

Skujkoku zāģbaļķu raukums Latvijā Taper of Coniferous Saw Logs in Latvia

Imants Liepa, Andris Drēska, Valērijs Grunda, Leonards Līpiņš, Gatis Roga, Ziedonis Sarmulis

LLU Meža fakultāte

Forest Faculty, LLU

e-mail: Imants.Liepa@llu.lv

Abstract. Taper of pine and spruce saw logs is investigated in four regions in Latvia (NW, SW, NE, and SE). Conclusions are based on the measurements of 2017 pine and 903 spruce saw logs. Taper is the decrease in diameter of a log towards the top-end and is one of the main multipliers for calculation of log volume. Analysis of variance shows no differences among Latvia regions in terms of the taper. Taper values of coniferous trees all over the territory of this country are substantially dependent on the top-end diameter d_t and length L of a saw log and its location in a tree stem. In accordance with log location in stem, six taper groups are subdivided: Ps(r) – taper of pine butt-end saw logs; Ps(v) – taper of pine middle part saw logs; Ps(g) – taper of pine top part saw logs; Es(r) – taper of spruce butt-end saw logs; Es(v) – taper of spruce middle part saw logs; and Es(g) – taper of spruce top part saw logs. The taper equation (2) has been developed common for all groups (Table 2). The part of taper dispersion which is not explained with regression can be translated as essential influence of tree growth conditions diversity (forest type, site index, stocking, dendrometric, edaphic and phytocoenotic features) in forest stands. The averaged values (arithmetic mean \pm standard error) of taper groups are Ps(r) = 1.0838 \pm 0.0202; Ps(v) = 0.7521 \pm 0.0080; Ps(g) = 1.2038 \pm 0.0164; Es(r) = 1.1272 \pm 0.0343; Es(v) = 1.0024 \pm 0.0186; and Es(g) = 1.1236 \pm 0.0256. Constraints for equation (2) are $10.0 \leq d_t \leq 45.0$ cm and $3.0 \leq L \leq 6.0$ m.

Key words: coniferous saw logs, taper, influence factors.

Ievads

Zāģbaļķa raukums ir caurmēra samazināšanās virzienā no tā resgaļa uz tievgali. Parasti raukumu izsaka, rēķinot to uz baļķa garuma vienu metru, proti, $cm \cdot m^{-1}$. Raukums kvantitatīvi raksturo zāģbaļķu formu, tāpēc to izmanto apaļo sortimentu tilpuma noteikšanā, kas kokmateriālu sagatavošanā un tirdzniecībā ir absolūti nepieciešams nosacījums. Raukuma vērtības ir atkarīgas no daudziem faktoriem, kuri katrā atsevišķā valstī vai pat tās reģionā izpaužas atšķirīgi. Tāpēc zāģbaļķu tilpuma aprēķināšanas noteiktas precizitātes līmenī nav iespējama viena kopēja modeļa (formulas vai tabulu) lietošana. Pēc iestāšanās Eiropas Savienībā Latvijā aktuāls kļuvis uzdevums pēc iespējas ātrāk izstrādāt mūsu valsts mežu augšanas apstākļiem un ES prasībām atbilstošu sortimentu tilpuma noteikšanas algoritmu.

Kaut arī koku stumbru formas pētījumi turpinās daudzus gadu desmitus (Тюрин, 1938; Edwards, 1998), vēl joprojām pastāv virkne neskaidrību atšķirīgās interpretācijās. Meža taksācijas teorija un prakse liecina, ka izšķiroša ir ģeogrāfisko apstākļu un koku sugas nozīme (Анучин, 1982), bet līdzīgos

ģeogrāfiskos nosacījumos katrā koku sugai zāģbaļķu raukumu nosaka stumbra forma (Sarma, 1948) un līdz ar to zāģbaļķa vieta koka stumbrā (Sarmulis, Līpiņš, 2002), stumbra formas koeficients q_2 (Матвеев-Мотин, 1960), koka vecums (Кофман, 1986), sortimenta garums un caurmērs (Анучин, 1982). Turklāt daudzos pētījumos ir secināts, ka stumbru un zāģbaļķu raukumu ietekmē audzes mistrojums (Ozoliņš, 1974), bonitāte, biežība un meža augšanas apstākļu tips (Mangalis, 2004). Cik lielā mērā un kā šie faktori ietekmē zāģbaļķu raukumu, nav viennozīmīgi noskaidrots. Taču zāģbaļķu raukuma matemātiskā modeļa veida un argumentu izvēle nav iedomājama bez tā. Turklāt zāģbaļķu raukuma formulu vai tabulu praktiskās pielietojamības aspektā ir ļoti svarīgi, lai argumenti būtu ērti identificējami un uzmērāmi apaļo kokmateriālu krautuvēs, kur zāģbaļķu krāvuma specifikas dēļ ir būtiski apgrūtināta attiecīgo parametru, piem., baļķa vidus caurmēra pieejamība. Jāuzsver, ka arī audzes taksācijas rādītāji nav piemēroti, jo informācijas par tiem krautuvēs nav. Šī publikācija izvērtē mūsu pētījumu rezultātus priedes un egles zāģbaļķu raukuma modeļu izstrādē.

