

Egles (*Picea abies* (L.) Karsten) vaļējo zaru izmēru saistība ar stumbra caurmēru

Z. Sarmulis^{1*}, *A. Drēska*¹, *L. Līpiņš*¹

Sarmulis, Z., Drēska, A., Līpiņš, L. (2009). Relationship between spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) uncovered knots dimensions and stem diameter. Mežzinātne / Forest Science 19(52): 122-133.

Kopsavilkums: Pētījuma mērķis – noskaidrot egles stumbra vaļējo zaru caurmēra izmaiņu raksturu saistībā ar stumbra parametriem, izmantojot 54 egles paraugkoku stumbru mērījumu datus. Paraugkoki nejausi izvēlēti ciršanas vecumu sasniegušās egļu audzēs ierīkotos parauglaukumos dažādās Latvijas vietās (Jaunpiebalgā, Kaivē, Misā, Rindā, Rucavā, Saldū).

Katram paraugkoka stumbram noteikti galvenie izmēri, tajā skaitā arī caurmērs dažādā attālumā no stumbra resgaļa, lai apzinātu stumbra formu visā tā garumā. Uzmērīti visi vaļējie zari, noteikts to caurmērs, attālums no stumbra resgaļa griezuma plaknes un orientācija pa stumbra perimetru attiecībā pret debespusēm. Dažāda garuma stumbru salīdzināšanai, to garums izteikts relatīvā formā. Tādā pašā veidā, saistībā ar stumbra caurmēru krūšaugstumā, izteikts arī zaru caurmērs. Zaru skaita izmaiņas apsekotas pa 1 m garām stumbra daļām.

Pētījuma rezultāti rāda, ka relatīvā formā izteikts zara caurmērs stumbra garenass virzienā mainās līdzīgi visās paraugkoku krūšaugstuma caurmēra grupās. Vidējais caurmērs maksimumu sasniedz tādā attālumā no resgaļa griezuma, kas lidzinās 0,7 no stumbra garuma. Atsevišķiem resnākajiem zariem caurmērs maksimumu sasniedz tajā stumbra vietā, kur attālums lidzinās 0,6 no stumbra garuma.

Nozīmīgākie vārdi: egle, vaļēji zari, izmēri, skaits.

...

Sarmulis, Z., Drēska, A., Līpiņš, L., Latvian University of Agriculture. **Relationship between spruce (*Picea abies* (L.) Karsten) uncovered knots dimensions and stem diameter.**

Abstract: The research objective is to clarify the character of uncovered knots diameter depending on tree stem dimensions. The reason for such objective is the lack of well-defined relationships between different indices used for the quantifying of the tree stem quality features necessary for simulation purposes. Computer tomography and other non-destructive methods for detection of knots parts enclosed inside tree stem wood are well-known recently; anyway the methods for research how to predict knots features on the basis of the main tree stem data should be developed to enable acquiring of adequate results in computer simulation. The relationship between knot size and tree dimensions is easily noticeable, but the

¹ Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Meža izmantošanas katedra, Akadēmijas iela 11, Jelgava, LV-3001, Latvija; *e-pasts: mfmezizm@llu.lv

mathematical description of it for spruce trees in Latvia is unknown yet.

The material for research has been obtained from sample plots in different places in Latvia (Jaunpiebalga, Kaive, Misa, Rinda, Rucava, Saldus). Sample plots are arranged in mature spruce stands. The breast height diameter of every spruce tree is measured in whole sample plot area. Sample trees have been chosen randomly, but at the same time so that the trees distribution in breast height diameter groups would be proportional to the distribution of all sample plot spruce trees.

The stem main dimensions and diameter after every 1 or 2 m from butt end have been taken from each sample tree stem. Obtained uncovered knots data encompasses knot diameter measured in direction of the shorter axis and distance from the stem butt end. The number of knots in every 1 m long stem portion has been recorded.

On the basis of sample tree stems dimensional data the mathematical models has been created for each sample tree to avoid the influence of stem surface unevenness. These models have been used for further exploration of relationship between knots and stem dimensional features. To enable comparison between stems of different length the relative value of length is used. The same method is used for knots diameter – the relative value of it is obtained as ratio to tree stem breast height diameter.

The results obtained reveal the well expressed increasing of knots average diameter towards the point where the distance from stem butt end equals to 0.7 of whole stem length. After that point knots average diameter diminishing rate is not as expressive as previously mentioned increase. A similar variation has been described in publications previously (Стяжкин, 2004), but a difference appears regarding to numerical values in breast height diameter groups: in recent investigations these values mostly are little bit prevailing those stated previously in literature. The reason of it could be the largest spruce branches in this geographic area if compared to sites in other natural conditions.

The maximum of largest knots in 1 m long stem parts appears at stem point in the distance from stem butt end equalling to 0.6 of whole stem length.

