
Atzarošanas ietekme uz parastās egles stumbra kvalitāti jaunaudzes vecumā

Endijs Bāders¹, Una Neimane¹, Andis Adamovičs¹,
Jānis Donis¹, Guntars Šņepsts¹, Āris Jansons^{1*}

Bāders, E., Neimane, U., Adamovičs, A., Donis, J., Šņepsts, G., Jansons, Ā. (2013). Atzarošanas ietekme uz parastās egles stumbra kvalitāti jaunaudzes vecumā. *Mežzinātne* 27(60): 77-90.

Kopsavilkums. Augošu koku atzarošana tiek veikta ar mērķi iegūt bezzaru koksni un paaugstināt audzes ekonomisko vērtību. Latvijā pēdējos gados veikti plaši pētījumi par bērzu atzarošanu, tajā pašā laikā līdz šim pieejamā informācija par tādas ātraudzīgas un ekonomiski nozīmīgas skuju koku sugas kā parastā egle atzarošanu ir fragmentāra un balstīta uz nelielu novērojumu skaitu. Tādēļ pētījuma mērķis ir atzarotajās egļu audzēs novērtēt zaru vietu apaugšanu un šo procesu ietekmējošos faktorus, kā arī atzarošanas ietekmi uz briežveidīgo dzīvnieku bojāto koku īpatsvaru.

Pētījuma veikšanai no a/s „Latvijas valsts meži” atzaroto egļu audžu datu bāzes augstāko bonitāšu audzēs atlasīti 45 nogabali, kuru platība nav mazāka par 0,5 ha, izložējot tos no mežaudžu (nogabalu) grupām, kas definētas atbilstoši vecumam saskaņā ar taksācijas aprakstu (desmitgade) un atzarošanas brīdi (3 periodi: līdz 2005. gadam, 2006.-2008. g.g., 2009.-2011. g.g.), nogabalu skaitu no katras grupas nosakot proporcionāli tās īpatsvaram atzaroto audžu kopā. Pēc izlozes novērtēts audžu ģeogrāfiskais izvietojums, un atsevišķās grupās veikta atkārtota nejauša nogabalu izvēle tā, lai kopumā atlasīto nogabalu teritoriālais izvietojums būtu iespējami vienmērīgāks un plašāks. Katrā nogabalā regulārā tiklā izvietoti 30 punkti. Katram punktam tuvākajam atzarotajam kokam un šim kokam tuvākajiem 4 kokiem (neatkarīgi no tā, vai tie ir vai nav atzaroti) izmērīts augstums, caurmērs, bezzaru daļas garums, noteikta Krafta klase, raksturoti bojājumi (briežveidīgo dzīvnieku, kukaiņu, sala utt.), un novērtēta vairākuma zara vietu apaugšanas pakāpe (pilnībā apaudzis, aizsveķojies, neaizsveķojies – kokā zara vietā ar sveķiem neaizvilcīes caurums).

Nelielai daļai (1,2 %) atzaroto egļu 3-10 gadu periodā zaru vietas bija pilnībā apaugušas, lielākajai daļai (68,8 %) – aizsveķojušās un pārējām (30 %) – vaļējas. Atzarotajiem kokiem vizuāli netika konstatēti sēņu bojājumi, savukārt lielākajai to daļai (6,5 %) konstatēti dzīvnieku bojājumi, kuru mazāk ir neatzarotajiem kokiem (2,5 %).

Nozīmīgākie vārdi: mērķtiecīga meža apsaimniekošana, egles zarojums, bezzaru koksne, briežveidīgo dzīvnieku bojājumi.

•••

¹ LVMI Silava, Rīgas iela 111, Salaspils, LV-2169, Latvija; *e-pasts: aris.jansons@silava.lv

Bādērs, E.², Neimane, U.², Adamovičs, A.², Donis, J.², Šņepsts, G.², Jansons, Ā.^{2*}

Influence of pruning on stem quality of young Norway spruces.

Abstract. Norway spruce is an economically important tree species in Latvia, but knowledge on one of its management measures with a potential to improve monetary value of the tree – pruning – is limited. Therefore aim of our study was to characterize healing of branch scars of pruned Norway spruces and factors affecting the process as well as changes in browsing damages due to pruning.

Study material was collected in 45 randomly selected stands with highest site indexes from groups defined by stand age and pruning time (year), proportional to number of pruned stands in each group. In each stand 30 sample plots were placed regularly and measurements carried out for the pruned tree at the center of each sample plot point and 4 its closest neighboring trees. Height, diameter and height of branch-free part of each tree were measured and Kraft class, damages (area affected and cause – browsing, insects, frost, fungi) and status of majority of branch scar (completely healed over, healed with resin, not covered with resin i.e. open) were assessed.

Branch scars have been healed over only for 1.2% of spruces in 3-10 year period after pruning; for majority of trees (68.8%) they were partly occluded (covered with resin) and for the rest (30%) – open. No visual signs of fungal infection or drop in vitality of trees were observed after pruning, but proportion of trees with browsing damages was increasing and reached 6.5% for pruned trees in comparison to 2.5% for control.

Key words: value-added forestry, spruce branches, branch-free wood, browsing damages.

...

Бадерс, Э.³, Неймане, У.³, Адамовичс, А.³, Донис, Я.³, Шнепстс, Г.³, Янсонс, А.^{3*}

Влияние ответвления на качество ствола ели в возрасте молодняка.

Резюме. Ответвление растущих деревьев осуществляется с целью получить безсучковую древесину и повысить экономическую ценность насаждения. В последние годы в Латвии проводились обширные исследования об ответвлении березы, но до сих пор данные, полученные об ответвлении такой быстрорастущей и экономически значимой хвойной породы каковой является ель, доступны лишь фрагментарно и основаны на малом количестве наблюдений. Задача данного исследования – в ответвлённых еловых насаждениях оценить нарост в точках удалённых сучьев, а также оценить влияние ответвления на удельный вес повреждений, нанесённых копытными.

