38	5,77	7,01	8,55
75	2,44	2,97	3,62	4,42	5,38	6,56	8,63	10,51	12,82
100	3,25	3,96	4,83	5,89	7,18	8,75	11,5	14,02	17,09
	Zāgbaļķa garums, 6,0 m								
50	1,52	1,84	2,25	3,11	3,78	4,61	7,07	8,59	10,47
75	2,27	2,77	3,37	4,65	5,67	6,91	10,58	12,88	15,71
100	3,03	3,69	4,5	6,2	7,56	9,22	14,08	17,17	20,94

atmaksājas, ja A klases zāgbaļķu cena par 10% augstāka, nekā II šķiras

atmaksājas, ja A klases zāgbaļķu cena par 20% augstāka, nekā II šķiras

atmaksājas, ja A klases zāgbaļķu cena par 40% augstāka, nekā II šķiras

Jāņem vērā, ka audžu izaudzēšana ir saistīta ar zināmu risku. Iegūstamo augstas kvalitātes zāgbaļķu apjomu var samazināt dažādi bojājumi, kurus izraisa abiotiski (piemēram, vējš, uguns, ledus, sniegs) un/vai biotiski faktori (piemēram, pārnadži, sēnes, stumbra un skuju kaitēkļi). Tāpat nav zināms tirgus pieprasījums pēc 50 – 70 gadiem, kad galvenās cirtes vecumu sasniegs pašreiz atzarotās audzēs, kā arī tirgus cenas. Iespējams, ka klimatisko apstākļu ietekmē varētu būt arī atšķirīga mežaudžu augšanas gaita.

Izvērtējot mūsu agrāko un šī pētījuma datus, jāreķinās ar vidēji 22% trupējušu koku īpatsvaru audzē, tāpat aptuveni 10% egļu audžu cieš dabiskajos traucējumos, kas nozīmē, ka prēmijai par A kvalitātes baļķiem vajadzētu būt vismaz par 22 līdz 30% lielākai nekā aprēķināts bezriskā ieguldījuma gadījumā (4.6. un 4.7. tab.), lai kompensētu izdevumus atzarošanā, kas nenēsīs prognozēto ieguvumu.

Piemērs riska ietekmei uz finansiālo ieguvumu no atzarošanas atspoguļots 4.8. tabulā. Tajā ietverti aprēķini, pieņemot atzarošanas augstumu 4,5m (atbilstoši vidējam pēc pētījuma datiem), saskaņā ar ko iegūstamais bezzaru sortimenta garums 4,2m. Interešu likme 4,25%. Riska novērtēšanai ņemts vērā, ka:

- 1) 22% koku ir ar trupi, kas sasniedz 6 m augstumu;
- 2) atzarošana atsevišķos gadījumos (20%) veikta kokiem, kas audzē nav dominējošās stāvoklī (III vai zemākas Krafra klases), tātad var nesasniegt ciršanas vecumu;
- 3) 10% kokiem ir dzīvnieku bojājumi.

Jāpatur prātā, ka nevēlamie notikumi var notikt vienlaicīgi, tādējādi 78% koku bez trapes, no kuriem 10% ar dzīvnieku bojājumiem, nodrošina tikai 70% koku bez defektiem. Tā kā atbilstošas dimensijas tievgaļa caurmēru (28cm) sasniedz tikai koki, kuru krūšaugstuma caurmēru 34cm, atzarotie zemāko Krafta klašu koki nedod ieguldījumu kopējā augstas kvalitātes sortimentu iznākumā.

4.8.tabula

**Minimālā atzarošanas ieguldījuma prēmija pie 4,25% interešu likmes ar un bez bojājumiem  $LVLm^{-3}$  „A klases zāģbaļķu”**

	Veseli / Ia bonitāte			Bojāti 30%/ Ia bonitāte		
Gadi	50	60	70	50	60	70
Atzarošanas izmaksas $LVL ha^{-1}$	Sortimenta garums 3,1m					
50	4,00	6,06	9,19	5,71	8,66	13,13
75	6,00	9,09	13,79	8,57	12,99	19,70
100	8,00	12,12	18,38	11,42	17,32	26,26
	Sortimenta garums 4,2m					
50	5,69	8,63	13,09	8,13	12,33	18,70
75	8,54	12,95	19,63	12,20	18,50	28,05
100	11,39	17,26	26,18	16,27	24,66	37,40
	Sortimenta garums 4,9m					
50	4,84	7,34	11,12	6,91	10,48	15,89
75	7,26	11,01	16,69	10,37	15,72	23,84
100	9,68	14,67	22,25	13,83	20,96	31,78
	Sortimenta garums 6,0m					
50	4,51	6,83	10,36	6,44	9,76	14,80
75	6,76	10,25	15,54	9,66	14,64	22,20
100	9,01	13,67	20,72	12,88	19,52	29,60