The maximum of uncovered knots number per 1 m long stem portion is at the same place as for maximum of knots average diameter.

Key words: spruce, uncovered knots, size, number.

...

Сармулис З., Дреска А., Липиņш Л., Латвийский сельскохозяйственный университет, кафедра лесозексплуатации. **Взаимосвязь размеров открытых сучков ели (*Picea abies* (L.) Karsten) с размерами ствола.**

Резюме: Цель исследования – выявление характера изменений диаметра открытых сучков ели в зависимости от диаметра ствола. Для достижения поставленной задачи использованы измерения 54 стволов пробных деревьев, произвольно выбранных на пробных площадях, заложенных в древостоях ели главного пользования в разных местах Латвии.

Путем обмера каждого ствола найдены главные параметры, в том числе

выявляющие изменения диаметра ствола по мере отдаленности от комлевого среза. Произведен также обмер каждого открытого сучка, определяя его диаметр, расстояние до комлевого торца ствола и размещение по периметру ствола.

Для сравнения стволов с разной длиной, применена относительная форма выражения этого размера. За основу принимая диаметр ствола на высоте груди, в относительной форме выражен также и диаметр сучков. Количество сучков определено по частям ствола длиной 1 м.

Результаты исследования показывают сходство характера изменений среднего диаметра сучка по мере удаления от комлевого среза у стволов разных групп диаметра на высоте груди. Максимальная величина диаметра сучка наблюдается на расстоянии от комлевого среза равным 0,6...0,7 длины ствола. Диаметр наиболее толстых сучков достигает 0,2 от величины диаметра ствола на высоте груди.

Ключевые слова: ель, открытые сучки, размер, количество.

Ievads

Mežsaimnieciskajā izejvielu ražošanā pastāvīgi apzināmi dati par resursiem, to kvantitāti un kvalitāti. Dažādi mežaudžu, kā arī atsevišķu augošu koku un jau sagatavoto kokmateriālu uzmērīšanas un kvalitātes izvērtēšanas paņēmieni ir ļoti darbietilpīgi, dārgi un ātrai informācijas iegūšanai neatbilstoši. Ieviešoties praksē mūsdienu tehnoloģiju sasniegumiem, dažādās tautsaimniecības nozarēs arvien plašāk izmanto modelēšanu, kas dod pietiekami precīzus rezultātus, aprēķinos par izejas lielumiem izmantojot tādus attiecīgos ražošanas objektus raksturojošus parametrus, kas iegūstami ātri un salīdzinoši vienkārši, vai arī datu bāzēs jau iepriekš uzkrāto informāciju. Lai to realizētu, ir jāzina likumsakarības, kas saista minētos izejas datus ar tiem parametriem, kuru raksturlielumi nepieciešami ražošanas lēmumu pamatošanai. Atzīmējams, ka modelēšanai jau ir nozīmīga vieta arī meža nozarē (Kalliovirta, Tokola, 2007; Tegemark, 1999; Temesgen, Gadow, 2004; Usenius, 2007; Vötter, 2006). Tādēļ aizvien aktuālāka kļūst sakarību izpēte

starp dažādiem mežaudzes elementiem, atsevišķa koka uzbūves sastāvdaļām u.tml. Izvērtējot koka stumbru no koksnes kvalitātes viedokļa, svarīgs ir arī zaru raksturojums. Koksne ielēgto zaru parametru noteikšanai kāda konkrēta veida kokmateriālam arvien plašāk izmanto tomogrāfiju un citus materiālu negraujošus paņēmienus (Auty, 2007; Chuanshuang et al, 2007; Clark et al, 2007; Palmer et al, 2007; Todoroki et al, 2005). Tajā pašā laikā turpinās pētījumi, skaidrojot sakarības starp zarus raksturojošiem lielumiem un citiem koka stumbra uzbūves elementiem, lai pietiekami precīzi būtu nosakāma attiecīgā koksnes vaina, neveicot katra atsevišķa zara uzmērīšanu un tā kvalitātes apzināšanu un lai turpmākā vērtēšanas paņēmieni pilnveidošanas procesā iepriekš atklātās sakarības varētu izmantot kokmateriālu sagaidāmās kvalitātes prognožu modeļu izstrādē.

Latvijā no rūpnieciski izmantojamām koku sugām priedei konkurējošā ir parastā egļe, kuras stumbram zaru ir daudz vairāk (Sarmulis et al, 2005). Līdz šim mūsu valstī pētīts egles zaru skaits viena koka stumbram,

kā arī sadalījums pa paveidiem (veseli, nokaltuši, trupējuši zari), zaru caurmērs un izvietoējums stumbra sānu virsmā. Atšķirībā no pētījumiem citur pasaulē (Loubère et al, 2004; Стяжкин, 2004), mūsu rīcībā nav Latvijas apstākļiem piemērotas informācijas par saistību starp stumbra un zaru izmēriem, kas vizuāli ir labi saskatāma, bet skaitliski nav izvērtēta, lai būtu izmantojama modelēšanā nepieciešamo algoritmu pamatošanai. LLU Meža izmantošanas katedrā ir veikti zinātniski pētījumi ar mērķi noskaidrot sakarību raksturu, kādas objektīvi pastāv starp egles stumbra izmēriem un zaru parametriem. Šim nolūkam izmantoti paraugkoku mērījumu dati, kas iegūti meža galvenajai cirtei atbilstoša vecuma egļu audzēs dažādās Latvijas vietās.