Для проведения исследований из базы данных А/О „Latvijas valsts meži” об ответвлённых еловых насаждениях избраны 45 участки в насаждениях с высшими бонитетами, с площадью не менее 0,5 га, разыграв их из групп насаждений (участков)

² Latvian State Forest Research Institute “Silava”, 111 Riga str., Salaspils, LV-2169, Latvia,

*e-mail: aris.jansons@silava.lv

³ ЛГИЛ «Силава», ул. Ригас 111, Саласпилс, LV-2169, Латвия; *эл. почта: aris.jansons@silava.lv

kas raksturo lielu dimensiju bezzaru koksnes īpatsvaru (iznākumu). Šādas koksnes iznākums atkarīgs no dabiskās atzarošanās, ko nosaka zara diametrs, tā nokalšanas laiks un koka radiālais pieaugums. Dabisko atzarošanos meža apsaimniekošanas procesā iespējams ietekmēt, mainot audzes biežumu kopšanas cirtēs – salīdzinoši augsta sākotnējā biežuma apstākļos zaru augšana stumbra apakšējā daļā ir traucēta, savukārt, kopšanas ciršu rezultātā vēlākajos gados samazinot audzes biežumu, tiek radīti optimāli apstākļi zaru vietu apaugšanai (Ikonen *et al.*, 2009). Tomēr daudzām koku sugām, pat biežās audzēs, nav panākama pietiekami laba dabiskā atzarošanās. Piemēram, eglei, balteglei un duglāzījai sauso zaru apaugšana (laiks starp zara nokalšanu un zara vietas apaugšanu tādā mērā, ka tā vairs nav redzama uz stumbra virsmas) var ilgt pat 30-90 gadus (Paterson, 1938; Petruncio *et al.*, 1997; Mäkinen, 1999; Mäkinen *et al.*, 2003). Tāpēc garantētai bezzaru koksnes ieguvei ciršanas vecumā izmanto augošu koku atzarošanu.

Augošu koku atzarošana daudzās valstīs, galvenokārt Rietumeiropā, gan skuju kokiem, gan cietajiem lapu kokiem veikta jau ilgstoši, tādējādi uzkrājot ievērojamu pieredzi gan par šīs meža apsaimniekošanas aktivitātes tehnoloģiskajiem risinājumiem, gan atzarošanas ietekmi uz koku turpmāko augšanu. Latvijā, līdzīgi kā citās hemiboreālo un boreālo mežu zonā ietilpstošajās valstīs, notiek nozīmīga izpēte par parastās priedes un kārpainā bērza atzarošanu (Fitzsimons, 1989; Rotert, 2000), taču informācija par egles atzarošanu ir fragmentāra un nepilnīga. Tas galvenokārt saistīts ar mūsu reģionā dominējošo pieņēmumu, ka egles koksne

vienmēr ir ar zariem, ņemot vērā šīs koku sugas lēno dabisko atzarošanos, ko apliecina, piemēram, šai sugai lietotā zāgmateriālu kvalitātes klasifikācija, tādējādi neveidojot tirgū pieprasījumu pēc bezzaru koksnes. Savukārt, ja nav pieprasījuma – un atbilstoši augstāka cena – meža apsaimniekotāji nav ieinteresēti veikt atzarošanu – līdz ar to neveidojas arī piedāvājums. Tādēļ atsevišķas valstis, piemēram, Lielbritānija, kur līdzīga situācija vērojama Sitkas egles tirgū, ar atbalsta maksājumiem meža īpašniekiem veicina atzarošanu un bezzaru koksnes piedāvājuma veidošanos (Macdonald, Hubert, 2001; Phillips, 2004). Atbalsta maksājumi noteiktai aktivitātei saistīti ar nodokļu slogu citām, tādēļ, pirms šāda lēmuma pieņemšanas, ir būtiski veikt izpēti, vispusīgi novērtējot atbalstāmā pasākuma potenciālo efektivitāti un ar to saistītos riskus.

Ņemot vērā egles nozīmīgo īpatsvaru kopējā Latvijas mežu platībā un šīs koku sugas augsto produktivitāti, kā arī zemo dabiskās atzarošanās intensitāti, pētījuma mērķis ir raksturot zara vietu apaugšanu un to ietekmējošos faktoros, kā arī dzīvnieku izraisītu bojājumu risku atzarotajās parastās egles audzēs.

Materiāli un metodes

Pētījuma objektu atlasē gaitā visas a/s „Latvijas Valsts meži” teritorijā esošās atzarotās egļu audzes, kuru platība nav mazāka par 0,5 ha un bonitāte nav zemāka par II (saskaņā ar taksācijas aprakstu), sadalītas grupās pēc vecuma desmitgades (saskaņā ar taksācijas aprakstu) un atzarošanas gada (3 periodi: līdz 2005. gadam, 2006.-2008. g.g., 2009.-2011. g.g.). No katras

grupas, proporcionāli tajā pārstāvētajam nogabalu skaitam, izlozēti pētījumu objekti tā, lai kopējais nogabalu skaits būtu 45 (1. tab.). Pēc izlozes novērtēts audžu ģeogrāfiskais izvietojums, un atsevišķās grupās veikta atkārtota nejauša nogabalu izvēle tā, lai kopumā to teritoriālais izvietojums būtu iespējami vienmērīgāks un plašāks. No atlasītajiem 45 nogabaliem, kalendārā gada laikā no atzarošanas brīža, kopšanas cirte veikta 11 nogabalos. Lielākā daļa no visām atzarotajām eglēm – 964 egles jeb 60 % – uzmērītas vēri, mazāk – 339 egles jeb 21 % – damaksnī, bet citos meža tipos 2 % līdz 6 % no visām atzarotajām eglēm. Izvēlēto audžu vidējie taksācijas rādītāji nogabalu atlasē brīdī bija šādi: audzes vecums $26 \pm 1,6$ gadi, vidējais koku augstums $12,7 \pm 0,69$ m, vidējais stumbra caurmērs $8,6 \pm 1,40$ cm.