Materiāls un metodika

Lai izsekotu skujkoku zāģbaļķu raukuma atšķirībām ģeogrāfiskā aspektā, Latvijas teritorijā izdalīti 4 pētnieciskie reģioni: ziemeļrietumu (ZR), dienvidrietumu (DR), ziemeļaustrumu (ZA) un dienvidaustrumu (DA). Reģionu nosacītās robežas rietumu–austrumu virzienā ir Kuldīga–Ogre–Madona un ziemeļu–dienvidu virzienā–Rīga–Bauska. Reģionu robežas pēc iespējas virzītas pa administratīvo rajonu robežām. Tādējādi ZR reģionā ietilpst Ventspils, Talsu, Tukuma rajons un Rīgas rajona rietumu daļa, DR reģionā – Liepājas, Saldus, Kuldīgas, Dobeles, Jelgavas un Bauskas rajons, ZA reģionā – Limbažu, Valmieras, Valkas, Cēsu, Gulbenes, Alūksnes, Balvu rajons un Rīgas rajona austrumu daļa, DA reģionā – Ogres, Aizkraukles, Madonas, Jēkabpils, Rēzeknes, Ludzas, Preiļu, Daugavpils un Krāslavas rajons. Zāģbaļķi individuāli uzmērīti katra reģiona lielākajās zāģētavās.

Ievērojot Latvijas nacionālā standarta (Apaļo kokmateriālu ..., 2003) prasības, katram zāģbaļķim uzmērīts: garums, tā vērtību noapaļojot ar precizitāti līdz vienam decimetram; resgaļa un tievgaļa caurmērs, katrs ar mizu un bez tās divos savstarpēji perpendikulāros virzienos 5–15 cm attālumā no zāģbaļķa galiem vai to nepiemērotības gadījumā tieši griezumam plaknēs. Stumbru resgaļa daļas zāģbaļķiem izteiktā blīvuma dēļ resgaļa caurmērs mērīts 0.5 m vai 1.0 m attālumā no resgaļa griezumam. Caurmērs mērīts ar 1 mm precizitāti. Atkarībā no zāģbaļķu ieguves vietas koka stumbrā tie šķiroti 3 grupās: resgaļa, vidusdaļas un galotnes zāģbaļķos.

Uzmērīto 2017 priedes un 903 egles zāģbaļķu raksturojums redzams 1. un 2. tabulā.

Lai empīriskais materiāls iespējami labāk reprezentētu zāģbaļķu plūsmas reālo struktūru Latvijā, katrā krautuvē tie uzmērīti piegādes secībā. Tādējādi resgaļa zāģbaļķi priedei veido 35.5% un eglei – 27.5%, stumbra vidusdaļas zāģbaļķi priedei veido 50.8% un eglei – 57.2%, galotnes daļas zāģbaļķi priedei – 13.7% un eglei – 15.3%. Savukārt sadalījums pa reģioniem ir šāds: ZR – priedei 23.4% un eglei 17.0%, DR – priedei 8.8% un eglei 46.3%, ZA – priedei 52.9% un eglei 21.4%, DA – priedei 14.9% un eglei 15.3%. Pavisam uzmērīti 2920 zāģbaļķi, no kuriem 2017 ir priedes (69.1%) un 903 egles (30.9%).

Iegūtā informācija tievgaļa caurmēra intervālā $5.4 \leq d_t \leq 54.8$ cm pārstāv praktiski visu garumu zāģbaļķus, sākot ar 3.0 m un beidzot ar 6.6 m. Jāatzīmē, ka zāģbaļķi, kuru $L \geq 4.0$ m, uzmērīti vairākās mērīšanas vietās – ik pēc 2.0 m, sākot no resgaļa griezumam. Tas ievērojami palielina empīriskās informācijas apjomu un izskaidro, kāpēc 1. un 2. tabulā uzrādītais novērojumu skaits ir atšķirīgs no 3. tabulā minētā.