Materiāls un metodes

Egļu audzes paraugkoku ieguvei izvēlētas vairākās Latvijas vietās – Jaunpiebalgā, Kaivē, Misā, Rindā, Rucavā, Saldū. Katrā audzē ierikoti parauglaukumi, un tajos visiem egļu stumbriem izmērīts krūšaugstuma caurmērs, kā arī randomizētā veidā atlasīti uzmērīšanai un zaru kvalitātes izvērtēšanai nepieciešamie paraugkoki. Pielietotais nejaušas paraugkoku izvēles princips pilnībā nav ievērots gadījumos, kad atlase bijusi koriģējama tā, lai paraugkoki konkrētajā parauglaukumā sadalītos pa krūšaugstuma caurmēra pakāpēm proporcionāli koku skaitam. Pēc paraugkoku nogāšanas katram uzmērīti un pēc kvalitātes novērtēti visi tā vaļējie zari, izmērīts arī stumbra caurmērs ar un bez mizas, lai iegūtu datus paraugkoku stumbra virtuālo modeļu sagatavošanai. Zaru caurmērs noteikts, mērījumu izdarot pa zara pamatni veidojošā

ovāla īsāko asi un zara atrašanās vietas uz stumbra, pēc attāluma no stumbra resgaļa griezuma plaknes. Pēc kvalitātes zars novērtēts kā vesels, ja tā koksnei nav konstatētas trupes pazīmes un tā saaugsi ar stumbra koksni. Par nokaltušu uzskatīts zars bez trupes, bet ar stumbra koksni nesaaudzis. Zars atzīts par trupējušu, ja tā koksnei ir acīmredzami trupes bojājumi.

Pamatojoties uz paraugkoku stumbra un zaru mērījumiem, katram paraugkokam izveidots modelis, kur stumbra caurmēra izmaiņas tā garenass virzienā ir izlīdzinātas, izslēdzot padziļinājumus vai izvirzījumus koksne vai mizā. Modeļos uzrādīts katra vaļējā zara paveids (vesels, nokaltis vai trupējis), caurmērs un attālums no stumbra resgaļa griezuma plaknes.

Darba gaitā meklētas sakarības starp zaru un stumbra izmēriem dažādos attālos no stumbra resgaļa griezuma. Dažāda garuma stumbra savstarpējai salīdzināšanai faktisko izmēru vietā izmantoti to relatīvie lielumi. Faktiskos izmērus pārrēķinot relatīvajos, viss stumbra garums pielīdzināts skaitlim 1. Savukārt zaru caurmērs skaitliski izvērtēts attiecībā pret stumbra krūšaugstuma caurmēru. Lai izsekotu zaru skaita izmaiņu raksturam stumbra garenass virzienā, katra paraugkoka zari saskaitīti visās 1 m garajās stumbra daļās, uzrādot gan to kopējo, gan arī jau iepriekš minēto skaitu pa zaru paveidiem. Visi paraugkoki sadalīti pa 4 cm caurmēra pakāpēm un dati analizēti katrai atsevišķi.

Zaru caurmērs raksturots ar tā vidējo lielumu katrā 1 m garajā stumbra daļā un turpat konstatēto lielāko zara caurmēru (skat. 1. tabulu).

1. tabula, Table 1

Egles vaļējo zaru vidējais caurmērs pa 1 m garām stumbra daļām
Average diameter of spruce uncovered knots in every 1 m long stem portion