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; informācija par izmērītajiem kokiem apkopota 2. tabulā.

Katrā audzē atlasītajiem kokiem izmērīts vai novērtēts:

a) augstums un caurmērs;

b) Krafta klase;

c) stumbra kvalitāte (pirmajos 4 metros pa 2 m sekcijām, ir/nav atbilstoša zāgbaļķa kvalitātes kritērijiem), defekti (sausšanās, padēls, vairākas galotnes);

d) atzarotās (neatzarotajiem kokiem – dabiski atzarojušās) daļas garums;

e) zara vietu apaugšanas pakāpe (dominējošās situācijas pirmajos stumbra 3 m) – neaizsveķojusies (zara vietā kokā ar sveķiem neaizvilcies caurums), aizsveķojusies vai pilnībā apaugusi zaru vieta;

f) dzīvnieku izraisītu bojājumu pazīmes;

g) plaisas un sēņu bojājumu pazīmes, kukaiņu bojājumi (vizuāls novērtējums).

Audzēs koku skaits aprēķināts kā aritmētiskais vidējais koku skaits no parauglaukumiem, kuriem koku skaits noteikts, izmantojot formulu (Liepa, 1996):

$$N = \frac{1000}{L^2 \cdot K^2}, \text{ kur} \quad (1)$$

N – koku skaits uz hektāra;

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

K – korekcijas koeficients:

$$K = 0,0034L^3 - 0,0184L^2 + 1,2173 \quad (2)$$

Datu apstrādei pielietota korelācijas analīze un dispersijas analīze.

1. tabula / Table 1

Apsekoto audžu sadalījums
Distribution of stands included in the study

Bonitāte Site index	Atzarošanas gads Year of pruning							
	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		

Rezultāti

Konstatēts, ka no visiem atzarotajiem kokiem 72 % ir I bonitātes audzēs, bet 11 % un 16 % – attiecīgi Ia un II bonitātes audzēs. Salīdzinot aizsveķojušos un neaizsveķojušos zaru vietu īpatsvaru dažādu bonitāšu audzēs (2. tab.), secināts, ka Ia bonitātes audzēs 57 % atzaroto koku zaru vietas nav aizsveķojušās, bet 43 % koku zaru vietas ir aizsveķojušās. Savukārt I un II bonitātes audzēs atzarotajiem kokiem zaru vietas pārsvarā ir aizsveķojušās: I bonitātes audzēs 74 %, bet II bonitātes audzēs 64 % koku ir ar aizsveķotām zaru vietām.

Rezultāti liecina, ka paraugkopā, kur atzarošana veikta pirms 3-10 gadiem, aizsveķoto zaru vietu ir ievērojami vairāk nekā neaizsveķoto. Audzēs, kur atzarošana veikta laika periodā no 2003. gada līdz 2009. gadam, koku ar aizsveķotām zaru

vietām īpatsvars variē robežās no 65 % līdz 79 %. Pretēja situācija ir audzē, kur atzarošana veikta tikai 2 gadus pirms mērījumiem – 75 % atzaroto koku konstatētas neaizsveķotas zaru vietas (2. tab.).

Dispersijas analīzē noskaidrots, ka vidējais atzarošanas augstums starp kokiem ar dažādām zaru vietu apaugšanas pakāpēm ir nedaudz, bet statistiski būtiski ($p < 0,05$; $\alpha = 0,05$) atšķirīgs. Tāpat vidējais atzarošanas augstums ir būtiski atšķirīgs starp atzarošanas gadiem. Veicot korelācijas analīzi, konstatēts, ka audzes biezuma atšķirībām nav statistiski būtiskas ietekmes uz dominējošo zaru vietu apaugšanas pakāpi.

Lielākais atzarošanas augstums konstatēts 2003. gadā atzarotajiem kokiem: kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām $4,5 \pm 0,91$ m, ar aizsveķotām zaru vietām – $4,2 \pm 0,38$ m. Laika periodā no 2004. gada

2. tabula / Table 2

Atzarotie koki ar dažādu zaru vietu apaugšanas pakāpi
Proportion of pruned trees with various degrees of branch scar occlusion

Grupa Group		Zaru vietu apaugšanas pakāpe, % Degree of occlusion of branch scar, %	
		Neaizsveķojusies Not covered with resin	Aizsveķojusies Covered with resin
Bonitāte Site index	Ia	57	43
	I	26	74
	II	36	64
Atzarošanas gads Year of pruning	2003	25	75
	2004	33	66
	2005	21	79
	2006	32	67
	2007	34	66
	2008	16	82
	2009	27	73
	2010	76	24

līdz 2010. gadam vidējais atzarošanas augstums eglēm ar neaizsveķotām zaru vietām variē robežās no $2,9 \pm 0,13$ m līdz $3,7 \pm 0,28$ m, kamēr atzarošanas augstums eglēm ar aizsveķotām zaru vietām šajā pašā laika periodā ir robežās no $3,0 \pm 0,07$ m līdz $3,6 \pm 0,19$ m.