## Izmantotā literatūra

1. **Anonymous** (1998) Wertästung: Aktuelle Verfahren der Wertästung; Führer zur Fachexkursion der Dezernate 42 und 41 der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten Arnsberg-Neheim, 67s.
2. **Anonymous** (2004) High Pruning of Conifers. Farm Forestry Series, 4., 2p.
3. **Arhipova N., Gaitnieks T., Donis J., Stenlid J., Vasaitis R.** (2011) Butt rot incidence, causal fungi, and related yield loss in *Picea abies* stands of Latvia. Canadian Journal of Forest Research, 41: 2337–2345.
4. **Burschel P., Huss J.** (1987) Grundriss des Waldbaus. Berlin, 352s.
5. **Curtis J.D.** (1938) Preliminary results of pruning Norway spruce in plantations. The Forestry Chronicle 14: 119-131.
6. **Dengler A.** (1990) Waldbau: Zweiter Band. Hamburg und Berlin: Verlag Paul Parey, s. 225-235.
7. **Dujesiefken D., Peylo A., Liese W.** (1991) Einfluß der Verletzungszeit auf die Wundreaktionen verschiedener Laubbäume und der Fichte. Forstwissenschaftliches Centralblatt 110(1): 371-380.
8. **Ehring A.** (2000) Die Wertästung. Merkblätter der FVA Baden-Württemberg, 20, 2s.
9. **Emmingham W., Fitzgerald S.** (1995) Pruning to enhance tree and stand value. Oregon State University, 12 p.
10. **Fitzsimons B.** (1989) Pruning conifers in Ireland. Irish Forestry, 46: 29-42.
11. **Gill R., Webber J., Peace A.** (2000) The Economic Implications of Deer Damage: A review of current evidence. Forest Research Agency, Alice Holt Lodge, 49 p.
12. **Höbbarth M., Ruhm W.** (1999) Astung und Formschnitt - Ein Beitrag zur Wertschöpfung aus der Waldwirtschaft. Der Förderungsdienst, 47: 101-105
13. **Ikonen V-P., Kellomäki S., Peltola H.** (2009) Sawn timber properties of Scots pine as affected by initial stand density, thinning and pruning: a simulation based approach. Silva Fennica 43(3): 411–431.
14. **Klädtker J., Yue Ch.** (1997) Wachstumsreaktionen bei Fichte nach Grünästung. AFZ-Der Wald, 52: 45-148.
15. **Kramer H.** (1963) Biologische Grenzen der Fichtenästung. Forst- und Holzwirt., 18: 25-28.
16. **Kramer H.** (1976) Grünästung und Düngung bei Fichte. Allgem. Forst und Jagdztg, 147: 25-33.
17. **Kramer H., Bjerg N.** (1978) Biologische Aspekte zur Jungbestandspflege der Fichte: Diskussion des Olper Fichten – Durchforstungsversuches. Schriften aus der forstlichen Fakultät der Universität Göttingen und den Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt, 117s.
18. **Landesforsten Rheinland-Pfalz** (2005) Richtlinie für die Durchführung von Wertästungen. Aktuelle waldbauliche Richtlinien und Hinweise; 11, 9s.
19. **Landesforsten Rheinland-Pfalz** (2008) Astreine Aussagen zur Wertästung. Forstinfo, 1/08, 2s.
20. **Liepa I.** (1996) Pieauguma mācība.- Jelgava: LLU, 123 lpp.

21. **Macdonald E., Hubert J.** (2001) A review of the effects of silviculture on timber quality of Sitka spruce. *Forestry*, 75 (2): 107-138.
22. **Mäkinen H., Annikki M., Hynynen J.** (2009) Predicting Wood and Branch Properties of Norway Spruce as a Part of a Stand Growth Simulation System. In: Dykstra, D.P. & Monserud, R.A. (eds.). *Forest Growth and Timber Quality: Crown Models and Simulation Methods for Sustainable Forest Management*. USDA Forest Service, pp. 15-21.
23. **Metzler B.** (1997) Quantitative assessment of fungal colonization in Norway spruce after green pruning. *European Journal of Forest Pathology*, 27: 1-11.
24. **Mitscherlich G., Gadow K.** (1968) Über den Zuwachsverlust bei der Ästung von Nadelbäume. *Allg. Forst und Jagdztg*, 139: 175-184.
25. **Mosandl R., Knoke T.** (2002) Produktion von Fichtenqualitätsholz durch Astung. *AFZ-Der Wald*, 3: 120-123.
26. **O'Hara K.L.** (2007) Pruning wounds and occlusion: a long-standing conundrum in forestry. *Journal of Forestry*, 105: 131-138.
27. **Ozolins R.** (2002) Forest stand assortment structure analysis using mathematical modelling. – *Metsanduslikud uurimused XXXVII*, 33–42.
28. **Paterson A.** (1938) The Occlusion of Pruning Wounds in Norway Spruce (*Picea excelsa*) *Ann Bot* (1938) 2(3): 681-698
29. **Phillips H.** (2004) Pruning adds value to plantations. *Silviculture / Management* 11: 4p.
30. **Price C.** (1989) *The theory and application of forest economics*. Basil blackwell. Ltd., 402 pp.
31. **Rikala J.** (2003). Spruce and pine on drained peatlands wood quality and suitability for the sawmill industry. University of Helsinki, Department of Forest Resource Management, 35, 147 p.
32. **Rotert F.** (2000) *Wertästung: Mit Zeitstudien; Kiefer, Lärche, Fichte, Douglasie, Wildkirsche, Roterle, Eiche*. Selbstverlage, 35s.
33. **SAC** (2007) *Pruning to Improve Timber Quality: Technical note*, 9p.
34. **Schmalz J.** (1989) *Waldpflege in Theorie und Praxis*. Göttingen, 98 S.
35. **Schulz H.** (1961) Die Beurteilung der Qualitätsentwicklung jünger Bäume. *Forstarchiw*, 32: 89-99.
36. **Shigo A.L.** (1984). Tree decay and pruning. *Arboricultural Journal*, 8: 1-12.
37. **Vasiliauskas R.** (2001) Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry*, 74: 319-336.