Atbilstoši nacionālajam standartam LVS 82: 2003 (Apaļo kokmateriālu ..., 2003) katra zāģbaļķa raukums aprēķināts pēc formulas (1):

$$s = \frac{d_r - d_t}{L}, \quad (1)$$

kur s – raukums, $cm \cdot m^{-1}$;

d_r – resgaļa caurmērs bez mizas, cm ;

d_t – tievgaļa caurmērs bez mizas, cm ;

L – garums, m .

Empīriskā materiāla matemātiskajā apstrādē lietotas grafiskās un analītiskās metodes (korelācijas, dispersijas un regresijas analīzes) (Zar, 1999; Liepa, 1974), izmantojot datorprogrammas „MS Excel” iespējas (Arhipova, Bāliņa, 2003).

Rezultāti un diskusija

Ievāktā materiāla (1. un 2. tabula) grafiskā analīze rāda, ka starp zāģbaļķu raukumu un tievgaļa caurmēru pastāv lineāra atkarība. Vairumā gadījumu tā ir vāja vai vidēji cieša, taču statistiski būtiska. Acīmredzot izteiktā fona ietekme ir izskaidrojama ar to, ka uzmērītie zāģbaļķi sagatavoti audzēs ar ļoti atšķirīgiem fitocenotiskajiem (audzes veids, mistrojums, bonitāte, bieztība) un edafiskajiem (meža augšanas apstākļu tips) apstākļiem, apsaimniekošanas intensitāti (kopšanas cirtes) un koku vecumu. Minētās korelācijas dēļ turpmāk dažādos griezumos salīdzināta tieši šī atkarība un nevis zāģbaļķu atsevišķu grupu raukuma vidējās vērtības (1. att.). Šajā piemērā atkarības determinācijas koeficients $r^2 = 0.4623$ izsaka 46.2% lielu tievgaļa caurmēra tiešu ietekmi uz 3 m garu priedes resgaļa zāģbaļķu raukuma izkliedi. Korelācija ir būtiska, jo $r = 0.680$ un $> r_{0.05; 49} = 0.280$.

Ģeogrāfiskās atkarības skaidrošanai visu četru reģionu dažādu grupu zāģbaļķu raukuma vērtības atliktas kopējā koordinātu sistēmā. Visos gadījumos empīriskie punkti veido kopīgu diagrammu, kurā atsevišķi reģioni nav izdalāmi. Tāpēc priedes un egles zāģbaļķu raukuma kontekstā Latvijas teritorija reģionos nav dalāma.

Skujkoku stumbru forma (Sarma, 1948) nosaka, ka raukuma ziņā tā resgaļa, vidusdaļas un galotnes daļas zāģbaļķi veido trīs būtiski atšķirīgas grupas, un tām jāizstrādā diferencēti raukuma modeļi. Tāpēc skujkoku zāģbaļķu daudzveidību Latvijā (1. un 2. tabula) iespējams reducēt uz sešām būtiski atšķirīgām grupām, katrai koku sugai pa trim (resgaļa, vidusdaļas un galotnes daļas zāģbaļķi): priedes resgaļa zāģbaļķi – raukuma apzīmējums $Ps(r)$; priedes vidusdaļas zāģbaļķi $Ps(v)$; priedes galotnes daļas zāģbaļķi $Ps(g)$; egles resgaļa zāģbaļķi $Es(r)$; egles vidusdaļas zāģbaļķi $Es(v)$; egles galotnes daļas zāģbaļķi $Es(g)$. Ar grafisko analīzi konstatēts, ka šo grupu ietvaros