Līdz vainaga sākumam (zaļo zaru zonā) bija atzaroti 55 % no visiem atzarotajiem kokiem, bet tikai sauso zaru zonā – 45 %. Analizējot zaru vietu apaugšanas pakāpes dažādā augstumā atzarotiem kokiem, kon-

statēts, ka no kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām 63 % koku atzarošana veikta sauso zaru zonā, savukārt, no kokiem ar aizsveķotām zaru vietām 62 % koku atzarošana veikta arī zaļo zaru zonā (3. tab.).

Atzaroto koku ar neaizsveķotām zaru vietām augstums sasniedz vidēji $14,7 \pm 0,48$ m koptās un $14,1 \pm 0,27$ m nekoptās audzēs, savukārt koku augstums atzarotiem kokiem ar aizsveķotām zaru vietām ir vidēji $13,1 \pm 0,27$ m gan koptās, gan nekoptās audzēs. Konstatēts, ka Ia bonitātes audzēs kokiem ar

3. tabula / Table 3

Uzmērīto koku sadalījums
Grouping of sampled trees

Grupa Group	Atzaroti koki – zara vietu apaugšanas pakāpe Pruned trees – degree of occlusion of branch scar				Neataroti koki Unpruned trees
	Apaugusi Occluded	Neaizsveķojusies Not covered with resin	Aizsveķojusies Covered with resin	Kopā Total	
Visi uzmērītie koki All trees	20	491	1103	1614	4368
Atzaroti arī zaļajā vainagā Pruned also in green crown	3	184	685	872	–
Atzaroti tikai sauso zaru zonā Pruned only in dead branch zone	17	307	418	742	–
2003.-2005. ¹	1	116	333	450	–
2006.-2008. ¹	19	310	659	988	–
2009.-2011. ¹	0	71	105	176	–
Krafta klase 1 Craft class 1	4	101	254	359	512
Krafta klase 2 Craft class 2	13	289	628	930	1948
Krafta klase 3 Craft class 3	3	89	188	280	1136
Krafta klase 4 Craft class 4	–	11	19	30	546
Krafta klase 5 Craft class 5	–	7	8	15	226

¹ atzarošanas laiks: 2003.-2005., 2006.-2008. un 2009.-2011. gadā /
time of pruning: year 2003-2005, 2006-2008 and 2009-2011.

aizsveķotām zaru vietām vidējais augstums ir $14,5 \pm 0,52$ m, bet I un II bonitātes audzēs – attiecīgi $13 \pm 0,20$ m un $13,2 \pm 0,32$ m, savukārt kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām vidējais augstums Ia un II bonitātes audzēs ir $14,4 \pm 0,43$ m, bet I bonitātes audzēs – $14,7 \pm 0,34$ m.

Vidējais atzarošanas augstums atzarotajiem kokiem ar aizsveķotām zaru vietām ir $3,3 \pm 0,08$ m gan koptās, gan nekoptās audzēs, savukārt vidējais atzarošanas augstums atzarotajiem kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām koptās un nekoptās audzēs ir attiecīgi $3,3 \pm 0,09$ m un $3,6 \pm 0,10$ m. Aprēķinot vidējo augstumu līdz pirmajam sausajam zaram, konstatēts, ka koptajās audzēs tas variē robežās no $3,1 \pm 0,12$ m kokiem ar aizsveķotām zaru vietām un līdz $3,5 \pm 0,11$ m kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām. Savukārt nekoptajās audzēs sausā zara augstums gan kokiem ar aizsveķotām, gan neaizsveķotām zaru vietām ir $3,7 \pm 0,09$ m. Ievērojami lielākas atšķirības vērojamas, nosakot augstumu līdz pirmajam zaļajam zaram – atzarotajiem kokiem ar aizsveķotām zaru vietām zaļā zara augstums sasniedz vidēji $4,3 \pm 0,13$ m nekoptajās un $4,1 \pm 0,18$ m koptajās audzēs, bet atzarotajiem kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām – $5,7 \pm 0,24$ m nekoptajās un $5,3 \pm 0,38$ m koptajās audzēs.

Dendrofāgo kukaiņu bojājumi konstatēti tikai dažiem kokiem; ārēji defekti, kas liecinātu par sēņu bojājumiem atzarotajās vietās, konstatēti tikai 3 kokiem no visām uzmērītajām eglēm (4. tab.). Konstatēts, ka statistiski būtiski ($p < 0,05$; $\alpha = 0,05$) atšķiras koku īpatsvars ar plaisām atzaroto un neatzaroto eglu grupā (attiecīgi 6,6 % un 3,9 %); arī dzīvnieku izraisīto

bojājumu īpatsvars atzaroto eglu grupā ir būtiski ($p < 0,05$; $\alpha = 0,05$) augstāks nekā neatzaroto eglu grupā (attiecīgi 6,5 % un 2,9 %). Konstatēts, ka pastāv būtiska atšķirība ($p < 0,05$; $\alpha = 0,05$) starp dzīvnieku bojājumu īpatsvaru atzarotajiem kokiem ar neaizsveķotām (10 %) un aizsveķotām zaru vietām (5 %).

Lielākā daļa apsekoto nogabalu (81 % no visiem atzarotajiem kokiem) ir vēri un damaksnī. Analizējot attiecību starp koku īpatsvaru ar neaizsveķotām un aizsveķotām zaru vietām, konstatēts, ka damakšņa, slapjā vēra un šaurlapju un platlapju āreņa eglu audzēs pastāv statistiski būtiskas ($p < 0,05$; $\alpha = 0,05$) atšķirības salīdzinājumā ar vidējo attiecību starp abiem zaru apaugšanas veidiem visās audzēs kopumā. Platlapju ārenī neaizsveķojušās zaru vietas konstatētas divām eglēm, savukārt aizsveķojušās – 57 atzarotajām eglēm. Šaurlapju ārenī 49 eglēm zaru vietas bija neaizsveķojušās un 43 eglēm – aizsveķojušās. Slapjajā vēri 26 kokiem zaru vietas bija neaizsveķojušās, bet 23 kokiem – aizsveķojušās. Damaksnī no kopumā uzmērītajiem atzarotajiem kokiem 34 % zaru vietu bija neaizsveķojušās, bet 64 % – aizsveķojušās, līdzīgi rezultāti iegūti arī vēri – attiecīgi 30 % un 70 %.