Krūšaugstuma caurmēra grupa <i>Breast height diameter group</i>	Stumbra daļas Nr. <i>Stem portion No</i>	Vidējais caurmērs, mm <i>Average diameter, mm</i>	Krūšaugstuma caurmēra grupa <i>Breast height diameter group</i>	Stumbra daļas Nr. <i>Stem portion No</i>	Vidējais caurmērs, mm <i>Average diameter, mm</i>
16	1	12,9 ± 0,4	24	2	17,7 ± 1,3
	2	14,6 ± 0,5		3	19,6 ± 1,3
	3	16,2 ± 1,1		4	16,9 ± 1,3
	4	15,3 ± 0,8		5	20,6 ± 2,0
	5	17,6 ± 1,0		6	20,6 ± 1,5
	6	17,4 ± 1,2		7	20,3 ± 1,5
	7	16,1 ± 0,7		8	19,9 ± 1,2
	8	15,4 ± 0,8		9	23,3 ± 1,5
	9	14,2 ± 0,6		10	20,9 ± 1,6
	10	18,4 ± 1,2		11	21,2 ± 1,3
	11	15,3 ± 0,6		12	24,3 ± 1,3
	12	15,1 ± 0,6		13	23,9 ± 1,4
	13	16,4 ± 0,8		14	25,4 ± 1,6
	14	18,8 ± 1,3		15	25,2 ± 1,8
20	1	14,9 ± 1,2	28	16	23,4 ± 1,8
	2	14,5 ± 0,8		17	19,5 ± 1,3
	3	14,5 ± 0,6		1	15,0 ± 0,6
	4	16,7 ± 0,6		2	14,7 ± 0,6
	5	17,2 ± 0,6		3	16,0 ± 0,7
	6	18,3 ± 0,8		4	18,2 ± 0,8
	7	17,7 ± 0,9		5	17,5 ± 0,8
	8	18,8 ± 0,8		6	22,0 ± 1,4
	9	17,6 ± 0,6		7	20,1 ± 1,0
	10	17,3 ± 0,6		8	22,4 ± 1,4
	11	18,0 ± 0,6		9	21,2 ± 0,9
	12	18,8 ± 0,7		10	22,0 ± 1,4
	13	18,5 ± 0,7		11	22,0 ± 1,0
	14	17,2 ± 0,5		12	21,2 ± 0,9
	15	17,4 ± 0,6		13	24,0 ± 1,0
	16	17,6 ± 0,9		14	25,6 ± 1,0
	17	19,6 ± 1,6		15	21,0 ± 0,8
24	1	17,1 ± 1,3		16	22,1 ± 0,7

1. tabula (turpinājums), Table 1 (continued)

Krūšaugstuma caurmēra grupa <i>Breast height diameter group</i>	Stumbra daļas Nr. <i>Stem portion No</i>	Vidējais caurmērs, mm <i>Average diameter, mm</i>	Krūšaugstuma caurmēra grupa <i>Breast height diameter group</i>	Stumbra daļas Nr. <i>Stem portion No</i>	Vidējais caurmērs, mm <i>Average diameter, mm</i>
28	17	22,0 ± 0,8	36	5	15,8 ± 0,9
	18	21,0 ± 0,7		6	17,0 ± 1,0
	19	21,2 ± 0,6		7	18,9 ± 1,3
	20	19,5 ± 0,6		8	19,4 ± 1,2
	21	16,2 ± 0,8		9	19,4 ± 1,2
32	1	13,2 ± 0,6		10	19,1 ± 1,1
	2	14,9 ± 0,8		11	23,5 ± 1,5
	3	17,9 ± 0,9		12	21,5 ± 1,3
	4	20,1 ± 2,2		13	22,6 ± 1,0
	5	18,8 ± 1,0		14	22,8 ± 1,5
	6	21,4 ± 1,6		15	24,6 ± 1,1
	7	20,3 ± 1,1		16	26,9 ± 1,5
	8	23,0 ± 1,9		17	25,6 ± 1,0
	9	20,4 ± 0,9		18	26,0 ± 1,1
	10	21,9 ± 1,4		19	24,7 ± 1,0
	11	22,8 ± 1,3		20	25,7 ± 1,1
	12	20,4 ± 1,0		21	23,6 ± 0,9
	13	21,1 ± 1,0		22	24,1 ± 0,7
	14	22,8 ± 1,4		23	21,3 ± 0,7
	15	22,9 ± 1,4		24	20,1 ± 0,8
	16	21,3 ± 1,1		25	19,2 ± 0,6
	17	22,3 ± 1,0		26	16,6 ± 1,8
	18	23,2 ± 1,0	40	1	12,6 ± 0,3
	19	23,8 ± 1,1		2	14,7 ± 0,9
	20	24,1 ± 1,0		3	19,6 ± 1,8
	21	24,1 ± 1,3		4	17,7 ± 0,6
	22	22,0 ± 0,9		5	20,6 ± 2,1
	23	22,9 ± 0,9		6	18,6 ± 1,6
	24	22,0 ± 0,9		7	18,9 ± 1,7
	25	18,1 ± 0,7		8	19,2 ± 1,9
36	1	15,6 ± 0,9		9	23,4 ± 2,3
	2	15,9 ± 1,0		10	22,3 ± 1,9
	3	14,5 ± 0,8		11	21,7 ± 1,7
	4	18,7 ± 1,8		12	19,8 ± 1,6

1. tabula (turpinājums), Table 1 (continued)