Priedes zāģbaļķu raksturojums
Description of pine saw logs

| Reģions / Region | Vieta stumburā / Location at stem | Zāģbaļķu garums L, m / Length of a log, m | Zāģbaļķu skaits, n / Number of logs, n | Intervāls, cm / Interval, cm $\min < d_t < \max$ | |
|----------------------------|--|--|---|--|-----------|
| ZR / NW | Resgalis / Butt-end | 3.0 | 87 | 10.8-42.4 | |
| | | 3.6 | 4 | 27.5-41.5 | |
| | | 4.0 | 46 | 21.4-38.5 | |
| | | 4.2 | 8 | 16.7-24.7 | |
| | | 4.6 | 12 | 14.6-25.5 | |
| | | 4.8 | 3 | 23.6-34.5 | |
| | | 5.0 | 45 | 12.5-39.3 | |
| | | 5.2 | 4 | 17.0-32.8 | |
| | | 6.0 | 8 | 28.0-33.8 | |
| | | | 217 | 10.8-42.4 | |
| | Vidusdaļa / Middle part | 3.0 | 19 | 24.6-36.8 | |
| | | 3.6 | 18 | 15.8-39.4 | |
| | | 4.0 | 87 | 10.4-35.5 | |
| | | 4.2 | 13 | 14.8-28.5 | |
| | | 4.6 | 47 | 15.7-26.3 | |
| | | 4.8 | 11 | 17.0-35.1 | |
| | | 5.0 | 8 | 10.4-24.9 | |
| | | 5.2 | 9 | 10.0-16.3 | |
| | | 6.0 | 27 | 18.2-36.5 | |
| | | | 239 | 10.0-39.4 | |
| | Galotne / Top part | 4.0 | 10 | 10.6-21.7 | |
| | | 4.6 | 5 | 15.4-19.8 | |
| | | | 15 | 10.6-21.7 | |
| | Kopā / Total | | | 471 | 10.0-42.4 |
| | DR / SW | Resgalis / Butt-end | 3.0 | 3 | 25.0-28.2 |
| | | | 3.6 | 17 | 16.5-30.7 |
| | | | 4.0 | 20 | 22.7-28.1 |
| 4.8 | | | 13 | 19.9-38.8 | |
| 5.0 | | | 4 | 17.3-31.5 | |
| | | 57 | 16.5-38.8 | | |
| Vidusdaļa / Middle part | | 3.6 | 51 | 11.1-22.9 | |
| | | 4.0 | 16 | 18.1-26.1 | |
| | | 4.2 | 8 | 18.9-26.1 | |
| | | 4.8 | 23 | 18.9-36.7 | |
| | | 5.0 | 6 | 15.0-33.5 | |
| | | 6.0 | 10 | 19.7-21.8 | |
| | | 114 | 11.1-36.7 | | |
| Galotne / Top part | | 3.6 | 4 | 11.1-19.7 | |
| | | 4.0 | 2 | 10.0-11.9 | |
| | | 6 | 10.0-19.7 | | |
| Kopā / Total | | | 177 | 10.0-38.8 | |

1. tabulas turpinājums / Table 1 continued

| | | | | |
|------------------|----------------------------|------|-----------|-----------|
| ZA / NE | Resgalis / Butt-end | 3.0 | 43 | 17.0-39.2 |
| | | 3.6 | 52 | 19.5-42.9 |
| | | 4.0 | 77 | 15.8-35.6 |
| | | 4.8 | 56 | 14.0-41.1 |
| | | 5.0 | 52 | 16.6-43.3 |
| | | 6.0 | 50 | 24.5-40.2 |
| | | | 330 | 14.0-43.3 |
| | Vidusdaļa / Middle part | 3.0 | 2 | 19.2-20.0 |
| | | 3.6 | 67 | 15.8-39.4 |
| | | 4.0 | 157 | 10.7-35.4 |
| | | 4.2 | 79 | 13.2-24.9 |
| | | 4.6 | 2 | 14.7-21.0 |
| | | 4.8 | 73 | 14.2-36.2 |
| | | 5.0 | 18 | 12.2-26.7 |
| | | 6.0 | 76 | 17.2-36.2 |
| | | 6.5 | 26 | 18.2-29.9 |
| | | 500 | 10.7-39.4 | |
| | Galotne / Top part | 3.6 | 51 | 12.2-21.7 |
| | | 4.0 | 53 | 9.9-20.4 |
| | | 4.2 | 11 | 14.2-18.8 |
| 4.8 | | 73 | 9.8-20.4 | |
| 6.0 | | 50 | 16.4-28.9 | |
| | | 238 | 9.8-28.9 | |
| Kopā / Total | | 1068 | 9.9-43.3 | |
| DA SE | Resgalis / Butt-end | 3.0 | 29 | 16.6-46.8 |
| | | 3.6 | 25 | 15.2-23.9 |
| | | 4.0 | 2 | 11.1-28.6 |
| | | 4.8 | 49 | 17.6-31.2 |
| | | 5.0 | 3 | 19.1-19.4 |
| | | 5.5 | 2 | 10.9-11.8 |
| | | 6.0 | 2 | 21.5-32.0 |
| | | | 112 | 10.9-46.8 |
| | Vidusdaļa / Middle part | 3.0 | 13 | 28.6-42.8 |
| | | 3.6 | 59 | 15.2-33.4 |
| | | 4.0 | 4 | 13.0-23.6 |
| | | 4.2 | 11 | 24.7-32.3 |
| | | 4.8 | 59 | 17.5-31.2 |
| | | 5.0 | 19 | 12.7-30.5 |
| | | 5.5 | 6 | 10.0-16.3 |
| | | 171 | 10.0-42.8 | |
| | Galotne / Top part | 5.0 | 10 | 17.1-20.7 |
| | | 5.5 | 8 | 9.4-14.6 |
| | | | 18 | 9.4-20.7 |
| | Kopā / Total | | 301 | 9.4-46.8 |
| Pavisam / In all | | 2017 | 9.4-46.8 | |