Diskusija

Veicot atzarošanu, svarīga nozīme ir iespējami ātrākai zara vietas apaugšanai. Tas nepieciešams, galvenokārt, lai:

- novērstu koksnes šķiedru nevienmērīgumu, kā arī sveķu „kabatu” un mizas ieaugumu rašanos koksne (Paterson, 1938);
- samazinātu sēņu infekciju risku (Gill,

4. tabula / Table 4

Atzarotajām un neatzarotajām parastajām eglēm konstatētie defekti
Defects on pruned and unpruned spruces

Defekts <i>Defect</i>	Atzarotie koki <i>Pruned trees</i>			Neatarotie koki <i>Unpruned trees</i>
	Neaizsveķojies <i>Not covered with resin</i>	Aizsveķojies <i>Covered with resin</i>	Kopā <i>Total</i>	
Stumbra likums <i>Bent stem</i>	0	2	2	26
Kukaiņu bojājumi <i>Insect damages</i>	0	4	4	6
Lauzts stumbrs <i>Broken trunk</i>	3	9	12	173
Stumbra plaisa <i>Stem crack</i>	33	74	107	170
Dzīvnieku bojājumi <i>Browsing damages</i>	51	54	105	125

2003; Jactel *et al.*, 2009).

Zara vietas apaugšanu ietekmē vairāki faktori: koka radiālais pieaugums, atstātā zara stumbeņa garums, zara diametrs, zara stāvoklis, koku suga, atzarošanas sezona, atzarošanas augstums (O'Hara, 2007; Jactel *et al.*, 2011).

Zara vietas apaugšanas ilgumu galvenokārt nosaka stumbra radiālais pieaugums, kā arī zara kambija veidošanās pēc zara nokalšanas. Jactel *et al.* (2011) uzskata, ka svarīgi ir panākt, lai koki pēc atzarošanas strauji augtu resnumā, kas veicinātu ātrāku zaru rētu apaugšanu. Tādēļ svarīgi ir atzarošanu piesaistīt audzes kopšanas pasākumiem (Mäkinen *et al.*, 2005, Jactel *et al.*, 2011).

Mūsu pētījumā, diemžēl, nebija pieejama informācija par stumbra caurmēru pirms atzarošanas uzsākšanas, kas tādējādi ierobežo iespēju salīdzināt caurmēra pieauguma izmaiņas vairākus gadus pēc

atzarošanas. Salīdzinot atzaroto stumbra caurmēru 1,3 m augstumā, nav konstatētas statistiski būtiskas atšķirības kokiem ar zara vietu apaugšanas veidu „neaizsveķojies” un „aizsveķojies”. Kokiem ar pilnīgi apaugušām zaru vietām (1,2 % no paraugkopas) konstatēts lielāks vidējais caurmērs nekā kokiem ar citiem zaru vietu apaugšanas veidiem (attieciņi 16 cm un 15 cm). Par labāk augošu koku spēju straujāk „apaudzēt” rētas, netieši liecina mūsu pētījumā konstatētā meža tipa ietekmes tendence – damaksnī koku ar neaizsveķotām zaru vietām īpatsvars ir salīdzinoši mazāks nekā citos analizētajos meža tipos.

Pētījumā noskaidrots, ka kokiem ar neaizsveķotām zaru vietām vainaga sākuma augstums un kopējais koka augstums ir lielāks nekā kokiem ar aizsveķotām zaru vietām: audzēs, kur veikti kopšanas pasākumi starpība ir 1,5 m, audzēs bez kopšanas – 1 m. Šādu novērojumu iemesls, iespējams, ir tāds,

ka pirmajos gados pēc atzarošanas jaunajos stresa apstākļos koki ražo vairāk sveķu, un tiem daļēji vai pilnībā apstājas augstuma pieauguma veidošanās. Tādējādi pazeminās atzaroto koku konkurētspēja (McNamara, 2005). Neatkarīgi no zara vietu apaugšanas pakāpes vidējais atzarošanas augstums bija 25 % no vidējā koku augstuma, kas nepārsniedz literatūrā minēto: egles optimāli zaļajam vainagam vajadzētu sasniegt 2/3 no koka garuma. Pārāk lielas zaļā vainaga daļas atzarošana var būtiski samazināt pieaugumu, kā arī palielināt zaru vietu apaugšanas laiku (Jactel *et al.*, 2011), turklāt retās audzēs, ar lielu zaļā vainaga garumu, pat dažu zaru mieturu atzarošana var izraisīt pieauguma zudumus (O'Hara, 2007). Citādi tas ir slēgtās audzēs, kur apakšējiem zariem pārsvarā ir „ēnas” skujas, kas tikpat kā neražo organiskās vielas, bet patērē tās elpošanai un citu dzīvības procesu uzturēšanai, tādēļ dažu apakšējo zaru noņemšana var pozitīvi ietekmēt pieauguma veidošanos (Ikonen *et al.*, 2009). Turklāt jāņem vērā, ka 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 dažādu audžu reakcija var būt atšķirīga (Metzler *et al.*, 2012).