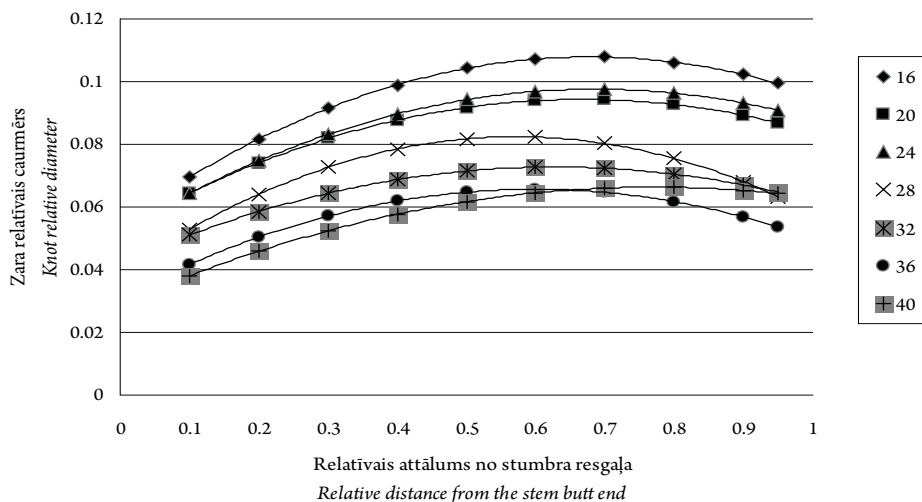
Krūšaugstuma caurmēra grupa <i>Breast height diameter group</i>	Stumbra daļas Nr. <i>Stem portion No</i>	Vidējais caurmērs, mm <i>Average diameter, mm</i>	Krūšaugstuma caurmēra grupa <i>Breast height diameter group</i>	Stumbra daļas Nr. <i>Stem portion No</i>	Vidējais caurmērs, mm <i>Average diameter, mm</i>
40	13	22,1 ± 1,8	40	22	28,3 ± 2,1
	14	26,3 ± 1,9		23	29,3 ± 2,2
	15	25,8 ± 1,8		24	24,9 ± 1,9
	16	26,3 ± 1,6		25	24,4 ± 1,3
	17	26,5 ± 1,4		26	23,5 ± 1,1
	18	27,2 ± 1,6		27	23,0 ± 1,1
	19	29,7 ± 1,6		28	28,0 ± 1,7
	20	26,4 ± 1,2		29	27,9 ± 1,6
	21	26,7 ± 1,5			

Rezultāti un diskusija

Stumbra caurmērs krūšaugstumā ir viens no galvenajiem koka dimensionāla rakstura rādītājiem, tādēļ arī zaru caurmērs apskatāms saistībā tieši ar šo lielumu. Analizējot pētījumā izmantotos datus, zaru caurmērs izteikts kā skaitliska attiecība pret konkrētā stumbra caurmēru krūšaugstumā. Tā kā zaru caurmēru nosaka koka augšanas gaita, tas dažādās stumbra vietās ir atšķirīgs. Koku zaru dimensionālo īpašību izpētei pievērsušies daudzi zinātnieki (Bjorklund, Moberg, 2007; Lejeune, 2004; Lemieux et al, 2007; Loubère et al, 2004; Usenius, 2007), tomēr vēl arvien nav apzinātas likumsakarības zaru izmēru noteikšanai, kas pamatotos uz vienkārši iegūstamiem stumbra raksturlielumiem un dotu pietiekami precīzu informāciju, ko varētu izmantot praktisku ražošanas uzdevumu risināšanā. Arī mūsu pētījuma rezultāti vēl nav tik pilnīgi (skat. R2 skaitliskās vērtības 1., 2. un 3. att.), lai tos pielietotu ražošanas vajadzībām,

tomēr, turpinot darbus uzsāktajā virzienā, pamatotas ir iespējas izstrādāt modelēšanai nepieciešamos algoritmus. Zaru caurmēru relatīvo lielumu izmaiņas stumbra garenass virzienā uzrāda pietiekami izteiktu tendenci pakāpeniski palielināties līdz tai stumbra vietai, kas ir tuvu $\frac{3}{4}$ no stumbra garuma, bet pēc tam, galotnes virzienā, nedaudz samazināties (skat. 1. un 2. att.). Pa 1 m garām stumbra daļām uzmērītajiem zariem aprēķināto caurmēru vidējo lielumu izmaiņu raksturs dažādās koku krūšaugstuma caurmēru grupās ir savstarpēji līdzīgs. Nelielajām atšķirībām par iemeslu drīzāk ir nevienāds paraugkoku skaits un, iespējams, arī citi faktori, nevis kādas objektīvas, visai ģenerālkopai piemītošas īpašības. Tas norāda, ka pašreizējos pētījumos izmantotais paraugkoku skaits nav pietiekams, lai precīzi pamatotu skaitliskos lielumus zaru vidējā caurmēra noteikšanai pēc tā, cik tālu konkrētā stumbra daļa atrodas no resgaļa griezumā plaknes.