Egles zāģbaļķu raksturojums
Description of spruce saw logs

| Reģions / Region | Vieta stumbūrā / Location at stem | Zāģbaļķu garums L, m / Length of a log, m | Zāģbaļķu skaits, n / Number of logs, n | Intervāls, cm / Interval, cm $\min < d_t < \max$ | |
|----------------------------|--|--|---|--|-----------|
| ZR / NW | Resgalis / Butt-end | 3.6 | 2 | 19.2-23.4 | |
| | | 4.2 | 11 | 17.3-29.2 | |
| | | 4.8 | 33 | 20.5-52.8 | |
| | | 5.1 | 5 | 24.4-41.7 | |
| | | | 51 | 17.3-52.8 | |
| | Vidusdaļa / Middle part | 3.6 | 4 | 16.7-20.7 | |
| | | 4.2 | 22 | 16.6-37.6 | |
| | | 4.8 | 61 | 18.0-48.1 | |
| | | 5.1 | 3 | 19.4-47.8 | |
| | | 5.4 | 8 | 32.0-45.9 | |
| | | | 98 | 16.6-48.1 | |
| | Galotne / Top end | 4.8 | 4 | 17.3-24.2 | |
| | Kopā / Total | | | 153 | 16.6-52.8 |
| | DR / SW | Resgalis / Butt-end | 3.0 | 35 | 13.4-45.9 |
| 4.8 | | | 35 | 16.9-38.6 | |
| 5.1 | | | 5 | 22.1-36.9 | |
| 5.4 | | | 30 | 17.3-33.4 | |
| 6.6 | | | 14 | 12.7-34.5 | |
| | | | 119 | 12.7-45.9 | |
| Vidusdaļa / Middle part | | 3.9 | 27 | 11.8-42.0 | |
| | | 4.5 | 5 | 13.4-20.2 | |
| | | 4.8 | 76 | 15.7-39.4 | |
| | | 5.1 | 11 | 22.0-33.5 | |
| | | 5.4 | 48 | 16.7-37.6 | |
| | | 5.7 | 5 | 22.0-36.4 | |
| | | 6.0 | 15 | 13.7-34.6 | |
| | | | 187 | 11.8-42.0 | |
| Galotne / Top end | | 3.9 | 27 | 7.3-20.1 | |
| | | 4.2 | 12 | 5.4-16.4 | |
| | | 4.5 | 6 | 6.2-12.8 | |
| | | 4.8 | 23 | 9.9-21.5 | |
| | | 5.1 | 3 | 17.3-23.3 | |
| | | 5.4 | 32 | 10.8-25.6 | |
| | 5.7 | 4 | 20.6-24.0 | | |
| | 6.0 | 6 | 9.8-15.3 | | |
| | 113 | 5.4-25.6 | | | |
| Kopā / Total | | | 417 | 5.4-45.9 | |

2. tabulas turpinājums / Table 2 continued

| | | | | |
|------------------|----------------------------|-----|-----------|-----------|
| ZA / NE | Resgalis / Butt-end | 3.6 | 11 | 11.0-41.8 |
| | | 4.2 | 5 | 12.5-17.5 |
| | | 4.8 | 11 | 12.7-24.6 |
| | | 5.1 | 5 | 13.0-17.4 |
| | | 6.0 | 11 | 11.5-47.3 |
| | | | 43 | 11.0-47.3 |
| | Vidusdaļa / Middle part | 3.0 | 20 | 15.2-43.8 |
| | | 3.6 | 12 | 11.3-27.4 |
| | | 4.2 | 11 | 14.7-17.8 |
| | | 4.5 | 4 | 14.8-16.4 |
| | | 4.8 | 32 | 15.0-21.3 |
| | | 5.1 | 27 | 15.1-21.0 |
| | | 6.0 | 13 | 19.8-26.0 |
| | | 6.6 | 11 | 30.2-40.4 |
| | | 130 | 11.3-43.8 | |
| | Galotne / Top part | 3.6 | 10 | 16.4-19.4 |
| | | 6.0 | 10 | 10.8-14.9 |
| | | | 20 | 10.8-19.4 |
| Kopā / Total | | | 193 | 10.8-47.3 |
| DA / SE | Resgalis / Butt-end | 3.6 | 25 | 19.6-39.7 |
| | | 4.8 | 6 | 22.2-28.2 |
| | | 6.6 | 4 | 30.0-39.0 |
| | | | 35 | 19.6-39.7 |
| | Vidusdaļa / Middle part | 3.6 | 61 | 17.5-33.3 |
| | | 3.9 | 11 | 18.2-21.2 |
| | | 4.2 | 15 | 21.5-44.3 |
| | | 4.8 | 10 | 37.0-54.8 |
| | | 6.6 | 5 | 30.0-33.5 |
| | | | 102 | 17.5-54.8 |
| | Galotne / Top part | 3.6 | 1 | 18.5 |
| | | | | |
| Kopā / Total | | | 138 | 17.5-54.8 |
| Pavisam / In all | | | 903 | 5.4-54.8 |