Līdzšinējos pētījumos norādīts, ka atzarošanu ieteicams izdarīt 6-9 m augstumā vairākos paņēmienos, turklāt tā nav lietderīga mazāk par 4 m garā stumbra posmā (Hanley, Reutebuch, 1984; Deal *et al.*, 2003; O'Hara, 2007; Rikala, 2003). Tas atbilst mūsu pētījumā konstatētajam atzarošanas augstumam. Literatūrā norādīts, ka atzarota koka stumbra resgaļa nogrieznis 4,2 m garumā, kas atbilst 14 % no 30 m

augstas egles stumbra garuma, nodrošina 50 % no stumbra koksnes vērtības.

Pētījumā, analizējot 3-10 gadus vecu zaru rētu apaugšanas pakāpi, noskaidrots, ka koku ar aizsveķotām (gandrīz apaugušām) zaru vietām īpatsvars ir ievērojami lielāks (vidēji 70 %) nekā kokiem, kam zaru vietas ir neaizsveķojušās, bet divus gadus vecas zaru vietas pārsvarā novērtētas kā neaizsveķojušās. Tas visumā sakrīt ar literatūrā minēto, ka vidējais 2 cm resna zara rētas apaugšanas laiks eglei ir 4-12 gadi. Eglei zaru rētu apaugšana norit lēnāk nekā citām koku sugām, piemēram, 5-8 gadi saldajam ķirsim un ozolam (O'Hara, 2007).

Rētas apaugšanas laiku pēc atzarošanas ietekmē arī tas, vai atzarošana veikta zaļo vai sauso zaru zonā. Zaļajiem zariem laiks, kas vajadzīgs, lai brūces pilnībā apaugtu, ir ievērojami īsāks. Parastai eglei brūču dzišana sākas pirmajā augšanas sezonā pēc atzarošanas un pilnībā noslēdzas vidēji 4-12 gados (Paterson, 1938; Metzler, 1997; O'Hara, 2007). Atšķirībā no sauso zaru brūcēm, zaļo zaru brūču apaugšana (dzišana) norit no abām pusēm – gan no stumbra kambija, gan no zara bāzes kambija. Dzīvā kambija trūkums zara bāzē kavē sauso zaru rētu dzišanu. Lai dzišanas procesu varētu pārņemt stumbra kambija šūnas, brūces vietai vēl nepieciešams apaugt apkārt zara bāzei (Paterson, 1938). To pierāda arī mūsu pētījumā konstatētais, ka neaizsveķojušos (neapaugušu) zaru vietu vairāk ir kokiem, kas atzaroti tikai sauso zaru zonā.

Bieži vien caur zaru rētām koks var inficēties ar slimības izraisītu sēņu sporām, kas rada koksnes iekrāsošanos, trupi un izmaiņas ūdens plūsmā, tādēļ agrāk egles

atzarot neieteica (Metzler, 1997; Rikala, 2003). Tomēr, veicot rūpīgu zaļo zaru atzarošanu, trupes ieviešanās risks ir zems, ja egles zaru caurmērs nepārsniedz 2-4 cm (Metzler, 1997; Rikala, 2003). Skuju kokiem zaļo zaru vietas pārklājas ar sveķiem. Sveķu plūsma ir koka sākotnējā reakcija uz stresu; sveķi pasargā koku no infekcijas iekļūšanas stumbrā un paātrina brūču apaugšanu. Atzarojot sausos zarus, no zaru brūcēm sveķi neizdalās, un tādējādi nevar efektīvi pasargāt koku no sēņu infekcijām (Curtis, 1936). Lai mazinātu inficēšanās risku, ieteicams zaļos zarus atzarot veģetācijas perioda sākumā, kad skuju kokiem strauji izdalās sveķi un vienlaicīgi veidojas arī apļveida uzaugums ap brūci, kas veicina brūces apaugšanu (O'Hara, 2007; Metzler *et al.*, 2012). Mūsu pētījumā audzēs, kur atzarošana veikta arī zaļo zaru zonā (55 % gadījumu), ievērojami vairāk konstatētas aizsveķojušās zaru vietas, kas potenciāli samazina sēņu infekcijas iespēju. Tomēr jāatzīmē, ka sveķu pastiprināta izdalīšanās ne vien samazina koka inficēšanās risku, bet vienlaikus arī palielina t.s. sveķu „kabatu” veidošanās varbūtību, kas negatīvi ietekmē koksnes mehāniskās īpašības (Schatz *et al.*, 2008). Tā kā pētījuma gaitā nebija iespējams analizēt atzaroto koku koksnes paraugus, tad nav arī nosakāma konstatēto zaru vietu apaugšanas pakāpju „aizsveķojušās” un „neaizsveķojušās” pozitīvā vai negatīvā ietekme uz atzarotās koksnes kvalitāti.

Citos pētījumos minēts, ka parastās egles uzņēmību pret trupi nosaka konkrētās audzes ģeogrāfiskais izvietojums (attiecībā pret citām ar trupi inficētām audzēm) un atzarošanas laiks (Metzler *et al.*, 2012). Trupes sastopamība var būt atšķirīga audzēs ar