Pa 1 m garajām stumbra daļām konstatēto zaru caurmēra izmaiņu raksturs



1. attēls. Egles zaru relatīvā caurmēra vidējās vērtības izmaiņas stumbra garenass virzienā pa krūšaugstuma caurmēra grupām: 16 cm $R^2=0,414$; 20 cm $R^2=0,682$; 24 cm $R^2=0,721$; 28 cm $R^2=0,865$; 32 cm $R^2=0,729$; 36 cm $R^2=0,793$; 40 cm $R^2=0,795$.

Figure 1. The variation of spruce knots diameter average relative value lengthwise the stem in breast height diameter groups: 16 cm $R^2=0.414$; 20 cm $R^2=0.682$; 24 cm $R^2=0.721$; 28 cm $R^2=0.865$; 32 cm $R^2=0.729$; 36 cm $R^2=0.793$; 40 cm $R^2=0.795$.

no iepriekš apskatītajām vidējām vērtībām atšķiras galvenokārt ar skaitlisko vērtību palielināšanos stumbra garenass virzienā, kas ir straujāka un ar tendenci maksimumu sasniegt tieši stumbra vidusdaļā, vai arī attālinoties no tās galotnes virzienā mazākā mērā nekā tas konstatēts attiecībā uz zaru caurmēra vidējām vērtībām.

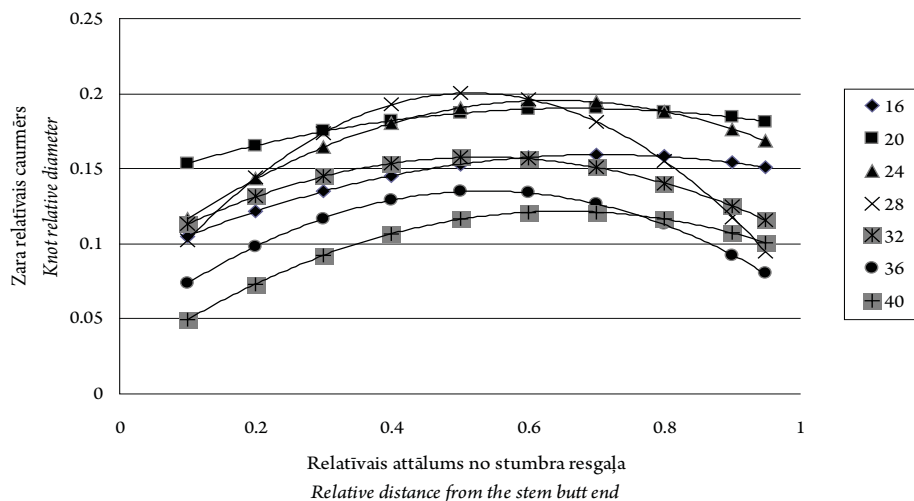
Iepriekš minētais pamatā atbilst literatūrā sastopamajām atziņām (Стяжкин, 2004), tomēr atšķirīgas ir vidējo lielumu skaitliskās vērtības pa koku krūšaugstuma caurmēra grupām: mūsu pētījumos tās ir lielākas nekā literatūrā uzrādītās. Minētajās publikācijās nav arī pietiekamas informācijas, kas raksturotu eksperimentos izmantotos egles paraugkokus, tādēļ atšķirību cēloņi ir grūti

konstatējami, tomēr viens no pieņēmumiem – šajos pētījumos paraugkoku zaru caurmērs ir bijis lielāks.

Stumbra caurmērs tajā vietā, kur zaru vidējais caurmērs sasniedz maksimumu, vidēji ir samazinājies līdz 0,6 no stumbra krūšaugstuma caurmēra. Attālums no resgala griezuma plaknes līdz šai vietai vidēji ir 0,66 no stumbra garuma.

Pa 1 m garajām daļām konstatētie lielākā caurmēra zari maksimumu vidēji sasniedz vietā, kur stumbra caurmērs ir 0,65 no šī paša stumbra krūšaugstuma caurmēra un attālums no resgala griezuma plaknes ir 0,6 no stumbra garuma.

Iepriekšējo gadu pētījumā (Sarmulis et al, 2005) zaru skaits vērtēts pēc to daudzuma



2. attēls. Egles lielākā caurmēra zaru relatīvās vērtības izmaiņas stumbra garenass virzienā pa krūšaugstuma caurmēra grupām: 16 cm $R^2=0,632$; 20 cm $R^2=0,219$; 24 cm $R^2=0,695$; 28 cm $R^2=0,656$; 32 cm $R^2=0,175$; 36 cm $R^2=0,700$; 40 cm $R^2=0,700$.