starp raukumu un zāģbaļķu garumu pastāv atšķirīga atkarība. Vairumā gadījumu tā nav būtiska (egles resgaļa, vidusdaļas un galotnes daļas, kā arī priedes galotnes daļas zāģbaļķi) vai arī ir lineāra (priedes vidusdaļas zāģbaļķi). Izņēmums ir priedes resgaļa zāģbaļķi, kuriem šī atkarība ir nelineāra.

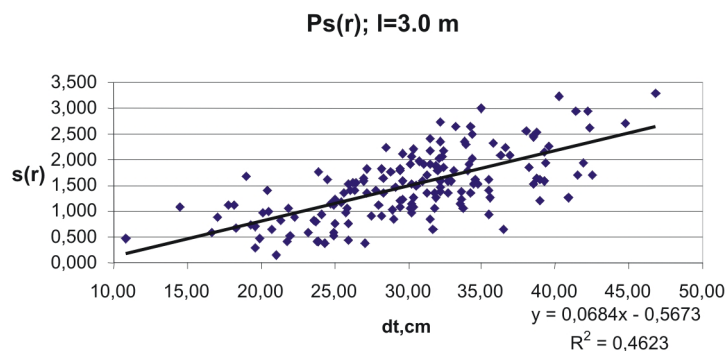
2. attēlā redzams, ka 716 zāģbaļķu raukuma vērtību izkliedi taisnes vienādojums izskaidro tikai 11.1% apjomā, turpretī nelineārais vienādojums – 14.7% apjomā. Arī tas nav daudz, taču sakarā ar ievērojamo novērojumu skaitu šī atkarība ir būtiska un to nedrīkst ignorēt.

Visu grupu zāģbaļķu raukums aprakstāms ar kopēju vienādojumu:

$$s = a + b_1 d_t + b_2 L + b_3 L^2, \quad (2)$$

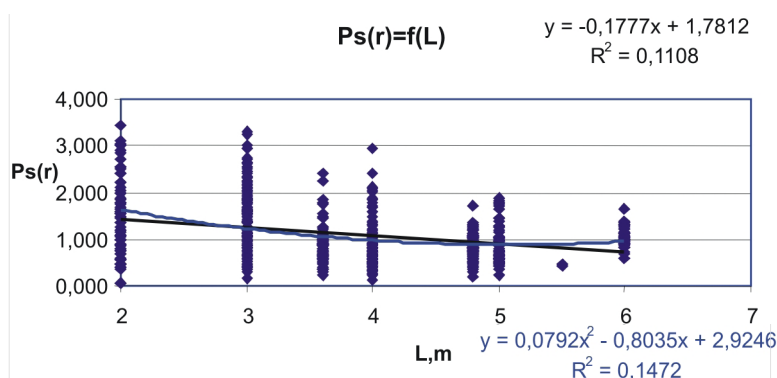
kur apzīmējumi s , d_t un L ir kā formulā (1), bet raukuma kvantitatīvās atšķirības noteicošās regresijas koeficientu skaitliskās vērtības, kas aprēķinātas pēc mazāko kvadrātu metodes, dotas 3. tabulā. Vienādojuma (2) lietošanas ierobežojumi: $10.0 \leq d_t \leq 45.0$ cm un $2.0 \leq L \leq 6.0$ m.

Regresijas koeficientu būtiskums raksturots ar p vērtību metodi (attiecīgais koeficients ir statistiski



1. att. Priedes resgaļa zāģbaļķu raukuma Ps(r) atkarība no tievgaļa caurmēra, cm.