dažādu vēsturi, piemēram, audze veidojusies bijušā lauksaimniecības zemē vai meža zemē, bijis atšķirīgs audžu kopšanas režīms. Vietās (jaunaudzēs), kur jau ir problēmas ar trupes infekciju, nav ieteicams uzsākt atzarošanas pasākumus (Vadla, 1989; O'Hara, 2007). Curtis (1936) secinājis, ka skuju kokiem zaļo zaru atzarošana neizraisa sēņu slimības koka stumbrā. Tomiczek (1992) konstatējis *Ceratocystis spp.* pēc tam, kad atzarošana veikta ziemā, jo atzarotajiem kokiem sala ietekmē veidojas mizas bojājumi – sala plaisas, kas ļoti pazemina stumbra kvalitāti un veicina trupes infekciju. Mūsu pētījumā netika veikta detalizēta fizioloģisko mehānismu un meteoroloģisko faktoru, kas ietekmē plaisu veidošanos, analīze, tomēr augstāks to īpatsvars noteikts atzarotajiem kokiem. Iepriekšējo gadu pētījumos konstatēti gadījumi, kad vairākus gadus pēc egļu un priežu atzarošanas, koka stumbrā atrastas koka trupi izraisošo sēņu *Heterobasidion parviporum* un *Stereum sanguinolentum* sporas (Vadla, 1989; Metzler, 1997; O'Hara, 2007; Jactel *et al.*, 2011). Mūsu pētījuma rezultāti rāda, ka 2 līdz 10 gadus pēc atzarošanas, trupes ieviešanās atzarotajos stumbros, caur zaru vietām vai stumbra bojājumiem, nav notikusi tādā apmērā, kas vizuāli būtu vērtējams kā defekts; trupes pazīmes konstatētas tikai diviem kokiem. Tomēr nevar pilnībā noraidīt koku inficēšanās iespēju, jo mūsu pētījumā laboratorijas analīzes netika izdarītas.

Egle uzskatāma par koku sugu, kas salīdzinoši bieži pakļauta dzīvnieku bojājumiem (Gill, 2003). Pārnodžu radīti stumbra mizas bojājumi tai visbiežāk konstatēti 10-38 gadu vecumā, kas sakrīt ar atzarošanas mērķa vecumu (Vasiliauskas,

2001; Gill, 2003; Čermák, Strejček, 2007). Meža dzīvnieku bojājumi var nozīmīgi pazemināt atzaroto koku stumbru kvalitāti, tātad arī ietekmēt nākotnē iegūstamo kokmateriālu tirgus vērtību (Vasiliauskas, 2001; Gill, 2003). Konstatēts, ka dzīvnieku izraisīto mizas bojājumu rezultātā eglei pazeminājusies koksnes kvalitāte gan trupēšanas un iekrāsošanās, gan stumbra apakšējās daļas deformācijas dēļ (McLaughlin, Šica, 1996). Čehijā veiktajā pētījumā secināts, ka dzīvnieku radītie bojājumi audzes vērtību ciršanas vecumā var samazināt par aptuveni 20-30 % (Vasiliauskas, 2001; Čermák, Strejček, 2007). Novērots, ka ziemas periodā radies mehāniskais bojājums var izraisīt saussānu un līdz ar to pazemināt apaļkoku kvalitāti; ja kaitējums ir visā stumbra perimetrā, tad visbiežāk koks aiziet bojā (Han *et al.*, 1999). Bieži vien vējlauzēs un snieglauzēs cietušajiem kokiem lūzuma vieta sakrīt ar iepriekšējo, dzīvnieku izraisīto stumbra bojājuma vietu, jo šajā gadījumā pēc stumbra bojājumu sadzišanas mainās koksnes blīvums un šķiedru garums (Gill, 2003).

Dzīvnieku radīto brūču dziļšanu nosaka to izmērs, koka dzīvotspēja un suga (Han *et al.*, 1999; Vasiliauskas, 2001; Gill, 2003).

Bojāto koku īpatsvars un intensitāte atzarotajās audzēs saistīta ar audzes vecumu, stumbra caurmēru, koka sugu. Apakšējie zari eglei lielā mērā nodrošina aizsardzību pret stumbra bojājumiem, līdz brīdim, kad zari atmirst vai tiek veikta augošu koku atzarošana. Mūsu pētījumā apstiprinājies pieņēmums, ka atzarotajiem kokiem procentuāli lielāks ir dažādu bojājumu risks – tie konstatēti 6,5 % atzaroto koku un tikai 2,9 % neatzaroto koku, bet plaisas – attiecīgi 6,6 % un 3,9 % koku.

Kopumā varam secināt, ka atzarošanas rezultātā radušos zaru rētu apaugšanas pakāpi ietekmē meža tips, audzes bonitāte, atzarotā koka vainaga garums un laiks, kas pagājis pēc atzarošanas. Pētījumā konstatēts, ka vairākumā gadījumu 3-10 gadu vecas zaru vietas ir gandrīz apaugušas (68 % no paraugkopas). Tomēr atzarotajiem kokiem vairāk nekā neatzarotajiem novēroti dzīvnieku bojājumi un stumbra plaisas, kas nākotnē var samazināt iegūstamās koksnes vērtību.

Pateicība: dati ievākti a/s “Latvijas valsts meži” atbalstītā pētījuma “Egles augošu koku atzarošana un mehānisko stumbra aizsardzības pasākumu ietekme uz turpmāko koka augšanu un tā kvalitāti” ietvaros. Lauka un kamerālo darbu izpildē iesaistīti LVMI Silava pētījumu grupas dalībnieki: R. Rieksts-Riekstiņš, J. Rieksts-Riekstiņš, J. Kalniņš, M. Puriņš.

Literatūra

- Carmer, S.M., Stahl, D.C., Fohrell, W.B., McDonald, K.A. (1988). Exploring the relationship between local grain angle and initial fracture in lumber subject to tensile load. Proceedings of International Conference on Timber Engineering (Vol. 2.), Seattle, WA, pp. 566-575.
- Čermák, P., Strejček, M. (2007). Stem decay by *Stereum sanguinolentum* after red deer damage in the Českomoravská vrchovina highlands. Journal of Forest Science, 53, pp. 567-572.