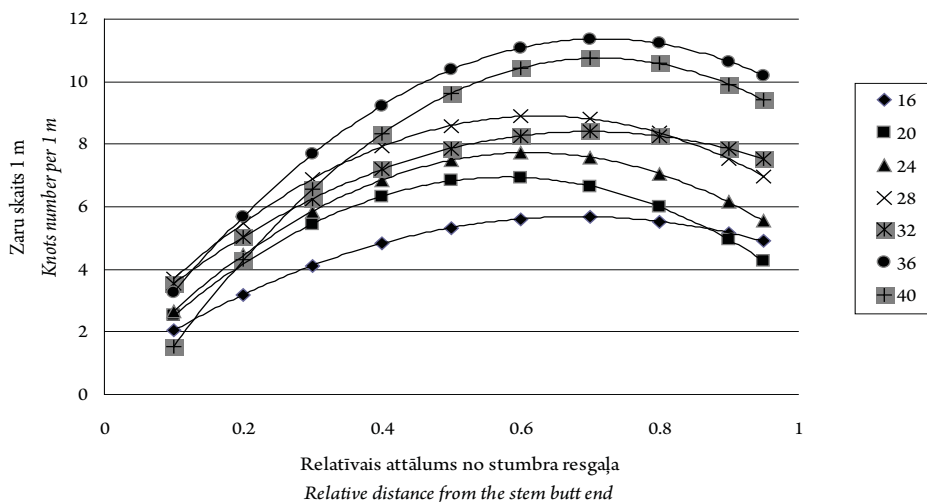
Figure 2. The variation of the biggest spruce knots diameter relative value lengthwise the stem in breast height diameter groups: 16 cm $R^2=0.632$; 20 cm $R^2=0.219$; 24 cm $R^2=0.695$; 28 cm $R^2=0.656$; 32 cm $R^2=0.175$; 36 cm $R^2=0.700$; 40 cm $R^2=0.700$

1,5 m garā vērtēšanas zonā stumbra slīktākajā pusē. Tā kā šādas zonas izmanto stumbra sadalīšanai nogriežņos atbilstoši kvalitātei, tad kritisko gadījumu apsekošanas procesā atsevišķas zonas savstarpēji pārsedzas. Tādējādi konstatējamas kvalitātes izmaiņas stumbra garenass virzienā, bet nav nosakāms zaru skaita izmaiņu raksturs. Šajā pētījumā zaru skaits noteikts pa 1 m garām, secīgām stumbra daļām, kas savstarpēji nepārsedzas.

Nosakot zaru skaitu minētajā veidā, iegūtas izmaiņu vidējās vērtības pa paraugkoku krūšaugstuma caurmēru grupām. Konstatēta izteikta vaļējo zaru skaita palielināšanās virzienā no stumbra resgaļa griezumā uz galotni, maksimumu sasniedzot vietā, kuras attālums no stumbra resgaļa

līdzinās 0,7 no stumbra garuma (skat. 3. att.). Tālākajā stumbra daļā zaru skaits samazinās, bet samazināšanās ir neizteiktāka. Tā zaru skaits 1 m garās stumbra daļas maksimuma vietā ir 2 līdz 5 reizes lielāks nekā stumbra resgalim tuvākajā daļā, bet skaita samazināšanās stumbra galotnes daļā vidēji ir tikai ap 15%. Tievākajiem kokiem resgaļa daļas vienā metrā ir 2 līdz 3 zari, bet maksimuma vietā – 5 līdz 6 zari. Resnākajiem kokiem zaru ir vairāk. Stumbra resgaļa daļas vienu metru garā vērtēšanas zonā ir 3 līdz 4 vaļējie zari, bet zaru skaita maksimuma vietā tikpat garā stumbra daļā jau ir 11 līdz 12 zaru.

Zaru skaita maksimuma vieta atbilst zaru vidējā caurmēra maksimuma vietai.



3. attēls. Egles zaru skaita izmaiņas stumbra garenass virzienā pa krūšaugstuma caurmēra grupām: 16 cm $R^2=0,549$; 20 cm $R^2=0,749$; 24 cm $R^2=0,765$; 28 cm $R^2=0,629$; 32 cm $R^2=0,837$; 36 cm $R^2=0,605$; 40 cm $R^2=0,621$.

Figure 3. The variation of spruce knots number lengthwise the stem in breast height diameter groups: 16 cm $R^2=0.549$; 20 cm $R^2=0.749$; 24 cm $R^2=0.765$; 28 cm $R^2=0.629$; 32 cm $R^2=0.837$; 36 cm $R^2=0.605$; 40 cm $R^2=0.621$.