Fig. 1. Taper Ps(r) of pine butt logs as function of top-end diameter, cm.



2. att. Priedes resgaļa zāģbaļķu raukuma Ps(r) atkarība no sortimenta garuma.

Fig. 2. Taper Ps(r) of pine butt logs as function of log length, m.

būtisks, ja atbilstošā p vērtība <0.05). Savukārt korelācijas koeficients R kalpo visa regresijas vienādojuma (2) būtiskuma pārbaudei, izmantojot atziņu, ka vienādojums ir būtisks, ja tā konkrētais $R > R_{n-k}$, kur k ir dotā vienādojuma locekļu skaits. No šādas salīdzināšanas (3. tabula) izriet, ka visās sešās raukuma grupās vienādojums (2) ir būtisks. Tomēr jāuzsver izteiktā fona ietekme, kas visās raukuma grupās ir lielāka nekā ar regresiju izskaidrojamā. Tas apliecina koku augšanas fitocenotisko un edafisko atšķirību izšķirošo nozīmi stumbru formas veidošanās procesā un līdz ar to arī zāģbaļķu raukumā. Relatīvi vājāk tā ietekmē priedes un egles resgaļa zāģbaļķus (attiecīgi 58.2 un 68.2%). Pārējās raukuma grupās šī ietekme ir ievērojami lielāka. Praktiski tas nozīmē, ka, ja atsevišķu zāģbaļķu raukuma noteikšanas nosacījumi pieļauj šāda lieluma kļūdu, raukuma grupas var apvienot vai vienādojumu (2) var aizstāt ar katras grupas vidējā aritmētiskā vērtību. Grupu vidējie rādītāji un to standartkļūdas ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$): Ps(r) = 1.0838±0.0202; Ps(v) = 0.7521±0.0080; Ps(g) = 1.2038±0.0164; Es(r) = 1.1272±0.0343; Es(v) = 1.0024±0.0186; Es(g) = 1.1236±0.0256.

Secinājumi

1. Latvijas ZR, DR, ZA un DA reģionu kokmateriālu pārstrādes lielāko uzņēmumu krautuvēs uzmērīto 2017 priedes un 903 egles zāģbaļķu datu statistiskā analīze liecina, ka abu koku sugu zāģbaļķu raukums nav atkarīgs no kokmateriālu sagatavošanas vietas. Ģeogrāfisko atšķirību ietekme ir kopējā fona līmenī, kuru nosaka koku augšanas fitocenotiskie un edafiskie apstākļi, kas visā Latvijas teritorijā ir līdzīgi.
2. Abu koku sugu zāģmateriālu raukums ir būtiski atkarīgs no stumbra daļas (resgalis, vidusdaļa, galotnes daļa), no kuras tie izzāģēti. Tādēļ raukuma vienādojuma (2) raksturlielumi (3. tabula) aprēķināti diferencēti pa šādām grupām: Ps(r) – priedes resgaļa, Ps(v) – priedes vidusdaļas, Ps(g) – priedes galotnes daļas, Es(r) – egles resgaļa, Es(v) – egles vidusdaļas un Es(g) – galotnes daļas zāģbaļķi.
3. Katras grupas ietvaros raukumu būtiski ietekmē zāģbaļķu tievgaļa caurmērs d_t un garums L . Starp raukumu un d_t visās grupās pastāv lineāra pozitīva korelācija. Atkarība starp raukumu un L ir daudzveidīgāka: Ps(r) grupā tā ir nelineāra, bet pārējās grupās – lineāra vai nav būtiska. Visu

Vienādojuma (2) raksturojums zāgbaļķu grupās
Description of equation (2) of taper groups