- Curtis, J.D.** (1936). A method of pruning dead branches. *Forestry Chronology*, 12, pp. 291-299.
- Deal, R.L., Barbour, R.J., McClellan, M.H., Parry, D.L.** (2003). Development of epicormic sprouts in Sitka spruce following thinning and pruning in south-east Alaska. *Forestry*, 76(4): 401-412.
- Fitzsimons, B.** (1989) Pruning conifers in Ireland. *Irish Forestry*, 46, pp. 29-42.
- Gill, R.M.A.** (2003). The economic implications of deer damage in woodlands and forests. – Goldberg, E. (ed.). *The Future for Deer: The Deer Initiative Conference*, March 28-29, 2003, Peterborough, English Nature Research Reports, 548, pp. 26-31.
- Han, H.S., Kellog, L.D., Filip, G.M., Brown, T.D.** (1999). Scar closure and future timber value in losses from thinning damage in western Oregon. *Forest Products Journal*, 50, pp. 36-42.
- Hanley, D.P., Reutebuch, S.** (1984). *Pruning for Wood Quality Improvement*. Washington State University, 8 p.
- 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.
- Jactel, H., Nicoll, B.C., Branco, M., Gonzalez-Olabarria, J.R., Grodzki, W., Långström, B.** (2009). The influences of forest stand management on biotic and abiotic risks of damage. *Annals of Forest Science*, 66, pp. 1-18.
- Jactel, H., Branco, M., Gonzalez-Olabarria, J.R., Grodzki, W., Långström, B., Moreira, F., Netherer, S., Nicoll, B., Orazio, C., Piou, D., Santos, H., Schelhaas, M.J., Tojic, K., Vodde, F.** (2011). *Forest stands management and vulnerability to biotic and abiotic hazards*. European Forest Institute, Technical Report 64, 88 p.
- Mäkinen, H.** (1999). Growth, suppression, death, and self-pruning of branches of scots pine in southern and central Finland. *Canadian Journal of Forest Research*, 29, 585-594.
- Mäkinen, H., Ojansuu, R., Sairanen, P., Yli-Kojola, H.** (2003). Predicting branch characteristics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) from simple stand and tree measurements. *Forestry*, 76, pp. 525-546.
- Mäkinen, H., Hynynen, J., Isomäki, A.** (2005). Intensive management of Scots pine stands in southern Finland: First empirical results and simulated further development. *Forest Ecology and Management*, 215, pp. 37-50.
- Macdonald, E., Hubert, J.** (2001). A review of the effects of silviculture on timber quality of Sitka spruce. *Forestry*, 75(2): 107-138.
- McLaughlin, W., Šica, L.** (1996). Aļņu radītie mizas plēsumi parastai eglei un ar tiem saistītās trupes izraisītāju infekcijas. *Mežzinātne*, 39(6), 26.-37. lpp.
- McNamara, L.M.** (2005). Nutrient concentration of inner bark tissue in pine trees in Mpumalanga in relation to baboon damage. Dissertation, University of the Witwatersrand, Johannesburg, 141 pp.

- Megraw, R.A.** (1986). Douglas-fir wood properties. Proceeding of Douglas-fir: stand management for the future symposium, June 18-20, 1985, University of Washington, Seattle, pp. 86-91.
- Metzler, B.** (1997). Quantitative assessment of fungal colonization in Norway spruce after green pruning. *European Journal of Forest Pathology*, 27, pp. 1-11.
- Metzler, B., Hecht, U., Nill, M., Brüchert, F., Fink, S., Kohnle, U.** (2012). Comparing Norway spruce and silver fir regarding impact of bark wounds. *Forest Ecology and Management*, 274: 99-107.
- Liepa, I.** (1996). *Piceauguma mācība*. LLU, Jelgava, 123 lpp.
- O'Hara, K.L.** (2007). Pruning wounds and occlusion: A long-standing conundrum in forestry. *Journal of Forestry*, 105(3): 131-138.
- Paterson, A.** (1938). The occlusion of pruning wounds in Norway spruce (*Picea excelsa*). *Annals Botany*, 2(3): 681-698.
- Petruncio, M., Briggs, D., Barbour, R.J.** (1997). Predicting pruned branch stub occlusion in young, coastal Douglas-fir. *Canadian Journal of Forest Research*, 27(7): 1074-1082.
- Philips, H.** (2004). Pruning adds value to plantations. COFORD Connects, Silviculture/Management No. 11, Dublin, 4 p.
- 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, Publications 35, 147 p.
- Rotert, F.** (2000). Wertästung: mit Zeitstudien; Kiefer, Lärche, Fichte, Douglasie, Wildkirsche, Roterle, Eiche. Selbstverlage, 35 s.
- Schatz, U., Heräjärvi, H., Kannisto, K., Rantatalo, M.** (2008). Influence of saw and secateur pruning on stem discolouration, wound cicatrization and diameter growth of *Betula pendula*. *Silva Fennica*, 42(2): 295-305.
- Schermann, N., Adams, W.T., Aitken, S.N., Bastien, J.-Ch.** (1997). Genetic parameters of stem form traits in a 9-year-old coastal Douglas-fir progeny test in Washington. *Silvae Genetica*, 46(2-3): 166-170.
- Tomiczek, C.** (1992). Schaden durch Grunastung an Fichte. *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 109, pp. 185-192.
- Tong, Q., Duchesne, I., Belley, D., Beaudoin, M., Swift, E.** (2013). Characterization of knots in plantation white spruce. *Wood and Fiber Science*, 45(1): 1-14.
- Vadla, K.** (1989). Stammekvisting av gran (*Picea abies* (L.) Karst.). *Meddelelser fra Norsk Institutt for Skogforskning*, 43(3), 42 pp.
- Vasiliauskas, R.** (2001). Damage to trees due to forestry operations and its pathological significance in temperate forests: a literature review. *Forestry*, 74 (4): 319-336.
- Xiong, J.S.** (2010). Genetic analysis of forking defects in loblolly pine. Phd dissertation, Raleigh, North Carolina, 132 p.
- Zviedre, A.** (1999). *Egle*. Rīga, 51 lpp.