Secinājumi

1. Egles stumbra vidējais vaļējo zaru caurmērs maksimumu sasniedz tādā attālumā no stumbra resgaļa griezuma plaknes, kas līdzinās 0,7 no stumbra garuma.
2. Egles zaru vidējā caurmēra maksimuma vietā stumbra caurmērs līdzinās 0,6 no šī paša stumbra krūšaugstuma caurmēra.
3. Secīgās, vienāda garuma vērtēšanas zonās konstatētie resnākie zari caurmēra maksimumu sasniedz vietā, kuras attālums no resgaļa griezuma plaknes līdzinās 0,6 no stumbra garuma.
4. Secīgās, 1 m garās vērtēšanas zonās konstatētais zaru skaits maksimumu sasniedz tajā stumbra daļā, kur noteikts lielākais vērtēšanas zonā esošo zaru vidējais caurmērs, t.i., kuras attālums no resgaļa griezuma plaknes līdzinās 0,7 no stumbra garuma.

Literatūra

- Auty, D. (2007). Non-destructive evaluation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) to determine timber quality following conversion to continuous cover forestry systems. [WWW dokuments]. – URL http://www.forestresearch.gov.uk/pdf/_Nondestructive_

- evaluation_of_Scots_pine.pdf [Izdrukāts 2007.gada 14. martā].
- Bjorklund, L., Moberg, L.** (2007). Modelling the inter-tree variation of knot properties for *Pinus sylvestris* in Sweden. [WWW dokumenti]. – URL <http://pub-epsilon.slu.se/12/01/SFS207.pdf>. [Izdrukāts 2007.gada 21. februārī].
- Chuanshuang, H., Chiaki, T., Tadashi, O.** (2007). Locating and identifying sound knots and dead knots on tsugi by the rule-based colour vision system. [WWW dokumenti]. – URL <http://www.ingentaconnect.com/content/klu/-10086/2004/00000050/-0000002/art00003> [Izdrukāts 2007.gada 19. martā].
- Clark, N., Schmoldt, D., Araman, P.** (2007). Development of a digital camera tree evaluation system. [WWW dokumenti]. – URL <http://www.srs4702-forprod.vt.edu/pubsubj/abstract/ab00t15.htm> [Izdrukāts 2007.gada 21. februārī].
- Kalliovirta, J., Tokola, T.** (2007). Functions for estimating stem diameter and tree age using tree height, crown width and existing stand database information. [WWW dokumenti]. – URL <http://www.metla.fi/silvafennica/full/sf39/-sf392227.pdf> [Izdrukāts 2007.gada 16. martā].
- Lejeune, G.** (2004). Prédiction du defilement et de la branchaison de l'épinette noire. Faculté de foresterie et de géomatique Université Laval, Québec, 32 p.
- Lemieux, H., Beaudoin, M., Zhangt, S.Y.** (2007). Characterization and modeling of knots in black spruce (*Picea mariana*) logs. [WWW dokumenti]. – URL <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=1063061> [Izdrukāts 2007.gada 07. februārī].
- Loubère, M., Laurent, S.-A., Hervé, J.-C., Vestøl, G.I.** (2004). Relationships between stem size and branch basal diameter variability in Norway spruce from two regions of France. *Ann. For. Sci.*, 61, 525-535.
- Palmer, G., Smith, R.G.B., Davies, M., Muneri, A.** (2007). A method enabling the reconstruction of internal features of logs from sawn lumber: the log end template. [WWW dokumenti]. – URL <http://www.cababstractsplus.org/-google/abstract.asp?AcNo=20043004684> [Izdrukāts 2007.gada 7. martā].
- Sarmulis, Z., Drēska, A., Lipiņš, L.** (2005). Egles stumbra zarojuma un iegūstamo kokmateriālu kvalitāte. *Latvijas Lauksaimniecības Universitātes Raksti*, 5 (300), 34.-38. lpp.
- Tegelmark, D.O.** (1999). Prediction of stem properties based on climate and soil factors in naturally regenerated *Pinus sylvestris* stands. *Scand. J. For.*, 14, 131-142.
- Temesgen, H., Gadaw, K.V.** (2004). Generalized height-diameter models – an application for major tree species in complex stands of interior British Columbia. *European Journal of Forest Research*, 13-17.
- Todoroki, C.L., Monserud, R.A., Parry, D.L.** (2005). Predicting internal lumber grade from log surface knots: Actual and simulated results. *Forest Products Journal*. 55 (6), 38-47.
- Usenius, A.** (2007). Optimization of wood raw material conversion. [WWW dokumenti]. – URL www.woodwisdom.fi/content/Old_Pdf/18_ww.pdf?from=4177684531435597 [Izdrukāts 2007.gada 20. martā].

- Vötter, D.** (2006). Eforwood forest to industry interactions – allocation and wood quality issues during harvesting and transport. In: Wood Structure and Properties '06: Proceedings of the 5-th IUFRO Symposium. Sept. 3-6, 2006, Sliač–Sielnica, Slovakia, Zvolen, Technical University, pp. 495-499.
- Стяжкин, В.П.** (2004). Закономерность связи диаметра сучков с размерами стволов. Лесная промышленность, 4, 20-24.