| Parametrs / Parameter | Raukuma grupas / Taper groups | | | | | |
|--------------------------|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|
| | Ps(r) | Ps(v) | Ps(g) | Es(r) | Es(v) | Es(g) |
| a | 1.0462 | 0.5563 | 0.5239 | -0.2654 | -0.0179 | 0.6268 |
| s_a | 0.1998 | 0.0774 | 0.1978 | 0.2705 | 0.1681 | 0.2796 |
| p vērtība | 2.1E-07 | 9.0E-13 | 0.0084 | 0.3275 | 0.9151 | 0.0258 |
| $b_1 (d_t)$ | 0.04974 | 0.00518 | 0.02367 | 0.04148 | 0.02828 | -0.0019 |
| s_{b1} | 0.0025 | 0.0016 | 0.00529 | 0.0038 | 0.00245 | 0.00583 |
| p vērtība | 2.9E-70 | 0.00094 | 9.6E-06 | 1.3E-23 | 4.2E-29 | 0.7445 |
| $b_2 (L)$ | -0.5387 | 0.06286 | 0.11875 | 0.15957 | 0.21503 | 0.3329 |
| s_{b2} | 0.0926 | 0.0377 | 0.0828 | 0.1271 | 0.0903 | 0.1450 |
| p vērtība | 8.6E-09 | 0.0953 | 0.1510 | 0.2103 | 0.0175 | 0.0225 |
| $b_3 (L^2)$ | 0.04917 | 0.010 | -0.0103 | -0.0174 | -0.02923 | -0.0437 |
| s_{b3} | 0.0115 | 0.0051 | 0.0110 | 0.0154 | 0.0122 | 0.0194 |
| p vērtība | 2.3E-05 | 0.0514 | 0.3498 | 0.2607 | 0.0171 | 0.0249 |
| R^2 | 0.4182 | 0.0081 | 0.0642 | 0.3131 | 0.1184 | 0.0245 |
| R | 0.647 | 0.090 | 0.253 | 0.555 | 0.344 | 0.157 |
| n | 790 | 1985 | 486 | 273 | 1008 | 274 |

- grupu raukumu Latvijas teritorijā aproksimē kopējs vienādojums (2).
- Zāgbaļķu raukuma daļa, kas izskaidrojama ar regresiju, ir neliela, taču statistiski būtiska. Izņemot Ps(r) un Es(r) grupas, kur tās ir attiecīgi 41.8 un 31.3%, pārējās grupās tā ir neliela (3. tabula, R^2). Tāpēc, ja atsevišķu zāgbaļķu raukuma noteikšanas nosacījumi pieļauj šāda lieluma kļūdu, radniecīgas raukuma grupas var apvienot vai vienādojumu (2) var aizstāt ar grupas vidējā aritmētiskā vērtību. Grupu vidējie rādītāji un to standartkļūdas ($\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$): Ps(r) = 1.0838±0.0202; Ps(v) = 0.7521±0.0080; Ps(g) = 1.2038±0.0164; Es(r) = 1.1272±0.0343; Es(v) = 1.0024±0.0186; Es(g) = 1.1236±0.0256.
 - Vienādojums (2) izmantojams visā Latvijas teritorijā, ievērojot ierobežojumus: $10.0 \leq d_t \leq 45.0$ cm un $3.0 \leq L \leq 6.0$ m.
 - Arhipova, I., Bāliņa, S. (2003) *Statistika ekonomikā. Risinājumi ar SPSS un Microsoft Excel*. Datorzinību centrs, Rīga, 352 lpp.
 - Edwards, P. N. (1998) *Timber Measurement. A Field Guide*. Forestry Commission, Edinburgh, 64 pp.
 - Liepa, I. (1974) *Biometrija*. Zvaigzne, Rīga, 337 lpp.
 - Mangalis, I. (2004) *Meža atjaunošana un ieaudzēšana*. SIA „Et Cetera”, Rīga, 455 lpp.
 - Ozoliņš, R. (1974) Vidējas formas priedes stubru sortimentu struktūras matemātiskie modeļi. *Jaunākais Mežsaimniecībā*, 16, 101.-105. lpp.
 - Sarma, P. (1948) *Meža taksācija*. Latvijas valsts izdevniecība, Rīga, 589 lpp.
 - Sarmulis, Z., Līpiņš, L. (2002) Priedes zarojums un citi stubra kvalitāti raksturojoši rādītāji. *LLU Raksti*, 5 (300), 34.-38. lpp.
 - Zar, J. H. (1999) *Biostatistical Analysis*. Fourth edition. Prentice Hall International, Northern Illinois University, USA, 663 pp.

Literatūra

- Apaļo kokmateriālu uzmērīšana. (2003) *Latvijas standarts LVS 82:2003*. VSIA Latvijas standarts, Rīga, 12 lpp.

10. Анучин, Н. П. (1982) *Лесная таксация: Учебник для вузов. 5-е изд., доп.* Лесная промышленность, Москва, 552 с.
11. Кофман, Г. Б. (1986) *Рост и форма деревьев.* Наука, Сибирское отделение, Новосибирск, 210 с.
12. Матвеев-Мотин, А. С. (1960) *Универсальный способ определения запаса древостоя при перечислительной таксации.* Гослесбумиздат, Москва, 76 с.
13. Тюрин, А. В. (1938) *Таксация леса.* Государственное лесотехническое издательство, Москва, 300 с.